

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICO – ADMINISTRATIVAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA COMERCIAL



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COSTOS CONSUMO DE ENERGÍA
ELECTRICA CONVENCIONAL EN LAS INSTALACIONES DEL CAMPUS DE LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA Y COSTOS GENERADOS A
TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA
PARA EL PERIODO 2016-2026**

TESIS PRESENTADA POR:

**Alayza Macedo, Roberto Carlos
Geldres Espinoza, Alejandro Manuel**

**Para optar por el título profesional
de: Ingeniero Comercial**

**Con mención en Finanzas y
Economía**

Arequipa-2016

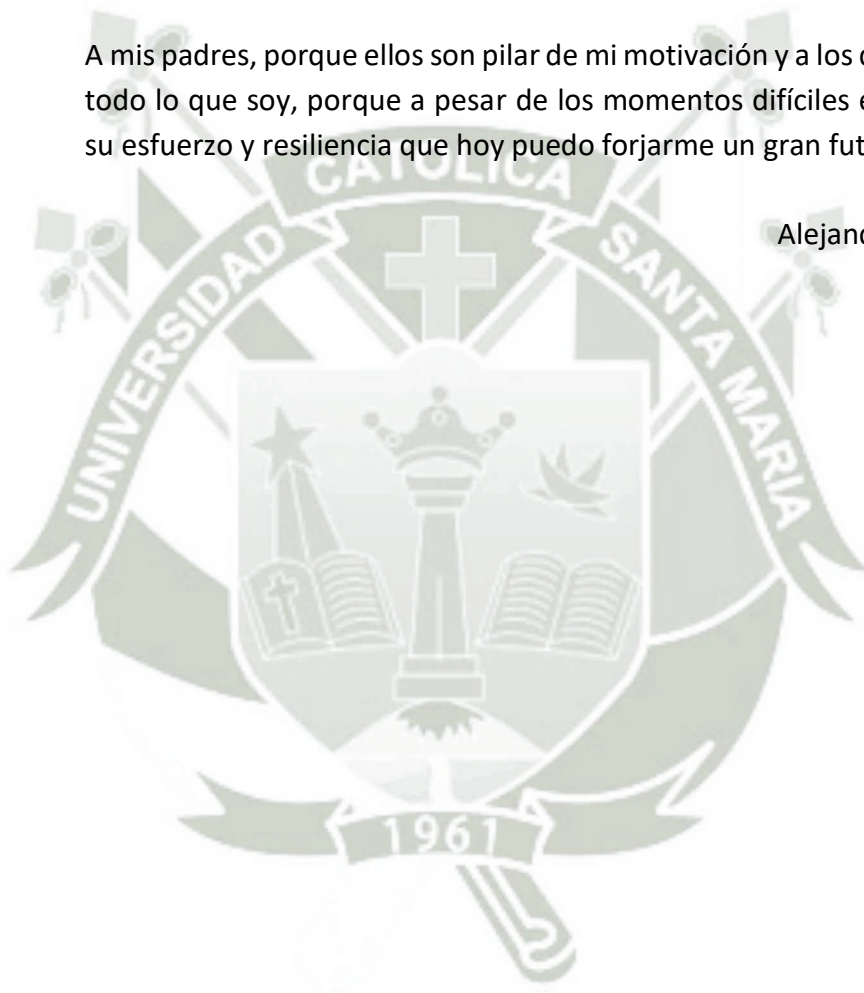
DEDICATORIA

A mi abuelo que me acompañó a lo largo de mi vida y con quien compartí experiencias inolvidables, quien me enseñó que lo más grande e importante que hay en la vida es la familia y que en ella se encuentra la felicidad.

Roberto Alayza

A mis padres, porque ellos son pilar de mi motivación y a los que le debo todo lo que soy, porque a pesar de los momentos difíciles es gracias a su esfuerzo y resiliencia que hoy puedo forjarme un gran futuro.

Alejandro Geldres



AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y la sabiduría para poder realizar esta tesis, a mis padres por su apoyo incondicional en todo momento de mi vida y en especial por su apoyo para lograr mis metas profesionales, a toda mi familia por el afecto, cariño y motivación que me dan a lo largo de toda mi vida y a los docentes que aportaron en la realización de mi tesis.

Roberto Alayza

A todas las personas que de alguna manera aportaron para que esta tesis pueda realizarse. Docentes, compañeros, técnicos y sobre todo a mis padres que son fuente de motivación para mí.

Alejandro Geldres



RESUMEN

El presente estudio tiene como fin demostrar la existencia de una alternativa mucho más rentable y responsable con el medio ambiente para el consumo de energía eléctrica en las instalaciones del campus universitario de la Universidad Católica de Santa María, las cuales demandan una gran cantidad de energía eléctrica. Dicha alternativa permitirá aminorar sus costos y poder beneficiarse con dicho ahorro y a la vez crear conciencia acerca de la responsabilidad y el compromiso que se debe tener con el medio ambiente.

La implementación de sistema fotovoltaico como alternativa propuesta surge debido a que en nuestra ciudad se tiene una de las radiaciones más altas en el país y permite hacer uso de esta alternativa.

Y es que la implementación de sistemas fotovoltaicos no solo es practicada y fomentada en nuestro país, actualmente en países desarrollados se puede ver que dicha alternativa de energía tiene un gran impacto y es considerada como una fuente importante para la demanda de electricidad.

En el presente estudio se demuestra mediante indicadores como son el Valor Actual de Costos (VAC) y el Costo Anual Equivalente (CAE) que dichas inversiones al largo plazo pueden resultar mucho más rentables a comparación del sistema actual de electrificación que se tiene a través del servicio provisto por SEAL¹.

¹ SEAL: Sociedad Electrica de Arequipa Ltda.

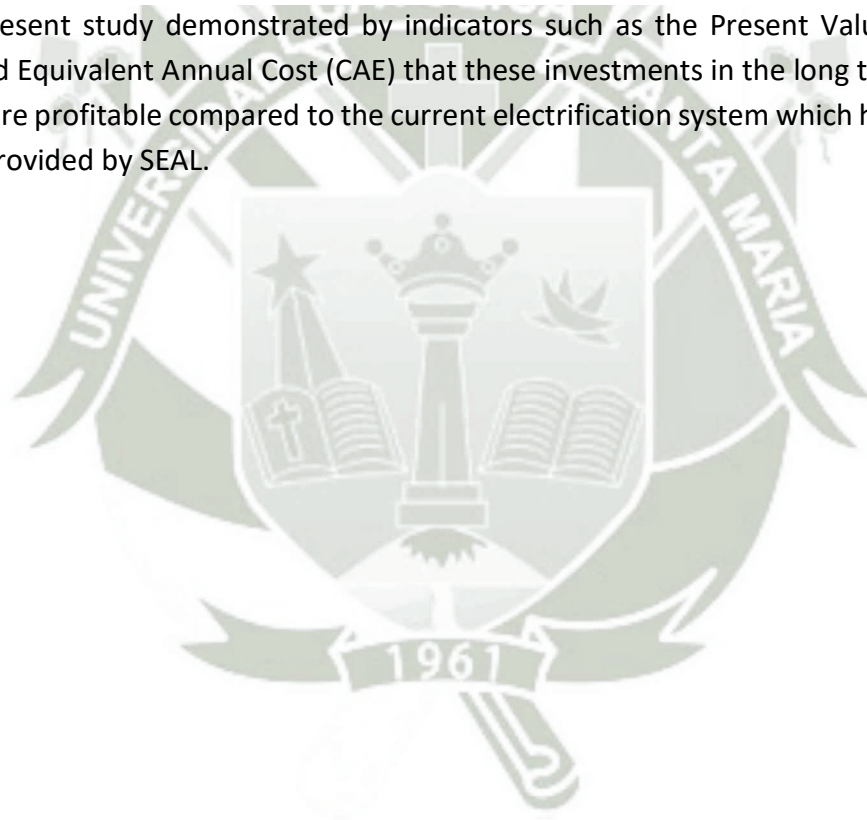
ABSTRACT

This study aims to demonstrate the existence of a much more profitable and responsible alternative to the environment for consumption of electricity in the facilities of the campus of the Catholic University of Santa María, which demands a lot of power. This alternative will allow reduce their costs and to benefit from these savings and at the same time raise awareness about responsibility and commitment should be to the environment.

The implementation of photovoltaic systems arises because our city has one of the highest radiation in the country and allows use of this alternative.

And the implementation of photovoltaic systems is not only practiced and encouraged in our country, currently in developed countries can be seen that this alternative energy has a major impact and is considered as an important source for electricity demand.

In the present study demonstrated by indicators such as the Present Value of Costs (VAC) and Equivalent Annual Cost (CAE) that these investments in the long term can be much more profitable compared to the current electrification system which has through service provided by SEAL.



INDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT.....	V
INDICE GENERAL.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	X
INDICE DE FIGURAS.....	XII
INDICE DE ANEXOS	XIII
INTRODUCCION	XIV
CAPITULO I: COSTOS CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA CONVENCIONAL EN LAS INSTALACIONES DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA ...	- 1 -
1.1 Sobre la Universidad Católica de Santa María.....	- 1 -
1.1.1 Reseña Histórica.....	- 1 -
1.1.2 Visión.....	- 2 -
1.1.3 Misión.....	- 2 -
1.1.4 Ubicación.....	- 2 -
1.1.5 Campus universitario	- 3 -
1.1.6 Energía eléctrica consumida en el Campus de la Universidad.....	- 5 -
1.1.7 Ventajas del uso de energía hidroeléctrica.....	- 6 -
1.1.8 Inconvenientes de la energía hidroeléctrica para la actualidad.	- 7 -
1.1.9 Detalle de costo facturado por SEAL en recibo de luz de la Universidad. .	- 8 -
1.1.9.1 Cargo fijo mensual	- 9 -
1.1.9.2 Alumbrado publico.....	- 10 -
1.1.9.3 Mantenimiento y reposición de la conexión	- 10 -
1.1.9.4 Ley 27510 FOSE.....	- 10 -
1.1.9.5 Hora de punta y hora fuera de punta sobre consumo de energía ...	- 11 -
1.1.9.6 Potencia activa de generación	- 11 -
1.1.9.7 Demanda máxima mensual	- 11 -
1.1.9.8 Potencia activa por uso de las redes de distribución	- 11 -
1.1.9.9 Energía activa.....	- 12 -
1.1.9.10 Energía reactiva.....	- 12 -
1.1.9.11 Ley 28749 electrificación rural.....	- 13 -
1.2 Proyectos de Inversión.....	- 13 -
1.2.1 Clasificación de los proyectos de inversión.....	- 13 -
1.2.1.1 Por el tipo de función que desempeña dentro de una empresa:.....	- 14 -

1.2.1.1.a Proyecto de renovación.....	- 14 -
1.2.1.1.b Proyectos de modernización.....	- 14 -
1.2.1.1.c Proyectos de expansión.....	- 14 -
1.2.1.1.d Proyectos estratégicos.	- 14 -
1.2.1.2 Por la complementariedad:	- 15 -
1.2.1.2.a Complementarias	- 15 -
1.2.1.2.b Independientes.....	- 15 -
1.2.1.2.c Mutuamente excluyente	- 15 -
1.2.2 Enfoque costo-eficiencia.	- 15 -
1.2.2.1 Valor actual de costos	- 16 -
1.2.2.2 Costo de oportunidad	- 16 -
1.2.2.3 Costo anual equivalente	- 17 -
1.3 Series de tiempo	- 18 -
1.3.1 Componentes de las series de tiempo.....	- 18 -
1.3.1.1 Tendencia secular	- 18 -
1.3.1.2 Variación estacional.....	- 18 -
1.3.1.3 Variación cíclica.....	- 18 -
1.3.1.4 Variación Irregular	- 19 -
1.3.1.5 Promedio móvil.....	- 19 -
1.4 Entrevistas.....	- 20 -
1.4.1 Entrevista Estructurada.....	- 20 -
1.4.1.1 Ventajas de la entrevista Estructurada.....	- 20 -
1.4.1.2 Desventajas de la entrevista Estructurada	- 21 -
1.4.2 Entrevista No Estructurada	- 21 -
1.4.2.1 Ventajas de la entrevista No Estructurada	- 21 -
1.4.2.2 Desventajas de la entrevista No Estructurada.....	- 21 -
1.5 Análisis de los costos de energía convencional provista por SEAL.....	- 22 -
1.6 Calculo VAC de energía provista por SEAL.....	- 35 -
CAPITULO II: COSTOS GENERADOS A TRAVES DE LA IMPLEMENTACION DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	37
2.1 Energía Solar	37
2.1.1 Energía Solar Fotovoltaica.....	37
2.1.1.1 Ventajas	38
2.1.1.2 Desventajas.....	38
2.1.1.3 El efecto fotovoltaico	39
2.1.1.4 Panel solar fotovoltaico	40
2.1.1.4.a Tipos de paneles solares fotovoltaicos.....	40
2.1.1.4.a.1 Silicio monocristalino.	40
2.1.1.4.a.2 Silicio policristalino.....	40

2.1.1.4.a.3 Silicio amorfo.....	41
2.1.1.4.b Durabilidad y mantenimiento	42
2.1.1.5 Dimensionamiento del panel solar fotovoltaico	42
2.1.2 Sistemas fotovoltaicos	43
2.1.2.1 Sistemas aislados	44
2.1.2.1.a Batería de acumulación	44
2.1.2.1.b Regulador de carga.....	47
2.1.2.1.c Inversor	47
2.1.2.1.d Estructura de soporte.....	47
2.1.2.2 Sistemas interconectados	48
2.1.2.2.a Contador de energía bidireccional	49
2.1.3 Radiación Solar	49
2.1.4 Radiación Solar en Arequipa	50
2.1.5 Unidades de medición en energía solar	52
2.1.5.1 Watt	52
2.1.5.2 Watt pico.....	53
2.1.5.3 Voltaje	53
2.1.5.4 Amperio.....	53
2.1.5.5 Voltio amperio	54
2.1.6 Irradiancia e irradiación sobre superficies	54
2.1.7 Horas de sol pico	54
2.1.8 Marco Normativo	55
2.2 Financiamiento	56
2.2.1 Características de un financiamiento.....	56
2.2.2 Tasas de interés.....	57
2.3 Análisis de costos de implementación de energía solar fotovoltaica	57
2.4 Calculo VAC implementación de sistema fotovoltaico	72
CAPITULO III: PRESENTACION DE RESULTADOS	74
3.1 Introducción.....	74
3.2 Entrevistas.....	74
3.2.1 Entrevista Universidad Católica de Santa María	74
3.2.2 Entrevista a Proveedor	75
3.3 Calculo de CAE y comparación.....	76
3.4 Comprobación de la hipótesis	80
CONCLUSIONES.....	82
RECOMENDACIONES.....	84
BIBLIOGRAFIA.....	86

ANEXOS 93



INDICE DE TABLAS

TABLA 1: CÁLCULO DE SUMA, MEDIA MODIFICADA Y FACTOR DE AJUSTE DE SERIES DE TIEMPO EN SOLES ... - 28 -	
TABLA 2: ÍNDICE ESTACIONAL MENSUAL DE CONSUMO EN SOLES DE ENERO A DICIEMBRE..... - 28 -	
TABLA 3: ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN - 29 -	
TABLA 4: PAGO DE ENERGÍA PROYECTADA - 31 -	
TABLA 5: DEMANDA DE ENERGÍA ACTIVA POR PABELLÓN CON LUMINARIAS CONVENCIONALES AÑO 2016. - 32 -	
TABLA 6: PAGO ANUAL PROYECTADO INCLUIDO PABELLÓN NUEVO - 33 -	
TABLA 7: REGISTRO DE COMPRA DE COMBUSTIBLES Y CARBURANTES PARA EL AÑO 2015 - 34 -	
TABLA 8: COSTO RENOVACIÓN DE LUMINARIA NORMAL CADA 2 AÑOS - 35 -	
TABLA 9: FLUJO DE COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA CONVENCIONAL PROVISTA POR SEAL:..... 36	
TABLA 10: EFICIENCIA DE LOS PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS..... 42	
TABLA 11: UNIDADES DE MEDICIÓN EN ENERGÍA SOLAR..... 52	
TABLA 12: TASAS DE INTERÉS EFECTIVA 57	
TABLA 13: CALCULO DE VALOR ACTUAL DE COSTOS POR RENOVACIÓN DE LUMINARIA NORMAL..... 58	
TABLA 14: CALCULO DE VALOR ACTUAL DE COSTOS DE CAMBIO DE LUMINARIAS NORMALES A LUMINARIAS LED. 59	
TABLA 15: DEMANDA DE ENERGÍA ACTIVA POR PABELLÓN CON LUMINARIAS LED AÑO 2016..... 60	
TABLA 16: COSTO PANELES SOLARES DIMENSIÓN NOCHE 61	
TABLA 17: COSTO SOPORTES PARA PANELES SOLARES DIMENSIÓN NOCHE 62	
TABLA 18: COSTO BATERÍAS DIMENSIÓN NOCHE 62	
TABLA 19: COSTO INVERSORES DIMENSIÓN NOCHE..... 63	
TABLA 20: COSTOS DE DIMENSIONAMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA SOLAR DURANTE LA NOCHE 64	
TABLA 21: PAGO A SEAL POR CONSUMO DE ENERGÍA DURANTE LA NOCHE 65	
TABLA 22: CANTIDAD DE PANELES SOLARES PARA EL ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA DIURNO..... 66	
TABLA 23: COSTOS SOPORTE PARA PANELES SOLARES ENERGÍA DIURNA 67	
TABLA 24: CANTIDAD DE INVERSORES 68	
TABLA 25: INVERSIÓN INICIAL REQUERIDA PARA LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES 69	
TABLA 26: AHORRO DE PAGO A SEAL..... 70	
TABLA 27: FINANCIAMIENTO PARA CUBRIR COSTOS DE INVERSIÓN 71	
TABLA 28: FLUJO DE COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR..... 72	
TABLA 29: DATOS PARA CÁLCULO DE VAC PERIODO INDEFINIDO..... 77	
TABLA 30: DATOS PARA CÁLCULO DE VAC IMPLEMENTACIÓN SISTEMA FOTOVOLTAICO MÁS PAGO SEAL ENERGÍA NOCHE 78	
TABLA 31: CALCULO VAC IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO 25 AÑOS DE DURACIÓN..... 79	
TABLA 32: RESUMEN VAC Y CAE..... 80	
TABLA 33: DATOS HISTORICOS UCSM..... 117	
TABLA 34: MÉTODO MÍNIMO CUADRADOS PARA LÍNEA DE TENDENCIA DE COSTOS EN SOLES 118	
TABLA 35: MÉTODO MÍNIMO CUADRADOS PARA LÍNEA DE TENDENCIA DE ENERGÍA APARENTE 120	

TABLA 36: MÉTODO MÍNIMO CUADRADOS PARA LÍNEA DE TENDENCIA DE COSTOS UNITARIO	121
TABLA 37: MÉTODO MÍNIMO CUADRADOS PARA LÍNEA DE TENDENCIA DE CONSUMO WATTS	123
TABLA 38: PROYECCIONES.....	124
TABLA 39: COSTO CAMBIO A LUMINARIAS LED.....	128
TABLA 40: DIMENSIONAMIENTO PABELLÓN CH.....	129
TABLA 41: DIMENSIONAMIENTO PABELLÓN D	130
TABLA 42: DIMENSIONAMIENTO PABELLÓN C	131
TABLA 43: DIMENSIONAMIENTO PABELLÓN B	132
TABLA 44: DIMENSIONAMIENTO PABELLÓN A	133
TABLA 45: DIMENSIONAMIENTO PABELLÓN E.....	134
TABLA 46: DIMENSIONAMIENTO PABELLÓN F.....	135
TABLA 47: DIMENSIONAMIENTO PABELLÓN G	137
TABLA 48: DIMENSIONAMIENTO PABELLÓN H	138
TABLA 49: DIMENSIONAMIENTO PABELLÓN I	139
TABLA 50: DIMENSIONAMIENTO PABELLÓN O.....	140
TABLA 51: DIMENSIONAMIENTO PABELLÓN L.....	142
TABLA 52: DIMENSIONAMIENTO PABELLÓN R	143
TABLA 53: DIMENSIONAMIENTO PABELLÓN S.....	144
TABLA 54: DIMENSIONAMIENTO BIBLIOTECA	145
TABLA 55: DIMENSIONAMIENTO POLIDEPORTIVO	146
TABLA 56: DIMENSIONAMIENTO PABELLÓN NUEVO	146
TABLA 57: RENDIMIENTO DE BONOS DE 10 AÑOS DEL TESORO DE ESTADOS UNIDOS.....	147
TABLA 58: FLUJO DE CAJA DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROVISTA POR SEAL CON COSTO DE OPORTUNIDAD DEL 12%	148
TABLA 59: CALCULO DE VALOR ACTUAL DE COSTOS POR RENOVACIÓN DE LUMINARIA NORMAL CON COSTO DE OPORTUNIDAD DEL 12%.....	148
TABLA 60: CALCULO DE VALOR ACTUAL DE COSTOS DE CAMBIO DE LUMINARIAS NORMALES A LUMINARIAS LED Y AHORRO DE ENERGÍA CON COSTO DE OPORTUNIDAD DEL 12%	149
TABLA 61: PAGO A SEAL POR CONSUMO DE ENERGÍA DURANTE LA NOCHE CON COSTO DE OPORTUNIDAD DEL 12%	149
TABLA 62: FLUJO DE COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR CON COSTO DE OPORTUNIDAD DE 12%.....	150
TABLA 63: DATOS PARA CÁLCULO DE VAC PERIODO INDEFINIDO CON COSTO DE OPORTUNIDAD DE 12%	151
TABLA 64: DATOS PARA CÁLCULO DE VAC IMPLEMENTACIÓN SISTEMA FOTOVOLTAICO MÁS PAGO SEAL ENERGÍA NOCHE	151
TABLA 65: CALCULO VAC IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO 25 AÑOS DE DURACIÓN CONSIDERANDO COSTO DE OPORTUNIDAD DE 12%.....	152

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: UBICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTA MARÍA.....	- 3 -
FIGURA 2: DISTRIBUCIÓN DE LA UCSM.....	- 5 -
FIGURA 3: DISEÑO DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA CHARCANI V.....	- 6 -
FIGURA 4: RECIBO MES DE JUNIO 2016.....	- 9 -
FIGURA 5: RELACIÓN ENERGÍA ACTIVA, REACTIVA Y APARENTE.....	- 12 -
FIGURA 6: SERIE DE TIEMPO DE ENERGÍA APARENTE.....	- 23 -
FIGURA 7: SERIE DE TIEMPO DE ENERGÍA EXPRESADA EN SOLES.....	- 25 -
FIGURA 8: PRECIO UNITARIO DE ENERGÍA APARENTE.....	- 26 -
FIGURA 9: PROYECCIÓN DE ENERGÍA EXPRESADA EN SOLES SIN CONSIDERAR ESTACIONALIZACIÓN.....	- 27 -
FIGURA 10: CONSUMO DE ENERGÍA EXPRESADA EN SOLES DESESTACIONALIZADO.....	- 29 -
FIGURA 11: PROYECCIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA EN SOLES DEL CAMPUS UNIVERSITARIO.....	- 30 -
FIGURA 12: EFECTO FOTOVOLTAICO.....	39
FIGURA 13: TIPOS DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS.....	41
FIGURA 14: SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO.....	44
FIGURA 15: SISTEMA FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO.....	48
FIGURA 16: DISTRIBUCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR.....	50
FIGURA 17: RADIACIÓN SOLAR EN PERÚ.....	51
FIGURA 18: HORAS DE SOL PICO.....	55
FIGURA 19: CÁLCULO DE CUOTA DE ALUMBRADO PÚBLICO.....	115
FIGURA 20: CALCULO DE COBRO DE MANTENIMIENTO Y REPOSICIÓN.....	116

INDICE DE ANEXOS

1 PLAN DE TESIS	93
2 ENTREVISTAS	113
3 BASE DE DATOS	115



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo analiza y realiza la comparación entre los costos de consumo de energía convencional (energía ofertada por SEAL) y los costos que genera la alternativa que proponemos como materia de estudio que es obtención de energía mediante el sistema de paneles solares fotovoltaicos.

El principal objetivo de este estudio es conocer las ventajas que generan los sistemas fotovoltaicos para una institución que demanda gran cantidad de energía eléctrica como es la Universidad Católica de Santa María.

Años atrás la implementación de dichos proyectos energéticos tenía un costo muy elevado. Sin embargo, debido al avance tecnológico y la globalización, existe una mayor oferta de estos sistemas que permiten que sean más accesibles que en un pasado.

El Perú no es indiferente a dichos cambios y es así que mediante el decreto legislativo N. 1002 declara que es de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de nueva generación eléctrica mediante el uso de Recursos Energéticos Renovables (RER), y es precisamente que dentro de ellos se destaca la energía fotovoltaica.

Ante los hechos que se tienen es que surge una gran alternativa para la universidad que es un gran demandante de energía eléctrica, dicha alternativa es la de la implementación de energía en dicha casa de estudios mediante un sistema fotovoltaico.

En el capítulo I se presenta el estudio de los costos de consumo de energía convencional ya existente en el campus de la Universidad. En un comienzo se presenta información acerca de nuestro campus ya que será el área física de nuestro estudio. Se presenta una breve reseña y como está distribuido el campus actualmente. Seguidamente se muestra la información de cuanta energía demanda el campus universitario mediante los recibos de luz para así poder tener una estimación del costo que se tiene por consumo de energía eléctrica.

Se presenta la metodología que se utiliza en el estudio para recolectar la información necesaria y aquella que se utiliza para el análisis de los datos recolectados, los cuales permiten comprobar la hipótesis planteada.

Finalmente se utilizará el método de análisis de series de tiempo. Gracias a este estudio es que se puede obtener los consumos futuros de la demanda eléctrica de energía convencional. Una vez obtenida dicha información se podrá obtener los indicadores del Valor actual de Costos (VAC) y Costo Anual Equivalente (CAE). Para luego ser comparado con los indicadores de la alternativa que se propone.

En el capítulo II se presenta la información acerca de la energía solar fotovoltaica, conceptos y definiciones que son necesarias para poder entender como funciona este sistema. También se presenta información acerca de la radiación que se tiene en nuestra ciudad y parte del marco normativo que existe.

Finalmente se realiza el análisis de los costos que se tienen al implementar el sistema de paneles solares fotovoltaicos. Se obtienen los indicadores del Valor actual de Costos (VAC) y Costo Anual Equivalente (CAE); para así poder realizar la comparación de los resultados y obtener los resultados.

En el capítulo III se muestra la presentación de los resultados del estudio, se muestra lo que se obtuvo de las entrevistas y se realiza la comparación de los indicadores que se obtuvieron en los capítulos anteriores.

Concluyendo con el estudio, se comprueba la validez de la hipótesis, es decir que sí resulta más rentable la implementación de un sistema fotovoltaico a comparación del sistema convencional de electrificación.



CAPITULO I: COSTOS CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA CONVENCIONAL EN LAS INSTALACIONES DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

1.1 Sobre la Universidad Católica de Santa María

1.1.1 Reseña Histórica

La Universidad Católica de Santa María, fue creada mediante el Decreto Supremo N° 024-61, rubricado por el Sr. Presidente Constitucional de la República, Dr. Manuel Prado Ugarteche y su Ministro de Educación Pública, Dr. Darío Acevedo Criado, el 6 de diciembre de 1961, constituyéndose como la tercera universidad particular o privada a nivel nacional y la primera fuera de la Ciudad Capital.

Fueron inspiradores, para la señalada creación, el Arzobispado de Arequipa, representado por Monseñor Leonardo José Rodríguez Ballón y la Sociedad de María, a iniciativa del Reverendo Padre William Morris Christy, ambos de grata recordación para todos los Estamentos Universitarios, como también de sentido homenaje de gratitud por haber hecho herederos de esta querida universidad, que se constituye desde hace años, como Persona Jurídica de Derecho Privado y sin fines de lucro, al servicio de la Región y del País, bajo la Autoridad de sus Órganos de Gobierno.

El Padre William Morris, Sacerdote Marianista y Doctor en Teología, fue el Primer Rector de la Universidad, a quien se le confirieron las distinciones honoríficas de Rector Honorario Vitalicio y Doctor Honoris Causa.

La Comunidad santamariana de autoridades, docentes, estudiantes, personal administrativo y de servicio, se reafirman en el compromiso cotidiano de agotar lo mejor de sus capacidades y esfuerzos para cumplir con nuestra Misión, lo que repercute en el acrecentamiento de la imagen y prestigio de esta Casa de Estudios y en la plena realización de sus integrantes (UCSM)².

² Información obtenida de la página web oficial de la Universidad Católica de Santa María.

1.1.2 Visión

“La Universidad Católica de Santa María, es una Institución reconocida por su excelencia, en la formación académica y profesional de personas responsables socialmente, la producción intelectual e investigación científica y tecnológica, capaces de contribuir con el desarrollo sostenible” (UCSM)³.

1.1.3 Misión

“Formar integralmente líderes profesionales y académicos responsables socialmente, sustentados en principios y valores, con capacidad para insertarse competitivamente en el mundo globalizado. Crear, innovar, aplicar, integrar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos de las áreas del conocimiento humano, orientados al desarrollo sostenible. Fortalecer el capital social en su ámbito de influencia a través de la preservación y promoción del arte, la cultura y el deporte” (UCSM)⁴.

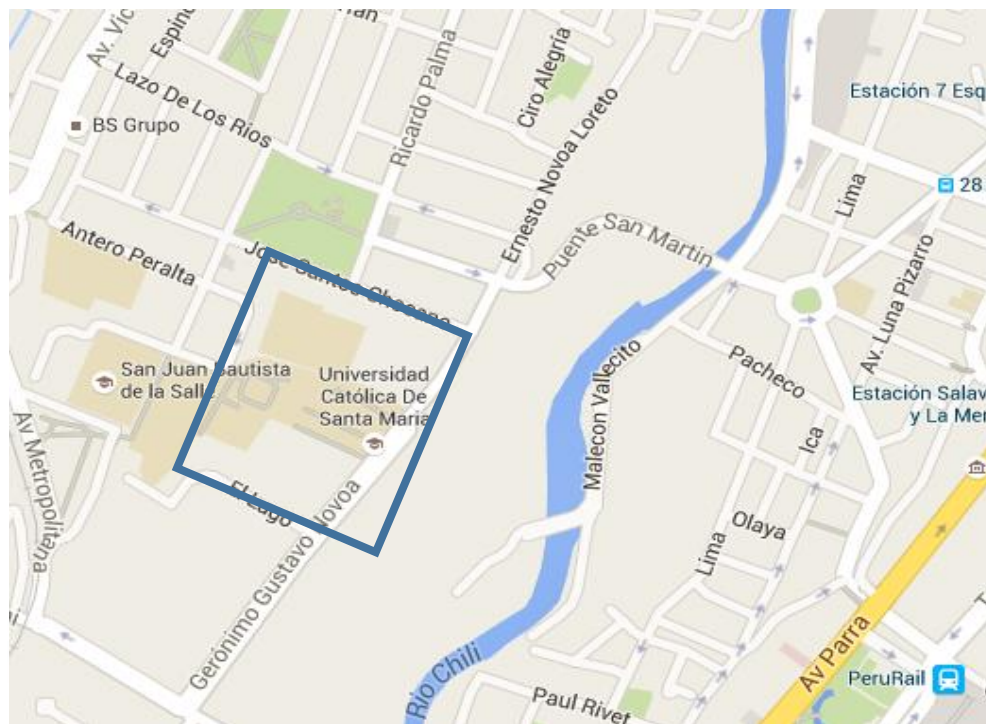
1.1.4 Ubicación

La Universidad Católica de Santa María es una de las Universidades privadas ubicadas en la ciudad de Arequipa. El campus principal se encuentra ubicado en la Urb. San Jose S/N Umacollo perteneciente al distrito de Yanahuara.

³ Información obtenida de la página web oficial de la Universidad Católica de Santa María.

⁴ Información obtenida de la página web oficial de la Universidad Católica de Santa María.

Figura 1: Ubicación de la Universidad Católica Santa María



Fuente: Google maps

1.1.5 Campus universitario

En el campus universitario, la Universidad Católica de Santa María cuenta con 15 pabellones en los cuales se imparten:

Cuatro áreas de pregrado que son:

1. Área de Ciencia de la Salud

Facultad de Enfermería

Facultad de Medicina Humana

Facultad de Odontología

Facultad de Obstetricia y Puericultura

Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y Biotecnológicas

2. Área de Ciencias e Ingenierías

Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente

3. Área de Ciencias Jurídicas y Empresariales

Facultad de Ciencias Contables y Financieras

Facultad de Ciencias Económica Administrativas

Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas

4. Área de Ciencias Sociales

Facultad de Ciencias Tecnológicas Sociales y Humanidades

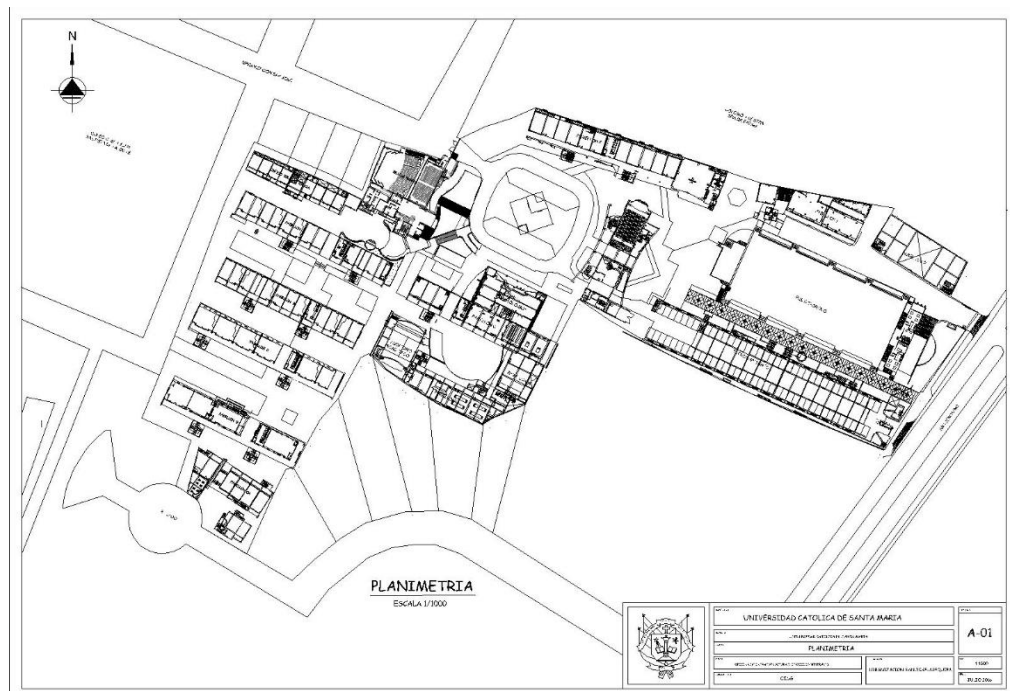
Siendo un total de 12 facultades con 29 carreras en total, las cuales son dictadas en diferentes pabellones que pertenecen al campus universitario y que son relevantes considerar para el presente estudio.

Por otro lado, se cuenta con el centro preuniversitario, el cual utiliza las instalaciones del campus universitario para dar clases a aquellos alumnos que aspiran a la postulación de alguna carrera impartida por la universidad.

Así mismo se cuenta con el instituto de idiomas, el cual dicta cursos de los idiomas inglés, portugués, italiano, entre otros y que también hacen uso de las aulas pertenecientes a dicho campus.

Otros servicios que brinda la universidad y que se encuentran dentro del campus son: biblioteca, cafetería, estacionamientos, cancha de futbol, 4 auditorios, diferentes laboratorios y talleres, 1 clínica odontológica, algunas áreas administrativas, y ascensores en algunos pabellones que han sido instalados en los últimos años, los cuales tienen una demanda de energía eléctrica y que también deben ser considerados para el estudio en mención.

Figura 2: Distribución de la UCSM



Fuente: Universidad Católica de Santa María

1.1.6 Energía eléctrica consumida en el Campus de la Universidad

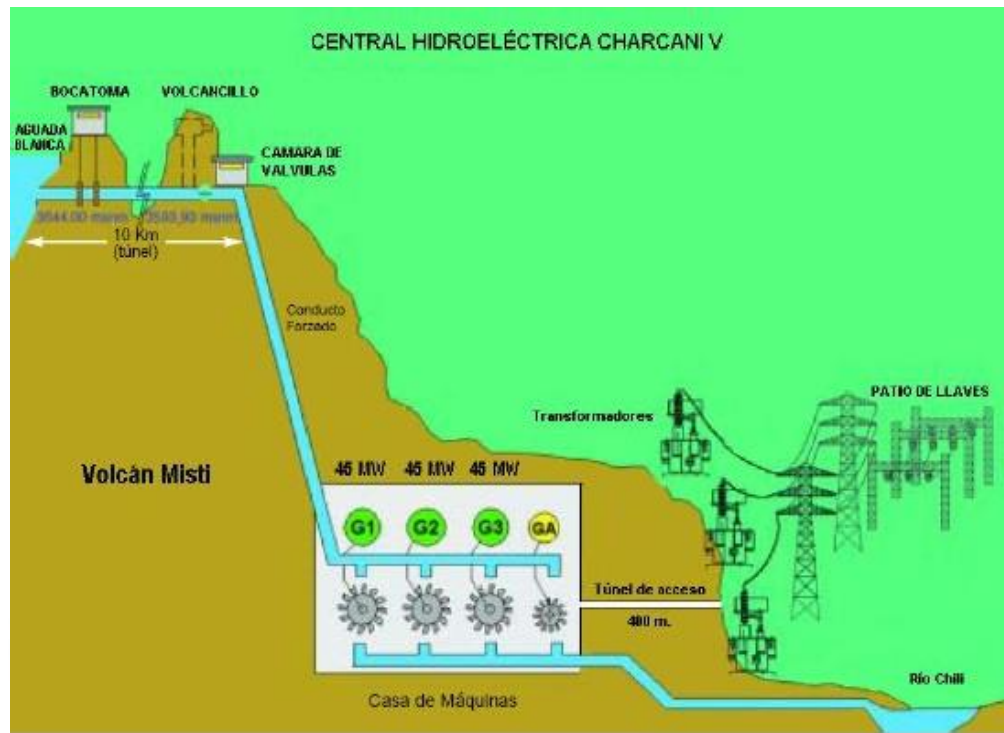
La Universidad Católica de Santa María es un gran demandante de energía eléctrica debido a las actividades que realiza, los equipos que utiliza y los servicios que brindan ya que utilizan la energía eléctrica como fuente principal.

Actualmente la Universidad obtiene esta energía como en la mayoría de todos los casos en la ciudad de Arequipa y que es de la manera convencional la cual es obtenida mediante la empresa SEAL que oferta sus servicios y que son demandados por la población arequipeña.

SEAL utiliza y cuenta con un importante potencial hidroenergético el cual viene a ser la central hidroeléctrica Charcani V que aprovecha los recursos hídricos del río Chili y la diferencia de nivel entre la represa de Aguada Blanca y las estribaciones del Volcán Misti.

Hasta el año 2000, Charcani V abasteció de electricidad a Arequipa, Tacna y Moquegua. Hoy se produce aquí el 70% de la energía que necesita la región (Odebrecht.com, 2014) siendo la principal fuente de energía con la cual la ciudad es abastecida de energía eléctrica.

Figura 3: Diseño de central hidroeléctrica Charcani V



Fuente: EGASA

1.1.7 Ventajas del uso de energía hidroeléctrica.

Energía renovable: La energía hidroeléctrica es renovable. Esto significa que no podemos agotarla. No obstante, existen cada vez menos lugares apropiados para la construcción de centrales hidroeléctricas y aún menos, donde esos proyectos sean realmente rentables.

Energía limpia: La generación de electricidad con centrales hidroeléctricas no es contaminante en sí misma. No emite gases, no produce emisiones tóxicas, y no causa ningún tipo de lluvia ácida.

De producción estable: Es una fuente de energía muy estable. Hay muy poca fluctuación en términos de producción de las plantas eléctricas, a menos que se produzcan cambios en las necesidades. Si hay agua en las presas, se puede generar electricidad.

Flexible: Mediante el ajuste del flujo de agua se puede producir más o menos electricidad según demanda. Cuando la demanda es baja, el agua se mantiene en las presas o embalses a la espera de que el consumo sea mayor. Es una fuente de energía que se adapta a nuestras necesidades (BURGOS, Isabel, 2014).

1.1.8 Inconvenientes de la energía hidroeléctrica para la actualidad.

Como se puede apreciar, actualmente para obtener energía eléctrica en la región, es necesario contar con recursos hídricos.

Sin embargo, ante el incremento desmesurado del calentamiento global que se vive en nuestros días, el cual es causado por la emisión de gases de efecto invernadero como son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), y el ozono (O₃) hay una mayor probabilidad de que se produzca escasez del recurso hídrico en un futuro no muy lejano.

Estos gases que son producidos por la actividad industrial y se concentran en la atmósfera produciendo que esta aumente su temperatura.

Al tener un incremento en la temperatura más de lo normal, se producirán deshielos de los principales proveedores de agua para la ciudad que son los nevados, por lo que se pueden tener problemas en la producción de energía eléctrica.

Podemos comprobar hoy en día este fenómeno al apreciar la duración de la temporada de lluvias en la ciudad, la cual ha venido teniendo una reducción en los últimos años. Otro ejemplo que demuestra el calentamiento global es la presencia de nieve en el volcán Misti, la cual hoy en día resulta muy difícil poder apreciarla.

Estos efectos generan la búsqueda de alternativas de solución tanto para la emisión de gases de efecto invernadero como para las consecuencias del calentamiento global. Ante ello, una buena alternativa es el aprovechamiento de la energía solar como fuente para obtener energía eléctrica, la cual no contribuirá con la emisión de gases de efecto invernadero y que adicionalmente convierte el calentamiento global en una oportunidad y se anticipa a los efectos que este viene generando. Para ello se abordará en el capítulo II. temas de energía solar y sus alternativas.

1.1.9 Detalle de costo facturado por SEAL en recibo de luz de la Universidad.

En el recibo adjunto se puede apreciar que la universidad se encuentra dentro de la opción tarifaria MT3, la cual, según la norma de opciones tarifarias y condiciones de aplicación de tarifas a usuario final, aprobada por OSINERGMIN indica que son usuarios en Media tensión (MT) aquellos que están conectados con su empalme a redes cuya tensión de suministro es superior a 1 kv (Kilovoltio) y menor a 30 kv.

Esta categoría MT3 también indica que existe una medición de dos energías activas y una potencia activa. Para la facturación se considera un cargo fijo mensual, un precio para la energía activa consumida en hora punta y otro para la energía consumida fuera de hora punta. Así mismo un cargo por potencia activa de generación como un cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. Y un cargo por energía reactiva.



Figura4: Recibo mes de junio 2016



Fuente: SEAL⁵

1.1.9.1 Cargo fijo mensual

Según el artículo 10 de la norma de opciones tarifarias y condiciones de aplicación de tarifas a usuario final, el cargo fijo mensual es independiente al consumo y será incluido en la factura al usuario en cada periodo de facturación, inclusive si el consumo es nulo en el periodo. Dicho cargo está asociado al costo por lectura del medidor y procesamiento, emisión, reparto y cobranza de recibo o factura.

⁵ SEAL: Sociedad eléctrica de Arequipa Ltda.

1.1.9.2 Alumbrado publico

Según el artículo 184 de la ley de concesiones eléctricas, la facturación por servicio de alumbrado público de la concesión, no deberá exceder al 5% del monto facturado total y será distribuida entre los usuarios en importes calculados de acuerdo a factores de proporción presentados en la figura 19 del anexo 3. Cabe mencionar que estas tarifas cambian mensualmente.

1.1.9.3 Mantenimiento y reposición de la conexión

Según el artículo 163 de la ley de concesiones eléctricas, el usuario deberá abonar mensualmente, un monto que cubra el mantenimiento de la caja, equipo de medición como de las instalaciones de las que hace uso para obtener la energía. Este costo es calculado por la empresa proveedora de energía y se calcula de forma trimestral. Se puede apreciar una tabla de costos en la figura 20 del anexo 3.

1.1.9.4 Ley 27510 FOSE

Es una ley cuyo fin es crear el fondo de compensación social eléctrica, el cual está dirigido a favorecer el acceso y permanencia de servicio eléctrico a todos los usuarios residenciales del servicio público de electricidad cuyos consumos mensuales sean menores a 100 kw h por mes comprendidos dentro de la opción tarifaria BT5, residencial o aquella que posteriormente la sustituya.⁶

Este fondo se financiará mediante un recargo en la facturación en los cargos tarifarios de potencia, energía y cargo fijo mensual de los usuarios de servicio que no se encuentren en la opción tarifaria BT5, residencial o aquella que posteriormente la sustituya.

Es el caso del recibo de la universidad que se encuentra afecto a este recargo por lo que los precios kw h son incrementados antes de facturar.

⁶ Información obtenida de la ley 27510 publicada en el diario el peruano el 28/08/2001

1.1.9.5 Hora de punta y hora fuera de punta sobre consumo de energía

Según el artículo 4 de la norma de opciones tarifarias y condiciones de aplicación de tarifas a usuario final, se entenderá por hora de punta (HP), el periodo comprendido entre las 18:00 y las 23:00 horas de cada día de todos los meses del año y se considerará por horas fuera de punta (HFP), al resto de horas del mes no comprendidas en las horas de punta.

1.1.9.6 Potencia activa de generación

Según el artículo 23 de la norma de opciones tarifarias y condiciones de aplicación de tarifas a usuario final, la potencia activa de generación está dada por la máxima demanda registrada durante el mes ya sea en hora de punta o fuera de hora de punta.

1.1.9.7 Demanda máxima mensual

Según el artículo 4 de la norma de opciones tarifarias y condiciones de aplicación de tarifas a usuario final, se entenderá por demanda máxima mensual, al más alto valor de las demandas de potencia activa integradas en periodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo de un mes.

1.1.9.8 Potencia activa por uso de las redes de distribución

Según el artículo 13 de la norma de opciones tarifarias y condiciones de aplicación de tarifas a usuario final, la facturación de potencia para la remuneración del uso de las redes de distribución será efectuada según la modalidad de potencia variable y el cargo se facturará incluso si el consumo de energía es nulo.

La potencia variable es determinada como el promedio de las 2 mayores demandas máximas del usuario en los últimos 6 meses, incluido el mes que se factura. Para los usuarios con historial menor a los 6 meses, se emplearán el mes o los meses disponibles.

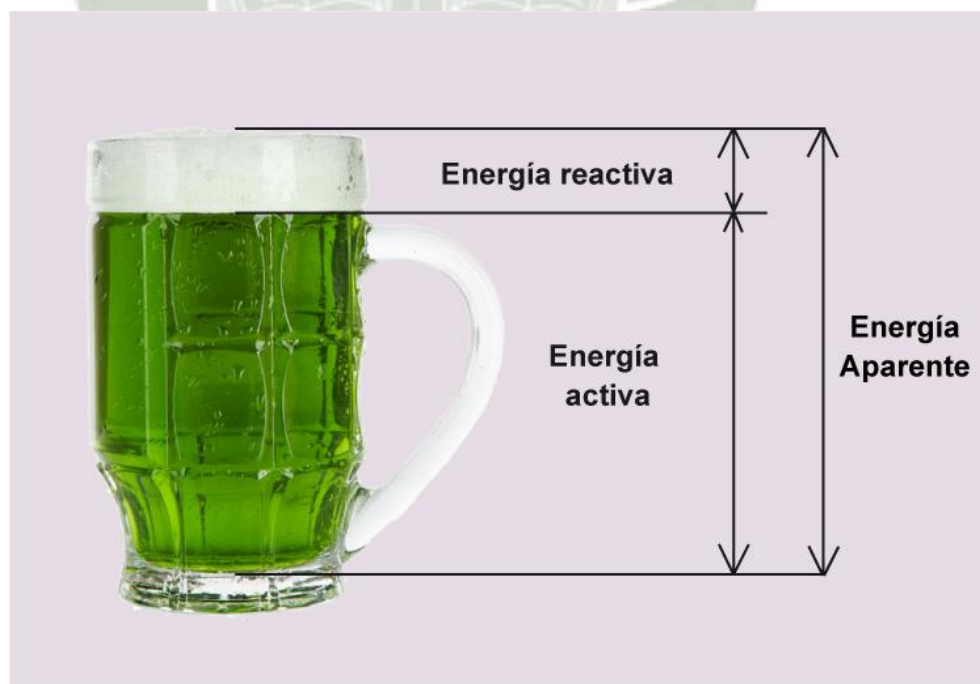
1.1.9.9 Energía activa

La energía activa es aquella que al ingresar a una instalación por los conductores de electricidad produce luz, calor y movimiento. Es la que calienta las resistencias de un horno, provee las fuerzas para mover motores, produce luz al atravesar el filamento de un foco incandescente, es decir produce trabajo (Cooperativa rural de electrificación, s.f.).

1.1.9.10 Energía reactiva

Existen numerosos receptores, tales como motores, transformadores, etc., que para funcionar necesitan que se formen campos magnéticos. Estos equipos absorben energía de la red para crear los campos magnéticos y la devuelven mientras desaparecen. Con este intercambio de energía, se provoca un consumo suplementario que no es aprovechable por los receptores. A esta energía se le denomina “energía reactiva” y se mide en kVARh. La energía reactiva provoca una sobrecarga en líneas, transformadores y generadores, sin llegar a producir un rendimiento útil. Sin embargo, la factura de energía sí la contabiliza, por lo que puede llegar a incrementarla en cantidades importantes (Iberdrola, 2013).

Figura 5: Relación energía activa, reactiva y aparente



Fuente: Gesternova

Según el artículo 16 de la norma de opciones tarifarias y condiciones de aplicación de tarifas a usuario final, la facturación por energía reactiva se incluirá siempre y cuando esta exceda el 30% de la energía activa mensual.

1.1.9.11 Ley 28749 electrificación rural

La ley 28749 tiene por objeto establecer el marco normativo para la promoción y el desarrollo eficiente y sostenible de la electrificación en zonas rurales, localidades aisladas y de frontera del país. Para ello se requiere captar recursos y un medio para obtener dichos recursos es el requerimiento de un aporte de los usuarios de electricidad, de un 2/1000 de 1 UIT por megavatio hora facturado que viene a ser S/ 0.0079 por kw h. No están incluidos aquellos usuarios que no sean atendidos por el sistema interconectado nacional.⁷

Este monto no es considerado para el cálculo del IGV. Se incluye una vez calculado el IGV por los otros conceptos mencionados anteriormente.

1.2 Proyectos de Inversión

El proyecto de inversión es un plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporciona insumos de varios tipos, podrá producir un bien o un servicio, útil al ser humano o a la sociedad en general (BACA, Gabriel 1998).

1.2.1 Clasificación de los proyectos de inversión

Los proyectos pueden clasificarse de acuerdo con varios criterios y desde diferentes puntos de vista.

⁷ Información obtenida de la ley de general de electrificación rural.

1.2.1.1 Por el tipo de función que desempeña dentro de una empresa:

1.2.1.1.a Proyecto de renovación

Estas inversiones se realizan a fin de sustituir equipos, instalaciones o edificaciones obsoletas o desgastadas físicamente por nuevos elementos productivos. Se invierte en renovar las operaciones existentes.

1.2.1.1.b Proyectos de modernización.

En esta categoría están comprendidas todas las inversiones que se efectúan para mejorar la eficiencia de la empresa tanto en su fase productiva como en la de la comercialización de sus productos. Se invierte en mejorar la eficiencia operacional.

1.2.1.1.c Proyectos de expansión.

Corresponden a esta clasificación las inversiones que se realizan para satisfacer una demanda creciente de los productos de la empresa.

1.2.1.1.d Proyectos estratégicos.

Las inversiones calificadas como estratégicas son las que afectan la esencia misma de la empresa, ya que tomadas en conjunto definen el sistema de actividades de la misma. Estas inversiones se derivan del análisis de la estrategia de la empresa y su impacto en el sistema de actividades es contundente. Como ejemplos podemos citar las inversiones para diversificación, la cobertura de nuevos mercados, las inversiones asociadas con nuevos desarrollos tecnológicos y las derivadas de las decisiones de integración vertical en la empresa (KETELHOHN, Werner et All. 2004).

1.2.1.2 Por la complementariedad:

1.2.1.2.a Complementarias

Se considera dos o más inversiones como complementarias cuando la ejecución de una de ellas facilita o es condición para realizar otras. Los flujos de fondos correspondientes a proyectos complementarios tienen un alto grado de dependencia entre sí, especialmente los referentes a la medición de los ingresos de los proyectos.

1.2.1.2.b Independientes

Las inversiones son independientes cuando no guardan ninguna relación o dependencia económica entre sí.

1.2.1.2.c Mutuamente excluyente

Las inversiones son mutuamente excluyentes cuando, por su propia naturaleza, sólo puede llevarse a la práctica una de ellas. Un ejemplo de inversiones mutuamente excluyentes puede ser el de distintos equipos para desempeñar un mismo proceso o el de distintas utilidades posibles de una misma extensión de tierra. En las inversiones mutuamente excluyentes, la selección de una de las diferentes opciones elimina todas las otras porque solamente una de ellas podrá realizarse (KETELHOHN, Werner et All. 2004).

1.2.2 Enfoque costo-eficiencia.

En el enfoque costo-eficiencia, el objetivo de la evaluación es identificar aquella alternativa de solución que presente el mínimo costo, para los mismos beneficios. Por ello, para poder aplicar este enfoque es fundamental poder configurar alternativas que entreguen beneficios comparables, de tal forma de poder evaluar cuál de ellas es más conveniente desde el punto de vista técnico-económico. Este enfoque se aplica cuando existe dificultad para cuantificar y/o valorar los beneficios del proyecto, especialmente cuando esto conlleva la aplicación de juicios de valor. En estos casos, se reconoce que los beneficios son deseados por la sociedad en este caso por la universidad y, por lo tanto, el criterio a aplicar será el de mínimo costo.

Por lo tanto, para la evaluación bajo un enfoque costo-eficiencia no se valoran los beneficios, sino sólo sus costos involucrados (DIAZ, Rodrigo, s.f.).

1.2.2.1 Valor actual de costos

El valor actual de los costos, es un indicador para aquellos proyectos en que se hace imposible la valoración de beneficios o si, entre dos alternativas, solo existen diferencias en los costos. El VAC es similar al VAN pero tomando solo los egresos del proyecto. Por tanto, serán seleccionados aquellos proyectos en que presenten el menor VAC. Su fórmula es similar a la del VAN (DIAZ, Rodrigo, s.f.).

$$VAC = I_0 + \sum_{n=1}^t \frac{Costos_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

Io: Inversión

i: cok

n: periodo de tiempo

1.2.2.2 Costo de oportunidad

Se entiende al COK como la tasa de retorno de la inversión mínima que permitirá a la empresa generar valor partir de esta. El costo de oportunidad es el costo que se origina al tomar una determinación que provoca la renuncia de otro tipo de alternativa que pudiera ser considerada al llevar acabo la decisión, esto es así porque cuando se toma una decisión para empeñarse en determinada alternativa, se abandonan los beneficios de otras opciones. En este caso el costo de oportunidad son los beneficios perdidos al descartar la siguiente mejor alternativa (SUSANO, Wilmer, s.f.).

Existen diferentes métodos para calcular el cok. Para el presente estudio se empleará la siguiente formula que se elige por la disponibilidad de los datos requeridos.

$$cok = [(1 + i)(1 + Rp)] - 1$$

Donde:

i: Costo efectivo de la deuda

Rp: Prima de riesgo de la inversión

En este punto se determina el costo de oportunidad de capital que se utilizará para la evaluación de ambos tipos de proyectos.

Donde se considera como i a la tasa de interés a la que la universidad accede para obtener préstamos del banco Scotiabank (7.18%). Dicha tasa es presentada en el punto 2.2.2

Se considera como Rp (Prima de riesgo de la inversión) al promedio de la rentabilidad anual que ofrecen los bonos de 10 años del tesoro de Estados Unidos (4.57%). Dichos rendimientos se encuentran en la tabla 57 del anexo 3

Con los datos anteriormente mencionados se obtiene un costo de oportunidad de capital del 12.08 %

$$cok = [(1 + 7.18\%)(1 + 4.57\%)] - 1 = 12.08\%$$

1.2.2.3 Costo anual equivalente

El costo anual equivalente es un indicador para proyectos en que los beneficios pueden identificarse, pero no cuantificarse ni valorarse. Permite comparar alternativas con distinta vida útil (DIAZ, Rodrigo, s.f.).

$$CAE = VAC \times \frac{i(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

1.3 Series de tiempo

Las series de tiempo son un conjunto de observaciones que se producen en un momento específico durante un determinado periodo. Dicho periodo puede ser diario, semanal, mensual, trimestral o anual, generalmente a intervalos iguales.

Las series de tiempo ayudan a describir, explicar, predecir y controlar aquellos procesos que de alguna manera se presentan en el tiempo, si bien hay que recordar que la observación se da de manera ordenada en el tiempo por lo que su aplicación se refleja de manera concreta en diferentes áreas científicas y sociales ayudando a pronosticar eventos futuros o a tomar decisiones importantes de diferentes tipos

1.3.1 Componentes de las series de tiempo

1.3.1.1 Tendencia secular

La tendencia secular o tendencia a largo plazo de una serie es por lo común el resultado de factores a largo plazo. El movimiento secular presenta movimientos suaves de largo plazo, los cuales están dominados por factores de tipo económico.

1.3.1.2 Variación estacional

El componente estacional hace referencia a un patrón de cambio que se repite a si mismo año tras año. En el caso de series mensuales, el componente estacional mide la variabilidad de las series, por ejemplo, de enero, febrero, etc. En las series trimestrales hay cuatro elementos estacionales, uno para cada trimestre.

1.3.1.3 Variación cíclica

Es el movimiento ascendente y descendente de una serie de tiempo en periodos mayores a un año. El componente cíclico es la fluctuación en forma de onda alrededor de la tendencia, por lo que afecta regularmente las condiciones económicas generales. Los patrones cíclicos tienden a repetirse en datos aproximadamente cada dos, tres o más años. Comúnmente las fluctuaciones cíclicas estén influidas por cambios de

expansión y contracción económicas, a los que comúnmente se conoce como ciclo de los negocios.

Movimientos cíclicos son oscilaciones de larga duración alrededor de la curva de tendencia, los cuales pueden o no ser periódicos. Se caracterizan por tener lapsos de expansión y contracción. Solo se consideran movimientos cíclicos si se producen en un intervalo de tiempo superior al año.

1.3.1.4 Variación Irregular

Son aquellas variaciones erráticas respecto de la tendencia que no se puede atribuir a influencias cíclicas o estacionales. Como este componente explica la variabilidad aleatoria de la serie, es impredecible, es decir, no se puede esperar predecir su impacto sobre la serie de tiempo. Existen dos tipos de variación irregular: Las variaciones que son provocadas por acontecimientos especiales, fácilmente identificables, como las elecciones, inundaciones, huelgas, terremotos; y las variaciones aleatorias o por casualidad, cuyas causas no se pueden señalar en forma exacta, pero que tienden a equilibrarse a la larga (GONZALES, Alan et all. 2012).

1.3.1.5 Promedio móvil

La utilización de esta técnica supone que la serie de tiempo es estable, esto es, que el comportamiento de los datos, aunque muestren un crecimiento o un decrecimiento lo hagan con una tendencia constante. Cuando se usa el método de promedios móviles se está suponiendo que todas las observaciones de la serie de tiempo son igualmente importantes para la estimación del parámetro a pronosticar.

El término móvil indica que conforme se tienen una nueva observación de la serie de tiempo, se reemplaza la observación más antigua de la ecuación y se calcula un nuevo promedio. El resultado es que el promedio se moverá, esto es, conforme se tengan nuevos datos y se vayan sustituyendo en la fórmula, el valor del promedio irá modificándose. No existe una regla específica que nos indique cómo seleccionar la base del promedio móvil n . Este método permite suavizar la serie de tiempo (D.R. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2006).

1.4 Entrevistas

Para que la entrevista tenga éxito, debe cumplir con las siguientes condiciones:

- La persona que responda debe tener la información requerida para que pueda contestar la pregunta.
- La persona entrevistada debe tener alguna motivación para responder, esta motivación comprende su disposición para dar las respuestas solicitadas como para ofrecerlas de una manera verdadera.

Como técnica de recolección de datos la entrevista tiene muchas ventajas;

Es aplicable a toda persona, siendo útil con los analfabetos, los niños o aquellas personas que tienen alguna limitación física u orgánica que le dificulte proporcionar respuestas escritas.

Hay dos tipos de entrevista:

1.4.1 Entrevista Estructurada

Se caracteriza por estar rígidamente estandarizada; Se plantean idénticas preguntas y en el mismo orden a cada uno de los participantes quienes deben escoger en dos o más alternativas que se les ofrecen.

Para orientar mejor la entrevista se elabora un formulario que contenga todas las preguntas. Sin embargo, al utilizar este tipo de entrevistas el investigador tiene limitada libertad para formular preguntas independientes generadas por la interacción personal.

1.4.1.1 Ventajas de la entrevista Estructurada

Asegura la elaboración uniforme de las preguntas para todos lo que van a responder, fácil de administrar y evaluar más objetivamente de quienes responden como las respuestas a las preguntas, se necesita una limitada capacitación del entrevistador y es mucho más viable en entrevistas pequeñas.

1.4.1.2 Desventajas de la entrevista Estructurada

Alto costo de preparación, los que responden puede no aceptar un alto nivel en la estructura y carácter mecánico de las preguntas, un alto nivel en la estructura puede no ser adecuado para todas las situaciones, el alto nivel en las estructuras reduce responder en forma espontánea, así como la habilidad de entrevistador para continuar con comentarios hacia el entrevistado.

1.4.2 Entrevista No Estructurada

Es más flexible y abierta, aunque los objetivos de la investigación rigen a las preguntas; Su contenido, orden, profundidad y formulación se encuentra por entero en manos del entrevistador.

Si bien el investigador, sobre la base del problema, los objetivos y las variables elabora preguntas antes de realizar la entrevista, modifica el orden, la forma de encabezar las preguntas o su formulación para adaptarlas a las diversas situaciones y características particulares de los sujetos de estudio.

1.4.2.1 Ventajas de la entrevista No Estructurada

El entrevistador tiene mayor flexibilidad al realizar las preguntas adecuadas a quien responde, el entrevistador puede explotar áreas que surgen espontáneamente durante la entrevista, puede mostrar información sobre área que se minimizaron o en las que no se pensó que fueran importantes.

1.4.2.2 Desventajas de la entrevista No Estructurada

Puede utilizarse negativamente el tiempo, tanto de quien responde como del entrevistador, los entrevistadores pueden introducir sus sesgos en las preguntas, puede recopilarse información extraña. El análisis y la interpretación de los resultados pueden ser largos, toma tiempo extra recabar los hechos esenciales.

Para el presente estudio, se considera la implementación de entrevistas no estructuradas, ya que, al no poseer muchos conocimientos iniciales sobre energía fotovoltaica, por medio de las entrevistas se irán conociendo los diferentes aspectos que serán relevantes tanto en lo que respecta a sistemas fotovoltaicos como costos actuales en los que incurre la universidad católica de Santa María.

1.5 Análisis de los costos de energía convencional provista por SEAL

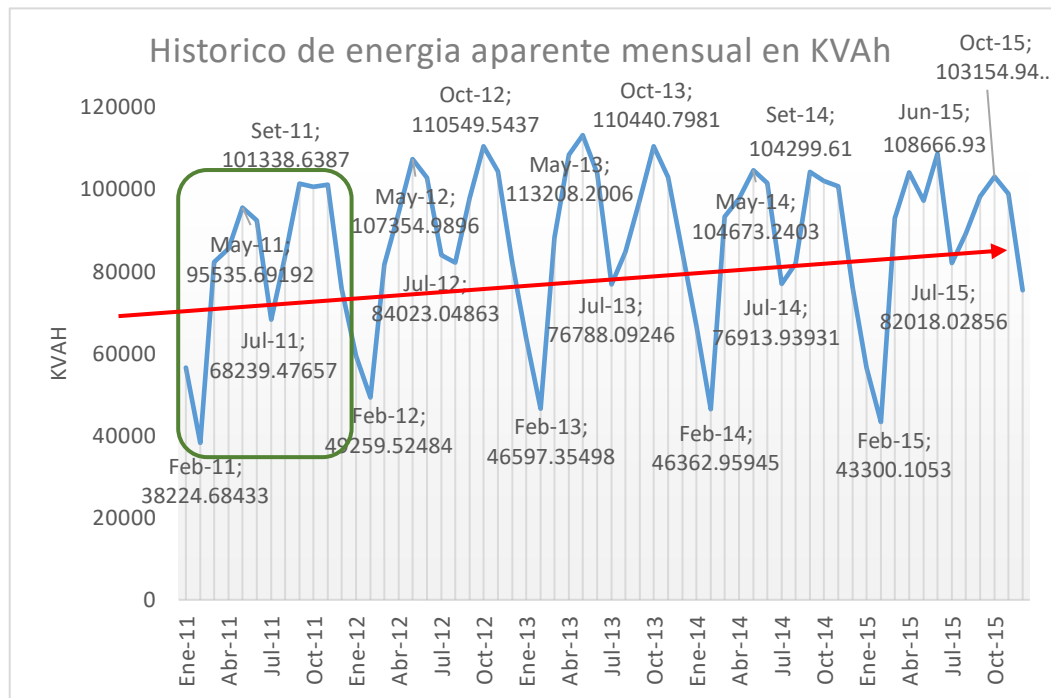
Sobre la energía consumida actualmente por la universidad, los recibos muestran que se tiene algunos costos relativamente fijos como son costos por mantenimiento de la conexión y reposición de la misma, cargo fijo mensual por concepto entrega de recibos, registro de medidores, entre otros. Se dice que son relativamente fijos pues no dependen del consumo de energía mensual, pero pueden sufrir variaciones entre un mes de facturación y otro mes.

Por otro lado, dicho recibo tiene costos variables entre los cuales figuran dos tipos de energía que son incluidos en la facturación: Energía activa y energía reactiva. Así mismo se incluyen otros cobros por distribución de energía que están relacionados con el consumo mensual en watts.

Para analizar el consumo actual de energía en el campus de la universidad, se elabora series de tiempo que permitan mostrar el comportamiento histórico de consumo de los últimos 5 años tanto en watts como en soles (Ver figura 6 -7). Para dicho análisis se considera la energía aparente, ya que en la facturación de SEAL no solo se considera la energía activa, sino que también es facturada la energía reactiva.

A través de los históricos mensuales de energía aparente, se obtiene la siguiente gráfica que muestra una línea de tendencia secular inicial (línea roja) del consumo de energía en el campus universitario ascendente que se desarrolla a lo largo de los 5 años levantados, es decir que los siguientes años futuros se proyecta que siga creciendo el consumo de energía en las instalaciones de la Universidad Católica de Santa María.

Figura 6: Serie de tiempo de energía aparente.



Fuente: Recibos de luz del campus de la universidad

Elaboración: Propia

Por otra parte, se observa en la gráfica, que existe una variación estacional (contorno verde) que se repite año tras año de una forma intermensual. Es decir, el comportamiento del consumo de energía en los meses de diciembre, enero y febrero tienden a disminuir, y esto es debido a las vacaciones de verano en la cual la mayor parte de las instalaciones se encuentran vacías y sin uso, por lo que no generan consumo de energía eléctrica. El registro de consumo vuelve a incrementarse en los meses de marzo, abril, mayo, junio; meses en los cuales se desarrollan labores correspondientes al semestre impar.

En los dos siguientes meses se vuelve a apreciar una disminución en lo que a consumo de energía se refiere y es debido a las vacaciones de medio año que se producen al termino del semestre impar y que se reanudan para inicios de semestre par. Finalmente, el consumo vuelve a incrementarse en los siguientes meses de setiembre, octubre y noviembre.

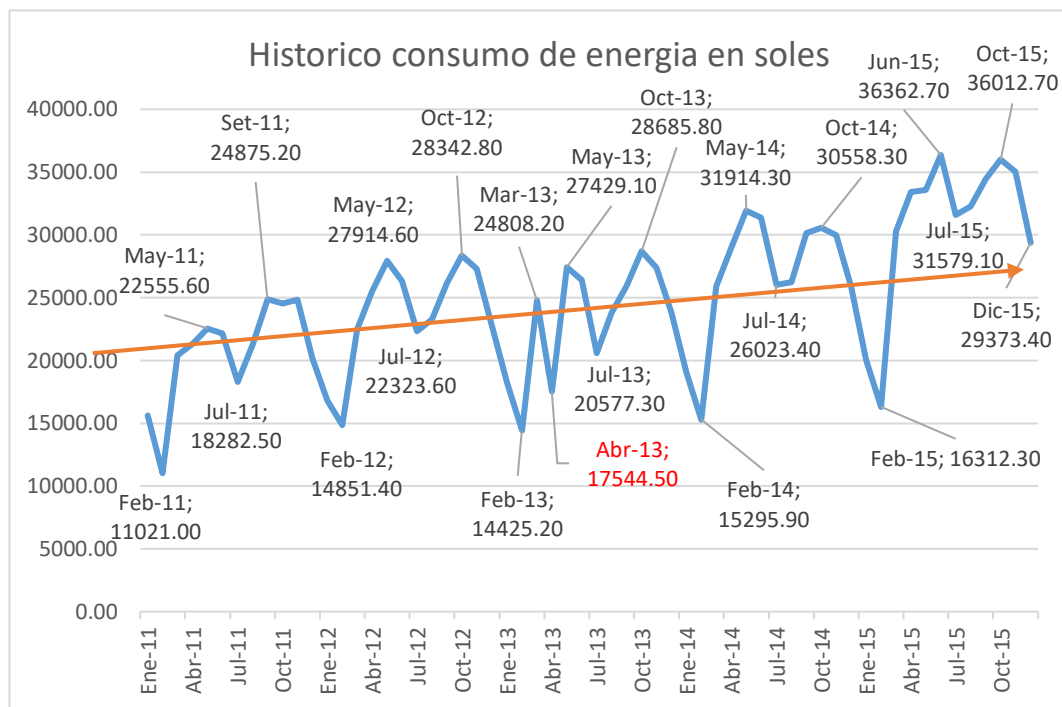
Como se aprecia, la variación estacional se presenta a lo largo de los 5 años, por lo que se considerará como un elemento relevante para la elaboración de la línea de tendencia final que incluya este último factor para la proyección de consumo de energía expresada en soles facturados por SEAL y para la proyección de demanda de energía activa en watts para los siguientes años, la cual servirá para dimensionar la cantidad de paneles solares que se requerirán instalar para cubrir dicha demanda.

A continuación, se presenta la gráfica de los registros históricos de consumo de energía en el campus universitario expresada en soles (Figura 7). Esta gráfica presenta un comportamiento diferente a la gráfica expresada en KVAh (de energía aparente) ya que, a pesar de mostrar una tendencia secular creciente, no muestra una variación estacional tan marcada como la presentada en la gráfica anterior. Esto es debido a que cada mes, los precios unitarios de watts van variando, como algunos otros costos que figuran en el recibo de la universidad, incluso aquellos que son considerados costos fijos durante la facturación del mes. Algunas de estas variaciones se ven afectadas por las fluctuaciones de diversos aspectos como son precios de cobre, petróleo, nivel riesgo país, futuros proyectos energéticos, entre otros.

Un ejemplo claro es el registro del mes de abril del año 2013, el cual no coincide la trayectoria de los registros en soles con la trayectoria de los registros en kvah.



Figura 7: Serie de tiempo de energía expresada en soles.



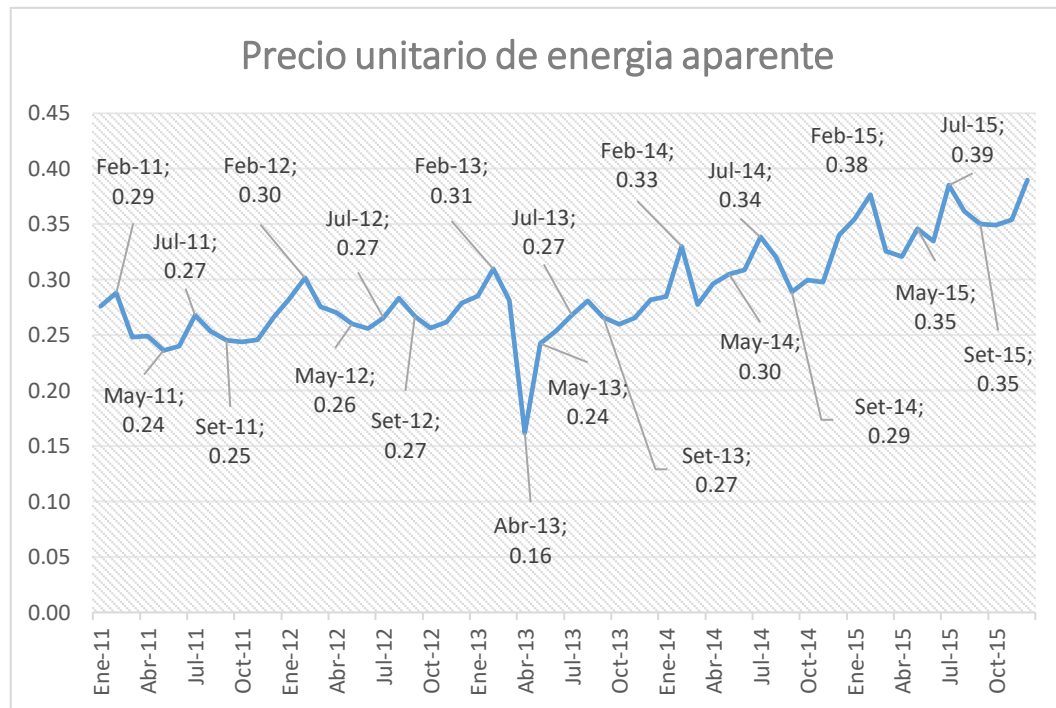
Fuente: Recibos de luz del campus de la universidad

Elaboración: Propia

Estos acontecimientos, muestran que la facturación por consumo de energía a través de SEAL, no solo consta de demanda de energía en watts y voltioamperio, sino que también está afecta a otros factores indirectos que llegan a encarecer este tipo de energía hacia el consumidor.

También se aprecia que el precio unitario de energía no es fijo durante el año, sino que varía de la facturación de un mes a la facturación del mes siguiente como también existe una variación interanual de precios (Ver figura 8). Esta variación puede ser beneficiosa cuando el precio tiende a disminuir, sin embargo, se aprecia en la siguiente grafica que la tendencia de dicho precio unitario normalmente es creciente.

Figura 8: Precio unitario de energía aparente



Fuente: Recibos de luz del campus de la universidad

Elaboración: Propia

Para proceder con el análisis comparativo, primero se debe calcular el valor actual de costos para cada alternativa.

Por ese motivo, se realiza la proyección de los valores futuros de costo de energía obtenida de SEAL S.A. expresado en soles para obtener el valor actual de costos de energía convencional.

Como se mencionó anteriormente, los datos históricos muestran la existencia de una serie de tiempo con una tendencia secular creciente y una variación estacional mensual.

Es así que cuando se quiera realizar el cálculo de una serie de tiempo para obtener la progresión, los datos proyectados no serán correctos ya que no tomarán en cuenta la estacionalidad existente y se tendrá la siguiente figura.

Figura 9: Proyección de energía expresada en soles sin considerar estacionalización



Fuente: Recibos de luz del campus de la universidad

Elaboración: Propia

Es por eso que es necesario la desestacionalización de la serie histórica para poder obtener una progresión sin estas variaciones mensuales.

Para ello es necesario calcular los índices estacionales mensuales de los datos históricos. Obtenemos en primer lugar los promedios anuales de los datos históricos a través del método de los promedios móviles. Una vez centrado el promedio, se procede a calcular el porcentaje del valor real respecto al promedio móvil.

Luego de ser calculado este porcentaje, se procede a eliminar el mayor y el menor dato sin considerar los ceros. Eliminados estos datos se calcula la suma modificada y la media modificada. Por último, se calcula el factor de ajuste dividiendo 1200 (por ser una estacionalidad anual) entre la sumatoria de las medias modificadas. Estas operaciones se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1: Cálculo de suma, media modificada y factor de ajuste de series de tiempo en soles

	ene	feb	mar	abr	may	jun	Jul	ago	set	oct	nov	dic
2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	88.60	101.94	117.96	114.88	114.19	91.05
2012	74.71	65.32	98.29	110.46	119.57	111.69	94.07	97.78	109.64	120.01	117.36	98.32
2013	78.49	62.36	107.18	75.78	118.38	113.75	88.36	102.00	110.71	119.71	111.14	95.13
2014	74.86	59.33	99.44	110.09	120.46	117.51	97.06	97.51	111.15	111.18	108.08	92.19
2015	70.42	56.36	103.02	112.14	111.17	118.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

suma mod.	149.58	121.70	202.46	220.55	237.95	231.26	182.67	199.72	221.86	234.59	225.32	187.32
-----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

media mod.	74.79	60.85	101.23	110.28	118.98	115.63	91.33	99.86	110.93	117.29	112.66	93.66
------------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	--------	--------	--------	-------

factor de ajuste	0.9938
------------------	--------

Fuente: Recibos de luz del campus de la universidad

Elaboración: Propia

Finalmente, una vez calculados estos datos, se procede a multiplicar cada media modifica por el factor de ajuste obteniendo el índice estacional mensual:

Tabla 2: Índice estacional mensual de consumo en soles de enero a diciembre.

Índice estacional	Ene	Feb	mar	Abr	May	Jun
	74.3%	60.5%	100.6%	109.6%	118.2%	114.9%
	Jul	Ago	set	Oct	Nov	Dic
	90.8%	99.2%	110.2%	116.6%	112.0%	93.1%

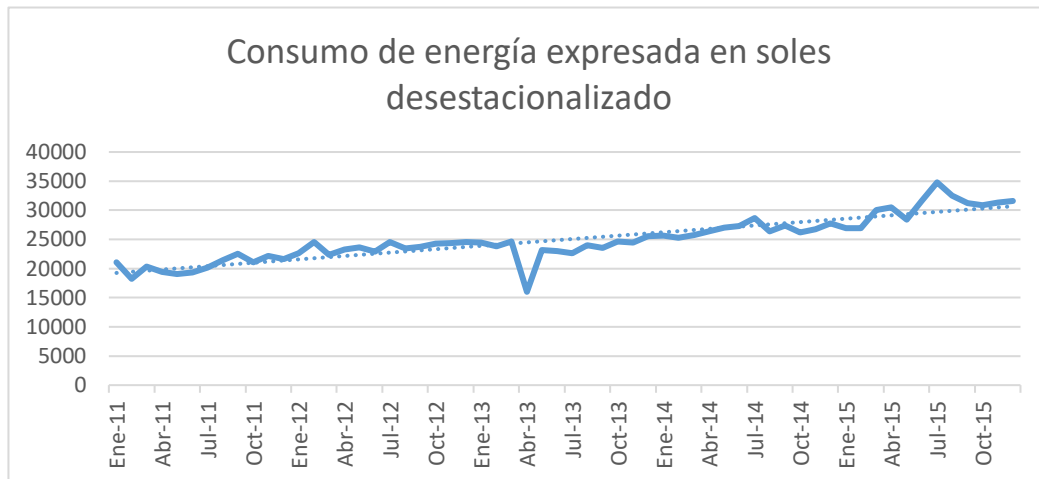
Fuente: Registros históricos de recibos de luz

Elaboración: propia

Una vez obtenidos estos índices se procede a dividir los datos históricos entre el índice correspondiente a cada mes. Con ello se obtiene los datos históricos desestacionalizados con los cuales se calculará la línea de tendencia desestacionalizada.

Como se puede apreciar en la figura 10, los datos históricos desestacionalizados tienden a mostrar una línea recta que aumenta a un ritmo constante. Adicionalmente, el coeficiente de correlación fue el mayor que se obtuvo entre los diferentes tipos de línea de tendencia.

Figura 10: Consumo de energía expresada en soles desestacionalizado



Fuente: Registros históricos de recibos de luz

Elaboración: propia

Estos dos aspectos generaron que se opte por la línea de tendencia lineal para poder realizar la progresión de los datos futuros.

Es así que se realiza el cálculo de la línea de tendencia a través del método de los mínimos cuadrados (ver tabla 34 del anexo 3), teniendo como resultado la línea de tendencia desestacionalizada:

Tabla 3: Estadísticas de la regresión

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.88694215
Coeficiente de determinación R ²	0.78666637
R ² ajustado	0.78298821
Error típico	1778.57951
Observaciones	60
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	24968.5403
Variable X 1	96.9498169

Fuente: Excel

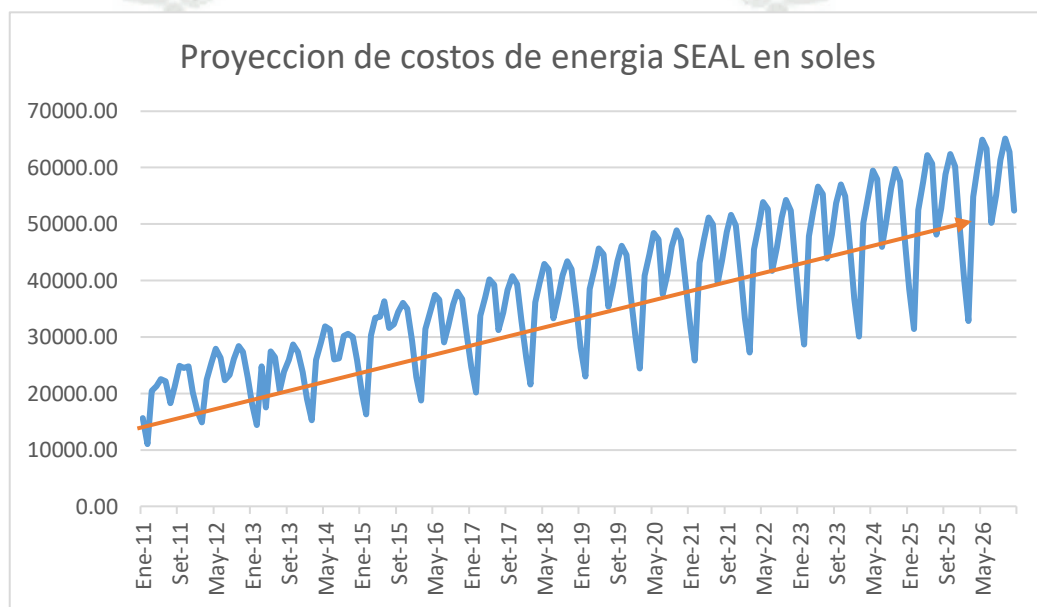
Llegando a obtener la línea de tendencia:

$$y = 24968.54 + 96.9498169 t$$

Donde la ordenada de origen es 24968.54 y la pendiente es 96.9498169

Finalmente, se genera los pronósticos futuros incluyendo la estacionalidad. Para ello se multiplica la progresión calculada con línea de tendencia por el índice de estacionalidad según el mes que corresponda. Así observamos que en la nueva grafica la proyección para los siguientes años cumple con la variación estacional que se ha presentado en los registros históricos de los últimos 5 años.

Figura 11: Proyección de consumo de energía en soles del campus universitario.



Fuente: Registros históricos de recibos de luz

Elaboración: propia

Una vez realizado el cálculo de los datos futuros, se suma los costos mensuales proyectados (ver tabla 38 del anexo 3) donde se obtiene los costos anuales proyectados que se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 4: Pago de energía proyectada

PAGO DE ENERGIA PROYECTADA	
2016	S/.384,069.30
2017	S/.411,990.84
2018	S/.439,912.39
2019	S/.467,833.94
2020	S/.495,755.49
2021	S/.523,677.03
2022	S/.551,598.58
2023	S/.579,520.13
2024	S/.607,441.68
2025	S/.635,363.22
2026	S/.663,284.77

Fuente: Proyecciones mensuales

Elaboración: Propia

Sin embargo, estos costos, al ser históricos pasados, no consideran el incremento de energía por el nuevo pabellón construido, el cual recién es utilizado a partir de agosto del 2016 y generará un aumento en la demanda de energía.

Para determinar el incremento, se realizó un dimensionamiento del consumo de energía de todas las instalaciones del campus universitario, el cual se detalla en el anexo 3 de la tabla 40 a la tabla 56, con la diferencia de que para este dimensionamiento los fluorescentes tienen un consumo de 56 watts, los focos 40 watts, dicróicos 50 watts y los reflectores 150 watts ya que actualmente las instalaciones del campus cuentan con luminarias convencionales y no con luminarias led. Todos estos datos se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 5: Demanda de energía activa por pabellón con luminarias convencionales año 2016

TOTALES	Wh mensual	Wh día completo	Wh noche	Wh mañana	% Wh mensual
PABELLÓN CH	3,088,320.00	128,964.00	52,650.00	76,314.00	3.4%
PABELLÓN D	5,112,480.00	210,684.00	85,868.00	124,816.00	5.6%
PABELLÓN C	4,275,680.00	179,800.00	75,696.00	104,104.00	4.7%
PABELLÓN B	3,800,480.00	159,324.00	65,810.00	93,514.00	4.2%
PABELLÓN A	5,860,704.00	244,036.00	76,576.00	167,460.00	6.4%
PABELLÓN E	5,330,752.00	238,732.80	55,240.00	183,492.80	5.9%
PABELLÓN F	2,786,260.00	116,347.50	27,885.00	88,462.50	3.1%
PABELLÓN G	698,112.00	28,968.00	2,475.00	26,493.00	0.8%
PABELLÓN H	4,006,592.00	149,936.00	64,300.00	85,636.00	4.4%
PABELLÓN I	1,473,360.00	61,390.00	36,400.00	24,990.00	1.6%
PABELLÓN O	21,150,094.00	879,013.25	92,898.75	786,114.50	23.2%
PABELLÓN L	4,068,480.00	170,796.00	25,900.00	144,896.00	4.5%
PABELLÓN R	5,832,384.00	242,936.00	240.00	242,696.00	6.4%
PABELLÓN S	5,910,912.00	234,608.00	102,312.00	132,296.00	6.5%
BIBLIOTECA	6,984,000.00	290,800.00	98,253.33	192,546.67	7.7%
POLIDEPORTIVO	504,000.00	21,000.00	21,000.00	0.00	0.6%
PABELLÓN NUEVO	10,208,568.00	461,621.00	81,360.00	380,261.00	11.2%
TOTAL	91,091,178.00	3,818,956.55	964,864.08	2,854,092.47	100%

Fuente: Dimensionamiento instalaciones UCSM

Elaboración: Propia

Como se puede observar en la tabla, se obtiene la demanda de Wh mensual por pabellones. Teniendo un total de 91,091,178.00 Wh mensual siendo los pabellones más demandantes de energía el O con 21,150,094.00 Wh o 23.2% debido a que este pabellón corresponde a la carrera de Odontología y se cuenta con diversos equipos que consumen energía, seguidamente se tiene el nuevo pabellón como el segundo más demandante con 10,208,568.00 Wh o 11.2% mensual, esto obedece a que en este pabellón se concentra todo el personal administrativo, cuenta con 2 ascensores y es de 9 pisos. También se observa que el menos demandante es el polideportivo que consume 504,000.00 Wh 0.6% esto debido a que solo se utiliza los reflectores en el horario de tarde – noche.

Finalmente se puede observar que el Wh día completo asciende a 3,818,956.55 Wh y que la mayor demanda de energía se da en la mañana siendo 2,854,092.47 Wh y por las noches 964,864.08 Wh, esto debido a que servicios como los de administrativo y los de la clínica odontológica solo se brindan en la mañana y parte de la tarde.

Comparando esta demanda mensual con el promedio de demanda mensual del año 2015 que fue de 83,166,379.17 Wh hay un incremento de 9.53%. Por lo que dicho incremento se incluye en los pagos anuales proyectados obteniendo los siguientes datos:

Tabla 6: Pago anual proyectado incluido pabellón nuevo

AÑO	PAGO PROYECTADO	PAGO PROYECTADO MAS 9.53%	VARIACION INTERANUAL
2016	S/.384,069.30	S/.420,671.10	
2017	S/.411,990.84	S/.451,253.57	7.27%
2018	S/.439,912.39	S/.481,836.04	6.78%
2019	S/.467,833.94	S/.512,418.51	6.35%
2020	S/.495,755.49	S/.543,000.99	5.97%
2021	S/.523,677.03	S/.573,583.45	5.63%
2022	S/.551,598.58	S/.604,165.92	5.33%
2023	S/.579,520.13	S/.634,748.40	5.06%
2024	S/.607,441.68	S/.665,330.87	4.82%
2025	S/.635,363.22	S/.695,913.33	4.60%
2026	S/.663,284.77	S/.726,495.81	4.39%
Promedio variación interanual			5.62%

Fuente: Proyección de pagos mensuales a SEAL

Elaboración: Propia

Adicionalmente a los costos por facturación de energía convencional, se tienen costos por uso de combustible para el grupo electrógeno, el cual abastece de energía a las instalaciones en aquellos días en los que se producen cortes de luz.

Según los registros del año 2015, se consideran costos por concepto de compra de petróleo y el mantenimiento a dicha unidad. A pesar de que no se tiene la misma cantidad de cortes de energía de un año a otro, se considerará el registro que se tiene del año 2015 como dato aproximado para los siguientes años que se plantea realizar la proyección debido a que es la única información con la que se cuenta.

Tabla 7: Registro de compra de combustibles y carburantes para el año 2015

Asiento	Fecha	C. Costo	Glosa	Debe S/
Ene.CO-010180	2015/01/15	A4007	PETROLEO.FACTURA 094-48103	1,432.92
Ene.CO-010278	2015/01/29	C0090	COMPRA PETROLEO	508.47
Mar.CO-030126	2015/02/28	A02014	ACEITE P/MOTOR GRUPO ELECTROGENO	195.00
Abr.CO-040370	2015/04/30	C0090	COMPRA PETROLEO	508.47
			Total	2,644.86

Fuente: Registros contables de la UCSM

Elaboración: propia

Por último, se plantea realizar el cambio de fluorescentes, focos ahorradores, dicroicos y reflectores convencionales que son los que actualmente se encuentran instalados por equipos led, con el fin de obtener una disminución en el consumo de energía.

Por tal motivo se incluye la rotación y costos de luminaria convencional que es la que actualmente tienen las instalaciones del campus universitario.

Para ello se considera que la luminaria convencional tiene un periodo de vida de 2 años aproximadamente y un costo unitario de 16 soles para fluorescentes y focos ahorradores y de 10 soles para dicroicos y focos de reflectores.

Dichos costos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8: Costo renovación de luminaria normal cada 2 años

TOTALES	CANTIDAD				COSTO SOLES			
	Fluores centes	Foco Ahorr Ador	Dicroico	Reflector	Fluores centes	Foco Ahorr ador	Dicroico	Reflector
PABELLÓN CH	178	0	0	0	S/.2,848	S/.0	S/.0	S/.0
PABELLÓN D	242	2	0	0	S/.3,872	S/.32	S/.0	S/.0
PABELLÓN C	276	20	0	0	S/.4,416	S/.320	S/.0	S/.0
PABELLÓN B	194	6	0	0	S/.3,104	S/.96	S/.0	S/.0
PABELLÓN A	294	2	0	0	S/.4,704	S/.32	S/.0	S/.0
PABELLÓN E	308	15	0	0	S/.4,928	S/.240	S/.0	S/.0
PABELLÓN F	386	3	30	0	S/.6,176	S/.48	S/.300	S/.0
PABELLÓN G	78	4	40	0	S/.1,248	S/.64	S/.400	S/.0
PABELLÓN H	177	0	0	0	S/.2,832	S/.0	S/.0	S/.0
PABELLÓN I	174	0	0	0	S/.2,784	S/.0	S/.0	S/.0
PABELLÓN O	375	2	3	0	S/.6,000	S/.32	S/.30	S/.0
PABELLÓN L	371	0	0	0	S/.5,936	S/.0	S/.0	S/.0
PABELLÓN R	124	0	0	0	S/.1,984	S/.0	S/.0	S/.0
PABELLÓN S	212	57	0	13	S/.3,392	S/.912	S/.0	S/.130
BIBLIOTECA	314	2	0	0	S/.5,024	S/.32	S/.0	S/.0
POLIDEPORTIVO	314	0	0	40	S/.5,024	S/.0	S/.0	S/.400
PABELLÓN NUEVO	592	125	0	0	S/.9,472	S/.2,000	S/.0	S/.0
TOTAL	4609	238	73	53	S/.73,744	S/.3,808	S/.730	S/.530

Fuente: Dimensionamiento luminarias normales

Elaboración: Propia

En la tabla de dimensionamiento de luminarias normales podemos observar que existe una mayor cantidad de fluorescentes que ascienden a 4609 unidades que expresado en soles es S/. 73,744; también se cuenta con 238 focos ahorradores que asciende a S/. 3,808; 73 dicroicos con un valor de S/. 730 y 53 reflectores con un valor de S/.530. Siendo el monto total de S/. 78,812

1.6 Calculo VAC de energía provista por SEAL

Con todos los datos mencionados anteriormente, procedemos a elaborar el flujo de costos que permitirán obtener el valor actual de costos para el consumo de energía provista por SEAL. Se considera el año 2017 como año 1 y año 2016 como año 0 dado a que nos encontramos a puertas de concluir con el año 2016. Así mismo, se considera un costo de oportunidad de 12.08% el cual fue desarrollado en el punto 1.2.2.2 del capítulo I.

Tabla 9: Flujo de costos de energía eléctrica convencional provista por SEAL:

FLUJO DE COSTOS DE ENERGIA ELECTRICA PROVISTA POR SEAL											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSION	0										
PAGO RECIBO LUZ		-451,254	-481,836	-512,419	-543,001	-573,583	-604,166	-634,748	-665,331	-695,913	-726,496
GASTOS GRUPO ELECTROGENO		-2,645	-2,645	-2,645	-2,645	-2,645	-2,645	-2,645	-2,645	-2,645	-2,645
CAMBIO DE LUMINARIA X VIDA UTIL		0	-78,812	0	-78,812	0	-78,812	0	-78,812	0	-78,812
TOTAL COSTOS		-453,898	-563,293	-515,063	-624,458	-576,228	-685,623	-637,393	-746,788	-698,558	-807,953
VALOR ACTUAL	0	-404,989	-448,439	-365,859	-395,768	-325,849	-345,932	-286,944	-299,966	-250,358	-258,362
VALOR ACTUAL DE COSTOS	-3,382,466										

Fuente: Recopilación de datos UCSM

Elaboración: Propia

Para la realización del flujo de consumo de energía eléctrica provista por SEAL expresada en soles se toma en cuenta los pagos de recibo de luz proyectados anteriormente en un horizonte de 10 años, también se toma el gasto por flujo electrógeno que se realiza cada año siendo S/. 2,645, el cambio de la luminaria cada dos años que es el tiempo de vida útil que asciende a S/. 78,812; obteniendo así nuestro total de costos. Posteriormente dichos flujos se traen a valor presente con un costo de oportunidad del 12.08% y se obtiene un VAC de -3,382,466.

CAPITULO II: COSTOS GENERADOS A TRAVES DE LA IMPLEMENTACION DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

2.1 Energía Solar

La Energía solar es la que proviene del sol y que es dirigida a la tierra en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente), donde ha sido generada por un proceso de fusión nuclear. Dicho proceso se inicia cuando átomos de hidrógeno se combinan para formar átomos más pesados (helio).

Una vez culminada esta transformación, una parte es convertida en helio final y otra desaparece en radiación luminosa, la cual es irradiada por el Sol hacia todas direcciones, entre ellas la tierra.

La energía solar es una de las más limpias ya que al ser utilizada no produce contaminación ni efectos adversos al ambiente, como el ruido y emisiones tóxicas. El aprovechamiento de la energía solar se puede realizar en tres ramas o tecnologías básicas: solar pasiva, solar fotovoltaica y solar térmica. (Administración de asuntos energéticos, s.f.)

2.1.1 Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es la obtención de energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos. Los paneles, módulos o colectores fotovoltaicos están formados por dispositivos semiconductores que, al recibir radiación solar, provocan saltos electrónicos, generando una pequeña diferencia de potencial en sus extremos. El acoplamiento en serie de varios de estos fotodiodos permite la obtención de voltajes mayores en configuraciones muy sencillas y aptas para alimentar pequeños dispositivos electrónicos.

A mayor escala, la corriente eléctrica continua que proporcionan los paneles fotovoltaicos se puede transformar en corriente alterna e inyectar en la red eléctrica (Universidad de Murcia, s.f.)⁸.

⁸ La Universidad de Murcia se encuentra en España y cuenta con su sitio web campus sostenible donde comparte información sobre energía renovable, eficiencia energética, entre otros temas relacionados a energía sostenible.

2.1.1.1 Ventajas

- La más importante de todas las ventajas es que este tipo de energía no contamina. Se trata de una energía mucho más limpia que otras como la energía nuclear.
- Se trata de una energía renovable que proviene de una fuente inagotable que es el sol, por lo que no hay que preocuparse porque se vaya acabando, al menos no en muchos millones de años.
- Los sistemas de captación solar que se suelen utilizar son de fácil mantenimiento, lo que facilita su elección.

2.1.1.2 Desventajas

- El nivel de radiación de esta energía fluctúa de una zona a otra, y lo mismo ocurre entre una estación del año y otra, lo que puede no ser tan atractivo para el consumidor que se encuentre en zonas que presenten en mayor medida estas variables.
- Los lugares donde hay mayor radiación, son lugares desérticos y alejados.
- Cuando se decide utilizar la energía solar para una parte importante de la población, se necesitan grandes extensiones de terreno, lo que dificulta que se escoja este tipo de energía.
- Otra de las desventajas, es que inicialmente requiere una fuerte inversión económica a la que muchas personas no están dispuestos a arriesgarse.
- Se requiere una fuente energética alternativa o el uso de baterías para los días que las condiciones atmosféricas no sean buenas o por la noche.

2.1.1.3 El efecto fotovoltaico

La conversión directa de la energía solar en energía eléctrica se debe al fenómeno físico de la interacción de la radiación luminosa con los electrones en los materiales semiconductores, fenómeno conocido como efecto fotovoltaico.

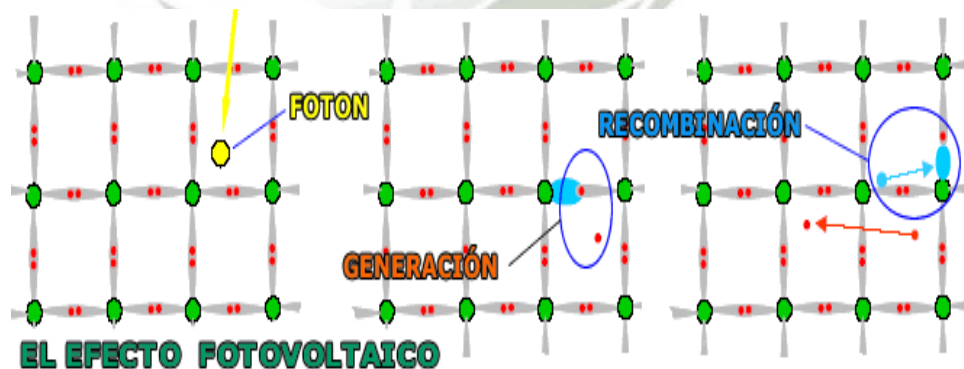
Son los electrones, las partículas que realmente importan para estudiar la conducción eléctrica. La corriente eléctrica es un movimiento de electrones. Si se llega a mover los electrones de los átomos de un material, se conseguirá generar corriente eléctrica por él. Este material se convertirá en conductor.

El objeto físico en el que este fenómeno tiene lugar es la célula solar, que no es otra cosa que un diodo⁹ con la característica esencial de tener una superficie muy amplia (unas decenas de cm²).

El funcionamiento del diodo (unión p-n) se da cuando los electrones libres de la zona “n” saltan a la zona “p” donde se encuentran huecos listos para recibir electrones.

El efecto fotovoltaico se produce cuando el material de la celda solar (silicio u otro material semiconductor) absorbe parte de los fotones del sol. El fotón absorbido libera a un electrón que se encuentra en el interior de la celda. Ambos lados de la celda están conectados por un cable eléctrico, así que se genera una corriente eléctrica.

Figura 12: Efecto fotovoltaico



Fuente: Curso solar Universidad de Jaen.

⁹ Diodo: Componente electrónico que permite el paso de corriente en un solo sentido.

2.1.1.4 Panel solar fotovoltaico

Los paneles solares fotovoltaicos se componen de celdas que convierten la luz en electricidad. Dichas celdas se aprovechan del efecto fotovoltaico, mediante el cual la energía luminosa produce cargas positivas y negativas en dos semiconductos próximos de distinto tipo, por lo que se produce un campo eléctrico con la capacidad de generar corriente (CORTES, Beatriz, 2012).

2.1.1.4.a Tipos de paneles solares fotovoltaicos

2.1.1.4.a.1 Silicio monocristalino.

Basados en secciones de una barra de silicio perfectamente cristalizado en una sola pieza (reconocibles por su forma circular u octogonal, donde los cuatro lados cortos, si se observa se aprecia que son curvos, debido a que es una célula circular recortada). En laboratorio se han alcanzado rendimientos máximos del 24,7% de producción de energía para éste tipo de paneles siendo en los comercializados del 16% de rendimiento (Sitiosolar.com, s.f.).

2.1.1.4.a.2 Silicio policristalino

Los materiales son semejantes a los del tipo anterior, aunque en este caso el proceso de cristalización del silicio es diferente. Los paneles policristalinos se basan en secciones de una barra de silicio que se ha estructurado desordenadamente en forma de pequeños cristales. Son visualmente muy reconocibles por presentar su superficie un aspecto granulado. Se obtiene con ellos un rendimiento inferior que con los monocristalinos (en laboratorio del 19.8% y en los módulos comerciales del 14%) siendo su precio también más bajo (Sitiosolar.com, s.f.).

2.1.1.4.a.3 Silicio amorfo

Basados también en el silicio, pero a diferencia de los dos anteriores, este material no sigue aquí estructura cristalina alguna. Paneles de este tipo son habitualmente empleados para pequeños dispositivos electrónicos (Calculadoras, relojes) y en pequeños paneles portátiles. Su rendimiento máximo alcanzado en laboratorio ha sido del 13% siendo el de los módulos comerciales del 8% (Sitiosolar.com, s.f.).

Figura 13: Tipos de paneles solares fotovoltaicos



Fuente: Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP

Cada uno de estos tipos de paneles solares fotovoltaicos genera una distinta eficiencia debido a varios factores, como el tipo de estructura, el grado de absorción y el costo que tiene cada uno. Para el presente estudio se considerará el uso de paneles con una producción de energía de 250 watts, los cuales solo se encuentran del tipo policristalino y tienen un costo de 920 soles.

Tabla 10: Eficiencia de los paneles solares fotovoltaicos

Tecnología	eficiencia del modulo
Silicio monocristalino	12.5 - 15%
Silicio policristalino	11 -14%
Silicio Amorfo	5 - 7%

Fuente: Handbook for Solar Photovoltaic Systems.
Autor: Gobierno de Singapur.

2.1.1.4.b Durabilidad y mantenimiento

Los paneles solares por lo general tienen una durabilidad de 20 a 25 años, sin embargo, se considera que pueden tener una vida útil de hasta 40 años, donde su desempeño puede disminuir en comparación al rendimiento inicial.

Los paneles monocristalinos y policristalinos son los que se considera que tienen mayor durabilidad (Mundo solar, 2016)

Con respecto al mantenimiento, los paneles fotovoltaicos no requieren de mucho cuidado por lo que un mantenimiento al año basta para el cual se considera un costo de 200 soles anuales.

2.1.1.5 Dimensionamiento del panel solar fotovoltaico

La manera más simple de determinar el tamaño de un sistema fotovoltaico es utilizando la siguiente formula:

$$Ar = \frac{1200 \times Ed}{Id \times Ef_{panel} \times Ef_{Conduccion} \times Ef_{Inversor} \times 5.32}$$

Donde:

Ar: Tamaño del panel (Wp)

Ed: Consumo de electricidad (kWh / día)

Id: Irradiación (kWh / m² / día)

Ef Panel: Se considera un 98% de eficiencia

Ef Conducción: Se considera un 90% de eficiencia

Ef Inversor: Se considera un 97.30% de eficiencia

1200: Por eficiencia de sistema

5.32: Factor de ajuste

El tamaño de un sistema FV está dado por el Watt Pico (Wp). Esta es la salida máxima de un panel FV bajo condiciones estándar que son: temperatura ambiente de 25°C y 1000 Watt/m² de irradiación.

Durante el mediodía, en días despejados, se puede esperar una irradiación de 1000 W/m². Esto significa que un panel de 50 Wp generará, durante las horas más soleadas del día, 50 Watts. En promedio los paneles FV están en aproximadamente 100 Wp por m² o, para decirlo de una manera diferente, los paneles solares tienen una eficiencia promedio del 10%.

En la fórmula anterior, el factor para calcular el tamaño del sistema no es 1000 (que significaría una eficiencia del sistema de 10%) sino 1200 porque la eficiencia del sistema es siempre un poco más baja que la eficiencia del panel.

Una vez calculado los watts pico, habrá que seleccionar el panel que nos brinde esta potencia.

2.1.2 Sistemas fotovoltaicos

Se define como sistema fotovoltaico el conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que concurren para captar y transformar la energía solar disponible, transformándola en utilizable como energía eléctrica.

Estos sistemas, independientemente de su utilización y del tamaño de potencia, se pueden dividir en dos categorías:

2.1.2.1 Sistemas aislados

Este sistema utiliza los paneles solares fotovoltaicos para convertir la energía solar en electricidad, y toda esa energía generada se almacena en un banco de baterías. Este sistema además requiere de un regulador de carga y de un inversor de ser necesaria la transformación de energía continua a energía alterna.

Es cuando un sistema es completamente independiente y gracias a que almacenamos la energía se puede utilizarla en las noches y durante los días nublados. Este tipo de sistemas son muy comunes en zonas rurales o alejadas de las ciudades, donde no llega la red eléctrica.

Figura 14: Sistema fotovoltaico aislado



Fuente: La escuela casa solar

2.1.2.1.a Batería de acumulación

La batería tiene como función almacenar la electricidad excedente generada por el módulo durante el día para ser utilizada durante la noche. Así mismo permite tener una reserva, la cual puede sobrepasar sin problemas varios días nublados sucesivos y suministrar energía a los equipos cuando lo necesiten. Están diseñadas únicamente para utilizarla en sistemas fotovoltaicos (ORBEGOZO, Carlos et ARIVILCA, Roberto, 2010).

Existen varios tipos de batería que puede servir para estos fines. En los sistemas fotovoltaicos caseros se usa comúnmente las baterías de plomo-ácido.

Podemos diferenciar el tipo de batería según la potencia que necesite la instalación:

- **Baterías AGM:** son baterías para pequeñas aplicaciones, para potencias de hasta 40 Ah en 12V. Son baterías solares con un buen precio teniendo en cuenta que suelen tener una vida útil de aproximadamente 5 años. Además, tienen la ventaja de que no necesitan mantenimiento.
- **Baterías Plomo-Ácido Monoblock:** Son las baterías solares con mejor precio, por lo que son las más usadas. Estas baterías comprenden un amplio espectro pues empiezan a partir de 12V / 65 Ah hasta potencias de 12V / 250 Ah. Si se requiere más potencia se pueden combinar varias baterías. Tienen una vida útil de aproximadamente 7 años y, aunque necesitan mantenimiento, éste es muy sencillo, simplemente hay que rellenar el electrolito con agua destilada.
- **Baterías Plomo-Ácido OPzS o tubular:** Son baterías también de Plomo-Ácido, pero con un diseño tubular, con lo que se alarga la vida útil de la batería hasta los 15 años. Se componen de vasos de 2V¹⁰ que se pueden ir combinando hasta formar los 12, 24 o 48 V de la batería. El mantenimiento es el mismo que en la anterior: rellenar el electrolito con agua destilada.
- **Baterías de Gel:** Estas baterías pueden ser de placa plana o de placa tubular. Las potencias son prácticamente las mismas que las de plomo-ácido. La diferencia está sobretodo en que tienen una vida útil larga y ningún mantenimiento, por lo que es la más adecuada para instalaciones que requieran una duración larga de las baterías (Energy Solar Kit s.f.).

¹⁰ V: Voltios

Para el estudio, se considerará baterías estacionarias de gel con descarga profunda de 2V 3800 A cuya duración es de 12 años y tiene un precio de 2500 soles.

Las baterías de ciclo profundo son las que funcionan bien incluso cuando se requiere una cantidad de energía considerable hasta el punto de dejarla casi descargada y al ser estacionaria cuenta con un rectificador que la mantiene prácticamente cargada cuando se tiene radiación solar.

Para el cálculo de baterías es necesario estimar el número de días de autonomía requerido en la instalación, que evidentemente dependerá del número de días seguidos sin sol que pueden darse en la ubicación de las instalaciones. A través de la siguiente formula se obtiene el tamaño de la batería:

$$C = \frac{\frac{Lac}{n_{inv}} \times d}{Pd \times Ef}$$

Donde:

C = Capacidad de la batería

Lac = Consumo eléctrico corriente alterna

n_{inv} = eficiencia media del inversor: 85%

d = Dias de autonomía de la instalación

Pd = Profundidad de descarga maximade trabajo = 80%

Ef = Eficiencia de batería = 80%

2.1.2.1.b Regulador de carga

Este componente se encarga de dirigir la electricidad generada en los paneles solares hacia el equipo que requiera la energía como también hacia las baterías, en caso haya un exceso de potencia solar.

Por otro lado, el regulador impide que se produzcan daños en los cables y evita cortocircuitos en todo el sistema. También evita la eventual corriente que pueda fluir de la batería hacia el panel en periodos sin sol. Así mismo hace que la batería dure más tiempo. Por último sirve para proteger las baterías de los riesgos de sobrecarga y descarga profunda de ser el caso.

En el caso de los inversores actuales de gran potencia, el regulador viene incluido en dicho equipo, por lo que no es necesario incluir el regulador de carga para el dimensionamiento.

2.1.2.1.c Inversor

Es un dispositivo que transforma la energía continua producida por los módulos (12V, 24V, 48V,) en energía alterna (generalmente 220V), para alimentar el sistema y los equipos que requieran este tipo de tensión (PROSPERI, Marco et MINELLI, Claudio, s.f.).

Para calcular la cantidad de inversores, se emplea la siguiente fórmula:

$$\# \text{ Inversores} = \frac{\# \text{ Paneles} \times \text{Watt por panel}}{\text{Cantidad de Watt convertido por inversor}}$$

2.1.2.1.d Estructura de soporte

Si no hay un techo adecuado disponible, será necesario elevar el módulo a cierto nivel a fin de evitar las sombras, y de posicionar el panel en dirección norte para que capte la mayor cantidad de radiación solar emitida durante todo el movimiento del sol en el día.

2.1.2.2 Sistemas interconectados

Son sistemas muy atractivos para zonas urbanizadas cercanas a la red eléctrica, esto en grandes o pequeñas ciudades para el aprovechamiento de energía en el día.

Estos sistemas producen la energía por los paneles solares, pero estos no necesitan de acumuladores de energía, ya que mediante un inversor que convierte la energía producida por los paneles la entrega a la red eléctrica convencional (esa misma que llega a tu casa), produciéndose así un intercambio de energía entre el sistema fotovoltaico y la red eléctrica. El sistema fotovoltaico inyecta energía a la red eléctrica cuando su producción supera el consumo y a su vez se extrae energía de ella cuando se necesita.

Este tipo de sistemas genera múltiples beneficios económicos, ya que son sistemas más baratos, porque no necesitan baterías ni reguladores de carga, solamente un inversor quien convierte el voltaje producido por los paneles solares y la convierte al voltaje con la cual trabaja nuestra red.

Actualmente, no existe una legislación que permita la inyección de energía solar a la red de SEAL por lo que se descarta dicho proceso. Sin embargo, se puede trabajar con dimensionamiento para obtener energía solar durante el día y por las noches realizar el consumo de energía convencional proporcionada por SEAL.

Figura 15: Sistema fotovoltaico interconectado



Fuente: La escuela casa solar

Adicionalmente al inversor y soporte mencionados en el sistema anterior, se requiere de un contador de energía bidireccional

2.1.2.2.a Contador de energía bidireccional

Es el elemento que contabiliza por un lado la cantidad de electricidad sobrante que la vivienda no ha usado y que inyecta a la red como por otro la que la vivienda toma de la red. Este tipo de contadores son semejantes a los que las compañías eléctricas tienen instalados en las viviendas, sólo que con la función de descontar (Sitiosolar.com, s.f.).

2.1.3 Radiación Solar

La radiación solar puede ser definida como la energía emitida por el sol, que se propaga en todas direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. Estas ondas conforman el llamado espectro electromagnético que está compuesto por rayos gamma, rayos X, radiación ultravioleta, luz visible, rayos infrarrojos, microondas y ondas de radio. La radiación solar que llega a la parte superior de la atmósfera sufre, en su trayectoria hacia la tierra diferentes procesos de atenuación, y sobre la superficie terrestre se clasifica o tiene los siguientes componentes: radiación directa, radiación difusa, radiación global, radiación reflejada, entre otros.

La radiación directa es la que llega a la superficie de la tierra en forma de rayos provenientes del sol sin cambios de dirección. Mientras que la radiación difusa proviene de otras direcciones (distintas a las del disco solar) debido a la reflexión y dispersión que producen en la radiación solar la atmósfera y las nubes (MUÑOZ, Delfor 2005).

Figura 16: Distribución de la radiación solar



Fuente: Oocites.org

2.1.4 Radiación Solar en Arequipa

Con relación a la radiación solar, en Arequipa se cuenta con uno de los más altos niveles de radiación el cual se ubica entre los rangos de 5.5 a 6 KW h por metro cuadrado. Es decir, la ciudad de Arequipa, es un lugar muy apto para la captación de energía solar y la transformación de la misma en energía eléctrica. En la siguiente figura se muestra el nivel de radiación en todo el Perú donde se puede apreciar que la mayor cantidad de radiación se produce en la costa sur.

Para el dimensionamiento, se considerará 5.1 KW h, estimando una pérdida de radiación que no es aprovechada en su totalidad.

Figura 17: Radiación solar en Perú



Fuente: SENAMHI

2.1.5 Unidades de medición en energía solar

La radiación solar, la potencia solar, así como muchas otras variables pueden medirse en diversos tipos de unidades. En el siguiente cuadro se da una visión general de las diferentes unidades comúnmente utilizadas y se dan sus factores de conversión.

Tabla 11: Unidades de medición en energía solar

Unidad	Explicación	Conversion
Potencia Solar		
Wp	Watt pico	-
W	Watt	-
Kw	Kilowatt (1000 W)	-
w/m ²	Watt por metro cuadrado	-
Energía solar		a kWh/m ²
kWh/m ²	kWh por metro cuadrado	1
KJ/cm ²	KJ por centímetro cuadrado	2.778
MJ/m ²	MJ por metro cuadrado	0.2778
Kcal/cm ²	1000 calorías por centímetro cuadrado	11.67
Btu/ft ²	Unidades térmicas británicas por pie cuadrado	0.0428
Langley	Caloría por centímetro cuadrado	0.0116

Fuente: Manual técnico para instalaciones domiciliarias.

Elaboración: Propia.

2.1.5.1 Watt

En primer lugar, nos referimos al concepto de potencia eléctrica, que es la rapidez con la que un aparato eléctrico transforma o consume la energía eléctrica que recibe. La unidad para medir la potencia es el vatio (watt en inglés) y se representa con el símbolo “W” (Erenovable.com, 2011).

Esta unidad, aceptada en el Sistema Internacional de Unidades (SI) en 1889 equivale a 1 Joule¹¹ por segundo (1J/s).

Los aparatos eléctricos de poca potencia se expresan en vatios; sin embargo, aquellos de gran potencia son expresados en kilovatios (Kw). Un Kw equivale a 1.000 vatios.

¹¹ Joule: Unidad que mide el trabajo necesario para producir un watt de potencia durante un segundo

El Watt determina la potencia real consumida desde la compañía de energía eléctrica y la carga térmica generada por el equipo.

2.1.5.2 Watt pico

El Watt pico es la unidad de potencia del panel solar fotovoltaico. Es la máxima potencia eléctrica del panel. Está orientado más a células solares que forman parte de los paneles fotovoltaicos. En conclusión, es la salida máxima de un panel FV bajo condiciones estándar que son: temperatura ambiente de 25°C y 1000 Watt/m² de irradiación.

2.1.5.3 Voltaje

El voltaje es una magnitud física, con la cual podemos cuantificar la tensión eléctrica entre dos puntos.

Se define al voltaje como la cantidad de voltios¹² que actúan en un aparato o en un sistema eléctrico. De esta forma, el voltaje, es la presión que una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz ejerce sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado. De esta forma se traspasa electrones de un punto con mayor potencia a otro con menor potencia, lo que genera el flujo de una corriente eléctrica.

A mayor diferencia de potencial que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica, mayor es el voltaje existente en el circuito al que corresponde ese conductor.

2.1.5.4 Amperio

Es la unidad de medida de la corriente eléctrica. Según el sistema Internacional de Unidades Básicas, su símbolo es "A" y es uno de las siete unidades de medida dentro de este sistema.

¹² Voltio: Unidad que expresa la diferencia de potencial que se registra entre dos puntos de un determinado conductor de energía.

2.1.5.5 Voltio amperio

Se denomina Voltios-Amperios a la potencia aparente del equipo, y es el producto de la tensión aplicada y la corriente que por él circula.

El valor en VA es utilizado para dimensionar correctamente los cables y los circuitos de protección.

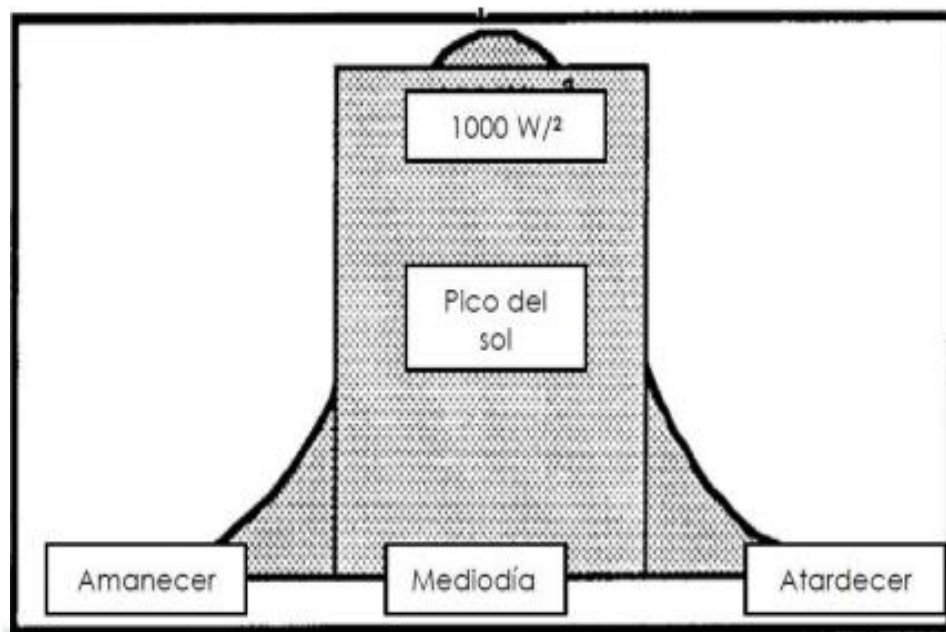
2.1.6 Irradiancia e irradiación sobre superficies

La irradiación no es sino la energía que en forma de radiación se integra o totaliza durante cierto tiempo en una superficie o zona. Sus unidades son J/m² o cal/cm² o kW h/ m². Mientras que irradiancia se define como la potencia de la radiación o energía instantánea que se emite o incide en cierta superficie o zona. Sus unidades son W/ m² (MUÑOZ, Delfor 2005).

2.1.7 Horas de sol pico

Las horas de sol pico son las horas se definen como el número de horas al día con una irradiancia hipotética de 1000 W/m². Este concepto es importante, ya que junto con un factor de pérdidas ayuda a estimar la potencia producida por los paneles fotovoltaicos. La distribución de la radiación a lo largo del día y el concepto de horas pico de sol se muestran en la siguiente figura:

Figura 18: Horas de sol pico



Fuente: Selección de sistemas fotovoltaicos.
Autor: HADZICH, Miguel Ángel.

2.1.8 Marco Normativo

Hoy en día tanto a nivel nacional como a nivel internacional se cuenta con normas que promueven la investigación y el correcto uso de las energías renovables. En nuestro país, las instituciones que se encargan de regular las normas son las siguientes:

- Ministerio de Energías y Minas (MINEM): Promueve e impulsa el desarrollo de las energías renovables, asimismo establece la reglamentación vigente del mercado.

- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN): Regula y supervisa que las empresas del sector eléctrico, minero e hidrocarburos cumplan las disposiciones legales de las actividades que realizan.

- Comité de Operación Económica del Sistema (COES): Vela por la seguridad del abastecimiento de energía eléctrica, asegurando suministrar energía de calidad.

- Instituto de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI): Se encargan de elaborar las Normas Técnicas

Peruanas a través de los comités técnicos de normalización, en este caso crean las normas técnicas peruanas aplicadas a los sistemas solares.

- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI): Se encargan de supervisar la correcta instalación del sistema fotovoltaico con los parámetros establecidos (VASQUEZ, Laura et all. - 2015)

2.2 Financiamiento

Debido a que la inversión para la implementación de sistemas fotovoltaicos significara un fuerte desembolso para la universidad es que se plantea realizar un financiamiento para el proyecto.

El financiamiento de un proyecto consiste pues en la obtención de los recursos de capital en condiciones más favorables y ventajosas, qué se obtiene de las instituciones financieras (PEREZ, Ronald, 2008).

El financiamiento será mediante un crédito. Para el caso de la UCSM, es considerada como gran empresa debido a que sus ventas anuales son mayores a S/. 20 millones, pero no mayores a S/. 200 millones en los dos últimos años.

2.2.1 Características de un financiamiento

Para que el financiamiento sea favorable deberá tener las siguientes características:

- a) Se debe obtener el mayor plazo posible, porque en un proyecto el flujo de caja tiene mayor impacto que la tasa de interés que se paga.
- b) Preferir un financiamiento con tasa de interés fija, la cual reduce los riesgos por inflación, devaluación y recesión.
- c) Reducir los riesgos de financiamiento, debido a incumplimiento de pago de amortizaciones y el consecuente recargo para los costos. (PEREZ, Ronald, 2008).

2.2.2 Tasas de interés

Para el caso de la tasa de interés existen distintas dependiendo como es considera la entidad a la que se le otorgara el crédito. Para el caso de la UCSM como se explicó pertenece a la gran empresa. Se tomó aquella que convenga más debido a que se cobrara menos interés. En dicha entidad (Scotiabank), según sus estipulaciones, la cantidad máxima de financiamiento de proyectos para grandes empresas es del 70% mientras que el resto debe ser cubierto por el solicitante del préstamo.

Tabla 12: Tasas de interés efectiva

PRESTAMOS A MAS DE 360 DIAS	
ENTIDAD FINANCIERA	TASA %
BANCO CONTINENTAL	7.88
BANCO DE CREDITO	9.27
BANCO FINANCIERO	8.09
BIF	9.33
SCOTIABANK	7.18
INTERBANK	8.74
GNB	9.78

Fuente: S.B.S.

Elaboración: Propia

2.3 Análisis de costos de implementación de energía solar fotovoltaica

Para este caso, antes de dimensionar propiamente la cantidad de paneles que se requerirán para suplir la demanda de energía en el campus universitario; se realizarán evaluaciones de diferentes factores a través de los cuales se podrá generar un ahorro de demanda de energía y obtener una mayor eficiencia de la producción de la misma.

Para ello, en primer lugar, se analizará la conveniencia del reemplazo de luminarias actuales por luminarias led, los cuales demandan de una menor cantidad de watts, pero cuyo costo de adquisición es más elevado que las luminarias normales.

Se conoce según la tabla 8 que las instalaciones del campus cuentan con un total de 4973 unidades entre fluorescentes (56 Wh), dicroicos (50 Wh), reflectores (150 Wh) y focos ahorradores (40 Wh).

Así mismo, se estima que todas las luminarias que se encuentran instaladas en el campus universitario según el uso diario tienen un periodo de vida máximo de 2 años y un costo promedio de 16 soles para fluorescentes y focos ahorradores y de 10 soles para dicroicos y focos de reflectores, por lo que se estima una inversión de S/ 78,812 cada 2 años en caso de mantener la luminaria normal (tabla 8). Así mismo, se considera el pago adicional de energía por no tomar en cuenta el uso de luminarias led, las cuales requieren una menor cantidad de watts, que se refleja en un menor pago por consumo de energía. Dichos montos se traen a valor presente para poder hacer una comparación real de costos utilizando el costo de oportunidad del 12.08%.

Tabla 13: Calculo de valor actual de costos por renovación de luminaria normal

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Renov. luminaria normal			-78812		-78812		-78812		-78812
Pago adicional de energía		-181404	-193698	-205992	-218286	-230581	-242875	-255169	-267463
Total costo		-181404	-272510	-205992	-297098	-230581	-321687	-255169	-346275
VA		-161857	-216946	-146320	-188294	-130390	-162308	-114873	-139090
VAC	-1,260,078								

Fuente: Costos dimensionados tabla 8

Elaboración: Propia

Por otro lado, en el mercado actual se tiene la luminaria led coreana que si bien es cierto tiene un costo de adquisición mayor (66 soles para fluorescentes y focos, 179 soles para reflectores y 25 soles para dicroicos), permite tener un ahorro en lo que respecta a demanda de energía (18 watts hora para fluorescentes, focos y dicroicos y 30 watts hora para reflectores) como un periodo de vida mayor que se prolonga a los 8 años aproximadamente con unas 50,000 horas de uso.

El único inconveniente para los reflectores es que una vez consumido su periodo de vida, este debe ser reemplazado totalmente sin poder realizar el cambio de un foco como es el caso de los reflectores comunes.

En lo que respecta a demanda de energía, al usar luminaria led se tiene un ahorro mensual del 40.20% el cual se aprecia en la disminución porcentual de consumo de watts entre la tabla 5 y la tabla 15 $((91091178 \text{ w} - 64970442 \text{ w}) / 64970442 \text{ w})$. Dicho ahorro multiplicado por el costo mensual proyectado, nos muestra un ahorro en soles. Dicho ahorro se considera como pago adicional de energía en la tabla 13 donde es traído a valor presente.

En la tabla 14 se presenta el valor actual de los costos por cambio de equipos de luces normales por equipos led.

Tabla 14: Calculo de valor actual de costos de cambio de luminarias normales a luminarias led.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Implementación luces led	-331,214								-331,214
VA	-331,214								-133,040
VAC	-464,254								

Fuente: Costos de implementación de luces led

Elaboración: Propia

De las tablas anteriores se determina que es conveniente realizar el cambio de luminarias a luminarias led pues a pesar de tener un costo de inversión elevado, genera ahorros en la demanda de energía que se traduce en un ahorro en soles en los 8 años de vida que tienen estos equipos.

Por otro lado, la disminución de consumo en watts generará que para el dimensionamiento de paneles solares se requiera una menor cantidad de los mismos, siendo beneficioso para el nuevo proyecto propuesto.

Otro punto a considerar antes del dimensionamiento de paneles solares para abastecer de energía a las instalaciones del campus universitario es el uso de baterías comparado con el pago de energía eléctrica a SEAL a partir de las 5 p.m. hasta las 5 a.m. para determinar si es conveniente realizar la dimensión con la implementación de baterías o sin ellas.

Para ello, se analiza cuanta energía es consumida entre las 5 p.m. y 5 a.m. y con ello poder realizar una comparación de costos y determinar que opción es más rentable.

A continuación, se presenta el cuadro que muestra la demanda de watts en el horario indicado líneas arriba considerando el cambio a luminarias led.

Tabla 15: Demanda de energía activa por pabellón con luminarias led año 2016

TOTALES	Wh mensual	Wh día completo	Wh noche	Wh mañana	% Wh noche
PABELLÓN CH	1,765,920.00	73,712.00	25,670.00	48,042.00	
PABELLÓN D	3,347,040.00	136,972.00	47,724.00	89,248.00	
PABELLÓN C	2,520,480.00	105,780.00	39,828.00	65,952.00	
PABELLÓN B	2,340,640.00	98,092.00	34,370.00	63,722.00	
PABELLÓN A	3,989,472.00	166,068.00	39,648.00	126,420.00	
PABELLÓN E	3,462,896.00	155,808.40	26,610.00	129,198.40	
PABELLÓN F	1,518,084.00	63,253.50	9,975.00	53,278.50	
PABELLÓN G	415,392.00	17,188.00	1,411.00	15,777.00	
PABELLÓN H	3,438,416.00	125,958.00	57,650.00	68,308.00	
PABELLÓN I	760,176.00	31,674.00	11,700.00	19,974.00	
PABELLÓN O	18,666,574.00	774,925.25	61,713.75	713,211.50	
PABELLÓN L	3,147,360.00	131,808.00	10,320.00	121,488.00	
PABELLÓN R	5,352,672.00	222,948.00	240.00	222,708.00	
PABELLÓN S	4,202,016.00	163,404.00	58,164.00	105,240.00	
BIBLIOTECA	2,920,320.00	121,480.00	38,373.33	83,106.67	
POLIDEPORTIVO	100,800.00	4,200.00	4,200.00	0.00	
PABELLÓN NUEVO	7,022,184.00	314,263.00	29,610.00	284,653.00	
TOTAL	64,970,442.00	2,707,534.15	497,207.08	2,210,327.07	18.36%
		100%	18%	82%	

Fuente: Dimensionamiento con implementación de luces led

Elaboración: Propia

En la tabla 15 se presenta la demanda de Wh mensual por pabellones y se puede observar que con el cambio a luminarias led existe una disminución de Wh. Teniendo un total de 64,970,442.00 Wh mensual a diferencia de 91,091,178.00 Wh mensual que se obtiene con la luminaria convencional. Al igual que en el caso del uso de luminaria convencional el mayor consumo se da en la mañana con 2,210,327.07 Wh con luces led a diferencia del 2,854,092.47 Wh con luminaria convencional; y para el caso de la noche 497,207.08 Wh con luces led a comparación de 964,864.08 Wh con luminaria convencional.

El cuadro anterior muestra que se tiene una demanda nocturna de 497,207.08 watts hora o 497.20708 kWh por día.

Con este dato procedemos a realizar el análisis comparativo de costos.

En primer lugar, se dimensiona la cantidad de paneles necesarios para suplir la cantidad de energía requerida en la noche. Estos paneles, a diferencia de los paneles que alimentarían de energía directamente a los equipos, deberán alimentar energía a las baterías durante el día para que estas últimas sean cargadas y cuenten con la energía suficiente para abastecer los requerimientos de energía entre las 5 p.m. y 5 a.m.

Para el cálculo de la cantidad de paneles requeridos se utiliza la fórmula presentada en el punto 2.1:

$$Ar = \frac{1200 \times 497.20708 \text{ KWh}}{5.1 \text{ KWh m}^2 * 98\% * 90\% * 97.3\% * 5.32} = 25624.495 \text{ Wpico}$$

Al no existir un panel para tal cantidad de energía, se divide entre 250 que es la cantidad de watts que se puede obtener de los paneles propuestos

$$\frac{25624.495 \text{ W pico}}{250 \text{ watts}} = 102.49 = 103 \text{ paneles solares}$$

Teniendo una inversión de:

Tabla 16: Costo paneles solares dimensión noche

CANTIDAD PANELES	PRECIO	MONTO TOTAL
103	S/ 920	S/ 94,760.00

Elaboración: Propia

Así mismo, cada panel debe contar con un soporte de metal cuyo costo unitario es de 90 soles:

Tabla 17: Costo soportes para paneles solares dimensión noche

CANTIDAD PANELES	PRECIO	MONTO TOTAL
103	S/ 90	S/ 9,270.00

Elaboración: Propia

Por otro lado, se tiene que realizar la adquisición de baterías, en las cuales se almacenará la energía captada en estos paneles. Para determinar la cantidad de baterías se utiliza la formula presentada en el punto 2.1.

$$C_{Ah} = \frac{497.20708 \text{ KWh/noche}}{85\%} \times 1 \text{ día} = 913.98 \text{ KWh}$$

Que equivale a 121 baterías de 2 V con una capacidad de 3800 Ah cada una = 919.600 KWh, teniendo una inversión de:

Tabla 18: Costo baterías dimensión noche

CANTIDAD BATERIAS	PRECIO	MONTO TOTAL
121	S/ 2500	S/ 302,500.00

Elaboración: Propia

Otro equipo que se requiere para transformar la energía producida por los paneles y que será dirigida a las baterías son los inversores. Para el cálculo se divide la potencia instalada entre la cantidad de watts que soporta el inversor

$$\# \text{ Inversores} = \frac{103 \times 250}{18,800 \text{ W}} = 1.36$$

Por lo tanto, se requerirá de 2 Inversores Symo de 12.5 KW cuyo precio unitario es de S/ 14587.63

Tabla 19: Costo inversores dimensión noche

CANTIDAD INVERSORES	PRECIO	MONTO TOTAL
2	S/ 14,587.63	S/ 29,175.26

Elaboración: Propia

Finalmente, es necesario considerar el cableado, la instalación de estos equipos y la adecuación de un ambiente para la ubicación de las baterías.

Con respecto al costo de instalación, se estima un costo del 20% de la inversión en paneles, inversores y baterías.

Para la adecuación del ambiente en donde se almacenarán las baterías, se estima una inversión de 3,000 soles.

Para el cableado, se estima el 30% del costo de la inversión en paneles solares.

El resumen de estos costos de inversión se aprecia en la tabla 20

Para la comparación de estos costos de inversión, se estima el flujo de costos sobre cuánto de efectivo se pagaría a SEAL por el uso de energía cuando no se tenga energía solar; es decir a partir de las 5 p.m. hasta las 5 a.m. En la tabla 15 se puede apreciar que el consumo de energía en la noche representa un 18.36% respecto del consumo completo en un día.

Por lo tanto, se multiplica este porcentaje al resultado del consumo proyectado expresado en soles menos el ahorro por cambio a luminaria led, llegando a tener la tabla 21

Tabla 20: Costos de dimensionamiento para la obtención de energía solar durante la noche

FLUJO DE COSTOS PARA LA OBTENCION DE ENERGIA SOLAR DURANTE LA NOCHE											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A. INVERSION	-552,420										
Paneles solares	-94,760										
Baterías	-302,500										
Inversores	-29,175										
Cableado (30% equipos)	-28,428										
Instalación (20% equipos)	-85,287										
Soportes	-9,270										
Adecuación ambiente	-3,000										
VA	-552,420										
VAC	-552,420										

Elaboración: Propia

En la tabla de costos de dimensionamiento para la obtención de energía solar durante la noche se puede observar el monto que se debería desembolsar para poder obtener energía solar en la noche mediante el sistema de paneles solares fotovoltaicos y este tiene asciende a - 552,420.

Tabla 21: Pago a SEAL por consumo de energía durante la noche

FLUJO DE COSTOS POR PAGO DE CONSUMO DE ENERGIA A SEAL DURANTE LA NOCHE											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costo anual de energía durante la noche		-49,555	-52,913	-56,272	-59,630	-62,988	-66,347	-69,705	-73,064	-76,422	-79,781
VA		-44,215	-42,124	-39,971	-37,792	-35,619	-33,475	-31,380	-29,348	-27,389	-25,512
VAC	-346,826										

Elaboración: Propia

En la tabla de Pago a SEAL por consumo de energía durante la noche se observa que se tienen los costos anuales de energía durante la noche en un periodo de 10 años, dichos valores se traen a valor presente con un costo de oportunidad del 12.08% y se obtiene un VAC de -346,826, dicho monto es mucho menor al de -552,420 que se obtiene si es que se implementa el sistema solar fotovoltaico por las noches.

De las tablas presentadas anteriormente, se concluye que es más rentable el pago de energía nocturna a SEAL que la instalación de baterías y demás equipo necesario para la obtención de energía solar para abastecer la demanda nocturna de energía del campus universitario.

Finalmente, se realiza el dimensionamiento global de instalación de paneles solares con todas las observaciones levantadas líneas arriba con el fin de realizar la implementación más económica y con ella proceder a realizar la comparación de valores actuales de costos de ambos proyectos planteados inicialmente.

Para ello, se calcula la cantidad de paneles solares que son requeridos para el abastecimiento de energía diurno con la formula presentadas en el punto de energía solar.

Tabla 22: cantidad de paneles solares para el abastecimiento de energía diurno

TOTALES	Wh mañana	# PANELES	# PANELES FINAL	PRECIO UNITARIO	MONTO TOTAL
PABELLÓN CH	48042.0	9.9	10.0	920.0	S/. 9,200.00
PABELLÓN D	89248.0	18.4	19.0	920.0	S/. 17,480.00
PABELLÓN C	65952.0	13.6	14.0	920.0	S/. 12,880.00
PABELLÓN B	63722.0	13.1	14.0	920.0	S/. 12,880.00
PABELLÓN A	126420.0	26.1	27.0	920.0	S/. 24,840.00
PABELLÓN E	129198.4	26.6	27.0	920.0	S/. 24,840.00
PABELLÓN F	53278.5	11.0	11.0	920.0	S/. 10,120.00
PABELLÓN G y H	84085.0	17.3	18.0	920.0	S/. 16,560.00
PABELLÓN I y O	733185.5	151.1	152.0	920.0	S/.139,840.00
PABELLÓN L	121488.0	25.04	26.0	920.0	S/. 23,920.00
PABELLÓN R	222708.0	45.9	46.0	920.0	S/. 42,320.00
PABELLÓN S	105240.0	21.7	22.0	920.0	S/. 20,240.00
BIBLIOTECA	83106.7	17.1	18.0	920.0	S/. 16,560.00
POLIDEPORTIVO	0.0	0.0	0.0	0.0	S/.0.00
PABELLÓN NUEVO	284653.0	58.7	59.0	920.0	S/. 54,280.00
TOTAL	2210327.1		463.0	920.0	S/.425,960.00

Elaboración: Propia

En la tabla de cantidad de paneles solares para el abastecimiento de energía diurno se observa que el total de Wh en la mañana es de 2210327.1 Wh para lo que se necesitarán 463 paneles para cubrir dicha demanda de energía, el costo de cada uno de estos paneles es de S/. 920 y el monto total asciende a S/. 425,960.00

Dado que el consumo del pabellón G es bajo, se unirá la instalación con el pabellón H ya que se encuentran juntos y no requieren una gran modificación en la instalación de cableado. El mismo caso se realiza para los pabellones I y O.

El polideportivo, al solo utilizar energía durante la noche no es considerado para la instalación de paneles solares.

Por cada panel, se requerirá un soporte metálico, cuyo costo unitario es de S/ 90. Por lo que se tendrá una inversión de

Tabla 23: Costos soporte para paneles solares energía diurna

CANTIDAD PANELES	PRECIO SOPORTE	MONTO TOTAL
463	S/ 90	S/ 41,670.00

Elaboración: Propia

Con respecto al mantenimiento que recibirá el sistema, es básico ya que solo se requiere una limpieza del polvo que se encuentre en los paneles solares. Dicho trabajo puede ser realizado por personal de limpieza del campus universitario, pero de igual forma es necesario incluir dicho costo en la evaluación del sistema fotovoltaico. El costo anual de dicho mantenimiento será de 200 soles.

Una vez calculada la cantidad de paneles, soporte y mantenimiento; se procede a calcular la cantidad de inversores. Para ello se presenta la siguiente tabla:

Tabla 24: Cantidad de inversores

TOTALES	# PANELES	WATT X PANEL	POTENCIA INSTALADA	CANT	TIPO INVERSO R	PRECIO UNITARIO	MONTO TOTAL
PABELLÓN CH	10	250	2500	1	Galvo 2.0-1	S/. 6,181	S/. 6,181
PABELLÓN D	19	250	4750	1	Primo 4.0-1	S/. 6,928	S/. 6,928
PABELLÓN C	14	250	3500	1	Primo 3.5-1	S/. 6,565	S/. 6,565
PABELLÓN B	14	250	3500	1	Primo 3.5-1	S/. 6,565	S/. 6,565
PABELLÓN A	27	250	6750	1	Primo 6.0-1	S/. 8,866	S/. 8,866
PABELLÓN E	27	250	6750	1	Primo 6.0-1	S/. 8,866	S/. 8,866
PABELLÓN F	11	250	2750	1	Galvo 2.0-1	S/. 6,181	S/. 6,181
PABELLÓN G y H	18	250	4500	1	Primo 4.0-1	S/. 6,928	S/. 6,928
PABELLÓN I y O	152	250	38000	2	Symo 15.0-3	S/. 16,479	S/. 32,959
PABELLÓN L	26	250	6500	1	Primo 6.0-1	S/. 8,866	S/. 8,866
PABELLÓN R	46	250	11500	1	Primo 8.2-1	S/. 10,215	S/. 10,215
PABELLÓN S	22	250	5500	1	Primo 4.0-1	S/. 6,928	S/. 6,928
BIBLIOTECA	18	250	4500	1	Primo 4.0-1	S/. 6,928	S/. 6,928
POLIDEPORTIV O	-	-	-	-	-	-	-
PABELLÓN NUEVO	59	250	14750	1	Symo 12.5- 3M	S/. 14,588	S/. 14,588

TOTAL	463.0		115750.0	15			S/.137,563
-------	-------	--	----------	----	--	--	------------

Elaboración: Propia

Con respecto al cableado, el costo representa el 30 % de los costos de paneles solares más inversores y sobre el costo de instalación un 20 % de los mismos factores.

Con todos los factores mencionados anteriormente se requiere de una inversión resumida en la siguiente tabla:

Tabla 25: Inversión inicial requerida para la instalación de paneles solares

INVERSION	
Cambio Luminarias	S/. 331,214
463 Paneles solares	S/. 425,960
15 Inversores	S/. 137,563
Cableado (30% equipos)	S/. 169,057
Instalación (20% equipos)	S/. 112,705
463 Soporte para paneles	S/. 41,670
Total	S/. 1,218,169

Elaboración: Propia

Finalmente, para poder obtener esta cantidad de dinero, se plantea la realización de un préstamo al banco Continental ya que, según el reporte ofrecido por la SBS al 7 de setiembre, es el banco que cobra la menor tasa de interés efectiva para el caso de grandes empresas (7.18% anual), rubro en el que es considerado la Universidad Católica de Santa María. Así mismo, el monto a financiar es del 70% de la inversión total del proyecto; porcentaje máximo que se puede financiar un proyecto según las estipulaciones de la entidad bancaria.

Adicionalmente, es útil identificar cuanto de dinero se dispondrá anualmente para afrontar los pagos de las cuotas anuales por el préstamo bancario y la cantidad de años por la que se optará el préstamo. Para ello se calcula el ahorro monetario que se generaría al implementar el sistema fotovoltaico que remplazaría a los pagos mensuales que se efectúan a SEAL. Dicho ahorro viene a ser la diferencia entre el monto en soles proyectado por consumo de energía a SEAL menos el pago de recibo de luz a SEAL por consumo de energía de noche que se mantendrá, ya que según lo demostrado es más rentable abastecer las instalaciones del campus en la noche con energía convencional que la instalación de equipo para generar energía durante la noche a través de paneles fotovoltaicos, esto es debido a que la mayor parte de consumo de energía se produce durante el día. Para ello se presenta la siguiente tabla:

Tabla 26: Ahorro de pago a SEAL

Año	Proyección de pago convencional anual a SEAL	Proyección de pago de energía durante la noche a SEAL	Ahorro
2016	-420,671.10	-46,196.30	-374,474.80
2017	-451,253.57	-49,554.74	-401,698.83
2018	-481,836.04	-52,913.18	-428,922.87
2019	-512,418.51	-56,271.61	-456,146.90
2020	-543,000.98	-59,630.05	-483,370.94
2021	-573,583.45	-62,988.49	-510,594.97
2022	-604,165.93	-66,346.92	-537,819.00
2023	-634,748.40	-69,705.36	-565,043.04
2024	-665,330.87	-73,063.79	-592,267.07
2025	-695,913.34	-76,422.23	-619,491.11
2026	-726,495.81	-79,780.67	-646,715.14
Total general	-6,309,418	-692,873.34	-5,616,544.66

Elaboración: Propia

Del cuadro anterior se determina que la universidad tendrá saldos a su favor mayores a 370,000 soles, lo que permite tener una amortización anual igual o menor a esta cantidad de dinero. El periodo de tiempo que nos genera cuotas aproximadas al monto señalado anteriormente es de 3 años, por lo que se presenta la siguiente tabla resumen mostrando la estructura del financiamiento del proyecto.

Tabla 27: Financiamiento para cubrir costos de inversión

Inversión	S/.1,218,169
Tasa de interés	7.18%
Años	3

	Banco	Efectivo
Porcentaje	70.00%	30.00%
Capital	S/.852,718	S/.365,451

$$PVA = S/. 852,718.30$$

$$r = 7.18\%$$

$$n = 3$$

$$PVA = a((1-(1+r)^{-n}) / r) = \text{ANUALIDAD}$$

$$a = PVA/((1-(1+r)^{-n}) / r) = \text{(\$/. 325,999)}$$

FLUJO DE FINANCIAMIENTO NETO *				
	0	1	2	3
A. PRINCIPAL	852,718			
B. AMORTIZACION		-264,774	-283,784	-304,160
C. SALDO	852,718	587,945	304,160	0
D. INTERES		-61,225	-42,214	-21,839
F. TOTAL FINANC. NETO	852,718	-325,999	-325,999	-325,999

Elaboración: Propia

En la tabla de financiamiento para cubrir los costos de inversión se observa que el monto total de inversión es de S/. 1,218,169; el monto a solicitar a la entidad bancaria será de S/. 852,718 que viene a ser el 70% en un periodo de 3 años; y el resto que es el 30% que expresado en soles es S/. 365,451 se abonará de manera efectiva. La tasa de interés para dicho préstamo será del 7.18% ya que esta tasa es la más atractiva del mercado. Obtenemos la anualidad que es S/. 325,999

2.4 Calculo VAC implementación de sistema fotovoltaico

Con todos los datos calculados anteriormente, se procede a elaborar el flujo de costos de implementación de energía solar

Tabla 28: Flujo de costos de implementación de energía solar

FLUJO DE COSTOS IMPLEMENTACION DE ENERGIA SOLAR											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A. INVERSION	-1,218,169										
Cambio Luminarias	-331,214								-331,214		
463 Paneles solares	-425,960										
15 Inversores	-137,563										
Cableado (30% equipos)	-169,057										
Instalación (20% equipos)	-112,705										
Soporte para paneles	-41,670										
Mantenimiento		-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200
Financiamiento	852,718	-325,999	-325,999	-325,999							
Pago recibo luz noche		-49,555	-52,913	-56,272	-59,630	-62,988	-66,347	-69,705	-73,064	-76,422	-79,781
E. TOTAL COSTOS	-365,450	-375,754	-379,112	-382,470	-59,830	-63,188	-66,547	-69,905	-404,478	-76,622	-79,981
VALOR ACTUAL DE COSTOS	-1,628,405										

Elaboración: Propia

En la tabla de Flujo de costos de implementación de energía solar se observar el total de inversión para el proyecto que ascienden a S/. 1,218,169; seguidamente el monto de financiamiento de S/. 852,718, se obtienen los costos totales y finalmente los montos proyectados se traen a valor presente con el costo de oportunidad del 12.08% y se obtiene un VAC de -1,628,405.



CAPITULO III: PRESENTACION DE RESULTADOS

3.1 Introducción

En el presente capítulo se presenta los resultados de la investigación por medio de los cuadros que resumen la información detallada para poder realizar la comparación y realizar la comprobación de la hipótesis. También se menciona la información obtenida de las entrevistas realizadas tanto al proveedor como a la Universidad.

Se muestra en un cuadro resumen de la comparación de los indicadores del VAC y CAE respectivamente.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones que el estudio dio como resultado.

3.2 Entrevistas

Tal y como se planteó en el plan de tesis, se procedió a la realización de dos entrevistas para conocer de forma más profunda sobre los costos que implica tanto el consumo de energía convencional como la implementación de energía fotovoltaica.

De dichas entrevistas se obtuvo la siguiente información

3.2.1 Entrevista Universidad Católica de Santa María

Para conocer sobre el consumo actual de energía por parte del campus de la universidad católica de Santa María, se conversó con diferentes personas con puestos vinculados a lo que manejo de energía corresponde. Entre dichas personas se encuentra el vicerrector administrativo (Dr. Cesar Cáceres), personal del departamento de contabilidad y personal del departamento de infraestructura (Ing. Yuri).

De ello, se obtuvo la base de datos histórica sobre recibos de luz de SEAL, los cuales mostraron el consumo de energía expresado tanto en soles como en watts, mas no se tenía un conocimiento del consumo de energía por pabellones por lo que fue necesario realizar el dimensionamiento de equipos instalados que requieren de energía para su funcionamiento.

Por otra parte, se dio a conocer que si existe un interés por parte de la universidad en realizar la implementación de sistema fotovoltaico para la obtención de energía en las instalaciones del campus universitario.

También se obtuvo la planimetría del campus universitario, en donde se muestra la distribución de los diferentes pabellones que se encuentran en el campus.

Sobre los costos, se supo que la universidad cuenta con un grupo electrógeno, el cual sule de energía al campus cuando se producen cortes de luz, por lo que dicho costo debe ser incluido en la evaluación de costos.

3.2.2 Entrevista a Proveedor

Al no tener en un comienzo conocimiento sobre los sistemas fotovoltaicos, además de la búsqueda de información en internet, se realizó la visita a diferentes proveedores de paneles solares. De todos los proveedores visitados, se decidió profundizar la investigación con el proveedor Energía SOLAR C&N ya que mostraba una mayor veracidad en lo consultado.

De dicha entrevista se llegó a saber de la existencia de luminarias led, que hacen posible la reducción de demanda de energía. Por lo que se decidió realizar la evaluación de la conveniencia de implementación de dichas luminarias o de continuar con las luminarias normales.

Por otra parte, se conoció sobre los diferentes sistemas existentes (aislado, con inyección). Entre estos sistemas, existe un método novedoso que permite trabajar con energía solar durante el día y con energía provista por SEAL durante la noche. Ante ello, se decidió evaluar la mejor opción entre implementación de banco de baterías o el uso de energía provista por SEAL para la noche.

De incrementarse el requerimiento de energía se pueda realizar una instalación adicional de paneles fotovoltaicos, pero sin exceder la capacidad máxima de los inversores. De lo contrario se tendría que implementar un sistema adicional a los ya implementados con un nuevo inversor.

En dicha entrevista, se conoció también sobre calidad de equipos, diversidad de productos, tiempo de vida y precios de los mismos. Existen equipos de toda calidad, sin embargo, los equipos que ellos trabajan son de calidad comprobada (25 años de vida para paneles de 250 w marca Yingli e inversores marca Symo, 8 años para luminarias led, 12 años para baterías

estacionarias de gel con descarga profunda de 2V 3800 A) Dicha información fue relevante para la elaboración del flujo de costos de implementación de energía fotovoltaica.

Sobre el mantenimiento al sistema fotovoltaico, se llegó a conocer que solo se requiere retirar el polvo que se encuentre en los paneles, por lo que no requieren de un mantenimiento técnico ni especializado.

Con respecto a los días nublados, si es posible que los paneles generen energía, pero no con la eficiencia de un día soleado.

Se consultó sobre los pasos para el dimensionamiento de energía fotovoltaica, con lo que se determinó la necesidad de dimensionar los equipos instalados en la universidad que requieran de energía y con ello encontrar la cantidad de paneles, inversores, entre otros materiales requeridos para la implementación de sistema fotovoltaico.

Finalmente, dado la experiencia de la empresa en la implementación de paneles solares, se conoció una forma de dimensionamiento más real que la teórica que figura en libros.

3.3 Cálculo de CAE y comparación

Los flujos presentados en los capítulos anteriores, muestran un valor actual de costos considerando un periodo de vida de 10 años para ambos proyectos. Sin embargo, es sabido que ambos proyectos tienen periodos de vida diferente.

Es el caso del sistema fotovoltaico que tiene un periodo de vida estimado de 25 años, mientras que el proyecto de consumo de energía a convencional y pago a SEAL por la misma, tiene un periodo de vida infinito; esto debido a que no se requiere de equipos para la obtención de energía, salvo el cableado ya instalado.

Por esta diferencia de periodos de vida, es que se presenta el cálculo de costo anual equivalente, que nos permitirá determinar finalmente que alternativa es más conveniente para la universidad.

Para el flujo de pagos de energía a SEAL, se consideran los siguientes datos, dentro de los cuales se incluye una tasa de crecimiento del pago anual que es calculada del promedio de las variaciones de los pagos proyectados en la tabla 6:

Tabla 29: Datos para cálculo de VAC periodo indefinido

Datos Flujo periodo indefinido	
Pago anual a SEAL	S/. 451,254
Crecimiento de pago	5.62%
Gastos anual grupo electrógeno	S/. 2,645
Cok	12.08%
Periodo	Indefinido

Elaboración: Propia

A través del siguiente formula se calcula el valor actual de costos para este tipo de proyectos con periodo de vida indefinido:

$$VAC = \frac{-451,254}{12.08\% - 5.62\%} + \frac{-2,645}{12.08\%} = -7,010,734$$

Una vez calculado el VAC, se procede a encontrar el CAE con la siguiente formula:

$$CAE = -7,010,734 * 12.08\% = -846,671$$

En el caso de la implementación del sistema fotovoltaico, se considera todo su periodo de vida que es de 25 años, la renovación de focos led que es cada 8 años, el pago anual por energía nocturna por los 25 años que al igual que el caso anterior, se le otorga un 5.62% de crecimiento:

Tabla 30: Datos para cálculo de VAC implementación sistema fotovoltaico más pago SEAL energía noche

Datos implementación sistema fotovoltaico	
Pago anual a SEAL consumo noche	S/. 49,555
Mantenimiento anual panel	S/. 200
Crecimiento de pago	5.62%
Costo implementación de sistema	S/. 1,218,169
Tiempo de vida sistema	25 años
Tiempo de vida focos	8 años
Cok	12.08%

Elaboración: Propia

Con la tabla anterior, se procede a calcular en primer lugar el valor actual de costos por pago a SEAL por energía nocturna y en segundo lugar se calcula el valor actual de costos por implementación de sistema fotovoltaico. Ambos datos se presentan a continuación:

$$VAC \text{ Pago SEAL} = + \frac{-49,555 (1 - (1 + 5.62\%)^{-25}) \times (1 + 12.08\%)^{-25}}{12.08\% - 5.62\%} = -755,803$$

$$VAC \text{ Mantenimiento} = -200 \frac{(1 + 12.08\%)^{25} - 1}{12.08\% * (1 + 12.08\%)^{25}} = -1560$$

Tabla 31: Calculo VAC implementación de sistema fotovoltaico 25 años de duración

FLUJO DE COSTOS IMPLEMENTACION DE ENERGIA SOLAR													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	16	24
A. INVERSION	-1,218,169												
Cambio Luminarias	-331,214								-331,214			-331,214	-331,214
463 Paneles solares	-425,960												
15 Inversores	-137,563												
Cableado (30% equipos)	-169,057												
Instalacion (20% equipos)	-112,705												
Soporte para paneles	-41,670												
Financiamiento	852,718	-325,999	-325,999	-325,999									
E. TOTAL COSTOS	-193,489	-147,108	-147,108	-147,108	-147,108	-147,108	-147,108	-147,108	-478,322	-147,108	-147,108	-331,214	-331,214
VAC	-1,355,357												

Elaboración: Propia

Con ambos valores actuales de costo, se procede a calcular el costo anual equivalente de la implementación de sistema fotovoltaico para poder realizar la comparación con el CAE de los pagos a SEAL por tiempo indefinido.

$$CAE = -(755,803 + 1,355,357 + 1560) \times \frac{12.08\%(1 + 12.08\%)^{25}}{(1 + 12.08\%)^{25} - 1} = -270,868$$

3.4 Comprobación de la hipótesis

A continuación, se muestra una tabla resumen con los indicadores VAC y CAE

Tabla 32: Resumen VAC y CAE

	Implementación de sistema fotovoltaico	Pago facturación de energía a SEAL
VAC proyectos 10 años	-1,628,405	-3,382,466
VAC periodo de vida diferentes¹³	-2,112,720	7,010,734
CAE periodo de vida diferentes	-270,868	846,671

Elaboración: Propia

Como se observa en la tabla resumen del VAC y CAE se tiene un VAC para la implementación de un sistema fotovoltaico de -1,628,405 (ver tabla 28 pág. 72) en un periodo de 10 años y de -2,112,720 (ver vac pago seal y pago mantenimiento pág. 78 y tabla 31 pág. 79) para el caso de periodos de vida distinta (25 años); a diferencia del VAC del pago de facturación de energía a SEAL que para un periodo de 10 años cuenta con un VAC de -3,382,466 (ver tabla 9 pág. 36) y de -7,010,734 (ver tabla 29 pág. 77) para el caso de periodos de vida diferente (indefinido).

Así mismo se calcula la el CAE para ambos proyectos en donde se obtiene una CAE de -270,868 para la implementación de un sistema fotovoltaico, mientras que para el pago de energía a SEAL se obtiene un CAE de -846,671

Con esto se concluye que la mejor alternativa para la Universidad es la de la implementación del sistema de paneles solares fotovoltaicos debido a que genera menores costos frente a la alternativa convencional.

¹³ Para la implementación de sistema fotovoltaico se considera 25 años de duración y para el pago por facturación de energía a SEAL se considera un periodo indefinido.

Una vez que han sido hallados e interpretados los resultados se puede concluir que la hipótesis planteada puede ser comprobada.

“Al reemplazar la forma de obtención de energía eléctrica convencional actual al implementar energía solar fotovoltaica en las instalaciones del campus de la Universidad Católica de Santa María; es posible la obtención de una reducción de costos”.



CONCLUSIONES

1. Una vez analizados los costos generados por ambas alternativas para el abastecimiento de energía en el campus universitario, se concluye que el mejor proyecto para tomar en cuenta es la implementación de sistema fotovoltaico (VAC de -1,628,405 y CAE de -270,868), en lugar del pago mensual por facturación de energía provista en su totalidad por SEAL (VAC de -3,382,466 y CAE de 846,671) debido a que la implementación del sistema fotovoltaico presenta un inferior costo en comparación al de pago mensual por facturación a SEAL.
2. Sobre la evaluación de costos de instalación y mantenimiento del sistema fotovoltaico la inversión del proyecto asciende a un monto de S/.1,218,169, la cual contará con un financiamiento del proyecto de un 70% (S/.852,718), y un desembolso de dinero por parte de la Universidad del 30% (S/.365,451). El 26% de la inversión inicial corresponde a costes por instalación, cableado y soportes los cuales podrán ser utilizados en la siguiente renovación de paneles dentro de 25 años. Por otro lado, no es requerido un mantenimiento sofisticado para dicha instalación ya que solo requiere de un limpiado de polvo que se ubique en los paneles cuyo costo anual es de S/.200.
3. Debido a que la demanda diurna de energía (5 a.m. a 5 p.m.) representa el 82% del consumo diario y la demanda nocturna (5 p.m. a 5 a.m.) sólo un 12% (ver tabla 15 pág. 60); la implementación del sistema fotovoltaico será a través de un sistema moderno que permitirá el abastecimiento de energía solar por medio del sistema fotovoltaico durante el día; mientras que para la demanda nocturna se contará con energía provista por SEAL. Así mismo podrá ser utilizada energía de SEAL cuando se tengan días nublados, los cuales si bien es cierto son escasos en la ciudad, existe la posibilidad de tenerlos en la época de verano.
4. Según los registros del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la ciudad de Arequipa en la cual se encuentra ubicado el campus de la universidad católica de Santa María, cuenta con uno de los índices más altos de radiación solar en el país. El registro indica que se tiene un promedio de 5.1 KWh/m² diario, el cual con el calentamiento global de los últimos años puede haberse visto incrementado a unos niveles mayores.

Este indicador, sumado al cielo despejado con el que cuenta la ciudad durante la mayor parte del año, el cual favorece la captación de radiación en los paneles solares, ratifica la viabilidad climática para la implementación de sistemas

fotovoltaicos a través de los cuales es posible la obtención de energía y que puede ser empleada para abastecer la demanda energética de la universidad.

5. Finalmente, a través de la realización de una de las entrevistas se conoce que si existe un interés por parte de la Universidad Católica de Santa María en la implementación de este sistema fotovoltaico en las instalaciones del campus universitario y por medio de la segunda entrevista, se afirma la existencia y accesibilidad del equipo necesario para la implementación de dicho sistema fotovoltaico.



RECOMENDACIONES

DE LA CONCLUSIÓN 1

Antes de realizar la implementación del sistema fotovoltaico, se recomienda comenzar con el cambio de luminarias convencionales a luminarias led. Así mismo empezar con una política de ahorro de energía en las instalaciones del campus universitario por ejemplo apago de equipo cuando se encuentre en desuso. Todo ello, conllevará a una reducción de la demanda de energía y permitirá que el dimensionamiento de paneles solares se reduzca y requiera de una inversión menor.

DE LA CONCLUSIÓN 2

Utilizar el dinero que se ahorrara la Universidad en pago de energía a SEAL para el pago de las amortizaciones del préstamo con el banco. Así mismo, crear un fondo, el cual al término de los 25 años de vida de los paneles fotovoltaicos, cuente con el dinero suficiente para poder afrontar la nueva inversión requerida de paneles fotovoltaicos y así poder tener un sistema autofinanciable.

Con respecto al mantenimiento, este debe realizarse de forma anual para que los paneles no pierdan eficiencia en la producción de energía y no se tenga que recurrir al uso de energía convencional.

DE LA CONCLUSIÓN 3

Se recomienda realizar un seguimiento al comportamiento del consumo de energía en las instalaciones del campus tanto durante el día como durante la noche, para evaluar si el dimensionamiento actual puede continuar abasteciendo de energía sin ningún problema. De haber un incremento en la demanda de energía durante la noche, es recomendable la realización de un nuevo estudio de costos para determinar la conveniencia de reemplazar el pago por facturación de energía consumida a SEAL por la implementación de un sistema fotovoltaico adicional para el abastecimiento de energía en el campus universitario durante la noche.

DE LA CONCLUSIÓN 4

Los paneles solares deben estar ubicados en una zona estratégica, en la cual no reciban sombra durante el día y puedan captar la mayor cantidad de radiación posible. Para ello se recomienda el uso de los techos de los pabellones que cuentan con una altura idónea para que los paneles sean instalados y no reciban sombra por otros objetos. El inconveniente de los techos de los pabellones es que, en su mayoría, cuentan con un techo cóncavo. Este inconveniente puede ser resuelto con el uso de soportes metálicos que contengan los paneles en dichos techos.

DE LA CONCLUSIÓN 5

En caso de considerar la implementación del sistema fotovoltaico, se recomienda la instalación del sistema por medio del proveedor Energía Solar C&N, pues mostró tener un amplio conocimiento sobre sistemas fotovoltaicos y sobre su implementación en instalaciones.



BIBLIOGRAFIA

Artículos en Internet

BURGOS, Isabel

2014 «Energía hidráulica: ventajas y desventajas». En energías renovables. Noviembre de 2014. Fecha de consulta: 18/07/2016. < <http://www.energiasrenovablesinfo.com/hidraulica/energia-hidraulica-ventajas-desventajas/>>

DIAZ, Rodrigo

S.f. «Evaluación Económica y Financiera de Proyectos V1 1». En Academia.com. S.f. Fecha de consulta: 18/06/2016. < http://www.academia.edu/6469684/Evaluaci%C3%B3n_Econ%C3%B3mica_y_Financiera_de_Proyectos_V_1_1>

EGASA

2016 «Central hidroeléctrica charcani V». En Blogspot. Enero 2016. Fecha de consulta: 17/07/2016. < <http://infraestructuraperuana.blogspot.pe/2016/01/hidroelectrica-charcani-v.html>>

ELISEO, Sebastian

2013 «Radiación solar, irradiancia e insolación». En Tumblr. Fecha de consulta: 16/07/2016. < <http://eliseosebastian.tumblr.com/post/53530683135/radiaci%C3%B3n-solar-irradiancia-e-insolaci%C3%B3n>>

Energy Solar Kit

S.f. «Precios de baterías solares o acumuladores solares». En Energy Solar Kit. Fecha de consulta: 30/08/2016. < <http://kitdeenergiasolar.com/baterias-solares-precios/>>

Erenovable

2011 «Potencia eléctrica: los watts o vatios». En erenovable.com. Abril 2011. Fecha de consulta: 19/06/2016. <<http://erenovable.com/potencia-electrica-los-watts-o-vatios/>>

Iberdrola

2013 «¿Que es la energía activa, la energía reactiva y el factor de potencia?». En Iberdrola. Fecha de consulta: 18/07/2016. <<http://ayuda.clientes.iberdrola.es/pregunta-frecuente/que-es-la-energia-activa-la-energia-reativa-y-el-factor-de-potencia/>>

Instituto para la diversificación y ahorro de la energía (IDAE)

S.f. «Energías renovables». En Ministerio de industria, energía y turismo de España. S.f. Fecha de consulta: 19/06/2016. <<http://www.idae.es/index.php/idpag.16/relmenu.301/mod.pags/mem.de.talle>>

MEIXUEIRO, Javier et CRUZ, Marco Antonio

2008 «Metodología general para la evaluación de proyecto». En centro de estudios para la preparación y evaluación socioeconómica de proyectos. Noviembre de 2008. Fecha de consulta: 10/06/2016. <http://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/documentos/metodologia_general.pdf>

Ministerio de desarrollo Social

2013 «Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos». En Ministerio de desarrollo Social del gobierno de Chile. 2013. Fecha de consulta 10/06/2016 <<http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/fotos/Metodolog%C3%ADa%20General%202013.pdf>>

Mundo solar

2016 «¿Cuánto dura un panel solar?». En Mundo solar. Fecha de consulta: 15/06/2016. <<http://www.dforcesolar.com/energia-solar/cuanto-dura-un-panel-solar/>>

OSSA, Anthony

2015 «Energías renovables». En blogspot.. Fecha de consulta: 18/06/2016. <
<http://energiarenovableindustrialcidca.blogspot.pe/>>

PEREZ, Ronald

2008 «Financiamiento del proyecto». En Slideshare. Fecha de consulta:
01/09/2016. < <http://es.slideshare.net/aurora1234/financiamiento-del-proyecto-111-presentation>>

Renov-arte

2015 «Produccion de energía eléctrica». En Renov-arte. Fecha de consulta:
15/07/2016. < <http://renov-arte.es/energias-renovables/energia-eolica#l>>

SERNANDEZ, Cristina

2014 «¿Qué es la energía reactiva y por qué se refleja en la factura de la luz de tu empresa?». En Gesternova. Marzo de 2014. Fecha de consulta:
18/07/2016. < <http://blog.gesternova.com/que-es-la-energia-reactiva-y-por-que-se-refleja-en-la-factura-de-la-luz-de-tu-empresa/>>

SEVIL, Ricardo

2001 «Proyecto de aprovechamiento de la energía solar para la producción de electricidad en el nuevo edificio de la E.T.S.E. (S. PERE SESCELADES)» En Universitat Rovira Virgili. Fecha de consulta: 18/06/2016.
<<http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/103pub.pdf>>

Sitiosolar.com

S.f. «Los paneles solares fotovoltaicos». En Portal de energías renovables. S.f.
Fecha de consulta: 19/06/2016. <<http://www.sitiosolar.com/los-paneles-solares-fotovoltaicos/>>

Universidad de Murcia

S.f. «Energía solar fotovoltaica». En campus sostenible. S.f. Fecha de consulta:
18/07/2016.

<<http://www.um.es/web/campussostenible/ambiental/energia/energias-renovables/energia-solar-fotovoltaica>>

Tesis académicas

CORTES, Beatriz

2012 “Estudio de viabilidad y valoración de los beneficios ambientales generados por la implantación de una instalación de placas solares fotovoltaicas, como parte de un sistema híbrido en una cooperativa agrícola en el Penedes”. Tesis de bachillerato. Universidad Politécnica de Valencia

MENDEZ, Eduardo

2010 “Análisis de la rentabilidad de los sistemas solares fotovoltaicos aislados utilizados en viviendas y escuelas rurales y análisis de rentabilidad de los sistemas solares fotovoltaicos con conexión a la red en el Salvador”. Tesis magistral. Universidad de El Salvador

MUÑOZ, Delfor

2005 “Aplicación de la energía solar para electrificación rural en zonas marginales del país”. Tesis profesional. Universidad Nacional de Ingeniería

OVIDO, Bayron

2013 “Rentabilidad de proyectos fotovoltaicos bajo el Plan Piloto de Generación Distribuida para Autoconsumo”. Tesis de bachillerato. Universidad de Costa Rica

VALDIVIEZO, Paulo Daniel

2014 “Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP” Tesis para alcanzar el título profesional. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

VASQUEZ, Laura et all.

2015 “Proyecto de pre factibilidad para la implementación de energía solar fotovoltaica y térmica en el campamento minero Comihuasa” Tesis para alcanzar el título profesional. Pontifica Universidad Católica del Perú

VILLANUEVA, Gemma

s.f. “Estudio de la viabilidad de un sistema de generación de energía eléctrica basado en energías renovables para países en vías de desarrollo” Proyecto fin de carrera. Universidad Carlos III de Madrid

Textos

BACCA, Gabriel

1998 Evaluación de proyectos. s.l. Editorial McGraw Hill. 3ra edición.

KETELHOHN, Werner et All

2004 «La dimensión estratégica». En: *INVERSIONES Análisis de inversiones estratégicas*. Bogota: Editorial Norma

MONTES, Jose Ignacio et All

2002 «Perspectiva general de las aplicaciones fotovoltaicas». En: *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. pág. 21.

ORBEGOZO, Carlos y ARIVILCA, Roberto

2010 Energía Solar Fotovoltaica. Manual técnico para instalaciones domiciliarias. s.l. Deutscher Entwicklungsdienst

Documentos en línea

ADMINISTRACION DE ASUNTOS ENERGETICOS (s.f.). Energía Solar. Obtenido el 18 de junio del 2016 en <http://www.pr.gov/NR/rdonlyres/7D186B25-6D8E-480A-9403-7187F0AAFE85/0/EnregiaSolar08.pdf>

COMUNIDAD EDUAMBIENTAL (s.f.). Energía Solar Obtenido el 18 de junio del 2016 en <http://comunidad.eduambiental.org/file.php/1/curso/contenidos/docpdf/capitulo19.pdf>

COOPERATIVA RURAL DE ELECTRIFICACION (s.f.). Energía. Obtenido el 16 de julio del 2016 en <https://www.cre.com.bo/WebCre/empresas/todoenergia.htm>

D.R. Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey. (2006). Métodos estadísticos para la implementación de ingresos. Obtenido el 05 de agosto del 2016 en http://www.cca.org.mx/funcionarios/biblioteca/html/finanzas_publicas/documentos/3/m3_metodos.pdf

GONZALES, Alan et all. (2012). Analisis de serie de tiempo. Obtenido el 05 de agosto del 2016 en <http://es.slideshare.net/isaacgflores/anlisis-de-series-de-tiempo>

ODEBRECHT (2014). Central Hidroeléctrica Charcani V (1979-1988), Arequipa. Obtenido el 25 de junio del 2016 en <http://www.odebrecht.com.pe/negocios/infraestructura/obras-realizadas/energia/central-hidroelectrica-charcani-v>

OSINERG (2013). Opciones tarifarias y condiciones de aplicación de las tarifas a usuario final. Obtenido el 21 de julio del 2016 en http://www2.osinerg.gob.pe/Resoluciones/pdf/2013/R_OSINERGMIN_No.206-2013-OS-CD.pdf

OSINERG (1996). Ley de concesiones eléctricas. Obtenido el 21 de julio del 2016 en <http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/pdf/REGLACE.pdf>

OSINERG (2001). Ley 27510 ley que crea el fondo de compensación social eléctrica. Obtenido el 21 de julio del 2016 en <http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/docrev/LEY-27510-CONCORDADO.pdf>

OSINERG (2006). Ley 28749 ley general de electrificación rural. Obtenido el 21 de julio del 2016 en <http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/pdf/LEY.28749.pdf>

PROSPERI, Marco et MINELLI, Claudio (s.f.). Energía solar fotovoltaica. Proyecto RES & RUE Dissemination. Obtenido el 22 de junio del 2016 en <http://cecu.es/campanas/medio%20ambiente/res&rue/htm/dossier/2%20foto%20voltaica.htm#5>. Sistemas fotovoltaicos conectados a la red

TEGUESTE (2011). Energía Solar. Obtenido el 18 de junio del 2016 en https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2011/10/07_fuentes-de-energ3ada_energ3ada-solar.pdf

TOSCANO, Ivan (2015). Propuesta de paneles solares para el colegio Cervantes Costa. Obtenido el 20 de junio del 2016 en https://prezi.com/_hwo9vv0dexw/propuesta-de-paneles-solares-para-el-colegio-cervantes-costa/

Universidad Católica de Santa María (2015). Acerca de la universidad. Obtenido el 25 de junio del 2016 en <http://www.ucsm.edu.pe/>

ANEXOS

1 Plan de tesis

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICO –
ADMINISTRATIVAS
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA COMERCIAL



ANALISIS COMPARATIVO DE LOS COSTOS CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA CONVENCIONAL EN LAS INSTALACIONES DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA Y COSTOS GENERADOS A TRAVES DE LA IMPLEMENTACION DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL PERIODO 2016-2026.

PLAN DE TESIS PRESENTADO POR:

Alayza Macedo, Roberto Carlos
Geldres Espinoza, Alejandro Manuel

Especialidad:

Finanzas

Economía

Arequipa-2016

ESTRUCTURA DE PROYECTO DE INVESTIGACION

1. PLANTEAMIENTO TEORICO

1.1. Problema:

Debido al alto grado de radiación que existe en la ciudad de Arequipa provocado por el cambio climático y la innovación tecnológica con la que se cuenta hoy en día en el país, es que se propone el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica a través de paneles solares, los cuales pueden proveer de energía eléctrica a las instalaciones del campus universitario convirtiendo a la universidad en una entidad ecológica. Por tal motivo se presenta la evaluación comparativa del costo consumo de energía convencional con el costo generado por la implementación de energía solar fotovoltaica en el siguiente estudio:

Análisis comparativo de los costos consumo de energía eléctrica convencional en las instalaciones del campus de la Universidad Católica de Santa María y costos generados a través de la implementación de energía fotovoltaica para el periodo 2016-2026.

1.2. Descripción:

SINTOMAS

La Universidad Católica de Santa María, fue creada mediante el Decreto Supremo N° 024-61, rubricado por el Sr. Presidente Constitucional de la República, Dr. Manuel Prado Ugarteche y su Ministro de Educación Pública, Dr. Darío Acevedo Criado, el 6 de diciembre de 1961, constituyéndose como la tercera universidad particular o privada a nivel nacional y la primera fuera de la Ciudad Capital. Esta universidad se constituye desde hace años, como Persona Jurídica de Derecho Privado y sin fines de lucro, al servicio de la Región y del País, bajo la Autoridad de sus Órganos de Gobierno. Tiene como misión ser una Institución reconocida por su excelencia, en la formación académica y profesional de personas responsables socialmente, la producción intelectual e investigación científica y tecnológica, capaces de contribuir con el desarrollo sostenible (UCSM 2016¹⁴).

Actualmente la universidad cuenta con 12 facultades de pregrado dentro de las cuales se tiene 29 programas profesionales. Así mismo cuenta con una escuela de postgrado, 3 auditorios, una clínica odontológica, instituto de idiomas, centro de informática, cafetería, estacionamiento, entre otras infraestructuras, las

¹⁴ Información publicada en el portal web de la Universidad Católica de Santa María.

cuales sumadas, requieren una gran cantidad de uso de energía eléctrica para poder cumplir con los fines educativos que brinda esta casa de estudios.

Por otro lado, en la ciudad de Arequipa, a causa de a la escasez de lluvias y la sequedad del ambiente en el lugar, lo cual hace posible la existencia de un gran número de horas de sol durante el año (ocho horas promedio) situación que solo es interrumpida en los meses de verano, es decir de enero a marzo (Gerencia de planificación, presupuesto y racionalización 2009:10¹⁵), se concentra, una gran cantidad sino es la mayor cantidad de radiación solar dentro de todo el territorio peruano. Esto debido al cambio climático provocado por la contaminación ambiental que existe y la ruptura de la capa de ozono.

Actualmente, Arequipa tiene los mayores índices de radiación UV-B del país, incluso más que Huancayo y Cajamarca, ciudades que están a más altitud, afirma Guillermo Gutiérrez Paco, responsable del área de Investigación de Radiación Ultravioleta de SENAMHI¹⁶ (El Búho, 2016¹⁷). En la actualidad el índice de Radiación UV-B (que es la dañina) alcanza el nivel 12.4, muy alto ya que para la Organización Mundial de la Salud el límite es de 10.

Más allá de los efectos negativos que puede provocar esta alta radiación, puede ser aprovechada positivamente al generarse energía eléctrica que puede ser utilizada para abastecer las instalaciones de la universidad teniendo como fuente energética la radiación solar.

PRONOSTICO

De no considerar el uso de energía solar como fuente energética, no se perjudica el desempeño de las actividades académicas y administrativas de la institución, dado que la casa de estudios ya cuenta con el sistema de electrificación. Sin embargo, el tomar en cuenta dicho proyecto, no sólo beneficiará económicamente a la universidad al tener su propia fuente de energía por la cual no tendrá que pagar periódicamente como se hace con la energía comercial, sino que también le da la oportunidad de ser una entidad socialmente responsable que contribuya con la preservación del medio ambiente, acción que va acorde al cumplimiento de los valores institucionales y de la visión de la universidad.

¹⁵ Información encontrada en el plan estratégico institucional elaborado por la gerencia de planificación, presupuesto y racionalización de la municipalidad provincial de Arequipa para el periodo 2009-2011.

¹⁶ Servicio nacional de meteorología e hidrología.

¹⁷ Diario Arequipeño que aborda temas de política y cultura de ámbito local y nacional.

Por otro lado, dado que la principal fuente energética en la región es la hidráulica, se estaría previniendo las deficiencias eléctricas que pueden ser producidas por una escasez energética producto del calentamiento global, el cual va generando un aumento de sequías que se registra año tras año en la región.

CONTROL DEL PRONOSTICO

Debido a que hoy en día una de las preocupaciones más grandes del mundo es la conservación del medio ambiente, el uso de energías renovables ha sido una de las alternativas que se utiliza en otros países para el tema de electrificación. Años atrás, la implementación de estos proyectos energéticos, tenían un costo muy elevado. Sin embargo, ante el avance tecnológico, la globalización y los tratados de libre comercio; existe una mayor y mejor oferta de sistemas solares, los cuales son más accesibles que antes. No obstante, al tener la universidad un alto consumo energético y de requerir una inversión elevada para poder implementar todas las instalaciones dentro del campus con energía solar podría ser necesario el uso de un tipo de financiamiento que supla las necesidades y los costos parciales o totales que demanda el proyecto alternativo.

Ante lo expuesto anteriormente se encuentra como una gran oportunidad para la universidad, la implementación de energía en dicha casa de estudios a través de la energía solar fotovoltaica con inyección a la red de conexión, a modo de respaldo en caso no se cuente energía solar, se pueda continuar utilizando la energía comercial.

Finalmente se propone la comparación de costos de consumo de energía convencional con los costos de implementación de energía solar fotovoltaica a fin de determinar la mejor opción económica que beneficiará a la universidad.

1.2.1. Campo, Área y Línea de acción

Campo: Facultad de Ciencias Económico-Administrativas

Área: Ingeniería Comercial

Línea: Finanzas, economía

1.2.2. Tipo de problema

El tipo de problema es exploratorio y a la vez descriptivo ya que analizaremos la situación actual y como es que se viene manejando el tema de la electrificación en las instalaciones del campus universitario de la Universidad Católica de Santa María y los costos actuales que genera para la universidad. La fase exploratoria se realizará a través del análisis de la energía solar fotovoltaica y se evaluará el costo-beneficio de la implementación de este tipo de captación de energía en la casa de estudios.

Al ser una evaluación comparativa de costos, dicha evaluación se realizará mediante el uso de herramientas financieras como son el VAC¹⁸ y CAE¹⁹, y a través de los cuales se determinará cuáles son los efectos y si se tiene un ahorro económico frente a la energía convencional utilizada actualmente. Adicionalmente conciliaremos citas con proveedores de paneles solares y la universidad para así poder tener una mejor apreciación del tema.

1.2.3. Variables

a) Análisis de variables:

Las variables planteadas son mutuamente excluyentes, ya que el estudio pretende determinar el menor costo relacionado al consumo de energía eléctrica para lo que se comparará los costos consumo de energía eléctrica convencional en las instalaciones del campus de la Universidad Católica de Santa María y los costos de implementación de energía solar fotovoltaica en el campus universitario.

Variable 1: Costo consumo de energía eléctrica convencional en el campus universitario de la Universidad Católica de Santa María.

Variable 2: Costo implementación de energía solar fotovoltaica en el campus universitario de la Universidad Católica de Santa María.

¹⁸ VAN: Valor Actual de Costo

¹⁹ CAE: Costo anual equivalente

b) Operacionalización de Variables:

Variables	Indicadores
<p>Variable 1: Costo consumo de energía eléctrica convencional</p>	<p>– Valor actual de costos (VAC)</p> $VAC = I_0 + \sum_{n=1}^t \frac{Costos_n}{(1+i)^n}$ <p>– Costo anual equivalente (CAE)</p> $CAE = VAC \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$
<p>Variable 2: Costo implementación de energía solar fotovoltaica</p>	<p>– Valor actual de costos (VAC)</p> $VAC = I_0 + \sum_{n=1}^t \frac{Costos_n}{(1+i)^n}$ <p>– Costo anual equivalente (CAE)</p> $CAE = VAC \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$

1.2.4. Interrogantes Básicas

- ¿Es viable la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en el campus universitario?
- ¿Cuánto será el valor actual de costos por la implementación de energía solar fotovoltaica en el campus universitario?
- ¿Cuál será el resultado del análisis comparativo de costos consumo de energía eléctrica convencional y costo implementación de energía solar fotovoltaica en el campus universitario?
- ¿Se obtendrá un menor costo anual equivalente por la implementación de energía solar fotovoltaica en el campus universitario que el costo anual equivalente de consumo energía convencional?

- ¿Cuántos Kw h se logrará generar a través de la implementación de energía solar fotovoltaica en el campus universitario?
- ¿Cuántos Kw h se consumen mensualmente en el campus universitario?
- ¿El sistema de energía solar fotovoltaica podrá cubrir con todo el requerimiento de energía en el campus universitario?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación Financiera

Todo proyecto posee un costo de oportunidad, el cual define lo que se está dispuesto a sacrificar por tomar una alternativa y dejar de lado otra. En el presente estudio se hará una comparación de costos donde será necesario determinar dicho costo de oportunidad a través del cual podremos obtener los valores actuales de costos (VAC) y los costos anuales equivalentes (CAE). Estos datos nos permitirán realizar la comparación planteada de la forma correcta, tomando en cuenta desembolsos futuros, el valor del dinero en el tiempo y el tamaño de ambas propuestas.

1.3.2. Justificación Económica

El presente estudio permitirá evaluar los diferentes efectos que se ocasionarán con respecto a la economía de la Universidad Católica de Santa María, de lograr la implementación del sistema de electrificación fotovoltaica deseada se espera que el gasto en energía eléctrica se vea reducido y compense en gran medida la inversión requerida.

1.3.3. Justificación Teórica

Dicha tesis permitirá que apliquemos conocimientos aprendidos en las materias cursadas en la carrera como son Evaluación de Proyectos, Finanzas I, Seminario de Tesis I y II, Estadística aplicada a la Economía, Deontología Profesional, Metodología de la Investigación Económica entre otras.

1.3.4. Justificación Práctica

En la ciudad de Arequipa, dado la gran cantidad de radiación solar que existe, es viable el uso de la radiación solar como fuente energética para la producción de energía requerida. Al localizarse el campus universitario dentro de la ciudad de Arequipa es que planteamos esta alternativa para que la implementación de dicho proyecto sea el aprovechamiento de una problemática actual como es la radiación solar.

1.3.4.1. Justificación Social

Debido a los cambios climáticos propiciados por el calentamiento global que han provocado que Arequipa sea una de las ciudades con mayor radiación solar, es que proponemos hacer uso de este fenómeno climático y convertirlo en un aporte hacia el desarrollo de la ciudad de Arequipa, siendo la Universidad Católica de Santa María, la institución emblemática que cuente con un sistema de electrificación a través de la energía solar fotovoltaica y así se fomente el uso de este tipo de fuente energética en diferentes espacios, tales como viviendas, centros comerciales, entre otros.

1.3.4.2. Justificación Profesional

Este estudio permitirá que podamos obtener conocimientos más profundos sobre los indicadores de costo-eficiencia de un proyecto tales como VAC, CAE, a través de los cuales se podrá determinar si se puede obtener un ahorro económico con este nuevo sistema de energía. Los puntos anteriormente mencionados están íntimamente relacionados con las ramas de las finanzas y la economía

1.3.4.3. Justificación Personal

Dicho estudio nos permitirá lograr concluir satisfactoriamente una etapa más de nuestras vidas, a la vez poder contribuir con nuestra casa de estudios con un proyecto que le permitirá mejorar la gestión energética, lo que puede conllevar a un ahorro significativo.

1.4. Objetivos

1.4.1. General:

Analizar los costos consumo de energía eléctrica convencional en las instalaciones del campus universitario de la universidad y costos generados a través de la implementación de energía solar fotovoltaica y determinar la mejor opción frente al consumo de energía eléctrica en las instalaciones del campus de la Universidad Católica de Santa María.

1.4.2. Específicos:

- a. Evaluar la factibilidad de la implementación de energía solar fotovoltaica según el factor climático en la zona.
- b. Evaluar los costos de implementación y mantenimiento de la energía solar fotovoltaica en el campus de la Universidad Católica de Santa María a través del uso de paneles solares, los cuales permitirán hacer uso de energía en la universidad.
- c. Determinar los costos actuales del consumo de energía convencional y determinar si existe una tasa de crecimiento de dichos costos a futuro. Para ello analizar el histórico de consumo de 5 años hacia atrás.
- d. Determinar la cantidad de energía que se puede obtener a través de la implementación de paneles solares fotovoltaicos gracias a la cantidad de radiación solar. Así mismo determinar la cantidad requerida y consumida en el campus universitario.
- e. Establecer el valor actual de costos (VAC) y el costo anual equivalente (CAE) para ambos tipos de costos para proveer de energía eléctrica a las instalaciones del campus de la universidad católica de Santa María.

1.5. Marco Teórico

1.5.1. Esquema Estructural

- **Primera Unidad:** Marco teórico
- **Segunda Unidad:** Diseño de estudio
- **Tercera Unidad:** Presentación de resultados

1.5.2. Referencias Bibliográficas

- **Tesis académicas**

CORTES, Beatriz

2012 “Estudio de viabilidad y valoración de los beneficios ambientales generados por la implantación de una instalación de placas solares fotovoltaicas, como parte de un sistema híbrido en una cooperativa agrícola en el Penedes”. Tesis de bachillerato. Universidad Politécnica de Valencia

MENDEZ, Eduardo

2010 “Análisis de la rentabilidad de los sistemas solares fotovoltaicos aislados utilizados en viviendas y escuelas rurales y análisis de rentabilidad de los sistemas solares fotovoltaicos con conexión a la red en el Salvador”. Tesis magistral. Universidad de El Salvador

OVIEDO, Bayron

2013 “Rentabilidad de proyectos fotovoltaicos bajo el Plan Piloto de Generación Distribuida para Autoconsumo”. Tesis de bachillerato. Universidad de Costa Rica

VALDIVIEZO, Paulo Daniel

2014 “Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP” Tesis para alcanzar el título profesional. Pontificia Universidad Católica del Perú

- **Artículos en Internet**

MEIXUEIRO, Javier et CRUZ, Marco Antonio

2008 «Metodología general para la evaluación de proyecto». En centro de estudios para la preparación y evaluación socioeconómica de proyectos. Noviembre de 2008. Fecha de consulta: 10/06/2016
<http://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/documentos/metodologia_general.pdf>

Ministerio de desarrollo Social

2013 «Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos». En Ministerio de desarrollo Social del gobierno de Chile. 2013. Fecha de consulta 10/06/2016
<<http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/fotos/Metodolog%C3%ADa%20General%202013.pdf>>

- **Textos**

MONTES, Jose Ignacio et All

2002 «Perspectiva general de las aplicaciones fotovoltaicas». En: *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. pág. 21.

ORBEGOZO, Carlos y ARIVILCA, Roberto

2010 Energía Solar Fotovoltaica. Manual técnico para instalaciones domiciliarias. s.l. Deutscher Entwicklungsdienst

1.5.3. Antecedentes

- **Análisis de la rentabilidad de los sistemas solares fotovoltaicos aislados utilizados en viviendas y escuelas rurales y análisis de rentabilidad de los sistemas solares fotovoltaicos con conexión a la red en el Salvador:**

Por medio de esta tesis se pretende que el Estado en el Salvador pueda facilitar mediante un proyecto social la instalación de sistemas fotovoltaicos en zonas rurales con la finalidad de brindar una mejor calidad de vida para los salvadoreños debido a que se estima que el costo de este sistema es mucho más económico que la implementación de un sistema convencional para el ciudadano. Se hace un estudio del proyecto de inversión obteniendo indicadores de rentabilidad como el VAN y la TIR para posteriormente tomar la decisión de invertir en los sistemas de energía fotovoltaica.

Dicha tesis nos permitirá poder realizar comparaciones y encontrar similitudes para nuestro estudio que se propone para el campus universitario de la Universidad Católica de Santa María. Se tomará esta tesis como una fuente base de consulta para poder observar como se viene manejando en otros países dichos programas y cuáles son los costos que estos tienen.

- **Energía solar fotovoltaica. Manual técnico para instalaciones domiciliarias de Orbezo, Carlos y Arivilca, Roberto:**

El presente libro nos enseña definiciones básicas sobre la energía solar, las diferentes formas de uso, en especial la captación a través del uso de paneles solares. Así mismo nos muestra los pasos necesarios para la implementación de energía solar fotovoltaica en viviendas y el modo de almacenamiento de la energía sobrante. Muestra también información sobre cómo calcular la cantidad de energía que se puede producir dependiendo de la radiación diaria que se obtenga en la zona de implementación.

Dicho estudio nos permitirá conocer acerca de metodologías para el cálculo de la generación de energía como la determinación de los adecuados materiales según la cantidad de energía que se

generará. Estos instrumentos como las baterías varían de precio al recibir y almacenar una mayor cantidad de energía, lo que será necesario tomar en cuenta para el análisis comparativo.

- **Estudio de viabilidad y valoración de los beneficios ambientales generados por la implantación de una instalación de placas solares fotovoltaicas, como parte de un sistema híbrido en una cooperativa agrícola en el Penedes:**

El documento en mención es un estudio realizado en España y nos muestra de manera detallada conceptos relacionados a la energía solar fotovoltaica, que impactos tanto sociales como ambientales tiene el uso de este sistema, cuales son las ventajas y los inconvenientes que tienen dichas instalaciones. Muestra también la evolución de la normativa de energías renovables en España. Nos facilita también un cálculo acerca de los costos y la viabilidad económica del uso de la energía solar.

Esta tesis permitirá que tengamos información concreta sobre los sistemas solares fotovoltaicos, se podrá también tener conocimiento de cómo en otros países se vienen implementado dichos sistemas debidos a los beneficios sociales y ambientales que trae consigo.

- **Perspectiva general de las aplicaciones fotovoltaicas en energía solar fotovoltaica de Montes, Jose Ignacio:**

El capítulo 3 de este libro trata acerca de la perspectiva general de las aplicaciones fotovoltaicas dividiéndolas en tres puntos básicos como son las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica que pueden ser para consumo, industrial o remota; sistemas aislados y sistemas conectados a la red. Nos da otra perspectiva de la energía fotovoltaica ya que dicho libro relaciona la ingeniería de telecomunicaciones con dicho sistema.

El libro en mención servirá para que podamos determinar cuáles son los distintos tipos de instalación y poder discernir cuál sería el más conveniente para las instalaciones del campus universitario.

- **Rentabilidad de proyectos fotovoltaicos bajo el Plan Piloto de Generación Distribuida para Autoconsumo”. Tesis de bachillerato. Universidad de Costa Rica:**

Esta tesis nos muestra conceptos acerca de la energía solar, cuáles son los alcances que tiene como una alternativa para la generación de energía eléctrica y la viabilidad de poder utilizar dicha energía mediante el sistema fotovoltaico. Finaliza mostrando cuales son los beneficios tanto ambientales como sociales que trae consigo la implementación de dicho proyecto y lo aplica tanto en el rubro industrial como en el residencial.

Dicha tesis nos permitirá tener en cuenta cuales son las particularidades que se debe considerar al momento de realizar el análisis comparativo de costos para poder obtener de manera correcta los indicadores y poder decidir si es más económico e o no el proyecto de implementación de energía solar fotovoltaica en el campus universitario.

- **Metodología general para la evaluación de proyecto**

El presente artículo en internet tiene tres puntos importantes en lo que está dividido, como primer punto se tiene la explicación de que es la evaluación de proyectos y nos brinda los conceptos más importantes para poder tener visión general acerca del tema.

El segundo punto muestra cual es el tipo de metodología que el CEPEP propone, y nos da una definición de los conceptos que se utilizaran para evaluar proyectos de manera correcta Y el tercer punto nos va a mostrar las definiciones generales para la formulación y evaluación de proyectos.

Dicho artículo nos permitirá tener los conceptos básicos acerca de la formulación y evaluación de proyectos para que puedan ser aplicados en nuestro proyecto.

1.6. Hipótesis

“Al reemplazar la forma de obtención de energía eléctrica convencional actual al implementar energía solar fotovoltaica en las instalaciones del campus de la Universidad Católica de Santa María; es posible la obtención de una reducción de costos”.

2. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

2.1. Técnicas

Para realizar el análisis comparativo de costos consumo de energía eléctrica convencional con los costos de implementación de energía solar fotovoltaica en el campus de la Universidad Católica de Santa María, se hará uso de técnicas que nos permitirán compilar información tanto primaria como secundaria con mención a determinar las características de cada una de las variables; para luego poder realizar la estructura de costos y finalmente llegar a comparar los costos y obtener las conclusiones que nos permitan responder a las interrogantes planteadas en el estudio.

Para la obtención de información primaria se hará uso de entrevistas las cuales serán planteadas a proveedores que comercialicen los materiales necesarios para la implementación de la energía solar fotovoltaica y a la Universidad Católica de Santa María, de la cual se obtendrá los recibos de luz de los últimos 5 años para poder determinar la tendencia del consumo.

Con lo que respecta a la información secundaria utilizaremos material bibliográfico que de consistencia a todo lo expuesto en este tema de investigación. Las principales fuentes de información que se utilizarán serán textos y tesis que contienen análisis relacionados al tema de investigación y sitios web oficiales concernientes a entidades relacionadas al tema que nos provean los datos requeridos.

En un comienzo, será necesaria la realización de un análisis de la factibilidad climática de la implementación de energía solar fotovoltaica, cómo es el comportamiento actual de la radiación a lo largo del año en la ciudad de Arequipa. Así mismo un análisis de la cantidad de energía que se podrá obtener a través de los paneles solares y si es suficiente para solventar el uso de energía en el campus. Finalmente, la evaluación de costos de la implementación y mantenimiento, la determinación del costo de oportunidad y el análisis de los costos actuales que se tienen al consumir energía convencional. Dicha

información será obtenida de diversas fuentes electrónicas y portales web como de expertos en la materia de energía renovable.

Por otro lado, se realizará un estudio exploratorio el cual se logrará a través de entrevistas a los proveedores de los materiales requeridos para tener costos actualizados e información sobre la disponibilidad de diversos tipos de materiales existentes en el mercado Arequipeño. Por último, a la Universidad Católica de Santa María, de la cual se conocerá el consumo en kw h mensual del servicio de electricidad, cuanto es el pago que realizan mensualmente por este servicio, recibos históricos, entre otros datos; informaciones que no podrán ser obtenidas a través de libros y que aportará en gran medida a la comprobación de la hipótesis.

Una vez obtenida dicha información, se analizará cada variable por separado para luego compararlas entre ellas y determinar la que genere un menor costo para cubrir el requerimiento de energía eléctrica en el campus universitario. Todo esto permitirá concluir con la investigación y la obtención de los objetivos propuestos.

Para dicha investigación la información primaria se obtendrá de los recibos históricos de luz y de entrevistas las cuales se desarrollarán y definirán en el punto 2.2.

Con respecto a la información secundaria; esta se obtendrá de los siguientes portales web:

- **Servicio Nacional de Meteorología (SENAMI):** De este portal se obtendrá información que concierne a registros meteorológicos a nivel nacional. Entre estos registros se tiene los cambios climáticos que se presentan en el territorio de Arequipa, según las 4 estaciones y según el calentamiento global que se vive hoy en día. Esta información permitirá determinar si Arequipa es una zona apta para la implementación de energía solar fotovoltaica dado que la universidad se localiza en dicha ciudad. (<http://www.senamhi.gob.pe/>)

2.2. Instrumentos

2.2.1. Información Primaria

- **Entrevistas.** Por medio de las entrevistas se conseguirá información por parte de los proveedores de los materiales requeridos para la implementación de energía solar fotovoltaica, quienes nos suplirán de información sobre la variedad de materiales y disponibilidad de los mismos; y de la Universidad Católica de Santa María, de la cual se obtendrán datos sobre el consumo, planos, gastos en electricidad, entre otros.

2.2.2. Información Secundaria

- **Fichas bibliográficas.** En dichas fichas se encontrará el nombre del libro o investigación, su autor y las páginas que resulten relevante para el estudio. Esto permitirá obtener la información secundaria que se relacione al estudio y que será revisada a profundidad posteriormente.
- **Fichas de información electrónica.** En dichas fichas se encontrará la información más importante de un texto o tema investigación que puede ser útil para el estudio propuesto. Posteriormente se revisará dicha información con mayor prioridad a la del resto de texto ya que se relaciona de una manera más directa con el estudio.
- **Cuadros estadísticos.** Estos cuadros contendrán los datos que serán necesarios para realizar el análisis comparativo de costos consumo de energía eléctrica convencional y costos de implementación de energía solar fotovoltaica.

2.3. Campo de Verificación

2.3.1 Ámbito: Universidad Católica de Santa María

2.3.2 Temporalidad: Periodo 2016-2026

2.3.3 Unidades de estudio:

a) **Universo:** Universidad Católica de Santa María

Con relación a las entrevistas: El número de entrevistas que se realizarán para el análisis comparativo de costos de consumo de energía convencional con los costos de implementación de energía solar fotovoltaica en las instalaciones del campus de la Universidad Católica de Santa María será de 2, las cuales se realizaran al proveedor de materiales para la implementación de energía solar fotovoltaica y la Universidad.

2.4. Estrategia de recolección de Datos

Se pretende realizar la recolección de información primaria a través de entrevistas para lo cual se acudirá a los proveedores que comercializan los materiales necesarios para la implementación del proyecto y a la Universidad Católica de Santa María.

Así mismo se procederá a recolectar información de datos por medio de los portales web que ofrecen información secundaria a los cuales se podrá acceder por medio del uso de instrumentos informáticos (computadora, laptops) los cuales cuenten con conexión a internet.

Para realizar el estudio, se tendrá en cuenta los siguientes métodos secuencialmente:

- **Observación documental:** La observación documental requiere la búsqueda de información relacionada tanto con evaluación de costos, como a la energía solar fotovoltaica y su obtención a través de paneles solares.
- **Revisión bibliográfica exploratoria:** Siendo la búsqueda de información secundaria objetiva para realización del estudio de investigación; en este paso se seleccionará la información relevante que se requerirá para el desarrollo del análisis.
- **Compilación de información secundaria:** Recolección y selección de datos de fuentes confiables.

2.5. Recursos necesarios

2.5.1. Humanos

Para la investigación será necesario el trabajo de los autores del presente Plan de Tesis y el apoyo de un asesor de tesis.

- **Autores:** Roberto Alayza Macedo
Alejandro Geldres Espinoza
- **1 Asesor**

2.5.2. Materiales

- Computadoras.
- Libros.
- Internet.
- Impresora.
- Papel.

2.5.3. Financieros

El presupuesto estimado para realizar la investigación será de 700 soles.

Copias	S/. 110
Impresiones	S/. 150
Transporte	S/. 140
Internet	S/. 300

2.6. Cronograma

Tiempo	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
	1	10	20	30	1	10	20	30	1	10	20	30	1	10	20	30
Redacción del plan de Investigación	■	■														
Presentación del Plan		■														
Aceptación e inscripción del plan			■	■												
Búsqueda más profunda de información			■	■	■	■	■	■								
Redacción de marco Teórico					■	■	■	■								
Realización de entrevistas									■	■						
Elaboración e interpretación de cuadros										■	■					
Redacción de introducción													■			
Redacción de resultados													■			
Redacción de conclusiones													■			
Presentación de Borrador														■	■	
Lectura y calificación																■

2 Entrevistas



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA - INGENIERÍA COMERCIAL

Ficha de entrevista aplicada a la Universidad Católica de Santa María

- 1 ¿Cuál es la principal fuente de energía para el campus universitario?
- 2 ¿Se ha planteado la búsqueda de nuevas fuentes de energía para abastecer la demanda del campus universitario?
- 3 ¿Ven la energía solar como una fuente de energía viable que puede ser obtenida en el campus universitario?
- 4 ¿Se conoce el consumo global de energía expresada en watts?
- 5 ¿Se conoce el consumo de energía expresada en watts por pabellones?
- 6 ¿Se tiene algún costo adicional relacionado a la demanda de energía eléctrica?
- 7 ¿Cuál es la fuente de reserva ante cortes de luz?



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA - INGENIERÍA
COMERCIAL**


Ficha de entrevista aplicada al proveedor

1. ¿Qué tipos de paneles solares son los que comercializa?
2. ¿Cuánto de energía se puede obtener de un panel solar?
3. ¿Cuál es el costo de los paneles solares?
4. ¿Qué tipo de sistemas son posibles implementar?
5. ¿En caso se requiera más energía, que es lo que se puede realizar?
6. ¿Cuánta energía puede almacenar la batería?
7. ¿Existe servicio de instalación? ¿Cuál es su costo?
8. ¿Cómo se realiza y cuál es el costo de mantenimiento de los paneles?
9. ¿Cuánto es el tiempo de vida útil de un panel?
10. ¿En caso de días nublados, se puede obtener energía?

3 Base de datos

Figura 19: Cálculo de cuota de alumbrado público

Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A.
Consuelo 310 - Arequipa - Tel.: (54) 381200 - Fax: (54) 381199
seal@seal.com.pe



CUOTA DE ALUMBRADO PUBLICO - VIGENTE EN JULIO 2016
CALCULADO EL 14-07-2016

RANGOS DE CONSUMO kWh			Total Usuarios	Factor DS 018-2007-EM	Total Usuarios x Factor	Cuota Mes S/.
			Junio 2016			
0	a	30	110,896	1	110896	0.40
31	a	100	142,170	7	995190	2.56
101	a	150	61,975	12	743700	4.39
151	a	300	57,834	25	1445850	9.15
301	a	500	12,763	35	446705	12.81
501	a	750	3,845	70	269150	25.62
751	a	1000	1,571	80	125680	29.28
1001	a	1500	1,564	120	187680	43.92
1501	a	3000	1,523	140	213220	51.24
3001	a	5000	555	150	83250	54.90
5001	a	7500	250	250	62500	91.50
7501	a	10000	126	300	37800	109.80
10001	a	12500	66	400	26400	146.39
12501	a	15000	44	500	22000	182.99
15001	a	17500	40	700	28000	256.19
17501	a	20000	25	900	22500	329.39
20001	a	25000	38	1100	41800	402.59
25001	a	30000	17	1250	21250	457.48
30001	a	50000	63	1500	94500	548.98
50001	a	75000	30	1750	52500	640.48
75001	a	100000	25	2000	50000	731.97
100001	a	200000	38	3000	114000	1097.96
200001	a	400000	26	4000	104000	1463.95
400001	a	+	10	5000	50000	1829.94
			395,494		5,348,571	

Cuota Base **0.365987**

REGLAMENTO DE LA LEY DE CONCESIONES ELÉCTRICAS DECRETO SUPREMO N°009-93-EM - ARTICULO 184°
El monto de los importes resultantes no podrán ser menor al 0.01% de una UIT ni mayor al 60% de una UIT.

UIT	3,950.00	
Valores Limite	Cuota	
0.01% UIT	0.40	Mínima
60 % UIT	2,370.00	Máxima

Fuente: SEAL}

Figura 20: Calculo de cobro de mantenimiento y reposición

Cargos de TOTALES de Conexiones en Baja Tensión 220V - Nuevos Soles
MANUTENIMIENTO Y REPOSICIÓN Elementos sustraídos (CRER) - SOLO SE APLICA A LA OPC 0
 La tarifa que se aplica por reposición (rep_conv), incl 0

CONEXIONES EN BAJA TENSION 220 V.

Tipo	Subtipo	Tipo	Tension	Fases	Potencia	Potencia	# De	# A	Sector Tipico	Opción	Principi	Hilos	Caja	Aérea (2)		Subterránea		Mixta	
														Simple	Doble	Simple	Doble	Simple	Doble
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	1	002.003.004.0	BT7				1.36	1.36			1.41	1.41
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	1	002.003.004.0	BT7	EN	2	MET	1.03	1.03	1.09	1.09	1.09	1.09
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	1	002.003.004.0	BT7	EN	2	MET	1.31	1.31	1.36	1.36	1.36	1.36
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	1	002.003.004.0	BT7	EN	2	MET	1.06	1.06	1.09	1.09	1.09	1.09
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	1	002.003.004.0	BT7	EM	3	MET	1.27	1.27	1.30	1.30	1.30	1.30
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	1	002.003.004.0	BT7				0.58	0.58	0.62	0.62	0.62	0.62
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	1	002.003.004.0	BT7				1.49	1.49	1.55	1.55	1.55	1.55
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	1	002.003.004.0	BT7				2.01	2.01	2.00	2.00	2.00	2.00
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	1	002.003.004.0	BT7				1.39	1.39	1.41	1.41	1.41	1.41
C1	C12	BT	220	M	3	10	1	1	002.003.004.0	BT7	EN	3	MET	1.03	1.03	1.09	1.09	1.09	1.09
C1	C12	BT	220	M	3	10	1	1	002.003.004.0	BT7	EM	3	MET	1.24	1.24	1.30	1.30	1.30	1.30
C1	C12	BT	220	M	3	10	1	1	002.003.004.0	BT7	EN	3	MET	1.06	1.06	1.12	1.12	1.12	1.12
C1	C12	BT	220	M	3	10	1	1	002.003.004.0	BT7	EM	3	MET	1.27	1.27	1.33	1.33	1.33	1.33
C1	C12	BT	220	M	3	10	1	1	002.003.004.0	BT7				0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
C1	C12	BT	220	M	3	10	1	1	002.003.004.0	BT7				1.53	1.53	1.55	1.55	1.55	1.55
C1	C12	BT	220	M	3	10	1	1	002.003.004.0	BT7				2.04	2.04	2.00	2.00	2.00	2.00
C1	C12	BT	220	M	3	10	1	1	002.003.004.0	BT7				2.58	2.58	2.63	2.63	2.63	2.63
C2	C21	BT	220	T	0	10	1	1	002.003.004.0	BT7	EN	2	MET	1.46	1.46	1.53	1.53	1.53	1.53
C2	C21	BT	220	T	0	10	1	1	002.003.004.0	BT7	EM	2	MET	1.59	1.59	1.65	1.65	1.65	1.65
C2	C21	BT	220	T	0	10	1	1	002.003.004.0	BT7				0.66	0.66	0.67	0.67	0.67	0.67
C2	C21	BT	220	T	0	10	1	1	002.003.004.0	BT7				3.06	3.06	3.09	3.09	3.09	3.09
C2	C22	BT	220	T	10	20	1	1	002.003.004.0	BT7				2.61	2.61	2.63	2.63	2.63	2.63
C2	C22	BT	220	T	10	20	1	1	002.003.004.0	BT7	EN	2	MET	1.46	1.46	1.53	1.53	1.53	1.53
C2	C22	BT	220	T	10	20	1	1	002.003.004.0	BT7	EM	2	MET	1.59	1.59	1.65	1.65	1.65	1.65
C2	C22	BT	220	T	10	20	1	1	002.003.004.0	BT7				0.66	0.66	0.67	0.67	0.67	0.67
C2	C22	BT	220	T	10	20	1	1	002.003.004.0	BT7				3.12	3.12	3.13	3.13	3.13	3.13
C3	C31	BT	220	T	20	50	1	1	002.003.004.0	BT7				4.23	4.23	4.12	4.12	4.12	4.12
C3	C31	BT	220	T	20	50	1	1	002.003.004.0	BT7				4.23	4.23	4.12	4.12	4.12	4.12
C3	C31	BT	220	T	20	50	1	1	002.003.004.0	BT7				4.23	4.23	4.12	4.12	4.12	4.12
C4	C41	BT	220	T	50	75	1	1	002.003.004.0	BT7				4.26	4.26	4.33	4.33	4.33	4.33
C4	C42	BT	220	T	75	150	1	1	002.003.004.0	BT7				0.00	0.00	4.83	4.83	4.83	4.83
C4	C43	BT	220	T	150	225	1	1	002.003.004.0	BT7				0.00	0.00	5.05	5.05	5.05	5.05
C4	C44	BT	220	T	225	300	1	1	002.003.004.0	BT7				0.00	0.00	5.21	5.21	5.21	5.21
C2	C21	BT	380	T	0	10	1	1	002.003.004.0	BT7				2.48	2.58	2.66	2.66	2.66	2.66
C2	C21	BT	380	T	0	10	1	1	002.003.004.0	BT7	EN	2	MET	1.44	1.44	1.53	1.53	1.53	1.53
C2	C21	BT	380	T	0	10	1	1	002.003.004.0	BT7	EM	2	MET	1.59	1.59	1.65	1.65	1.65	1.65
C2	C21	BT	380	T	0	10	1	1	002.003.004.0	BT7				0.66	0.66	0.70	0.70	0.70	0.70
C2	C21	BT	380	T	0	10	1	1	002.003.004.0	BT7				3.09	3.09	3.13	3.13	3.13	3.13
C2	C22	BT	380	T	10	20	1	1	002.003.004.0	BT7				2.61	2.63	2.66	2.66	2.66	2.66
C2	C22	BT	380	T	10	20	1	1	002.003.004.0	BT7	EN	2	MET	1.49	1.50	1.56	1.56	1.56	1.56
C2	C22	BT	380	T	10	20	1	1	002.003.004.0	BT7	EM	2	MET	1.62	1.63	1.68	1.68	1.68	1.68
C2	C22	BT	380	T	10	20	1	1	002.003.004.0	BT7				0.66	0.66	0.70	0.70	0.70	0.70
C2	C22	BT	380	T	10	20	1	1	002.003.004.0	BT7				3.12	3.14	3.16	3.16	3.16	3.16
C2	C22	BT	380	T	10	20	1	1	002.003.004.0	BT7				4.17	4.17	4.08	4.08	4.08	4.08
C3	C31	BT	380	T	20	50	1	1	002.003.004.0	BT7				4.17	4.05	4.08	4.08	4.08	4.08
C3	C31	BT	380	T	20	50	1	1	002.003.004.0	BT7				4.17	4.05	4.08	4.08	4.08	4.08
C4	C41	BT	380	T	50	75	1	1	002.003.004.0	BT7				4.39	4.00	4.18	4.18	4.18	4.18
C4	C42	BT	380	T	75	150	1	1	002.003.004.0	BT7				0.00	0.00	4.46	4.46	4.46	4.46
C4	C43	BT	380	T	150	225	1	1	002.003.004.0	BT7				0.00	0.00	4.95	4.95	4.95	4.95
C4	C44	BT	380	T	225	300	1	1	002.003.004.0	BT7				0.00	0.00	5.14	5.14	5.14	5.14

CONEXIONES EN MEDIA TENSION - Nuevos Soles

Tipo	Subtipo	Tipo	Nivel	Fases	Potencia	Potencia	# De	# A	Zona Tipica	Opción	Principi	Hilos	Caja	Aérea	
														PMI	Celda
C5	C51	MT	10600	T	0	100	1	1	002.003.004.0	MT2,MT3,MT4				15.21	22.14
C5	C52	MT	10600	T	100	400	1	1	002.003.004.0	MT2,MT3,MT4				15.51	21.65
C5	C53	MT	10600	T	400	700	1	1	002.003.004.0	MT2,MT3,MT4				15.48	21.45
C5	C54	MT	10600	T	700	1000	1	1	002.003.004.0	MT2,MT3,MT4				15.57	21.25
C5	C55	MT	10600	T	1000	2500	1	1	002.003.004.0	MT2,MT3,MT4				16.79	22.13
C5	C51	MT	13000	T	0	100	1	1	002.003.004.0	MT2,MT3,MT4				15.54	24.01
C5	C52	MT	13000	T	100	400	1	1	002.003.004.0	MT2,MT3,MT4				15.54	23.35
C5	C53	MT	13000	T	400	700	1	1	002.003.004.0	MT2,MT3,MT4				15.64	23.09
C5	C54	MT	13000	T	700	1000	1	1	002.003.004.0	MT2,MT3,MT4				15.64	23.09
C5	C55	MT	13000	T	1000	2500	1	1	002.003.004.0	MT2,MT3,MT4				16.43	23.71
C5	C51	MT	23000	T	0	100	1	1	002.003.004.0	MT2,MT3,MT4				16.56	26.40
C5	C52	MT	23000	T	100	400	1	1	002.003.004.0	MT2,MT3,MT4				16.56	26.40
C5	C53	MT	23000	T	400	700	1	1	002.003.004.0	MT2,MT3,MT4				16.74	27.18
C5	C54	MT	23000	T	700	1000	1	1	002.003.004.0	MT2,MT3,MT4				16.79	26.98
C5	C55	MT	23000	T	1000	2500	1	1	002.003.004.0	MT2,MT3,MT4				17.89	27.01

CONEXIONES EN BAJA TENSION Sectores tipicos 4,5,0 y 5&K

Tipo	Subtipo	Tipo	Nivel	Fases	Potencia	Potencia	# De	# A	Zona Tipica	Opción	Principi	Hilos	Caja	Aérea		Subterránea	
														Simple	Doble	Simple	Doble
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	1	004.005.006	B5C,B5D,B5E	EN	2	MET	1.06	1.06		
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	1	004.005.006	B5C,B5D,B5E	EM	2	MET	1.27	1.27		
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	1	004.005.006	B5C,B5D,B5E	EN	3	MET	1.10	1.10		
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	1	004.005.006	B5C,B5D,B5E	EM	3	MET	1.31	1.31		
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	1	004.005.006	BT7				1.53	1.53		
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	1	004.005.006	BT7				2.04	2.04		

CONEXIONES EN BAJA TENSION (múltiples 220 v (Con 03 o mas usuarios)

Tipo	Subtipo	Tipo	Nivel	Fases	Potencia	Potencia	# De	# A	Zona Tipica	Opción	Principi	Hilos	Caja	Aérea(1)		Subterránea		Mixta	
														Simple	Doble	Simple	Doble	Simple	Doble
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	99	002.003.004.0	B5C,B5D,B5E	EN	2	MET	1.06		1.02		1.02	
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	99	002.003.004.0	B5C,B5D,B5E	EM	2	MET	1.27		1.23		1.23	
C1	C11	BT	220	M	0	3	1	99	002.003.004.0	B5C,B5D,B5E	EN	3	MET	1.06		1.02			

Tabla 33: Datos historicos ucsm

MES	EAHP ²⁰	EAFHP ²¹	ER ²²	ENERGIA APARENTE	PRECIO UNITARIO E. APARENTE	S/
Ene-11	8120.00	45017.80	19438.50	56581.63	0.28	15632.20
Feb-11	6243.50	30453.60	10698.10	38224.68	0.29	11021.00
Mar-11	15725.30	61964.20	27113.40	82284.84	0.25	20428.20
Abr-11	15716.60	64536.50	29447.00	85485.00	0.25	21299.10
May-11	18048.50	71409.50	33531.10	95535.69	0.24	22555.60
Jun-11	17165.30	69488.80	32220.40	92450.46	0.24	22176.90
Jul-11	11525.60	53097.90	21918.70	68239.48	0.27	18282.50
Ago-11	16235.10	62487.50	28697.20	83790.08	0.25	21248.40
Set-11	19751.60	75129.80	35595.50	101338.64	0.25	24875.20
Oct-11	18248.30	75822.10	35637.30	100594.52	0.24	24524.90
Nov-11	18989.30	75454.40	36045.00	101088.35	0.25	24832.50
Dic-11	12868.10	57902.50	27251.60	75836.19	0.27	20161.50
Ene-12	8250.24	48310.74	18309.30	59450.61	0.28	16797.90
Feb-12	7055.52	40064.58	14359.56	49259.52	0.30	14851.40
Mar-12	14331.24	62411.28	27764.58	81610.58	0.28	22480.00
Abr-12	16651.06	72437.22	31014.66	94332.55	0.27	25498.80
May-12	19737.24	81304.80	36271.20	107354.99	0.26	27914.60
Jun-12	18336.54	78517.74	34632.36	102859.87	0.26	26316.30
Jul-12	14150.34	65100.48	27913.80	84023.05	0.27	22323.60
Ago-12	13982.22	63604.62	26879.28	82110.98	0.28	23243.30
Set-12	17565.36	74572.32	33171.30	97926.95	0.27	26150.20
Oct-12	19986.12	83629.56	38535.60	110549.54	0.26	28342.80
Nov-12	19302.18	78822.72	35658.18	104403.07	0.26	27303.20
Dic-12	13413.00	63202.74	29224.08	82000.11	0.28	22857.40
Ene-13	9267.78	51368.10	19719.12	63761.69	0.29	18194.30
Feb-13	7624.14	37222.98	12651.06	46597.35	0.31	14425.20
Mar-13	14887.68	68830.32	27822.18	88220.05	0.28	24808.20
Abr-13	19325.10	82700.04	36501.36	108358.10	0.16	17544.50
May-13	19072.62	86989.74	39583.74	113208.20	0.24	27429.10
Jun-13	16793.58	80712.90	36275.76	104035.78	0.25	26403.20
Jul-13	12368.52	60148.32	25253.10	76788.09	0.27	20577.30
Ago-13	13746.36	66369.06	27818.76	84807.81	0.28	23827.20
Set-13	16384.14	75188.94	33580.56	97536.06	0.27	25952.00
Oct-13	18434.88	84791.28	39262.32	110440.80	0.26	28685.80
Nov-13	17607.24	78948.96	35922.66	103022.02	0.27	27367.80
Dic-13	13443.12	65679.00	29547.48	84459.24	0.28	23800.30
Ene-14	9342.60	54213.30	20799.18	66872.70	0.28	19054.70
Feb-14	7846.68	37258.62	10725.48	46362.96	0.33	15295.90
Mar-14	15407.22	73171.38	29380.74	93324.15	0.28	25907.80
Abr-14	15690.84	76787.40	31564.50	97716.64	0.30	28960.40

²⁰ EAHP: Energía activa hora punta

²¹ EAFHP: Energía activa fuera hora punta

²² ER: Energía reactiva

May-14	16405.92	82688.58	33715.98	104673.24	0.30	31914.30
Jun-14	16008.54	79926.78	33299.46	101550.18	0.31	31361.00
Jul-14	11819.64	61264.26	23968.68	76913.94	0.34	26023.40
Ago-14	12695.76	64973.04	25928.10	81882.29	0.32	26226.30
Set-14	16229.88	81777.18	35679.48	104299.61	0.29	30145.00
Oct-14	16173.18	79661.58	35101.20	102060.74	0.30	30558.30
Nov-14	15938.94	78813.84	34056.54	100687.32	0.30	29982.70
Dic-14	12589.44	63225.92	5499.25	76014.54	0.34	25832.70
Ene-15	7956.06	46579.74	14998.14	56560.57	0.35	20041.90
Feb-15	6810.30	35493.00	9237.42	43300.11	0.38	16312.30
Mar-15	14157.54	73977.24	29515.26	92945.63	0.33	30261.90
Abr-15	15761.76	82596.40	34096.14	104100.31	0.32	33398.80
May-15	14424.54	77255.15	32247.12	97185.61	0.35	33595.70
Jun-15	16231.38	85915.34	37074.90	108666.93	0.33	36362.70
Jul-15	11494.80	66014.28	26819.76	82018.03	0.39	31579.10
Ago-15	12914.16	71434.08	29160.78	89246.72	0.36	32285.50
Set-15	15099.24	77688.70	32564.82	98336.51	0.35	34449.50
Oct-15	15978.56	81844.08	32736.42	103154.94	0.35	36012.70
Nov-15	15304.08	79917.42	27073.44	98995.48	0.35	35026.30
Dic-15	11252.82	61895.88	18103.98	75355.73	0.39	29373.40

Fuente: UCSM

Elaboración: Propia

Tabla 34: Método mínimo cuadrados para línea de tendencia de costos en soles

MES	ENERGIA SOLES	INDICE ESTACIONAL	COSTO DESESTACIONALIZADO	X	XY	X2
Ene-11	15632.20	0.74324005	21032.505	-59	-1240917.8	3481
Feb-11	11021.00	0.60471415	18225.14	-57	-1038832.98	3249
Mar-11	20428.20	1.00600152	20306.3312	-55	-1116848.21	3025
Abr-11	21299.10	1.09591291	19435.0298	-53	-1030056.58	2809
May-11	22555.60	1.18238415	19076.3721	-51	-972894.979	2601
Jun-11	22176.90	1.14913571	19298.765	-49	-945639.486	2401
Jul-11	18282.50	0.90766807	20142.2751	-47	-946686.928	2209
Ago-11	21248.40	0.99240699	21410.9738	-45	-963493.82	2025
Set-11	24875.20	1.10243703	22563.8284	-43	-970244.623	1849
Oct-11	24524.90	1.16565891	21039.5166	-41	-862620.183	1681
Nov-11	24832.50	1.11963398	22179.1233	-39	-864985.808	1521
Dic-11	20161.50	0.93080655	21660.2472	-37	-801429.147	1369
Ene-12	16797.90	0.74324005	22600.9082	-35	-791031.786	1225
Feb-12	14851.40	0.60471415	24559.3725	-33	-810459.294	1089
Mar-12	22480.00	1.00600152	22345.8907	-31	-692722.612	961
Abr-12	25498.80	1.09591291	23267.1774	-29	-674748.144	841
May-12	27914.60	1.18238415	23608.7401	-27	-637435.982	729
Jun-12	26316.30	1.14913571	22900.9505	-25	-572523.763	625
Jul-12	22323.60	0.90766807	24594.4533	-23	-565672.425	529
Ago-12	23243.30	0.99240699	23421.137	-21	-491843.877	441
Set-12	26150.20	1.10243703	23720.3571	-19	-450686.784	361

Oct-12	28342.80	1.16565891	24314.8316	-17	-413352.136	289
Nov-12	27303.20	1.11963398	24385.8266	-15	-365787.399	225
Dic-12	22857.40	0.93080655	24556.5526	-13	-319235.183	169
Ene-13	18194.30	0.74324005	24479.709	-11	-269276.799	121
Feb-13	14425.20	0.60471415	23854.5767	-9	-214691.19	81
Mar-13	24808.20	1.00600152	24660.2013	-7	-172621.409	49
Abr-13	17544.50	1.09591291	16009.0276	-5	-80045.1381	25
May-13	27429.10	1.18238415	23198.129	-3	-69594.3871	9
Jun-13	26403.20	1.14913571	22976.5726	-1	-22976.5726	1
Jul-13	20577.30	0.90766807	22670.5121	1	22670.5121	1
Ago-13	23827.20	0.99240699	24009.5045	3	72028.5134	9
Set-13	25952.00	1.10243703	23540.5736	5	117702.868	25
Oct-13	28685.80	1.16565891	24609.0857	7	172263.6	49
Nov-13	27367.80	1.11963398	24443.524	9	219991.716	81
Dic-13	23800.30	0.93080655	25569.545	11	281264.995	121
Ene-14	19054.70	0.74324005	25637.343	13	333285.46	169
Feb-14	15295.90	0.60471415	25294.4306	15	379416.459	225
Mar-14	25907.80	1.00600152	25753.2414	17	437805.104	289
Abr-14	28960.40	1.09591291	26425.8225	19	502090.628	361
May-14	31914.30	1.18238415	26991.4816	21	566821.114	441
Jun-14	31361.00	1.14913571	27290.9455	23	627691.747	529
Jul-14	26023.40	0.90766807	28670.6129	25	716765.323	625
Ago-14	26226.30	0.99240699	26426.9602	27	713527.926	729
Set-14	30145.00	1.10243703	27343.9654	29	792974.997	841
Oct-14	30558.30	1.16565891	26215.4733	31	812679.673	961
Nov-14	29982.70	1.11963398	26779.0194	33	883707.641	1089
Dic-14	25832.70	0.93080655	27753.0277	35	971355.97	1225
Ene-15	20041.90	0.74324005	26965.5815	37	997726.515	1369
Feb-15	16312.30	0.60471415	26975.2247	39	1052033.76	1521
Mar-15	30261.90	1.00600152	30081.3661	41	1233336.01	1681
Abr-15	33398.80	1.09591291	30475.7794	43	1310458.51	1849
May-15	33595.70	1.18238415	28413.5237	45	1278608.57	2025
Jun-15	36362.70	1.14913571	31643.5211	47	1487245.49	2209
Jul-15	31579.10	0.90766807	34791.4628	49	1704781.68	2401
Ago-15	32285.50	0.99240699	32532.5198	51	1659158.51	2601
Set-15	34449.50	1.10243703	31248.4968	53	1656170.33	2809
Oct-15	36012.70	1.16565891	30894.7152	55	1699209.34	3025
Nov-15	35026.30	1.11963398	31283.7059	57	1783171.23	3249
Dic-15	29373.40	0.93080655	31556.933	59	1861859.05	3481

TOTAL	1498112.42	0	6978447.82	71980
-------	------------	---	------------	-------

y	=	24968.54	+	96.9498169	t
---	---	----------	---	------------	---

Fuente: UCSM

Elaboración: Propia

Tabla 35: Método mínimo cuadrados para línea de tendencia de energía aparente

MES	ENERGIA APARENTE	indice estacional	energia desetacionalizada (Y)	X	XY	X2
Ene-11	56581.6319	0.69922963	80919.9575	-59	-4774277.49	3481
Feb-11	38224.6843	0.52025596	73472.8421	-57	-4187952	3249
Mar-11	82284.8399	1.01474124	81089.4801	-55	-4459921.41	3025
Abr-11	85485.0038	1.15188302	74213.2685	-53	-3933303.23	2809
May-11	95535.6919	1.2067119	79170.2575	-51	-4037683.13	2601
Jun-11	92450.4582	1.16488467	79364.4729	-49	-3888859.17	2401
Jul-11	68239.4766	0.86670695	78734.1977	-47	-3700507.29	2209
Ago-11	83790.0772	0.94204986	88944.4189	-45	-4002498.85	2025
Set-11	101338.639	1.15699284	87587.9569	-43	-3766282.15	1849
Oct-11	100594.519	1.21619871	82712.24	-41	-3391201.84	1681
Nov-11	101088.35	1.16032589	87120.6535	-39	-3397705.49	1521
Dic-11	75836.1888	0.90001932	84260.6229	-37	-3117643.05	1369
Ene-12	59450.6091	0.69922963	85023.0119	-35	-2975805.42	1225
Feb-12	49259.5248	0.52025596	94683.2486	-33	-3124547.2	1089
Mar-12	81610.577	1.01474124	80425.0124	-31	-2493175.38	961
Abr-12	94332.5541	1.15188302	81894.2138	-29	-2374932.2	841
May-12	107354.99	1.2067119	88964.8884	-27	-2402051.99	729
Jun-12	102859.865	1.16488467	88300.471	-25	-2207511.78	625
Jul-12	84023.0486	0.86670695	96945.1651	-23	-2229738.8	529
Ago-12	82110.9824	0.94204986	87162.0347	-21	-1830402.73	441
Set-12	97926.9484	1.15699284	84639.2003	-19	-1608144.8	361
Oct-12	110549.544	1.21619871	90897.6001	-17	-1545259.2	289
Nov-12	104403.074	1.16032589	89977.3714	-15	-1349660.57	225
Dic-12	82000.1126	0.90001932	91109.2801	-13	-1184420.64	169
Ene-13	63761.6941	0.69922963	91188.49	-11	-1003073.39	121
Feb-13	46597.355	0.52025596	89566.21	-9	-806095.89	81
Mar-13	88220.05	1.01474124	86938.4689	-7	-608569.282	49
Abr-13	108358.103	1.15188302	94070.4058	-5	-470352.029	25
May-13	113208.201	1.2067119	93815.4339	-3	-281446.302	9
Jun-13	104035.784	1.16488467	89309.9433	-1	-89309.9433	1
Jul-13	76788.0925	0.86670695	88597.5268	1	88597.5268	1
Ago-13	84807.8058	0.94204986	90024.7531	3	270074.259	9
Set-13	97536.06	1.15699284	84301.3516	5	421506.758	25
Oct-13	110440.798	1.21619871	90808.1858	7	635657.3	49
Nov-13	103022.023	1.16032589	88787.145	9	799084.305	81
Dic-13	84459.2413	0.90001932	93841.5867	11	1032257.45	121
Ene-14	66872.7023	0.69922963	95637.6839	13	1243289.89	169
Feb-14	46362.9595	0.52025596	89115.6711	15	1336735.07	225
Mar-14	93324.1462	1.01474124	91968.4174	17	1563463.1	289
Abr-14	97716.6441	1.15188302	84832.0902	19	1611809.71	361
May-14	104673.24	1.2067119	86742.5275	21	1821593.08	441
Jun-14	101550.183	1.16488467	87176.1688	23	2005051.88	529
Jul-14	76913.9393	0.86670695	88742.7279	25	2218568.2	625
Ago-14	81882.2866	0.94204986	86919.2707	27	2346820.31	729

Set-14	104299.612	1.15699284	90147.1547	29	2614267.49	841
Oct-14	102060.744	1.21619871	83917.8199	31	2601452.42	961
Nov-14	100687.324	1.16032589	86775.0387	33	2863576.28	1089
Dic-14	76014.5418	0.90001932	84458.7887	35	2956057.6	1225
Ene-15	56560.5665	0.69922963	80889.8309	37	2992923.74	1369
Feb-15	43300.1053	0.52025596	83228.4649	39	3245910.13	1521
Mar-15	92945.6294	1.01474124	91595.3993	41	3755411.37	1681
Abr-15	104100.309	1.15188302	90374.029	43	3886083.25	1849
May-15	97185.6075	1.2067119	80537.5396	45	3624189.28	2025
Jun-15	108666.925	1.16488467	93285.5651	47	4384421.56	2209
Jul-15	82018.0286	0.86670695	94631.7879	49	4636957.61	2401
Ago-15	89246.718	0.94204986	94736.7247	51	4831572.96	2601
Set-15	98336.5106	1.15699284	84993.1888	53	4504639.01	2809
Oct-15	103154.942	1.21619871	84817.5069	55	4664962.88	3025
Nov-15	98995.4808	1.16032589	85316.9627	57	4863066.87	3249
Dic-15	75355.7324	0.90001932	83726.794	59	4939880.84	3481

TOTAL	5223428.52	0	3517549.48	71980
-------	------------	---	------------	-------

$$y = 87057.14 + 48.8684285 t$$

Fuente: UCSM

Elaboración: Propia

Tabla 36: Método mínimo cuadrados para línea de tendencia de costos unitario

MES	Energía desetacionalizada (Y)	X	XY	X2
Ene-11	0.28	-59	-16.3003393	3481
Feb-11	0.29	-57	-16.434328	3249
Mar-11	0.25	-55	-13.6544107	3025
Abr-11	0.25	-53	-13.205267	2809
May-11	0.24	-51	-12.0408988	2601
Jun-11	0.24	-49	-11.7540586	2401
Jul-11	0.27	-47	-12.5920881	2209
Ago-11	0.25	-45	-11.4115899	2025
Set-11	0.25	-43	-10.5550421	1849
Oct-11	0.24	-41	-9.99578215	1681
Nov-11	0.25	-39	-9.58040665	1521
Dic-11	0.27	-37	-9.83666917	1369
Ene-12	0.28	-35	-9.88932677	1225
Feb-12	0.30	-33	-9.94926771	1089
Mar-12	0.28	-31	-8.53908924	961
Abr-12	0.27	-29	-7.83891846	841
May-12	0.26	-27	-7.02057913	729
Jun-12	0.26	-25	-6.39615361	625
Jul-12	0.27	-23	-6.11073757	529
Ago-12	0.28	-21	-5.94450688	441

Set-12	0.27	-19	-5.07371881	361
Oct-12	0.26	-17	-4.35847661	289
Nov-12	0.26	-15	-3.92275807	225
Dic-12	0.28	-13	-3.62372917	169
Ene-13	0.29	-11	-3.13883285	121
Feb-13	0.31	-9	-2.78614097	81
Mar-13	0.28	-7	-1.96845728	49
Abr-13	0.16	-5	-0.80956105	25
May-13	0.24	-3	-0.72686695	9
Jun-13	0.25	-1	-0.2537896	1
Jul-13	0.27	1	0.26797514	1
Ago-13	0.28	3	0.84286581	9
Set-13	0.27	5	1.33037976	25
Oct-13	0.26	7	1.81817411	49
Nov-13	0.27	9	2.39084996	81
Dic-13	0.28	11	3.09975908	121
Ene-14	0.28	13	3.70421848	169
Feb-14	0.33	15	4.94874578	225
Mar-14	0.28	17	4.71938526	289
Abr-14	0.30	19	5.63105298	361
May-14	0.30	21	6.40278545	441
Jun-14	0.31	23	7.10292172	529
Jul-14	0.34	25	8.45860979	625
Ago-14	0.32	27	8.64790334	729
Set-14	0.29	29	8.38167067	841
Oct-14	0.30	31	9.28179889	961
Nov-14	0.30	33	9.82674938	1089
Dic-14	0.34	35	11.8943623	1225
Ene-15	0.35	37	13.1107297	1369
Feb-15	0.38	39	14.6923361	1521
Mar-15	0.33	41	13.349072	1681
Abr-15	0.32	43	13.795813	1849
May-15	0.35	45	15.5558682	2025
Jun-15	0.33	47	15.7273881	2209
Jul-15	0.39	49	18.8662899	2401
Ago-15	0.36	51	18.4495356	2601
Set-15	0.35	53	18.5670967	2809
Oct-15	0.35	55	19.2011983	3025
Nov-15	0.35	57	20.1675782	3249
Dic-15	0.39	59	22.9979929	3481
TOTAL	17.4095782	0	67.5193152	71980

$$y = 0.29016 + 0.00093803 t$$

Fuente: UCSM

Elaboración: Propia

Tabla 37: Método mínimo cuadrados para línea de tendencia de consumo watts

MES	ENERGIA APARENTE	Índice estacional	Energía desestacionalizada (Y)	X	XY	X2
Ene-11	53137.80	0.70675037	75186.0947	-59	-4435979.59	3481
Feb-11	36697.10	0.5338064	68746.0841	-57	-3918526.8	3249
Mar-11	77689.50	1.0210637	76086.8301	-55	-4184775.65	3025
Abr-11	80253.10	1.13674181	70599.233	-53	-3741759.35	2809
May-11	89458.00	1.20731676	74096.5443	-51	-3778923.76	2601
Jun-11	86654.10	1.16232507	74552.3797	-49	-3653066.61	2401
Jul-11	64623.50	0.86807337	74444.7444	-47	-3498902.99	2209
Ago-11	78722.60	0.94255881	83520.0935	-45	-3758404.21	2025
Set-11	94881.40	1.14901228	82576.4894	-43	-3550789.04	1849
Oct-11	94070.40	1.20877219	77823.1007	-41	-3190747.13	1681
Nov-11	94443.70	1.15309821	81904.2982	-39	-3194267.63	1521
Dic-11	70770.60	0.91048103	77728.8027	-37	-2875965.7	1369
Ene-12	56560.98	0.70675037	80029.6436	-35	-2801037.53	1225
Feb-12	47120.10	0.5338064	88271.8896	-33	-2912972.36	1089
Mar-12	76742.52	1.0210637	75159.3855	-31	-2329940.95	961
Abr-12	89088.28	1.13674181	78371.6048	-29	-2272776.54	841
May-12	101042.04	1.20731676	83691.4082	-27	-2259668.02	729
Jun-12	96854.28	1.16232507	83328.0486	-25	-2083201.22	625
Jul-12	79250.82	0.86807337	91295.0712	-23	-2099786.64	529
Ago-12	77586.84	0.94255881	82315.1183	-21	-1728617.48	441
Set-12	92137.68	1.14901228	80188.595	-19	-1523583.3	361
Oct-12	103615.68	1.20877219	85719.7747	-17	-1457236.17	289
Nov-12	98124.90	1.15309821	85096.7409	-15	-1276451.11	225
Dic-12	76615.74	0.91048103	84148.64	-13	-1093932.32	169
Ene-13	60635.88	0.70675037	85795.3287	-11	-943748.615	121
Feb-13	44847.12	0.5338064	84013.829	-9	-756124.461	81
Mar-13	83718.00	1.0210637	81990.9671	-7	-573936.77	49
Abr-13	102025.14	1.13674181	89752.2541	-5	-448761.271	25
May-13	106062.36	1.20731676	87849.6541	-3	-263548.962	9
Jun-13	97506.48	1.16232507	83889.1653	-1	-83889.1653	1
Jul-13	72516.84	0.86807337	83537.6855	1	83537.6855	1
Ago-13	80115.42	0.94255881	84997.7944	3	254993.383	9
Set-13	91573.08	1.14901228	79697.2164	5	398486.082	25
Oct-13	103226.16	1.20877219	85397.5304	7	597782.713	49
Nov-13	96556.20	1.15309821	83736.3191	9	753626.872	81
Dic-13	79122.12	0.91048103	86901.4486	11	955915.934	121
Ene-14	63555.90	0.70675037	89926.9431	13	1169050.26	169
Feb-14	45105.30	0.5338064	84497.4875	15	1267462.31	225
Mar-14	88578.60	1.0210637	86751.297	17	1474772.05	289
Abr-14	92478.24	1.13674181	81353.7771	19	1545721.77	361
May-14	99094.50	1.20731676	82078.2938	21	1723644.17	441
Jun-14	95935.32	1.16232507	82537.4264	23	1898360.81	529
Jul-14	73083.90	0.86807337	84190.9252	25	2104773.13	625
Ago-14	77668.80	0.94255881	82402.0731	27	2224855.97	729

Set-14	98007.06	1.14901228	85296.791	29	2473606.94	841
Oct-14	95834.76	1.20877219	79282.7306	31	2457764.65	961
Nov-14	94752.78	1.15309821	82172.3413	33	2711687.26	1089
Dic-14	75815.36	0.91048103	83269.5662	35	2914434.82	1225
Ene-15	54535.80	0.70675037	77164.1623	37	2855074	1369
Feb-15	42303.30	0.5338064	79248.3935	39	3090687.35	1521
Mar-15	88134.78	1.0210637	86316.6326	41	3538981.94	1681
Abr-15	98358.16	1.13674181	86526.3853	43	3720634.57	1849
May-15	91679.69	1.20731676	75936.7325	45	3417152.96	2025
Jun-15	102146.72	1.16232507	87881.3704	47	4130424.41	2209
Jul-15	77509.08	0.86807337	89288.6279	49	4375142.77	2401
Ago-15	84348.24	0.94255881	89488.5699	51	4563917.06	2601
Set-15	92787.94	1.14901228	80754.5245	53	4279989.8	2809
Oct-15	97822.64	1.20877219	80927.2754	55	4451000.14	3025
Nov-15	95221.50	1.15309821	82578.8288	57	4706993.24	3249
Dic-15	73148.70	0.91048103	80340.7188	59	4740102.41	3481

TOTAL	4932651.68	0	4189256.12	71980
-------	------------	---	------------	-------

y	=	82210.86	+	58.2002795	t
---	---	----------	---	------------	---

Fuente: UCSM

Elaboración: Propia

Tabla 38: Proyecciones

MES	PROY ENERGIA APARENTE	PROY PRECIO UNITARIO	PROY WATTS	PROY SOLES	PROY SOLES + PAB NUEVO	AHORRO POR CAMBIO A LED EN SOLES	COSTO ENERGIA NOCHE EN SOLES
Ene-16	62957.32	0.35	60611.67	22953.10	25140.53	6580.7	3407.6
Feb-16	46893.72	0.35	45841.95	18792.33	20583.23	5387.8	2789.9
Mar-16	91563.75	0.35	87805.23	31457.95	34455.89	9019.0	4670.2
Abr-16	104051.12	0.35	97885.16	34482.00	37768.13	9886.0	5119.2
May-16	109121.83	0.35	104102.92	37432.01	40999.28	10731.8	5557.1
Jun-16	105453.28	0.36	100358.73	36602.24	40090.44	10493.9	5433.9
Jul-16	78544.92	0.36	75053.17	29087.02	31859.01	8339.2	4318.2
Ago-16	85464.91	0.36	81602.86	31994.98	35044.10	9173.0	4749.9
Set-16	105078.10	0.36	99610.50	35756.09	39163.64	10251.3	5308.3
Oct-16	110574.05	0.36	104931.92	38032.62	41657.13	10904.0	5646.3
Nov-16	105607.62	0.37	100233.16	36748.04	40250.13	10535.7	5455.6
Dic-16	82003.66	0.37	79249.62	30730.93	33659.58	8810.6	4562.3
Ene-17	63777.40	0.37	61598.87	24682.46	27034.70	7076.5	3664.3
Feb-17	47503.89	0.37	46587.57	20199.37	22124.37	5791.2	2998.8
Mar-17	92753.88	0.37	89231.46	33798.71	37019.72	9690.1	5017.7
Abr-17	105402.10	0.38	99472.96	37031.96	40561.11	10617.1	5497.7
May-17	110537.11	0.38	105789.31	40183.18	44012.63	11520.5	5965.6
Jun-17	106819.51	0.38	101982.27	39276.05	43019.06	11260.4	5830.9

Jul-17	79561.43	0.38	76265.70	31198.98	34172.24	8944.7	4631.8
Ago-17	86569.78	0.38	82919.43	34304.11	37573.29	9835.0	5092.8
Set-17	106435.07	0.38	101215.45	38321.23	41973.24	10986.7	5689.1
Oct-17	112000.46	0.39	106620.34	40744.87	44627.86	11681.6	6048.9
Nov-17	106968.50	0.39	101843.81	39353.20	43103.56	11282.6	5842.3
Dic-17	83059.24	0.39	80521.39	32896.72	36031.78	9431.5	4883.8
Ene-18	64597.49	0.39	62586.06	26411.83	28928.88	7572.3	3921.1
Feb-18	48114.07	0.39	47333.20	21606.42	23665.51	6194.6	3207.7
Mar-18	93944.01	0.40	90657.69	36139.47	39583.56	10361.2	5365.2
Abr-18	106753.08	0.40	101060.77	39581.93	43354.09	11348.1	5876.3
May-18	111952.39	0.40	107475.69	42934.34	47025.98	12309.3	6374.0
Jun-18	108185.73	0.40	103605.81	41949.85	45947.67	12027.0	6227.8
Jul-18	80577.94	0.40	77478.23	33310.94	36485.47	9550.2	4945.3
Ago-18	87674.66	0.41	84236.01	36613.24	40102.48	10497.0	5435.6
Set-18	107792.04	0.41	102820.39	40886.38	44782.85	11722.1	6069.9
Oct-18	113426.87	0.41	108308.76	43457.12	47598.59	12459.2	6451.6
Nov-18	108329.38	0.41	103454.47	41958.36	45956.99	12029.5	6229.1
Dic-18	84114.82	0.41	81793.15	35062.52	38403.98	10052.4	5205.3
Ene-19	65417.58	0.41	63573.25	28141.20	30823.05	8068.1	4177.8
Feb-19	48724.25	0.42	48078.82	23013.46	25206.65	6598.0	3416.6
Mar-19	95134.14	0.42	92083.91	38480.23	42147.39	11032.3	5712.7
Abr-19	108104.05	0.42	102648.58	42131.89	46147.06	12079.2	6254.9
May-19	113367.68	0.42	109162.08	45685.51	50039.34	13098.0	6782.4
Jun-19	109551.96	0.42	105229.36	44623.66	48876.29	12793.6	6624.8
Jul-19	81594.45	0.43	78690.77	35422.89	38798.70	10155.7	5258.8
Ago-19	88779.53	0.43	85552.58	38922.36	42631.67	11159.0	5778.4
Set-19	109149.01	0.43	104425.34	43451.52	47592.45	12457.6	6450.8
Oct-19	114853.28	0.43	109997.19	46169.37	50569.32	13236.8	6854.3
Nov-19	109690.26	0.43	105065.13	44563.52	48810.42	12776.4	6615.9
Dic-19	85170.40	0.44	83064.92	37228.32	40776.18	10673.4	5526.9
Ene-20	66237.66	0.44	64560.45	29870.57	32717.23	8563.9	4434.6
Feb-20	49334.43	0.44	48824.45	24420.51	26747.79	7001.4	3625.4
Mar-20	96324.27	0.44	93510.14	40820.99	44711.23	11703.4	6060.2
Abr-20	109455.03	0.44	104236.39	44681.86	48940.04	12810.3	6633.4
May-20	114782.96	0.44	110848.47	48436.67	53052.69	13886.8	7190.9
Jun-20	110918.19	0.45	106852.90	47297.46	51804.91	13560.2	7021.7
Jul-20	82610.96	0.45	79903.30	37534.85	41111.92	10761.2	5572.4
Ago-20	89884.41	0.45	86869.15	41231.49	45160.85	11821.1	6121.2
Set-20	110505.98	0.45	106030.29	46016.67	50402.06	13193.0	6831.6
Oct-20	116279.68	0.45	111685.61	48881.62	53540.04	14014.4	7256.9
Nov-20	111051.14	0.46	106675.78	47168.68	51663.85	13523.3	7002.6
Dic-20	86225.98	0.46	84336.68	39394.11	43148.37	11294.3	5848.4
Ene-21	67057.75	0.46	65547.64	31599.93	34611.41	9059.7	4691.3
Feb-21	49944.61	0.46	49570.07	25827.56	28288.92	7404.8	3834.3
Mar-21	97514.40	0.46	94936.37	43161.75	47275.06	12374.5	6407.7
Abr-21	110806.01	0.47	105824.20	47231.83	51733.02	13541.4	7012.0
May-21	116198.24	0.47	112534.86	51187.84	56066.04	14675.6	7599.3
Jun-21	112284.41	0.47	108476.45	49971.26	54733.53	14326.8	7418.7
Jul-21	83627.47	0.47	81115.83	39646.81	43425.15	11366.7	5885.9
Ago-21	90989.28	0.47	88185.72	43540.62	47690.04	12483.1	6464.0

Set-21	111862.95	0.47	107635.24	48581.81	53211.66	13928.4	7212.4
Oct-21	117706.09	0.48	113374.03	51593.87	56510.77	14792.0	7659.6
Nov-21	112412.02	0.48	108286.44	49773.84	54517.28	14270.2	7389.4
Dic-21	87281.56	0.48	85608.45	41559.91	45520.57	11915.2	6169.9
Ene-22	67877.84	0.48	66534.84	33329.30	36505.58	9555.5	4948.0
Feb-22	50554.78	0.48	50315.69	27234.60	29830.06	7808.2	4043.2
Mar-22	98704.53	0.49	96362.60	45502.51	49838.90	13045.6	6755.3
Abr-22	112156.98	0.49	107412.01	49781.79	54526.00	14272.4	7390.6
May-22	117613.52	0.49	114221.25	53939.01	59079.39	15464.3	8007.7
Jun-22	113650.64	0.49	110099.99	52645.07	57662.14	15093.3	7815.6
Jul-22	84643.98	0.49	82328.36	41758.77	45738.38	11972.2	6199.5
Ago-22	92094.16	0.50	89502.30	45849.75	50219.23	13145.1	6806.8
Set-22	113219.92	0.50	109240.19	51146.96	56021.26	14663.8	7593.2
Oct-22	119132.50	0.50	115062.45	54306.12	59481.50	15569.6	8062.2
Nov-22	113772.90	0.50	109897.09	52379.00	57370.71	15017.1	7776.1
Dic-22	88337.14	0.50	86880.22	43725.71	47892.77	12536.2	6491.5
Ene-23	68697.92	0.50	67522.03	35058.67	38399.76	10051.3	5204.8
Feb-23	51164.96	0.51	51061.32	28641.65	31371.20	8211.6	4252.1
Mar-23	99894.67	0.51	97788.83	47843.27	52402.73	13716.7	7102.8
Abr-23	113507.96	0.51	108999.82	52331.76	57318.97	15003.5	7769.1
May-23	119028.81	0.51	115907.63	56690.17	62092.75	16253.1	8416.2
Jun-23	115016.86	0.51	111723.53	55318.87	60590.76	15859.9	8212.6
Jul-23	85660.49	0.52	83540.89	43870.73	48051.61	12577.7	6513.0
Ago-23	93199.04	0.52	90818.87	48158.88	52748.42	13807.2	7149.6
Set-23	114576.89	0.52	110845.13	53712.11	58830.87	15399.3	7974.0
Oct-23	120558.91	0.52	116750.87	57018.37	62452.23	16347.2	8464.9
Nov-23	115133.78	0.52	111507.75	54984.16	60224.15	15764.0	8162.9
Dic-23	89392.72	0.53	88151.98	45891.50	50264.96	13157.1	6813.0
Ene-24	69518.01	0.53	68509.22	36788.04	40293.94	10547.1	5461.5
Feb-24	51775.14	0.53	51806.94	30048.70	32912.34	8615.0	4461.0
Mar-24	101084.80	0.53	99215.06	50184.03	54966.56	14387.8	7450.3
Abr-24	114858.94	0.53	110587.62	54881.72	60111.95	15734.6	8147.7
May-24	120444.09	0.53	117594.02	59441.34	65106.10	17041.8	8824.6
Jun-24	116383.09	0.54	113347.08	57992.68	63519.38	16626.5	8609.5
Jul-24	86677.00	0.54	84753.42	45982.68	50364.83	13183.2	6826.5
Ago-24	94303.91	0.54	92135.44	50468.01	55277.61	14469.2	7492.4
Set-24	115933.86	0.54	112450.08	56277.25	61640.47	16134.7	8354.9
Oct-24	121985.32	0.54	118439.29	59730.62	65422.95	17124.8	8867.5
Nov-24	116494.66	0.55	113118.40	57589.31	63077.58	16510.9	8549.6
Dic-24	90448.31	0.55	89423.75	48057.30	52637.16	13778.0	7134.5
Ene-25	70338.09	0.55	69496.42	38517.40	42188.11	11042.9	5718.3
Feb-25	52385.32	0.55	52552.57	31455.74	34453.47	9018.4	4669.9
Mar-25	102274.93	0.55	100641.29	52524.79	57530.40	15058.9	7797.8
Abr-25	116209.92	0.56	112175.43	57431.69	62904.93	16465.7	8526.2
May-25	121859.37	0.56	119280.41	62192.51	68119.45	17830.6	9233.0
Jun-25	117749.32	0.56	114970.62	60666.48	66448.00	17393.1	9006.5
Jul-25	87693.51	0.56	85965.95	48094.64	52678.06	13788.7	7140.1
Ago-25	95408.79	0.56	93452.01	52777.13	57806.79	15131.2	7835.2
Set-25	117290.83	0.57	114055.03	58842.40	64450.08	16870.1	8735.7
Oct-25	123411.73	0.57	120127.71	62442.87	68393.68	17902.4	9270.2

Nov-25	117855.54	0.57	114729.06	60194.47	65931.01	17257.8	8936.4
Dic-25	91503.89	0.57	90695.51	50223.10	55009.36	14399.0	7456.1
Ene-26	71158.18	0.57	70483.61	40246.77	44082.29	11538.7	5975.0
Feb-26	52995.50	0.57	53298.19	32862.79	35994.61	9421.8	4878.8
Mar-26	103465.06	0.58	102067.51	54865.55	60094.23	15730.0	8145.3
Abr-26	117560.89	0.58	113763.24	59981.65	65697.90	17196.7	8904.8
May-26	123274.65	0.58	120966.80	64943.67	71132.80	18619.4	9641.5
Jun-26	119115.54	0.58	116594.16	63340.28	69376.61	18159.7	9403.4
Jul-26	88710.02	0.58	87178.48	50206.60	54991.29	14394.2	7453.6
Ago-26	96513.66	0.59	94768.59	55086.26	60335.98	15793.2	8178.0
Set-26	118647.80	0.59	115659.98	61407.54	67259.68	17605.5	9116.5
Oct-26	124838.14	0.59	121816.13	65155.12	71364.41	18680.0	9672.9
Nov-26	119216.42	0.59	116339.71	62799.63	68784.44	18004.7	9323.2
Dic-26	92559.47	0.59	91967.28	52388.89	57381.55	15019.9	7777.6

Elaboración: Propia



Tabla 39: Costo cambio a luminarias led

TOTALES	CANTIDAD				COSTO SOLES			
	Fluorescentes	Foco Ahorrador	Dicroico	Refletores	Fluorescentes	Foco Ahorrador	Dicroico	Refletores
PABELLÓN CH	178	0	0	0	S/.11,748	S/.0	S/.0	S/.0
PABELLÓN D	242	2	0	0	S/.15,972	S/.132	S/.0	S/.0
PABELLÓN C	276	20	0	0	S/.18,216	S/.1,320	S/.0	S/.0
PABELLÓN B	194	6	0	0	S/.12,804	S/.396	S/.0	S/.0
PABELLÓN A	294	2	0	0	S/.19,404	S/.132	S/.0	S/.0
PABELLÓN E	308	15	0	0	S/.20,328	S/.990	S/.0	S/.0
PABELLÓN F	386	3	30	0	S/.25,476	S/.198	S/.750	S/.0
PABELLÓN G	78	4	40	0	S/.5,148	S/.264	S/.1,000	S/.0
PABELLÓN H	177	0	0	0	S/.11,682	S/.0	S/.0	S/.0
PABELLÓN I	174	0	0	0	S/.11,484	S/.0	S/.0	S/.0
PABELLÓN O	375	2	3	0	S/.24,750	S/.132	S/.75	S/.0
PABELLÓN L	371	0	0	0	S/.24,486	S/.0	S/.0	S/.0
PABELLÓN R	124	0	0	0	S/.8,184	S/.0	S/.0	S/.0
PABELLÓN S	212	57	0	13	S/.13,992	S/.3,762	S/.0	S/.2,327
BIBLIOTECA	314	2	0	0	S/.20,724	S/.132	S/.0	S/.0
POLIDEPORTIVO	314	0	0	40	S/.20,724	S/.0	S/.0	S/.7,160
PABELLÓN NUEVO	592	125	0	0	S/.39,072	S/.8,250	S/.0	S/.0
TOTAL	4609	238	73	53	S/.304,194	S/.15,708	S/.1,825	S/.9,487

Elaboración: Propia

Tabla 40: Dimensionamiento pabellón CH

PABELLON CH de la UCSM

AULA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
12	LUMINARIAS	120	7:15-21:30*	10	6	18	21600	518400
1	COMPUTADORA	10	7:15-21:30*	10	6	100	10000	240000
1	PROYECTOR	10	7:15-21:30*	10	6	200	20000	480000

10 aulas en el pabellón

Se tiene intervalos de horas sin usar entre 11:45-12:00 y 16:45-17:00. Se considera que

* las aulas no son usadas de forma corrida

ZOOM		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
12	LUMINARIAS	12	Aproximado	2	5	18	432	8640
1	COMPUTADORA	1	Aproximado	2	5	100	200	4000
1	PROYECTOR	1	Aproximado	2	5	200	400	8000

BAÑO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
6	FLUORESCENTES	18	16:30-21:30	5	6	18	1620	38880
1	SECADOR	3	Aproximado	2	6	1500	9000	216000

3 baños en el pabellón

EXTERIORES		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
4	FLUORESCENTES EN GRADERIA	4	16:30-21:30	5	6	18	360	8640
6	FLUORESCENTE FUERA DE AULA	24	16:30-21:30	5	6	18	2160	51840
1	CAMARA	1	0:00-23:59	24	7	10	240	6720
1	ASCENSOR	1	Aproximado	1	6	7700	7700	184800

TOTAL	9900	73712	1765920
-------	------	-------	---------

Elaboración: Propia

Tabla 41: Dimensionamiento pabellón D

PABELLON D de la UCSM

AULA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	144	7:15-21:30*	10	6	18	25920	622080
1	COMPUTADORA	18	7:15-21:30*	10	6	100	18000	432000
1	PROYECTOR	18	7:15-21:30*	10	6	200	36000	864000

18 aulas en el pabellón

Se tiene intervalos de horas sin usar entre 11:45-12:00 y 16:45-17:00. Se considera que

* las aulas no son usadas de forma corrida

ZOOM		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
12	FLUORESCENTES	12	Aproximado	2	5	18	432	8640
1	COMPUTADORA	1	Aproximado	2	5	100	200	4000
1	PROYECTOR	1	Aproximado	2	5	200	400	8000

3 zoom en el pabellón

LABORATORIO DE COMPUTO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	16	Aproximado	3	6	18	864	20736
21	COMPUTADORA	42	Aproximado	3	6	100	12600	302400
1	PROYECTOR	2	Aproximado	3	6	200	1200	28800
1	IMPRESORA	2	Aproximado	1	6	110	220	5280

2 laboratorios de computo

BAÑO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
4	FLUORESCENTES	16	16:30-21:30	5	6	18	1440	34560
1	SECADOR	4	Aproximado	2	6	1500	12000	288000

4 baños

EXTERIORES		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
22	FLUORESCENTES EN GRADERIA	22	16:30-21:30	5	6	18	1980	47520
6	FLUORESCENTE FUERA DE AULA	24	16:30-21:30	5	6	18	2160	51840
2	FOCO PATIO	2	16:30-21:30	5	6	18	180	4320
4	CAMARA	4	0:00-23:59	24	7	10	960	26880

QUIOSCO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
4	FLUORESCENTE	8	16:30-21:30	14	6	18	2016	48384

2	EXPENDEDORES DE BEBIDAS	2	0:00-23:59	24	7	312.5	15000	420000
3	FOTOCOPIADORA S	3	Aproximado	2	6	900	5400	129600

2 quioscos

TOTAL	3876.5	136972	3347040
-------	--------	--------	---------

Elaboración: Propia

Tabla 42: Dimensionamiento pabellón C

PABELLON C de la UCSM

AULA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	144	7:15-21:30*	10	6	18	25920	622080
1	COMPUTADORA	18	7:15-21:30*	10	6	100	18000	432000
1	PROYECTOR	18	7:15-21:30*	10	6	200	36000	864000

18 aulas en pabellón

Se tiene intervalos de horas sin usar entre 11:45-12:00 y 16:45-17:00. Se

* considera que las aulas no son usadas de forma corrida

ZOOM		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
14	FLUORESCENTES	70	Aproximado	2	5	18	2520	50400
1	COMPUTADORA	5	Aproximado	2	5	100	1000	20000
1	PROYECTOR	5	Aproximado	2	5	200	2000	40000

5 zoom en el pabellón

BAÑO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
4	FLUORESCENTES	16	16:30-21:30	5	6	18	1440	34560
1	SECADOR	4	Aproximado	2	6	1500	12000	288000

4 baños en el pabellón

EXTERIORES		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
22	FLUORESCENTES EN GRADERIA	22	16:30-21:30	5	6	18	1980	47520
6	FLUORESCENTE FUERA DE AULA	24	16:30-21:30	5	6	18	2160	51840
20	FOCO PATIO	20	16:30-21:30	5	6	18	1800	43200
4	CAMARA	4	0:00-23:59	24	7	10	960	26880

TOTAL	2218	105780	2520480
-------	------	--------	---------

Elaboración: Propia

Tabla 43: Dimensionamiento pabellón B

PABELLON B de la UCSM

AULA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	120	7:15-21:30*	10	6	18	21600	518400
1	COMPUTADORA	15	7:15-21:30*	10	6	100	15000	360000
1	PROYECTOR	15	7:15-21:30*	10	6	200	30000	720000

15 aulas en pabellón

Se tiene intervalos de horas sin usar entre 11:45-12:00 y 16:45-17:00. Se

* considera que las aulas no son usadas de forma corrida

OF. ADMINISTRATIVA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
4	FLUORESCENTES	8	8:30-16:30	8	5	18	1152	23040
2	COMPUTADORA	4	8:30-16:30	8	5	100	3200	64000

2 oficinas
administrativas

BAÑO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
6	FLUORESCENTES	24	16:30-21:30	5	6	18	2160	51840
1	SECADOR	4	Aproximado	2	6	1500	12000	288000

4 baños en el
pabellón

EXTERIORES		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
18	FLUORESCENTES EN GRADERIA	18	16:30-21:30	5	6	18	1620	38880
6	FLUORESCENTE FUERA DE AULA	24	16:30-21:30	5	6	18	2160	51840
6	FOCO PATIO	6	16:30-21:30	5	6	18	540	12960
4	CAMARA	4	0:00-23:59	24	7	10	960	26880
1	ASCENSOR	1	Aproximado	1	6	7700	7700	184800

TOTAL	9718	98092	2340640
-------	------	-------	---------

Elaboración: Propia

Tabla 44: Dimensionamiento pabellón A

PABELLON A de la UCSM

AULA		TOTA L	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	144	7:15-9:30*	10	6	18	25920	622080
1	COMPUTADORA	18	7:15-9:30*	10	6	100	18000	432000
1	PROYECTOR	18	7:15-9:30*	10	6	200	36000	864000

18 aulas en el
pabellón

Se tiene intervalos de horas sin usar entre 11:45-12:00 y 16:45-17:00. Se considera que

* las aulas no son usadas de forma corrida

LABORATORIO DE COMPUTO		TOTA L	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	72	Aproximado	3	6	18	3888	93312
21	COMPUTADORA	189	Aproximado	3	6	100	56700	1360800
1	PROYECTOR	9	Aproximado	3	6	200	5400	129600

9 laboratorios de
computo

BAÑO		TOTA L	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
6	FLUORESCENTES	24	16:30-21:30	5	6	18	2160	51840
1	SECADOR	4	Aproximado	2	6	1500	12000	288000

4 baños en el
pabellón

EXTERIORES		TOTA L	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
22	FLUORESCENTES EN GRADERIA	22	16:30-21:30	5	6	18	1980	47520
8	FLUORESCENTE FUERA DE AULA	32	16:30-21:30	5	6	18	2880	69120
2	FOCO PATIO	2	16:30-21:30	5	6	18	180	4320
4	CAMARA	4	0:00-23:59	24	7	10	960	26880

TOTAL	2218	166068	3989472
-------	------	--------	---------

Elaboración: Propia

Tabla 45: Dimensionamiento pabellón E

PABELLON E de la UCSM

AULA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	80	7:15-9:30*	10	6	18	14400	345600
1	COMPUTADORA	10	7:15-9:30*	10	6	100	10000	240000
1	PROYECTOR	10	7:15-9:30*	10	6	200	20000	480000

18 aulas en el
pabellón

Se tiene intervalos de horas sin usar entre 11:45-12:00 y 16:45-17:00. Se considera que

* las aulas no son usadas de forma corrida

OFICINA ADMINISTRATIVA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
6	FLUORESCENTES	72	8:30-16:30	8	5	18	10368	207360
3	COMPUTADORA	36	8:30-16:30	8	5	100	28800	576000
1	IMPRESORA	12	8:30-16:30	8	5	110	10560	211200

12 oficinas
administrativas

LABORATORIO DE COMPUTO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	16	Aproximado	3	6	18	864	20736
21	COMPUTADORA	42	Aproximado	3	6	100	12600	302400
1	PROYECTOR	2	Aproximado	3	6	200	1200	28800

2 laboratorios de
computo

BAÑO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
6	FLUORESCENTES	24	16:30-21:30	5	6	18	2160	51840
1	SECADOR	4	Aproximado	2	6	1500	12000	288000

4 baños en el
pabellón

OF INFORMATICA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
16	FLUORESCENTES	16	8:30-16:30	8	5	18	2304	46080
14	COMPUTADORA	14	8:30-16:30	8	5	100	11200	224000

VENTANILLA/CAJA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
2	FLUORESCENTES	14	8:30-14:30	7.2	5	18	1814.4	36288
1	COMPUTADORA	7	8:30-14:30	7.2	5	100	5040	100800

7 ventanillas en
tesorería

Lunes, Miércoles y Viernes de 8:30 a 14:30 y
Martes y Jueves de 8:30 a 17:30

LABORATORIO IDIOMAS		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	32	Aproximado	3	6	18	1728	41472
1	COMPUTADORA	4	Aproximado	3	6	100	1200	28800
1	PROYECTOR	4	Aproximado	3	6	200	2400	57600

4 laboratorios de
idiomas

EXTERIORES		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
22	FLUORESCENTES EN GRADERIA	22	4:30-9:30	5	6	18	1980	47520
8	FLUORESCENTE FUERA DE AULA	32	4:30-9:30	5	6	18	2880	69120
15	FOCO PATIO	15	4:30-9:30	5	6	18	1350	32400
4	CAMARA	4	0:00-23:59	24	7	10	960	26880

TOTAL		3000	15580	8.4	3462896
-------	--	------	-------	-----	---------

Elaboración: Propia

Tabla 46: Dimensionamiento pabellón F

PABELLON F de la UCSM

SALA DE PROFESORES ARQUITECTURA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	8	16:30-21:30	5	5	18	720	14400

LABORATORIO ARQ		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
20	FLUORESCENTES	60	Aproximado	3	6	18	3240	77760

3 Laboratorios de
arquitectura

LABORATORIO BIO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
-----------------	--	-------	------------	--	------------------	-------	--------	------------

20	FLUORESCENTES	20	Aproximado	3	6	18	1080	25920
9	MICROSCOPIOS	9	Aproximado	3	6	18.5	499.5	11988

SALA DE COMPUTO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
54	COMPUTADORA S*	54	Aproximado	3	6	100	16200	388800
8	FLUORESCENTES	24	Aproximado	3	6	18	1296	31104

2 SALAS CON 22 COMPUTADORAS Y UNA
* DE 10

LAB QUIMICA Y FISIC		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
32	FLUORESCENTES	192	Aproximado	3	6	18	10368	248832

3 laboratorios de química y 3
laboratorios de física

BAÑO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
6	FLUORESCENTES	36	16:30-21:30	5	6	18	3240	77760
1	SECADOR	6	Aproximado	2	6	1500	18000	432000

6 baños en el
pabellón

LIBRERÍA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
24	LUMINARIAS	24	16:30-21:30	5	6	18	2160	51840
1	COMPUTADORA	1	16:30-21:30	5	6	100	500	12000

AUDITORIO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
30	DICROICOS	30	Aproximado	2	6	18	1080	25920
1	COMPUTADORA	1	Aproximado	2	6	100	200	4800
1	PROYECTOR	1	Aproximado	2	6	200	400	9600
1	SISTEMA DE SONIDO	1	Aproximado	2	6	650	1300	31200

EXTERIORES		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
4	FLUORESCENTES FUER AULA	12	16:30-21:30	5	6	18	1080	25920
10	FLUORESCENTES GRADAS	10	16:30-21:30	5	6	18	900	21600
3	FOCOS PATIO	3	16:30-21:30	5	6	18	270	6480
3	CAMARAS	3	0:00-23:59	24	7	10	720	20160

TOTAL	2876.5	63253.5	1518084
-------	--------	---------	---------

Elaboración: Propia

Tabla 47: Dimensionamiento pabellón G

PABELLON G de la UCSM

AULA DE ARQUITECTURA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
16	FLUORESCENTES	64	Aproximado	3	6	18	3456	82944

4 aulas de
arquitectura

LABORATORIO DE ESTADISTICA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
12	FLUORESCENTES	12	Aproximado	3	6	18	648	15552
29	COMPUTADORAS	29	Aproximado	3	6	100	8700	208800

AUDITORIO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
40	DICROICOS	40	Aproximado	2	6	18	1440	34560
4	FOCOS EXTERIORES	4	Aproximado	2	6	18	144	3456
1	COMPUTADORA	1	Aproximado	2	6	100	200	4800
1	PROYECTOR	1	Aproximado	2	6	200	400	9600
1	SISTEMA DE SONIDO	1	Aproximado	2	6	650	1300	31200

EXTERIORES		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
2	FLUORESCENTES FUERA AULA	2	16:30-21:30	5	6	18	180	4320
3	CAMARAS	3	0:00-23:59	24	7	10	720	20160

TOTAL					1150	17188	415392
-------	--	--	--	--	------	-------	--------

Elaboración: Propia

Tabla 48: Dimensionamiento pabellón H

PABELLON H de la UCSM

LABORATORIO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	120	Aproximado	3	6	18	6480	155520
3	REFRIGERADORA S	45	0:00-23:59	24	7	100	10800	3024000

15 Laboratorios
generales

LABORATORIO DE BIOLOGIA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	16	Aproximado	3	6	18	864	20736
20	MICROSCOPIOS	40	Aproximado	3	6	18.5	2220	53280
1	COMPUTADORA	2	Aproximado	3	6	100	600	14400

2 Laboratorios de
biología en el
pabellon

ALMACEN DE LABORATORIO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
4	FLUORESCENTES	4	16:30-21:30	5	6	18	360	8640
1	COMPUTADORA	1	16:30-21:30	5	6	100	500	12000

OFICINA ADMINISTRATIVA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
6	FLUORESCENTES	6	8:30-16:30	8	5	18	864	17280
3	COMPUTADORA	3	8:30-16:30	8	5	100	2400	48000
1	IMPRESORA	1	8:30-16:30	8	5	110	880	17600

EXTERIORES		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
5	FLUORESCENTES FUER AULA	20	16:30-21:30	5	6	18	1800	43200
11	FLUORESCENTES GRADAS	11	16:30-21:30	5	6	18	990	23760

TOTAL	636.5	125958	3438416
-------	-------	--------	---------

Elaboración: Propia

Tabla 49: Dimensionamiento pabellón I

PABELLON I de la UCSM

LAB DE PSICOLOGIA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
4	FLUORESCENTES	4	Aproximado	3	6	18	216	5184
6	COMPUTADORA	6	Aproximado	3	6	100	1800	43200

LABORATORIOS		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	24	Aproximado	3	6	18	1296	31104

3 Laboratorios generales en el pabellón

LAB DE MICROSCOPICAS		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	16	Aproximado	3	6	18	864	20736
18	MICROSCOPIOS	36	Aproximado	3	6	18.5	1998	47952
1	COMPUTADORA	2	Aproximado	3	6	100	600	14400
1	PROYECTOR	2	Aproximado	3	6	200	1200	28800

2 Laboratorios de microscópicas en el pabellón

BAÑO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
6	FLUORESCENTES	24	16:30-21:30	5	6	18	2160	51840
1	SECADOR	4	Aproximado	2	6	1500	12000	288000

4 Baños

ANFITEATRO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
56	FLUORESCENTES	56	16:30-21:30	5	6	18	5040	120960

EXTERIORES		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
11	FLUORESCENTES EN GRADERIA	22	16:30-21:30	5	6	18	1980	47520
7	FLUORESCENTE FUERA DE AULA	28	16:30-21:30	5	6	18	2520	60480

TOTAL	2044.5	31674	760176
-------	--------	-------	--------

Elaboración: Propia

Tabla 50: Dimensionamiento pabellón O

PABELLON O de la UCSM

AULA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	56	7:15-21:30*	10	6	18	10080	241920
1	COMPUTADORA	7	7:15-21:30*	10	6	100	7000	168000
1	PROYECTOR	7	7:15-21:30*	10	6	200	14000	336000

7 aulas en el pabellón

Se tiene intervalos de horas sin usar entre 11:45-12:00 y 16:45-17:00. Se considera que

* las aulas no son usadas de forma corrida

BAÑO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
6	FLUORESCENTES	24	16:30-21:30	5	6	18	2160	51840
1	SECADOR	4	Aproximado	2	6	1500	12000	288000

4 baños en el pabellón

LABORATORIO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
4	FLUORESCENTES	16	Aproximado	3	6	18	864	20736
2	SILLONES ODONTOLOGICO	8	Aproximado	3	6	3225	77400	1857600

4 laboratorios en el pabellón

ZOOM		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
14	FLUORESCENTES	42	Aproximado	2	6	18	1512	36288
1	COMPUTADORA	3	Aproximado	2	6	100	600	14400
1	PROYECTOR	3	Aproximado	2	6	200	1200	28800

3 zoom en el pabellón

OFICINA ADMINISTRATIVA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
6	FLUORESCENTES	12	8:30-16:30	8	5	18	1728	34560
3	COMPUTADORA	6	8:30-16:30	8	5	100	4800	96000
1	IMPRESORA	2	8:30-16:30	8	5	110	1760	35200

2 oficinas administrativas

EXTERIORES		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
22	FLUORESCENTES EN GRADERIA	22	16:30-21:30	5	6	18	1980	47520
6	FLUORESCENTE FUERA DE AULA	24	16:30-21:30	5	6	18	2160	51840
3	REFLECTORES	3	16:30-21:30	5	6	30	450	10800
3	EXPENDEDORES DE BEBIDAS	3	0:00-23:59	24	7	312.5	22500	630000

CLINICA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
55	FLUORESCENTES	165	9:00-18:00	9	6	18	26730	641520
11	SILLONES ODONTOLÓGICOS	111	9:00-18:00	8	6	225	199800	4795200
11	COMPRESOR DE AIRE	111	Aproximado	3	6	1118.25	372377.25	8937054
1	CENTRO DE SONIDO	1	9:00-18:00	9	6	650	5850	140400
2	COMPUTADORAS	2	9:00-18:00	9	6	100	1800	43200
2	IMPRESORAS	2	9:00-18:00	9	6	110	1980	47520
12	CAMARAS	12	0:00-23:59	24	7	10	2880	80640
2	FOCO EXTERIORES	2	16:30-21:30	5	6	18	180	4320
2	FLUORESCENTES *	14	9:00-18:00	4.5	6	18	1134	27216

* 7 baños en la clínica. Se estima la mitad del tiempo de atención dado que no se encuentran con luz encendida todo el tiempo

TOTAL	8270.75	774925.25	18666574
-------	---------	-----------	----------

Elaboración: Propia

Tabla 51: Dimensionamiento pabellón L

PABELLON L de la UCSM

LABORATORIO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
16	FLUORESCENTES	32	Aproximado	3	6	18	1728	41472
1	COMPUTADORA	2	Aproximado	3	6	100	600	14400
1	PROYECTOR	2	Aproximado	3	6	200	1200	28800

2 laboratorios en el pabellón

BAÑO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
6	FLUORESCENTES	36	16:30-21:30	5	6	18	3240	77760
1	SECADOR	6	Aproximado	2	6	1500	18000	432000

6 baños en el pabellón

LABORATORIO DE AUTOMATIZACION		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
16	FLUORESCENTES	16	Aproximado	3	6	18	864	20736
15	COMPUTADORA S	15	Aproximado	3	6	100	4500	108000
1	PROYECTOR	1	Aproximado	3	6	200	600	14400

LABORATORIO DE COMPUTO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	32	Aproximado	3	6	18	1728	41472
24	COMPUTADORA	96	Aproximado	3	6	100	28800	691200
1	PROYECTOR	4	Aproximado	3	6	200	2400	57600

4 laboratorios de
computo

OFICINA ADMINISTRATIVA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
6	FLUORESCENTES	12	8:30-16:30	8	5	18	1728	34560
4	COMPUTADORA	8	8:30-16:30	8	5	100	6400	128000
1	IMPRESORA	2	8:30-16:30	8	5	110	1760	35200

2 oficinas administrativas

EXTERIORES		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
4	FLUORESCENTES EN GRADERIA	22	16:30-21:30	5	6	18	1980	47520

12	FLUORESCENTE FUERA DE AULA	24	16:30-21:30	5	6	18	2160	51840
----	-------------------------------	----	-------------	---	---	----	------	-------

PANADERIA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
4	HORNOS DE PANADERIA	4	Aproximado	4	6	2700	43200	1036800
2	REFRIGERADORA	2	0:00-23:59	24	7	100	4800	134400
1	FRIGOBAR	1	0:00-23:59	24	7	45	1080	30240
32	FLUORESCENTES	32	7:15-16:00	8. 75	6	18	5040	120960

AULA VACIA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
12	FLUORESCENTES	165	0:00	0	0	18	0	0

TOTAL		5617	13180 8	3147360
-------	--	------	------------	---------

Elaboración: Propia

Tabla 52: Dimensionamiento pabellón R

PABELLON R de la UCSM

AULA PRACTICAS		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	FLUORESCENTES	64	Aproximado	4	6	18	4608	110592
1	COMPUTADORA	8	Aproximado	4	6	100	3200	76800
1	PROYECTOR	8	Aproximado	4	6	200	6400	153600

8 aulas en el pabellón

TALLER		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	MAQUINAS DE SOLDAR	8	Aproximado	4.5	6	3500	12600 0	3024000
4	TALADROS	4	Aproximado	4.5	6	1500	27000	648000
4	TORNO	4	Aproximado	4.5	6	1500	27000	648000
2	FRESADORAS	2	Aproximado	4.5	6	2500	22500	540000
60	FLUORESCENTES	60	Aproximado	4.5	6	18	4860	116640
1	PROYECTOR	1	Aproximado	4.5	6	200	900	21600
2	CAMARAS	2	0:00-23:59	24	7	10	480	13440

TOTAL		9546	222948	5352672
-------	--	------	--------	---------

Elaboración: Propia

Tabla 53: Dimensionamiento pabellón S

PABELLON S de la UCSM

COCHERA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
40	FLUORESCENTES 1ER PISO	40	16:30-21:30	5	6	18	3600	86400
58	FLUORESCENTES SOTANO	58	07:00-22:00	15	6	18	15660	375840
2	CAMARAS	2	0:00-23:59	24	7	10	480	13440

CAFETERIA COMEDOR		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
51	FOCOS	51	16:00-22:00	6	6	18	5508	132192
32	FLUORESCENTES	32	16:00-22:00	6	6	18	3456	82944
4	HORNO MICROONDAS	4	Aproximado	1	6	1100	4400	105600
4	TELEVISORES	4	Aproximado	2	6	65	520	12480
2	CAMARA	2	0:00-23:59	24	6	10	480	11520
1	RADIO	1	07:00-22:00	15	6	80	1200	28800
20	PARLANTES PEQUEÑOS	20	Aproximado	2	6	80	3200	76800

CAFETERIA COCINA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
9	REFRIGERADORA S DE BEBIDA	9	0:00-23:59	24	7	100	21600	604800
6	HORNO MICROONDAS	6	Aproximado	3	6	1100	19800	475200
3	REFRIGERADOR	3	0:00-23:59	24	7	100	7200	201600
4	EXHIBIDOR ELECTRICO	4	0:00-23:59	24	7	410	39360	1102080
2	LICUADORA	2	Aproximado	3	6	300	1800	43200
1	EXPENDEDORA DE HELADOS	1	Aproximado	1	6	537	537	12888
2	EXPENDEDORA DE JUGOS	1	Aproximado	1	6	537	537	12888
2	CAFETERA	2	Aproximado	3	6	720	4320	103680

LACTARIO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
4	FLUORESCENTES	4	16:30-21:30	5	6	18	360	8640

BAÑO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
3	FLUORESCENTES	12	16:30-21:30	5	6	18	1080	25920
1	SECADOR	4	Aproximado	2	6	1500	12000	288000

4 baños en la cafetería

AUDITORIO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
66	LUMINARIAS	66	Aproximado	2	6	18	2376	57024
1	EQUIPO DE SONIDO	1	Aproximado	2	6	650	1300	31200
5	COMPUTADORA S	5	Aproximado	2	6	100	1000	24000

EXTERIORES		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
13	REFLECTORES	13	16:30-21:30	5	6	30	1950	46800
6	FOCO	6	16:30-21:30	5	6	18	540	12960
1	ASCENSOR	1	Aproximado	1	6	7700	7700	184800
6	CAMARA	6	0:00-23:59	24	7	10	1440	40320

TOTAL	15283	163404	4202016
-------	-------	--------	---------

Elaboración: Propia

Tabla 54: Dimensionamiento Biblioteca

BIBLIOTECA de la UCSM

SALON		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
72	FLUORESCENTES	288	07:00-22:00	15	6	18	77760	1866240
7	COMPUTADORA	28	07:00-17:00	10	6	100	28000	672000

4 pisos de biblioteca

BAÑO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
4	FLUORESCENTES	16	16:30-21:30	5	6	18	1440	34560
1	SECADOR	4	Aproximado	2	6	1500	12000	288000

4 baños en la biblioteca

EXTERIORES		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
10	FLUORESCENTES EN GRADERIA	10	16:30-21:30	5	6	18	900	21600
2	FOCO PATIO	2	16:30-21:30	5	6	18	180	4320
5	CAMARA	5	0:00-23:59	24	7	10	1200	33600

TOTAL	1682	121480	2920320
-------	------	--------	---------

Elaboración: Propia

Tabla 55: Dimensionamiento Polideportivo

POLIDEPORTIVO de la UCSM

CANCHAS		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
40	REFLECTOR	40	18:00-21:30	3.5	6	30	4200	100800

TOTAL	30	4200	100800
-------	----	------	--------

Elaboración: Propia

Tabla 56: Dimensionamiento Pabellón Nuevo

PABELLON MORRIS de la UCSM

OFICINA ADMINISTRATIVA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
8	LUMINARIAS	288	8:30-16:30	8	5	18	41472	829440
2	COMPUTADOR	72	8:30-16:30	8	5	100	57600	1152000
1	IMPRESORAS	36	8:30-16:30	8	5	110	31680	633600

36 Oficinas administrativas

AUDITORIO			HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
40	LUMINARIAS	40	En construcción	2	6	18	1440	34560
1	COMPUTADOR	1	En construcción	2	6	100	200	4800
1	PROYECTOR	1	En construcción	2	6	200	400	9600
1	SISTEMA DE SONIDO	1	En construcción	2	6	650	1300	31200

SALON DE USOS MULTIPLES		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
40	LUMINARIAS	40	Aproximado	1.5	6	18	1080	25920
1	COMPUTADOR A	1	Aproximado	1.5	6	100	150	3600
1	PROYECTOR	1	Aproximado	1.5	6	200	300	7200
1	SISTEMA DE SONIDO	1	Aproximado	1.5	6	650	975	23400

BAÑO		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
3	FOCOS	54	16:30-21:30	5	6	18	4860	116640
1	SECADOR	18	Aproximado	2	6	1500	54000	1296000

18 baños en el pabellón

EXTERIORES		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATT	Wh DIA	Wh MENSUAL
62	FOCOS FUERA OFICINA	62	16:30-21:30	5	6	18	5580	133920
42	LUMINARIAS FUERA OFICINA	42	16:30-21:30	5	6	18	3780	90720
10	FLUORESCENTE	109	16:30-21:30	5	6	18	9810	235440
9	GRADAS							
9	FOCOS PATIO	9	16:30-21:30	5	6	18	810	19440
3	CAMARAS	3	0:00-23:59	24	7	10	720	20160
3	ASCENSOR	3	Aproximado	4	6	7700	92400	2217600

COCHERA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
49	FLUORESCENTE	49	16:30-21:30	5	6	18	4410	105840

SALON DE ARQUITECTURA		TOTAL	HRS DE USO		DIAS A LA SEMANA	WATTS	Wh DIA	Wh MENSUAL
24	FLUORESCENTE S	24	Aproximado	3	6	18	1296	31104

TOTAL	11500	314263	7022184
-------	-------	--------	---------

Elaboración: Propia

Tabla 57: Rendimiento de bonos de 10 años del tesoro de Estados Unidos

Año	Rendimiento bonos	Año	Rendimiento bonos	Año	Rendimiento bonos	Año	Rendimiento o bonos
1992	7.01	1998	5.26	2004	4.27	2010	3.22
1993	5.87	1999	5.65	2005	4.29	2011	2.78
1994	7.09	2000	6.03	2006	4.8	2012	1.8
1995	6.57	2001	5.02	2007	4.63	2013	2.35
1996	6.44	2002	4.61	2008	3.66	2014	2.54
1997	6.35	2003	4.01	2009	3.26	2015	2.14
PROMEDIO							4.57

Fuente: Reserva Federal de Estados Unidos

Elaboración: Propia

Tabla 58: Flujo de caja de consumo de energía eléctrica provista por SEAL con costo de oportunidad del 12%

FLUJO DE CAJA DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA PROVISTA POR SEAL											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSION	0										
PAGO RECIBO LUZ		-451,254	-481,836	-512,419	-543,001	-573,583	-604,166	-634,748	-665,331	-695,913	-726,496
GASTOS GRUPO ELECTROGENO		-2,645	-2,645	-2,645	-2,645	-2,645	-2,645	-2,645	-2,645	-2,645	-2,645
CAMBIO DE LUMINARIA X VIDA UTIL		0	-78,812	0	-78,812	0	-78,812	0	-78,812	0	-78,812
TOTAL COSTOS		-453,898	-563,293	-515,063	-624,458	-576,228	-685,623	-637,393	-746,788	-698,558	-807,953
VALOR ACTUAL	0	-405,266	-449,054	-366,612	-396,854	-326,967	-347,358	-288,324	-301,615	-251,907	-260,139
VALOR ACTUAL DE COSTOS	-3,394,097										

Fuente: Recopilación de datos UCSM

Elaboración: Propia

Tabla 59: Calculo de valor actual de costos por renovación de luminaria normal con costo de oportunidad del 12%

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Renovación luminaria normal			-78812		-78812		-78812		-78812
Pago adicional		-118118	-126123	-134128	-142133	-150138	-158143	-166148	-174154
Total costo		-118118	-204935	-134128	-220945	-150138	-236955	-166148	-252966
VA		-105462	-163373	-95470	-140415	-85192	-120049	-75157	-102169
VAC	-887286								

Fuente: Costos dimensionados tabla 8

Elaboración: Propia

Tabla 60: Calculo de valor actual de costos de cambio de luminarias normales a luminarias led y ahorro de energía con costo de oportunidad del 12%

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Implementaciones luces led	-331,214								-331,214
VA	-331,214								-133,772
VAC	-464,986								

Fuente: Costos de implementación de luces led

Elaboración: Propia

Tabla 61: Pago a SEAL por consumo de energía durante la noche con costo de oportunidad del 12%

FLUJO DE COSTOS POR PAGO DE CONSUMO DE ENERGIA A SEAL DURANTE LA NOCHE											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costo energía noche		-59,097	-63,102	-67,107	-71,112	-75,118	-79,123	-83,128	-87,133	-91,138	-95,143
VA		-52,765	-50,305	-47,766	-45,193	-42,624	-40,086	-37,603	-35,192	-32,865	-30,634
VAC	-415,032										

Elaboración: Propia

Tabla 62: Flujo de costos de implementación de energía solar con costo de oportunidad de 12%

FLUJO DE COSTOS IMPLEMENTACION DE ENERGIA SOLAR											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A. INVERSION	-1,218,169										
Cambio Luminarias	-331,214								-331,214		
463 Paneles solares	-425,960										
15 Inversores	-137,563										
Cableado (30% equipos)	-169,057										
Instalacion (20% equipos)	-112,705										
Soporte para paneles	-41,670										
Mantenimiento paneles		-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-200
Financiamiento	852,718	-325,999	-325,999	-325,999							
Pago recibo luz noche		-49,555	-52,913	-56,272	-59,630	-62,988	-66,347	-69,705	-73,064	-76,422	-79,781
E. TOTAL COSTOS	-365,450	-375,754	-379,112	-382,470	-59,830	-63,188	-66,547	-69,905	-404,478	-76,622	-79,981
VALOR ACTUAL DE COSTOS	-1,631,364										

Elaboración: Propia

Tabla 63: Datos para cálculo de VAC periodo indefinido con costo de oportunidad de 12%

Datos Flujo periodo indefinido	
Pago anual a SEAL	S/. 451,254
Crecimiento de pago	5.62%
Gastos anual grupo electrógeno	S/. 2,645
Cok	12%
Periodo	Indefinido

Elaboración: Propia

Valor actual de costos periodo indefinido considerando un costo de oportunidad de 12%

$$VAC = \frac{-451,254}{12\% - 5.62\%} + \frac{-2,645}{12\%} = -7,094,988$$

Costo anual equivalente periodo indefinido considerando un costo de oportunidad de 12%

$$CAE = 7,094,988 * 12\% = -851,399$$

Tabla 64: Datos para cálculo de VAC implementación sistema fotovoltaico más pago SEAL energía noche

Datos implementación sistema fotovoltaico	
Pago anual a SEAL consumo noche	S/. 59,097
Mantenimiento anual panel	S/. -200
Crecimiento de pago	5.62%
Costo implementación de sistema	S/. 1,218,169
Tiempo de vida sistema	25 años
Tiempo de vida focos	8 años
Cok	12%

Elaboración: Propia

Valor actual de costos implementación sistema fotovoltaico más pago SEAL energía noche considerando un costo de oportunidad de 12%

$$VAC \text{ Pago SEAL} = + \frac{-49,555 (1 - (1 + 5.62\%)^{-25} \times (1 + 12\%)^{-25})}{12\% - 5.62\%} = -765,075$$

$$VAC \text{ Mantenimiento} = -200 \frac{(1 + 12\%)^{25} - 1}{12\% * (1 + 12\%)^{25}} = -1569$$

Tabla 65: Calculo VAC implementación de sistema fotovoltaico 25 años de duración considerando costo de oportunidad de 12%

FLUJO DE COSTOS IMPLEMENTACION DE ENERGIA SOLAR							
	0	1	2	3	8	16	24
A. INVERSION	-1,218,169						
Cambio Luminarias	-331,214				-331,214	-331,214	-331,214
463 Paneles solares	-425,960						
15 Inversores	-137,563						
Cableado (30% equipos)	-169,057						
Instalacion (20% equipos)	-112,705						
Soporte para paneles	-41,670						
Financiamiento	852,718	-325,999	-325,999	-325,999			
Pago recibo luz noche							
E. TOTAL COSTOS	-365,450	-325,999	-325,999	-325,999	-331,214	-331,214	-331,214
VALOR ACTUAL DE COSTOS	-1,358,066						

Elaboración: Propia

Costo anual equivalente de implementación de sistema fotovoltaico más pago SEAL energía noche considerando un costo de oportunidad de 12%

$$CAE = -(765,075 + 1569 + 1,358,066) \times \frac{12\%(1 + 12\%)^{25}}{(1 + 12\%)^{25} - 1} = -270,900$$

	Implementación de sistema fotovoltaico	Pago facturación de energía a SEAL
VAC proyectos 10 años	-1,631,364	-3,394,097
VAC periodo de vida diferentes²³	-2,124,709	7,094,988
CAE periodo de vida diferentes	-270,900	851,399

²³ Para la implementación de sistema fotovoltaico se considera 25 años de duración y para el pago por facturación de energía a SEAL se considera un periodo indefinido.