

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD
DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
INFORMÁTICA Y MECÁNICA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TESIS:

**“ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE GENERACIÓN
ELÉCTRICA USANDO PANELES FOTOVOLTAICOS EN LA
CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO”**

Tesis Presentada por:

Bach. PAREJA SORIA Arturo Javier

Bach. PAREJA CABRERA Francisco Javier

Para optar al Título Profesional de

INGENIERO ELECTRICISTA

ASESOR: ING. EDGAR ALARCÓN VALDIVIA

**CUSCO – PERÚ
2019**

PRESENTACION

El presente trabajo se centra en el estudio de generación eléctrica usando paneles fotovoltaicos y realizar el estudio técnico económico respecto a esta instalación, el trabajo ha sido realizado con la intención de conocer si es factible técnica y económicamente la generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos en la Ciudad Universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, con la intención de incentivar la utilización de energías limpias y renovables en la ciudad del Cusco.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a nuestros familiares, quienes nos brindaron su apoyo en cada momento de desarrollo de este trabajo, y también nuestra querida casa de estudios que nos acogió durante nuestro desarrollo como estudiantes universitarios a través de los docentes e ingenieros de nuestra escuela profesional de Ingeniería Eléctrica.

¡A todos ellos muchos gracias!

INTRODUCCIÓN

El trabajo de tesis “ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA USANDO PANELES FOTOVOLTAICOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO”, tiene como finalidad plantear una opción alternativa de generación eléctrica usando paneles fotovoltaicos y realizar el diagnóstico y diseño para que este sistema sea sostenible en el tiempo.

Motivados por esta situación elaboramos el presente trabajo de tesis, el cual tiene por objeto aliviar la demanda eléctrica por medio de la implementación de un sistema de generación de energía renovable, en este caso la fotovoltaica, la misma que será instalada en cada pabellón, edificios administrativos y espacios comunes de la universidad, toda la energía obtenida será centralizada e inyectada a la red del concesionario en este caso la Empresa Electro Sur Este S.A.A.

Siendo el objetivo general de este trabajo el Elaborar el diseño de un sistema de generación de energía eléctrica mediante el uso de paneles fotovoltaicos en la ciudad universitaria de Perayoc y conocer su viabilidad económica.

RESUMEN

El trabajo de tesis “ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA USANDO PANELES FOTOVOLTAICOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO” tiene como objetivo el Elaborar el diseño de un sistema de generación de energía eléctrica mediante el uso de paneles fotovoltaicos en la ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

En el diagnóstico y la evaluación de la demanda eléctrica se concluye que la ciudad universitaria de Perayoc se encuentra operando de manera correcta y dentro de los parámetros establecidos de su instalación, económicamente los pagos realizados por la UNSAAC vienen incrementándose cada año y son muy altos tal como se puede apreciar con un promedio anual de S/1,008,331.34. los últimos años.

El estudio de generación eléctrica se implementará en la ciudad universitaria de PERAYOC, el cual se encuentra ubicado en la av. De la cultura, distrito de Cusco, provincia y región del Cusco se ubicará en la parte de los techos de las facultades indicadas, el sistema de generación fotovoltaica, estará formado por 1703 paneles policristalinos, marca SIXMA 156, y la potencia total de generación será de 1.40 MW

Habiendo realizado estudio económico concluye que el periodo de recuperación de la inversión se obtiene que al lograr recuperar la inversión a inicios del 20vo año de implementado el proyecto, podemos observar la recuperación de inversión de los flujos futuros. En ambos casos se observa el PB (payback) del proyecto que es acorde a la recuperación de inversión de un proyecto público del tipo de impacto ambiental en un horizonte de tiempo corto para el uso del proyecto de implementación de paneles fotovoltaicos.

Bach. PAREJA SORIA Arturo Javier

Bach. PAREJA CABRERA Francisco Javier

ÍNDICE

DEDICATORIA	III
INTRODUCCIÓN	IV
RESUMEN	V
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ÁMBITO GEOGRÁFICO.....	2
1.3. EL PROBLEMA.....	2
1.3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3.1.1. PROBLEMA GENERAL.....	4
1.3.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	4
1.3.2. OBJETIVOS.....	5
1.3.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.3.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	5
1.3.4. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	6
1.3.4.1. ALCANCES.....	6
1.3.4.2. LIMITACIONES.....	7
1.4. HIPÓTESIS.....	7
1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	7
1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	7
1.5. VARIABLES E INDICADORES.....	8
1.6. METODOLOGÍA Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	8
1.7. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	9
1.8. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	9
1.9. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	10
1.10. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	11
CAPÍTULO II.....	12
MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. INTRODUCCIÓN.....	12
2.2. ANTECEDENTES.....	12
2.2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	12
2.2.2. NORMAS Y DIRECTIVAS.....	14
2.3. ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL MUNDO.....	15

2.3.1.	ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL PERÚ	18
2.3.2.	ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN LA REGIÓN CUSCO	22
2.3.2.1.	SITUACIÓN DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN LA REGIÓN CUSCO.....	22
2.3.2.2.	POTENCIAL DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN LA REGIÓN CUSCO....	22
2.3.3.	ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN INSTITUCIONES PÚBLICAS	23
2.4.	CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	24
2.4.1.	SISTEMAS CONECTADOS A LA RED	24
2.4.2.	MODELOS DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A LA RED	
	26	
2.4.2.1.	MODELO MEDICIÓN NETA (NET METERING)	26
2.4.2.2.	MODELO TARIFA DE ALIMENTACIÓN (FEED IN TARIFF).....	26
2.4.2.3.	MODELO DE AUTOCONSUMO (SELF-CONSUMPTION)	27
2.4.2.4.	MODELO DE RED HIBRIDA (HYBRID NETWORK).....	28
2.4.3.	BENEFICIOS EN LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS	
	A LA RED	28
2.4.4.	SISTEMAS AISLADOS	29
2.4.5.	TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A LA RED	30
2.4.5.1.	SISTEMA FOTOVOLTAICOS CON INVERSOR CENTRALIZADO	30
2.4.5.2.	SISTEMA FOTOVOLTAICO CON INVERSOR CENTRAL CON VARIOS	
	SEGUIDORES DE MPP	31
2.4.5.3.	SISTEMA FOTOVOLTAICO CON INVERSOR CENTRAL CON VARIOS	
	INVERSORES	31
2.4.5.4.	SISTEMA FOTOVOLTAICO CON INVERSOR DE CADENA (INVERSOR	
	MODULAR)	32
2.4.5.5.	SISTEMA FOTOVOLTAICO CON INVERSOR INTEGRADO EN EL	
	NÚCLEO FOTOVOLTAICO (MÓDULO AC)	32
2.5.	CONDICIONES PARA EL EMPLEO DE PANELES FOTOVOLTAICOS	34
2.5.1.	INCLINACIÓN DE LOS PANELES SOLARES.....	34
2.5.2.	ORIENTACIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS.....	35
2.5.3.	RADIACIÓN DIRECTA, DIFUSA Y REFLEJADA.....	35
2.5.3.1.	RADIACIÓN DIRECTA.....	36
2.5.3.2.	RADIACIÓN DIFUSA	36
2.5.3.3.	RADIACIÓN REFLEJADA	36
2.6.	ALTITUD	36
2.6.3.	ALBEDO	37
2.7.	SOMBRA Y REFLEJOS.....	37
2.8.	CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	38
2.9.1.	RADIACIÓN SOLAR	38

2.9.2.	TEMPERATURA	39
2.9.3.	POLVO Y SUCIEDAD	39
2.10.	COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	40
2.11.	TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS.....	43
2.11.1	CÉLULAS DE SILICIO MONOCRISTALINO	43
2.11.2	CÉLULAS DE SILICIO POLICRISTALINO	44
2.11.3	CÉLULAS DE SILICIO AMORFO	46
2.11.4	REGULADOR DE CARGA.....	46
2.11.5	CONVERTIDOR	47
2.12	TEORÍA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS.....	49
2.12.1	CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	49
2.12.2	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	49
2.12.3	CURVA DE RESPUESTA DE UNA CÉLULA FOTOVOLTAICA	50
2.12.4	POTENCIA MÁXIMA DE UN MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	52
2.12.5	VOLTAJE E INTENSIDAD DE CORRIENTE DE TRABAJO PARA MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EN CONDICIONES NOMINALES.....	52
2.12.6	PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA, FACTOR DE FORMA Y RENDIMIENTO 53	
2.12.7	ORIENTACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EN CONDICIONES NOMINALES	55
2.12.8	DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO	56
2.12.9	CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN	57
2.12.10	CÁLCULO DE LA POTENCIA PICO	58
2.12.11	CÁLCULO DEL NÚMERO DE PANELES SOLARES.....	59
2.12.12	CÁLCULO DE LA ENERGÍA GENERADA POR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED.....	59
2.12.13	PÉRDIDAS DEBIDO AL CABLEADO.....	59
2.12.14	PÉRDIDAS DEBIDO A LA TEMPERATURA DEL MÓDULO.....	60
2.12.15	PÉRDIDAS DEBIDO AL POLVO Y LA SUCIEDAD	61
2.13	INDICADORES ECONÓMICOS	62
2.13.1	VALOR ACTUAL NETO	62
2.13.2	TASA INTERNA DE RETORNO.....	63
	CAPÍTULO III	66
	EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA	66
3.1.	INTRODUCCIÓN.....	66

3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC.....	67
3.3. OPCIÓN TARIFARIA.....	69
3.4. DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA ACTUAL DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC.....	71
3.4.1. DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010000531	71
3.4.2. CURVA DE DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010000531	73
3.4.3. DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010001131	74
3.4.4. CURVA DE DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010001131	76
3.4.5. DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010001171	77
3.4.6. CURVA DE DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010001171	79
3.4.7. DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010003171	80
3.4.8. CURVA DE DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010003171	82
3.4.9. DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010012517	83
3.4.10. CURVA DE DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010012517	85
3.5. CUADRO DE CARGAS DE LAS NUEVAS SUBESTACIONES	86
3.6. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA CONTEMPLANDO LAS NUEVAS FACULTADES	89
3.7. ESTUDIO DE MERCADO.....	91
CAPÍTULO IV.....	94
ESTUDIO TÉCNICO	94
4.1. INTRODUCCIÓN.....	94
4.2. CONSIDERACIONES.....	94
4.3. UBICACIÓN	94
4.4. CONDICIONES DEL LUGAR	95
4.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	96
4.6. INCLINACIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS	97
4.7. DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA	98
4.7.1. ENERGÍA GENERADA POR ARREGLO FOTOVOLTAICO	100
4.7.2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS PARA UN MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO	105
4.8. DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN PARA SISTEMA MODULAR FOTOVOLTAICO.....	107
4.8.1. ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE PANELES	108
4.8.2. CÁLCULO DE LA CORRECCIÓN DE TENSIÓN Y CORRIENTE DEBIDO A LA TEMPERATURA.....	109
4.8.3. CÁLCULO DE FLUJO DE POTENCIA Y ESTABILIDAD USANDO SOFTWARE DIGSILENT	110

4.9. SISTEMA FOTOVOLTAICOS ON GRID.....	111
4.10. DETERMINACIÓN DE LA CARGA	111
4.11. DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA	111
4.12. ELECCIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS	112
4.13. PROTECCIONES Y ELEMENTOS DE MEDIDA.....	113
4.13.1. PROTECCIONES	113
4.12.1. ELEMENTOS DE MEDIDA.....	120
4.14. FÓRMULAS APLICADAS	121
CAPÍTULO V	123
ESTUDIO ECONÓMICO	123
5.1. DATOS GENERALES	123
5.1.1. POBLACIÓN AFECTADA Y POBLACIÓN OBJETIVO	123
5.1.2. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO	123
5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO – TÉCNICO.....	124
5.2.1. GASTOS POR CONCEPTOS DE GASTOS DE ENERGÍA	124
5.3. REDUCCIÓN DE LOS GASTOS POR CONCEPTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN MEDIANTE PANELES	127
5.4. HUELLA DE CARBONO	128
5.5. BONO DE CARBONO.....	128
5.6. COSTO DE PROYECTO-INVERSIÓN:.....	129
5.6.1 DESCRIPCIÓN DE PRESUPUESTO:.....	129
5.7. PAGO POR LA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES	138
5.7.1. CÁLCULOS DE FLUJO DE CAJA	139
5.7.2. CÁLCULO DE PARÁMETROS FINANCIEROS.....	139
5.7.2.1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	142
5.7.2.2. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CON Y SIN PROYECTO 143	143
5.8. IMPACTO AMBIENTAL.....	143
5.9. FACTIBILIDAD	144
CONCLUSIONES	145
RECOMENDACIONES.....	146
BIBLIOGRAFÍA	147
ANEXOS	148

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica de la ciudad universitaria de Perayoc. Av. De la Cultura 773	2
Figura 2: Crecimiento de demanda de energía eléctrica por Sub- Estaciones 2006-2017 (kW-Años) – UNSAAC.....	4
Figura 3: Evolución de instalaciones fotovoltaicas mundiales anuales.....	16
Figura 4: Top 10 países de potencia fotovoltaica instala 2015	17
Figura 5: Concesiones temporales de centrales de generación fotovoltaica	21
Figura 6: Sistema solar conectado a la red	25
Figura 7: Sistema de medición neta	26
Figura 8: Sistema de tarifa de alimentación.....	27
Figura 9: Sistema de Autoconsumo.....	27
Figura 10: Sistema Hibrido	28
Figura 11: Sistema solar aislado de la red	30
Figura 12: Tipo de Inversor Central	30
Figura 13: Tipo de Inversor Central con varios seguidores de MPP.....	31
Figura 14: Tipo de Inversor Central con varios inversores	31
Figura 15: Tipo de Inversor en Cadena	32
Figura 16: Tipo de Inversor integrado en el módulo fotovoltaico	32
Figura 17: Incidencia de radiación solar en panel fotovoltaico	35
Figura 18: Componentes más comunes de un sistema fotovoltaico.....	40
Figura 19: Panel solar de silicio monocristalino.....	44
Figura 20: Panel solar de silicio policristalino	46
Figura 21: Regulador de Carga marca AECA.....	47
Figura 22: Inversor– INGECON	48
Figura 23: Curva corriente vs voltaje de un módulo fotovoltaico	50
Figura 24: Circuito equivalente de una célula fotovoltaica.....	51
Figura 25: Desplazamiento del punto de funcionamiento con la variación de la potencia luminosa, Φ	51
Figura 26: Variación de la curva corriente vs voltaje de un módulo fotovoltaico en función de la irradiancia.....	52
Figura 27: Corriente vs voltaje de un módulo fotovoltaico en función de la temperatura	53
Figura 28: Ubicación de la zona del proyecto.....	95

Figura 29: Distribución de paneles solares planteados en el proyecto	96
Figura 30: Distribución de paneles solares disposición en serie	97
Figura 31: Relatividad de salida de paneles fotovoltaicos	97
Figura 32: Atlas solar – zona Cusco- Energía solar incidente diaria	99
Figura 33: Paneles Facultad de Arquitectura.....	100
Figura 34: Paneles Comedor Universitario	100
Figura 35: Paneles Facultad de Ciencias de la Comunicación.....	101
Figura 36: Paneles Facultad de Ingeniería Eléctrica	101
Figura 37: Paneles Canchas de Fútbol	102
Figura 38: Paneles Facultad de Educación	102
Figura 39: Paneles Facultad de Biología	103
Figura 40: Paneles Entrada UNSAAC	104
Figura 41: Paneles Entrada UNSAAC	107
Figura 42: Esquema de arreglos fotovoltaicos	108
Figura 43: Cálculos de flujo I	110
Figura 44: Cálculos de flujo II	111
Figura 45: Estructura para anclaje de paneles	112
Figura 46: Tipo de paneles SIMAX.....	113
Figura 47: fusible de protección unipolar	115
Figura 48: Interruptor termomagnético de protección bipolar	117
Figura 49: Interruptor de protección contra descargas atmosféricas.....	118
Figura 50: Interruptor de protección de sobretensiones transitorias.....	118
Figura 51: Diagrama de VAN-TASA DESCUENTO.....	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores medios diarios mensuales de radiación solar en Cusco.....	23
Tabla 2: Diferencias entre sistemas solares.....	24
Tabla 3: Tabla de valores típicos de albedo según el tipo de suelo.....	37
Tabla 4: Interpretación del Valor Actual Neto (VAN).....	63
Tabla 5: Subestaciones de la ciudad universitaria de Perayoc.....	67
Tabla 6: Características de redes primarias.....	68
Tabla 7: Características subestaciones de distribución.....	68
Tabla 8: Características Redes Secundarias.....	69
Tabla 9: Características Redes Alumbrado Público.....	69
Tabla 10: Opción tarifaria de la Subestaciones.....	70
Tabla 11: Opciones tarifarias en MT.....	70
Tabla 12: Cifras de la Máxima Demanda mensual y anual periodo 2006 – 2017 de la Subestación 10010000531.....	72
Tabla 13: Cifras de la Máxima Demanda mensual y anual periodo 2006 – 2017 de la Subestación 10010001131.....	75
Tabla 14: Cifras de la Máxima Demanda mensual y anual periodo 2006 – 2017 de la Subestación 10010001171.....	78
Tabla 15: Cifras de la Máxima Demanda mensual y anual periodo 2006 – 2017 de la Subestación 10010003171.....	81
Tabla 16: Cifras de la Máxima Demanda mensual y anual periodo 2006 – 2017 de la Subestación 10010012517.....	84
Tabla 17: Cuadros de carga proyectada según Subestaciones nuevas.....	86
Tabla 18: Cuadros de potencia de transformadores proyectados.....	88
Tabla 19: Proyección de la demanda a 10 años contemplando nuevas facultades.....	89
Tabla 20: Proyección de la demanda a 10 años contemplando nuevas facultades.....	
Tabla 21: Tarifas eléctricas para las Subestaciones UNSAAC.....	91
Tabla 22: Consumo por subestaciones de 2006-2017.....	91
Tabla 23: Total en Soles pagado por la UNSAAC – PERAYOC por energía eléctrica.....	93
Tabla 24: Condiciones climatológicas en la granja Kayra.....	95
Tabla 25: Potencia de paneles.....	104
Tabla 26: Características técnicas de estructura metálica.....	105
Tabla 27: Características de generador monofásico sin inversor.....	106

Tabla 28: Características técnicas de estructura metálica.	111
Tabla 29: Fórmulas para dimensionamiento de sistema de paneles solares.	121
Tabla 30: Población beneficiaria.....	123
Tabla 31: Estado de cuenta por años - pagos de subestaciones de la UNSAAC...	124
Tabla 32: Promedio mensual - anual de pagos de subestaciones de la UNSAAC.	126
Tabla 33: Ahorro mensual - de subestaciones de la UNSAAC.....	127
Tabla 34: Toneladas de CO2 Producidas antes y después de la implementación de paneles solares	128
Tabla 35: Precio de CO2 en toneladas que la UNSAAC dejara de producir	129
Tabla 36: Pagos anuales realizados por la UNSAAC por concepto de energía	138
Tabla 37: Promedio anual de pago de la UNSAAC	139
Tabla 38 Tabla de la recuperación de la inversión y flujo de caja	140
Tabla 39: Datos de la inversión	140
Tabla 40: VAN acumulado al 14vo. Año y TIR en el mismo periodo	141

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Curva de Demanda Subestación 1001000531	73
Gráfico 2: Curva de Demanda promedio Subestación 1001000531.....	73
Gráfico 3: Curva de Demanda Subestación 1001001131	76
Gráfico 4: Curva de Demanda promedio Subestación 1001001131.....	76
Gráfico 5: Curva de Demanda Subestación 1001001171	79
Gráfico 6: Curva de Demanda promedio Subestación 10010001171.....	79
Gráfico 7: Curva de Demanda Subestación 10010003171	82
Gráfico 8: Curva de Demanda promedio Subestación 10010003171.....	82
Gráfico 9: Curva de Demanda Subestación 10010012517	85
Gráfico 10: Curva de Demanda promedio Subestación 10010012517.....	85

GLOSARIO

- UNEF : Unión española fotovoltaica.
- MEM : Ministerio de energía y minas.
- DGER: Dirección general de electrificación rural.
- MINAM: Ministerio del medio ambiente.
- VAN : Valor actual neto.
- TIR : Tasa interna de retorno.
- STC : Estándar Test Condición, condiciones normalizados para el ensayo de paneles.
- TOC : Temperatura de operación nominal.
- Voc : Tensión de operación de célula.
- Isc : Intensidad de corto circuito.
- Vmp : Voltaje de Máxima potencia.
- Imp : Intensidad de máxima potencia.
- Tc : Temperatura de trabajo de la célula (°C)
- Ta : Temperatura ambiente (°C)
- G : Irradiancia (W/m²)
- Qn : Representa los flujos de caja en el periodo n.
- I : Es el valor del desembolso inicial de la inversión.
- N : Es el número de periodos considerados.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1.INTRODUCCIÓN

En los últimos 10 años la ciudad universitaria de Perayoc ha sufrido importantes cambios debido a la construcción y renovación de la infraestructura educativa, construyéndose nuevos pabellones como los de Ing. Electrónica, Derecho y Turismo, así como la renovación del pabellón de ciencias sociales, debemos destacar también que los proyectos aparte de la infraestructura comprenden también el equipamiento de inmobiliario y laboratorios.

Toda esta nueva infraestructura ha significado un crecimiento en la demanda eléctrica traducida en el incremento de la facturación mensual y el desembolso económico que efectúa la universidad mensualmente.

Motivados por esta situación elaboramos el presente trabajo de tesis, el cual tiene por objeto aliviar la demanda eléctrica por medio de la implementación de un sistema de generación de energía renovable, en este caso la fotovoltaica, la misma que será instalada en algunos pabellones, edificios administrativos y espacios comunes seleccionados de la universidad, toda la energía obtenida será centralizada e inyectada a la red del concesionario en este caso la Empresa Electro Sur Este S.A.A.

La tesis se centrará en la elaboración de un estudio a nivel de perfil, con el cual se pretende demostrar la viabilidad del presente proyecto, buscando de esta manera disminuir los costos en la facturación, que representan un egreso mensual considerable.

1.2. ÁMBITO GEOGRÁFICO

El área de estudio es la ciudad universitaria de Perayoc, ubicada en el distrito de Wánchaq (Av. de la Cultura 733), departamento del CUSCO, la misma que cuenta con 22 pabellones destinados a las 30 carreras profesionales que alberga la ciudad universitaria, además de edificios destinados al centro de salud, comedor, biblioteca y administrativos, el sistema eléctricos está conformado por 5 subestaciones que alimentan a todo Perayoc, tanto a las edificaciones como al sistema de alumbrado público y de parques que existen en la misma.



Figura 1: Ubicación geográfica de la ciudad universitaria de Perayoc. Av. De la Cultura 733

Fuente: Google Maps

1.3. EL PROBLEMA

La generación de energía eléctrica limpia, renovable y autosustentable es una necesidad muy importante actualmente frente a los problemas por el cambio climático.

Los Acuerdos de París, de diciembre 2015 y La cumbre de la Tierra de Rio de Janeiro del año 2012 así como la cumbre climática de Johannesburgo del 2002, ambos con la dirección de las Naciones Unidas, se establecieron medidas para la reducción de emisiones contaminantes y actitudes antiecológicas, se tomaron decisiones para el desarrollo sostenible del planeta, siendo estos acuerdos de carácter obligatorio para los países firmantes entre ellos Perú.

La relevancia del problema es de suma importancia en el marco de los nuevos retos que enfrenta nuestro país y nuestra ciudad ante el cambio climático y la necesidad de implementar sistemas ecológicos de generación eléctrica en la ciudad Universitaria de Perayoc de la UNSAAC.

El Ministerio de Energía y Minas (MEM) está revisando el reglamento que regula la generación de energías renovables no convencionales para que estas puedan competir en iguales condiciones en el mercado con otras tecnologías de generación Eléctrica.

Las Recursos Energéticos Renovables (RER) respecto a la generación total de energía eléctrica es la siguiente, las hidroeléctricas ocupan el 69.4%, la energía térmica un 27% y las energías renovables no convencionales (entre solar y también eólica) solo participan con un 3.6%, en este contexto, se espera concluir este año con una participación cercana al 4%, aun cuando el porcentaje objetivo vigente de acuerdo con el Decreto Legislativo 1002 es de 5%.

La Universidad presenta una demanda eléctrica que viene creciendo cada año y también crecen los pagos por concepto de energía eléctrica rondando los S/. 60,000.00 nuevos soles mensuales actualmente siendo patente la necesidad de un sistema alternativo de generación de energía eléctrica, además como la carga

es creciente en el sistema de la universidad, en los siguientes años ya no será posible sostener su demanda y así mismo existe una exigencia a nivel internacional de RER (recursos energéticos renovables) por tanto es necesario explorar dicha situación para afrontar estos problemas.



Figura 2: Crecimiento de demanda de energía eléctrica por Sub- Estaciones 2006-2017 (kW-Años) – UNSAAC

Fuente: datos ELSE

1.3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Será factible la implementación técnica económica de un sistema de generación eléctrica usando paneles fotovoltaicos en la ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco?

1.3.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- A. ¿Cómo es el estado Actual de la demanda eléctrica técnica y económica de la ciudad universitaria de Perayoc?
- B. ¿Se podrá desarrollar una propuesta técnica para la implementación de generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos en la ciudad universitaria de Perayoc?

C. ¿Será sustentable económicamente la implementación de generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos en la ciudad universitaria de Perayoc?

1.3.2. OBJETIVOS

1.3.2.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar el estudio técnico económico de un sistema de generación de energía eléctrica por medio de la instalación de paneles fotovoltaicos en la ciudad Universitaria de PERAYOC de La Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

1.3.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A. Evaluar técnica y económicamente la demanda eléctrica de la ciudad universitaria de Perayoc de La Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco.

B. Desarrollar el estudio técnico para la generación eléctrica con la instalación de paneles fotovoltaicos en la ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

C. Desarrollar el estudio económico para la generación eléctrica con la instalación de paneles fotovoltaicos en la ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

1.3.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La necesidad de contar con un sistema de generación eléctrica renovable y reducir los gastos por consumo de energía eléctrica hace necesario el estudio técnico y económico de la instalación de paneles fotovoltaicos para la generación eléctrica en la ciudad universitaria de Perayoc, así mismo por ser la UNSAAC una institución representativa de la región Cusco es de necesidad

que se adecue a los acuerdos internacionales firmados por nuestra patria el Perú y este a la vanguardia en la utilización de sistemas autosustentables de generación de energía en la región.

Es fundamental realizar un diagnóstico del consumo de energía eléctrica actual y evaluar de manera técnica la demanda eléctrica de la ciudad universitaria de Perayoc de La Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco.

El desarrollo del estudio técnico económico de la generación eléctrica con la instalación de paneles fotovoltaicos, en lugar de los sistemas convencionales que se usan actualmente en la UNSAAC de la ciudad del Cusco.

La proyección de la demanda contemplando las nuevas facultades es de 3644.54kW y los pagos actuales realizados por la universidad es de alrededor de S/. 60,000.00 nuevos soles cada mes, es evidente la necesidad de un sistema alternativo de generación.

La utilización de paneles fotovoltaicos en la UNSAAC contribuirá al ahorro por concepto de energía eléctrica dando un uso más eficiente de los recursos de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

1.3.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.3.4.1. ALCANCES

El estudio se realizará en la ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Se realizará un diagnóstico del consumo de energía eléctrica para la ciudad universitaria de Perayoc.

Se propone el estudio técnico económico de la generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos y la energía generada por los paneles

fotovoltaicos será inyectada al sistema de distribución del concesionario mediante un medidor bidireccional.

1.3.4.2. LIMITACIONES

El presente trabajo de tesis es una propuesta de solución que no necesariamente será aplicada ya que es un tema estrictamente de estudio.

Se trabajará con datos recabados en ELSE (Electro Sur Este) y datos brindados por la universidad UNSAAC (Universidad Nacional San Antonio Abada del Cusco).

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La realización del estudio técnico económico de la generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos en la Ciudad Universitaria de Perayoc de la “Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco”, logrará diagnosticar y evaluar la demanda eléctrica y conocer si es técnica y económicamente viable la generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos.

1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- A. El diagnóstico técnico económico de la Ciudad Universitaria de Perayoc de la “Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco” establecerá las bases de diseño para el sistema de generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos.
- B. El estudio técnico de implementación de paneles fotovoltaicos se adecuará a la infraestructura de la Ciudad Universitaria de Perayoc de la “Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco”.
- C. El estudio económico demuestra que es posible la generación de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos en la Ciudad Universitaria de

Perayoc de la “Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco” mejorando la eficiencia energética y económica y de esta manera contribuir al desarrollo sostenible de la ciudad universitaria de Perayoc.

1.5. VARIABLES E INDICADORES

V1: Estudio técnico-económico

I1A: Demanda Eléctrica (kW.h S/.)

I1B: Demanda Eléctrica (S/.)

I1c: (VAN-TIR).

V2: Generación Eléctrica

I2A: Irradiancia (W/m^2)

I2B: Hora Solar Pico (W/m^2)

I2c: Temperatura ($^{\circ}c$)

1.6. METODOLOGÍA Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es cuantitativo descriptiva, de metodología deductiva.

Cuantitativa: Es secuencial y probatorio para lo cual recolectamos datos numéricos, para probar nuestras hipótesis y establecer comportamientos.

Descriptiva: El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas.

Deductivo: Es un método de razonamiento para deducir conclusiones lógicas partiendo de varias premisas y principios por lo que es un proceso que va de lo general a lo particular.

1.7. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población en el presente trabajo de investigación está conformada por la ciudad Universitaria de Perayoc de la UNSAAC.

La muestra está conformada por las cargas de la Ciudad Universitaria de Perayoc de la UNSAAC, donde será implementado los paneles solares para la generación de energía eléctrica. La ciudad universitaria presenta cargas importantes que son las cargas del comedor universitario, laboratorios de ingeniería civil, centros de cómputo de todas las facultades y cargas de uso común alumbrado y tomacorrientes.

1.8. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos será de tipo Documental (Normas, Antecedentes, Evolución de Demanda, Documentación de datos en medios escritos y magnéticos).

Los Datos obtenidos a utilizarse para el procesamiento, será de acuerdo a un criterio técnico, orientados a la Tecnología fotovoltaica, considerando los niveles de detalle (partes, equipos, sistema).

Los Software a utilizar.

- AutoCAD 2018
- Delta Volt – Calculador
- DIgSILENT
- Office 2016.

1.9. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: "ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA USANDO PANELES FOTOVOLTAICOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO"

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables - Dimensiones - Indicadores	Metodología y tipo de investigación	Conclusiones y Recomendaciones
<p>Problema General: ¿Será factible la implementación técnica económica de un sistema de generación eléctrica usando paneles fotovoltaicos en la ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco?</p> <p>Problemas específicos: ¿Cómo es el estado Actual de la demanda eléctrica técnica y económica de la ciudad universitaria de Perayoc?</p> <p>¿Se podrá desarrollar una propuesta técnica para la implementación de generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos en la ciudad universitaria de Perayoc?</p> <p>¿Será sustentable económicamente la implementación de generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos en la ciudad universitaria de Perayoc?</p>	<p>Objetivo General: Elaborar el estudio técnico económico de un sistema de generación de energía eléctrica por medio de la instalación de paneles fotovoltaicos en la ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.</p> <p>Objetivos específicos: Evaluar técnica y económicamente la demanda eléctrica de la ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.</p> <p>Desarrollar el estudio técnico para la generación eléctrica con la instalación de paneles fotovoltaicos en la ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.</p> <p>Desarrollar el estudio económico para la generación eléctrica con la instalación de paneles fotovoltaicos en la ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.</p>	<p>Hipótesis general: La realización del estudio técnico económico de la generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos en la Ciudad Universitaria de Perayoc de la "Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco", logrará diagnosticar y evaluar la demanda eléctrica y conocer si es técnica y económicamente viable la generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos.</p> <p>Hipótesis específicas: El diagnóstico técnico económico de la Ciudad Universitaria de Perayoc de la "Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco" establecerá las bases de diseño para el sistema de generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos.</p> <p>El estudio técnico de implementación de paneles fotovoltaicos se adecuará a la infraestructura de la Ciudad Universitaria de Perayoc de la "Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco".</p> <p>El estudio económico demuestra que es posible la generación de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos en la Ciudad Universitaria de Perayoc de la "Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco" mejorando la eficiencia energética y económica y de esta manera contribuir al desarrollo sostenible de la ciudad universitaria de Perayoc.</p>	<p>Variables: V1: Estudio técnico-económico V2: Generación Eléctrica</p> <p>Dimensiones: Descripción del sistema eléctrico, diagnóstico de la demanda</p> <p>Análisis de los pagos realizados, Estudio de mercado, cálculo de parámetros financieros.</p> <p>Energía fotovoltaica, instalación de paneles, pérdidas en un sistema fotovoltaico, eficiencia de paneles.</p> <p>Indicadores: - Demanda eléctrica (kW.h) - Demanda eléctrica (S/.) - (VAN-TIR), - Irradiancia (W/m²) - Hora solar pico (W/m²) - Temperatura (°C)</p>	<p>El tipo de investigación es cuantitativo descriptiva, de metodología deductiva. Cuantitativa: Es secuencial y probatorio para lo cual recolectamos datos numéricos, para probar nuestras hipótesis y establecer comportamientos. Descriptiva: El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Deductivo: Es un método de razonamiento para deducir conclusiones lógicas partiendo de varias premisas y principios por lo que es un proceso que va de lo general a lo particular. Población: La población en el presente trabajo de investigación está conformada por la ciudad Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.</p>	<p>CONCLUSIONES</p> <ol style="list-style-type: none"> Concluido el estudio técnico económico de un sistema de generación de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaico se determinó que es técnicamente realizable el proyecto por otro lado en el estudio económico determinamos que la inversión realizada será recuperada en un periodo largo de veinte años, este tiempo es coherente para esta clase de proyectos que contemplan un impacto medio ambiental favorable según lo establecido en los estudios del MEF. Realizada la evaluación técnica y económica de la demanda eléctrica en la UNSAAC, concluimos que técnicamente el sistema eléctrico opera de manera correcta con un sistema trifásico en media tensión de 10.5KV, realizada la evaluación concluimos que la demanda de energía eléctrica se viene incrementando sostenidamente, en el aspecto económico los pagos realizados por la UNSAAC al concesionario ELSE S.A. se incrementan cada año, con un promedio anual de S/1,008,331.34 durante los últimos 10 años. Desarrollado el estudio técnico concluimos que la energía eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos puede cubrir el 71.37% de la necesidad energética de la Ciudad Universitaria de Perayoc, al inyectar la energía generada la cargabilidad de los transformadores y las líneas mejora de un 10.7% a 4.7%. Desarrollado el estudio económico concluimos que la energía eléctrica generada supliría el 74% de los pagos realizados por concepto de energía eléctrica, y obtenemos que los parámetros financieros de VAN de S/.514,817.04 y TIR de 5% hacen al proyecto viable en un horizonte de tiempo de 20 años. <p>RECOMENDACIONES</p> <ol style="list-style-type: none"> Se debe impulsar el desarrollo e implementación de este tipo de tecnologías de generación renovable, en las universidades públicas de nuestro país, dotándolas de laboratorios especializados para el desarrollo del estudio de la generación Fotovoltaica y estaciones de pruebas y ensayos. La UNSAAC debe solicitar a la Empresa encargada de la implementación del Sistema de generación Fotovoltaica el mantenimiento inicial del sistema y dar cursos y charlas de capacitación al personal de mantenimiento y alumnos de carreras afines de la UNSAAC, para que a futuro el mantenimiento sea realizado por técnicos y alumnos de la UNSAAC, logrando así mayor conocimiento y compromiso con la generación de energías Limpias y generando adicionalmente un ahorro considerable a la universidad. Prever a futuro en la construcción y puesta en funcionamiento de nuevas facultades y edificios administrativos la instalación de más arreglos de paneles fotovoltaicos que permitan incrementar la generación de energía limpia y reducir los gastos mensuales por consumo de energía.

1.10. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>V1: Estudio técnico-económico</p>	<p>Es la posibilidad de llevar a cabo una valorización económica de las variables técnicas del proyecto, que permitan una apreciación exacta o aproximada de los recursos necesarios para el proyecto; además de proporcionar información de utilidad al estudio económico</p>	<p>Recolección de datos de la empresa ELSE de la energía utilizada por la UNSAAC de los últimos 10 años. Cuadros de carga</p>	<p>Descripción del sistema eléctrico, diagnóstico de la demanda</p>	<p>Demanda eléctrica (kW.h)</p>
		<p>Estados de cuenta por concepto de pagos de energía eléctrica, cálculo de flujo de caja y tasa de descuento.</p>	<p>Análisis de los pagos realizados, Estudio de mercado, cálculo de parámetros financieros</p>	<p>Demanda eléctrica (S/.) (VAN-TIR),</p>
<p>V2: Generación Eléctrica</p>	<p>Consiste en transformar alguna clase de energía química, mecánica, térmica o luminosa, entre otras, en energía eléctrica. La generación de energía eléctrica utilizando la energía luminosa se realiza mediante el efecto Fotoeléctrico,</p>	<p>Consideraciones climatológicas y de ubicación, cálculos para determinar la energía generada, formulas, diagramas y esquemas.</p>	<p>Energía fotovoltaica, instalación de paneles, pérdidas en un sistema fotovoltaico, eficiencia de paneles.</p>	<p>Irradiancia (W/m²) Hora solar pico (W/m²) Temperatura (°C)</p>

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo debemos mencionar experiencias exitosas del empleo de los paneles fotovoltaicos, la situación de la generación fotovoltaica en el panorama mundial, nacional y regional, también se hará referencia a la normatividad nacional e internacional vigente; de igual manera se describirá la tecnología de instalación de paneles solares (fotovoltaicos) para la generación de energía eléctrica, tanto en sus componentes como en las condiciones que se deberán cumplir para que esta sea aprovechada de la manera más eficiente.

En la última parte del presente capítulo se describirá la “Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco”, tanto su infraestructura como en su sistema eléctrico, ya que será el objeto de estudio del presente trabajo.

2.2. ANTECEDENTES

2.2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

- Valdiviezo Salas Paulo Daniel, (2014): “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 15 COMPUTADORAS PORTÁTILES EN LA PUCP”. Tesis para optar el título de Ing. Electricista. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima-Perú (DANIEL, 2014).

Objetivo: El objetivo esencial de la tesis es promover el interés e investigación en energía renovable por parte de la colectividad con estudios superiores, mediante el diseño de un sistema fotovoltaico aislado para suministrar a quince ordenadores en la PUCP (DANIEL, 2014).

Conclusiones: Las consecuencias económicas muestran que, si no se toman en cuenta incentivos estatales económicos o de instituciones para generación de energía limpia, el emprendimiento no será rentable en el marco de la economía.

- De la Cruz Wilder Clemente, (2014): “OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDAS AISLADAS ALTOANDINAS”. Tesis para optar el título de Ing. Electricista. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú. (Clemente, 2014)

Objetivos: La principal finalidad del trabajo de tesis es la optimización del sistema solar fotovoltaicos en viviendas aisladas alto andinas de la zona de la sierra central de Huancayo – Perú (Clemente, 2014).

Conclusiones: Como parte del crecimiento en el campo de la energía en el mundo y el Perú, una de las energías en la cual se ha puesto un mayor hincapié para su desarrollo es la que se obtiene del sol (solar). Para encontrar la respuesta al problema reseñado, se evaluaron diferentes opciones basadas en el uso de energías renovables, llegando a la resolución de que la minera cuenta con las condiciones convenientes y climáticas necesarias para poder usar este tipo de recurso que es la energía solar.

- Franco Altamirano, Fredy, (2015): “DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN SEGUIDOR SOLAR AUTOMÁTICO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS”. Tesis para optar el título de Ing. Electricista. Universidad Nacional del San Antonio Abad del Cusco (Franco Altamirano, 2015).

Objetivos: Este trabajo presenta el diseño y evaluación de un prototipo de seguidor solar para mejorar el rendimiento de los paneles solares. Mediante un algoritmo basado en una carta solar que realiza un cálculo de la trayectoria del sol sobre la bóveda celeste (Franco Altamirano, 2015).

Conclusiones: Se realizaron pruebas a los paneles de ambos sistemas con lo que se obtuvo un panorama general de su rendimiento. En la parte final de la tesis, se muestra la elaboración de las conclusiones obtenidas del trabajo realizado y se describen las Recomendaciones del estudio realizado en la tesis presentada siendo este sistema efectivo.

2.2.2. NORMAS Y DIRECTIVAS

- OSINERG – DGER – Dirección General de Electrificación Eléctrica. “La Norma Técnica de los Sistemas Eléctricos Rurales no Convencionales Abastecidos por los Sistemas Fotovoltaicos Autónomos”. Ley 28749, Ley general de electrificación rural” (2015)
- MEM – “El Decreto legislativo N° 1002, decreto legislativo de Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el Uso de Energías Renovables” (2010)
- MEM – DGE- Dirección General de Electrificación “Resolución directoral N°203-2015-MEM/DGE, que aprueba la Norma DGE “Especificación Técnica para Sistema Fotovoltaico y sus componentes para Electrificación Rural” (2015)
- MEM – DGE – Dirección General de Electrificación “Decreto Supremo que aprueba el reglamento de generación distribuida. Ley N°25844 Ley de Concesiones Eléctricas y su reglamento” (2018)

- Resolución Directoral N° 003-2007-EM/DGE: Reglamento Técnico Especificaciones Técnicas y Procedimientos de Evaluación del Sistema Fotovoltaico y sus Componentes para Electrificación Rural. fecha: 12 de febrero de 2007.
- Resolución Directoral N° 003-2007-EM/DGE: Reglamento Técnico Especificaciones Técnicas y Procedimientos de Evaluación del Sistema Fotovoltaico y sus Componentes para Electrificación Rural. Fecha: 12 de febrero de 2007.
- Directiva N° 005-2017-MTC-710: Medidas de Ecoeficiencia en el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, tiene el objetivo de establecer medidas de ecoeficiencia que permitan mejorar la calidad del servicio público, generando el ahorro en el gasto público, en cumplimiento de las metas de MTC.
- Directiva de Eficiencia Energética en Edificios (EPBD: Energy Performance of Buildings Directive): Reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. El propio texto reconoce en sus considerandos que el Tratado no confiere poderes para legislar en este campo, con lo que, salvo el deber de información bianual a la Comisión, no establece verdaderas obligaciones. Llama la atención cómo adelanta algunos de los programas que veremos reflejados luego en la Directiva de eficiencia energética de los edificios (EPBD).

2.3. ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL MUNDO

En el año 2015, el mercado fotovoltaico mundial alcanzó un alto crecimiento, además de un incremento constante en la competitividad de los sistemas de generación de energía fotovoltaica, todo esto hace que el mercado fotovoltaico

tenga uno de los adelantos tecnológicos más notorios del paisaje energético actual.

El mercado fotovoltaico mundial se ha venido incrementando en los últimos años a una tasa de 20 a 25%.

El crecimiento de la industria, las aplicaciones y mercados han inducido que a finales de 2015 esta tecnología alcanzase el hito de instalar 50GW de capacidad fotovoltaica adicional en todo el mundo, un 25% por encima de 2014 y el incremento de la capacidad acumulada instalada de 230GW (WIKIPEDIA, 2019). Debido a la versatilidad de los sistemas fotovoltaicos, a la par de la constante disminución de los costos de implementación, han hecho que el sector fotovoltaico sea competitivo lo que demuestra su versatilidad a adaptarse a las condiciones particulares de cualquier país (Alonso Montes & Grupo NAP, 2002).



Figura 3: Evolución de instalaciones fotovoltaicas mundiales anuales

Fuente: UNEF (Unión Española Fotovoltaica)

Las zonas de mayor interés en el planeta, según la potencia recolectada, son Europa (donde resaltan Alemania y España, con más del 52% del total mundial), También se aprecia a Japón con un aproximado de 3.622 MW acumulados y EE.UU. con un estimado de 2.727 MW representando el 9% y el 6,80% respectivamente de la potencia total (Wikipedia, 2019).

En el gráfico siguiente se muestra el top 10 de la capacidad de potencia instalada al año 2015.

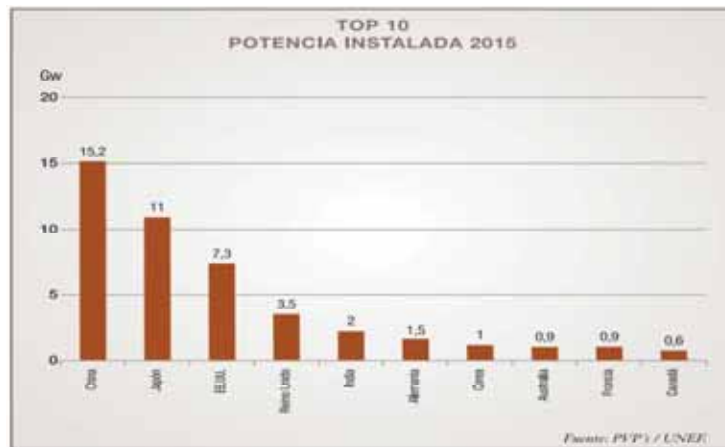


Figura 4: Top 10 países de potencia fotovoltaica instalada 2015

Fuente: UNEF

En América del Sur el uso de energía solar está experimentando un crecimiento sin precedentes ya que solo depende de un medio renovable que está presente en la región, países por ejemplo Chile que en el año 2012 apenas tenía 5MW de energía solar y hoy en día tiene una potencia instalada de 362MW.

Una reciente investigación de Greentech Media (GMT), hace notar que América Latina es la región que ha mostrado el mayor crecimiento en el empleo de la energía solar, en el 2014 generó 625MW lo que representa un crecimiento del 370% con respecto al año que pasó. Dentro de los países que componen el continente sudamericano el país de Chile es el que lidera la incorporación de este tipo de tecnología (Alturo & Fuentes, 2018).

México figura en un distante segundo lugar, ya que solo incorporó nuevas instalaciones con una potencia de 67MW, que supusieron un retroceso en comparación con los 72MW de al año anterior.

El tercer lugar del podio lo ocupa Brasil, que prevé revertir esta situación implantando una política de rebaja de impuestos a nivel nacional y estatal para este tipo de tecnología, además de un mayor acceso a la financiación para la generación distribuida (Alturo & Fuentes , 2018).

Se pronostica que el mercado fotovoltaico en América Latina tenga un incremento de otro 237%, liderado nuevamente por Chile. Los proyectos fotovoltaicos de la región superan los 30GW, de ellos 723MW están operativos, 1.1GW están en construcción, hay 5.2GW en proceso de contratación y hasta 23GW de proyectos anunciados (Wikipedia, 2019).

2.3.1. ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL PERÚ

Como sabemos la energía solar es una alternativa a las fuentes de generación resultantes de la quema de combustibles fósiles. A diferencia de los países ubicados en el hemisferio norte, el Perú por estar ubicado mucho más próximo a la línea ecuatorial, cuenta con sol durante casi todo el año. De acuerdo con el Atlas Solar Peruano elaborado por el “Ministerio de Energía y Minas” (2016), el Perú tiene una alta radiación solar anual, siendo en la zona sierra aproximadamente de 5.5 a 6.5 kWh/ m²; 5.0 a 6.0 kWh/ m² en la Costa y la Selva un aproximado de 4.5 a 5.0 kWh/m² (www.gruporural.pucp.edu.pe, 2017).

La energía emitida por el sol es el recurso renovable con mayor disponibilidad en casi todo el territorio peruano, la disponibilidad de la energía solar es considerable y uniforme, en casi todas las épocas del año.

En el Perú existen tres ámbitos definidos donde se han desarrollado el uso de la energía solar.

Terma solar

El uso de la energía solar térmica a través de termas de agua en las zonas del sur del País, con más incidencia en la ciudad de Arequipa y Puno, departamentos en los que operan más de 29 compañías destinadas a la fabricación y mantenimiento de estos sistemas. Sin embargo, aún existe un mercado insatisfecho tanto en áreas urbanas como en rurales en el mercado de las termas solares.

El uso de las termas solares implica un ahorro económico ya que generan un menor consumo de electricidad de la red eléctrica, en comparación con las termas eléctricas.

Existen en torno de 20 fabricantes que últimamente han comprendido la “Asociación de Empresas Peruanas de Energía Solar”, “AEPES” y que producen mensualmente en torno de 600m² de recolectores solares para termas solares.

Secado solar

La utilización tradicional de la energía solar más extendido es el secado de los productos agrícolas, exponiendo el producto directamente a la radiación solar, su uso productivo se da como secador de granos para la agricultura (en la zona sur la producción de granos altoandinos como son el kiwicha, quinua, kañihua es elevada).

Paneles fotovoltaicos

Su implementación y aprovechamiento para el de electricidad se da mayormente en las zonas rurales. Según los datos del 2011 el 16% de la población no tiene acceso al suministro de electricidad en sus hogares, indicador que se incrementa a 22% en zonas rurales. Según la Dirección General de Electrificación Rural tenemos un aproximado de 500000 hogares localizados en zonas rurales que quedarían sin ser atendidos por los programas de electrificación. De acuerdo con

el Plan Nacional de Electrificación Rural un aproximado de 345 823 hogares tendrían que ser cubiertos con módulos fotovoltaicos en espacios rurales.

El Banco Mundial, el Global Environment Facility – GEF y el MEM ya han pagado la instalación del servicio eléctrico a 2 216 familias con sistemas de paneles solares fotovoltaicos pilotos. Dentro de este cuadro existiría en cartera otros subproyectos para obtener 7 000 hogares más. También el programa Euro Solar, que implementa 130 centrales pequeñas de energía híbrida (eólico-solar) destinadas a proveer de energía a postas, locales comunales colegios. Asimismo, el programa estatal Luz para Todos que pertenece al Gobierno Central considera a aproximadamente 11640 nuevas localidades serán atendidas con fuentes renovables de energía siendo una gran parte de ellas con generación fotovoltaica. Las opciones para la electrificación rural están los “sistemas fotovoltaico domiciliario (SFD)”. La empresa pública ADINELSA, encargada de la promoción de la ampliación en electrificación rural de áreas no concesionadas, ya cuenta más 1500 SFDs trabajando en la zona sur del país (Dirección de Fondos Concursables, 2018).

La implementación para sistemas fotovoltaicos de gran magnitud es el que ha brotado con la concesión de las 4 centrales de generación eléctrica mediante paneles solares que serán conectados al “Sistema Eléctrico Nacional (SEIN)” después de la primera licitación de suministro de electricidad con “Recursos Energéticos Renovables (RER)” realizada por el Ministerio de Energía y Minas. Las empresas españolas T-Solar Global y Solarpack Corporación Tecnológica serán las encargadas de edificar estas cuatro centrales fotovoltaicas, con una potencia conjunta de 80 megavatios (MW). Estas empresas han ganado los contratos con el Gobierno Peruano que les asegura la venta de electricidad

producida con energía solar durante un periodo de tiempo de 20 años. Según Juan Laso (2018), Director General de T Solar, esta adjudicación le permitirá “incrementar la cartera de proyectos en fase de desarrollo de T-Solar, que suman una potencia superior a los 650 MW” (www.gruporural.pucp.edu.pe, 2017).

 **CONCESIONES TEMPORALES DE CENTRALES DE GENERACIÓN**

CENTRALES SOLARES								
N°	Proyecto	Departamento	Titular de la Concesión	Potencia (MW)	Resolución de Otorgamiento	Fecha de Publicación	Fecha de Inicio de Estudios	Fecha de Calificación de Estudios
1	C.S. Rubí	Moquegua	ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.	40	R.M. N° 212-2013-MEM/DM	31/05/2013	01/06/2013	01/06/2015
2	C.S. Esmeralda	Tacna	ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.	40	R.M. N° 279-2013-MEM/DM	19/07/2013	30/07/2013	20/07/2015
3	C.S. Tomasiñi	Tacna	ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.	40	R.M. N° 029-2014-MEM/DM	30/01/2014	31/01/2014	31/01/2016
4	C.S. Layagache	Tacna	ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.	40	R.M. N° 030-2014-MEM/DM	30/01/2014	31/01/2014	31/01/2016
5	C.S. Majes	Arequipa	SW ENERGÍAS LIMPIAS DEL SUR S.A.	40	R.M. N° 027-2014-MEM/DM	31/01/2014	01/02/2014	01/02/2016
6	C.S. Pampa Las Pulgas	Moquegua	ENEL GREEN POWER PERÚ S.A.	40	R.M. N° 049-2014-MEM/DM	08/02/2014	09/02/2014	09/02/2016
7	C.S. Repartición (Sowitec)	Arequipa	SOWITEC OPERATION PERÚ S.A.	40	R.M. N° 109-2014-MEM/DM	03/03/2014	04/03/2014	04/03/2016
8	C.S. Parque Los Héroes	Tacna	LINDA ENERGY S.A.C.	40	R.M. N° 208-2014-MEM/DM	30/05/2014	11/05/2014	11/05/2015
9	C.S. Parque Solar Los Héroes	Tacna	SOWITEC OPERATION PERÚ S.A.	40	R.M. N° 450-2014-MEM/DM	24/10/2014	23/10/2014	23/10/2016
10	C.S. Parque Fotovoltaico Paracas	Ica	GENERACIÓN SOLAR PERÚ S.A.C.	50	R.M. N° 251-2015-MEM/DM	28/05/2015	29/05/2015	29/05/2017
11	C.S. Parque Fotovoltaico Nazca	Ica	GENERACIÓN SOLAR PERÚ S.A.C.	50	R.M. N° 252-2015-MEM/DM	28/05/2015	29/05/2015	29/05/2017
12	C.S. Parque Fotovoltaico Tarma	Tacna	GENERACIÓN SOLAR PERÚ S.A.C.	50	R.M. N° 253-2015-MEM/DM	28/05/2015	29/05/2015	29/05/2017

Figura 5: Concesiones temporales de centrales de generación fotovoltaica

Fuente. OSINERGMIN

De acuerdo con lo mostrado, el sector de la energía solar va desde diminutas instalaciones familiares hasta proyectos mayores con centrales solares. Es importante que los avances, en este último caso, generen el progreso de la tecnología y la difusión de esta fuente de energía renovable en el país. Una de las principales características de la energía solar es su capacidad de adaptarse a proyectos de pequeña y mediana envergadura para usuarios individuales. Por ejemplo, en ámbitos urbanos se pueden desarrollar instalaciones fotovoltaicas que se integren a grandes terrenos expuestos como patios, edificios, estacionamiento de autos, marquesinas. Esta forma de adelanto permite acercar la producción de electricidad al punto de consumo, anulando las pérdidas propias del transporte de energía a través de líneas de transmisión eléctrica y además de reemplazar el consumo de energía eléctrica de la red

nacional y ahorrar en los costos de quienes implementan estos sistemas (RURAL, 2018).

2.3.2. ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN LA REGIÓN CUSCO

2.3.2.1. SITUACIÓN DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN LA REGIÓN CUSCO

Los proyectos de implementación de sistemas fotovoltaicos, en la región del cusco se vienen ejecutando por parte de la “Dirección General de Electrificación Rural (DGER) del MEM” (Dirección de Fondos Concursables, 2018), a través de la Dirección de Fondos Concursables y la empresa de Distribución “Electro Sur Este S.A.A.” Con una inversión de \$ 3'453,923.

El cual será implementado para el acceso al servicio eléctrico de 3,196 viviendas rurales en nuestra región, siendo beneficiarios directos 12,782 pobladores de las 168 localidades rurales (Dirección de Fondos Concursables, 2018).

En las 168 localidades rurales corresponden a los distritos de Livitaca (89), Ocongate (24), Ccapacmarca (15), Chamaca (11), Velille (9), Ccarhuayo (9), Paruro (6) y Quiñota (5).

Existen además proyectos elaborados y ejecutados por iniciativa de los gobiernos distritales, tales con los casos como la Municipalidad de Vilcabamba, Echarate y otros (Dirección de Fondos Concursables, 2018).

2.3.2.2. POTENCIAL DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN LA REGIÓN CUSCO

El Atlas de Energía Solar del Perú (2016) indica una elevada radiación solar anual en la Sierra como ya lo mencionamos de 5.5 a 6.5 kWh/m², en el siguiente cuadro podremos observar los valores medios diarios mensuales de radiación solar en nuestra ciudad:

Mes	Zona 1 (MJ/m ²)		Zona 2 (MJ/m ²)		Zona 3 (MJ/m ²)		Zona 4 (MJ/m ²)	
	Hd	Hd*	Hd	Hd*	Hd	Hd*	Hd	Hd*
Enero	18,3	17,7	18,4	18,7	21,9	21,8	15,8	15,8
Febrero	17,9	18,7	18,2	20,2	21,5	22,2	13,3	15,6
Marzo	19,1	18,6	19,3	19,2	20,5	21,3	14,4	16,7
Abril	17,5	18,8	17,8	17,6	20,8	21,6	15,1	17,1
Mayo	18,6	17,9	18,9	17,8	19,8	20,5	15,9	17,4
Junio	15,5	16,3	15,8	16,0	18,7	18,6	15,4	15,9
Julio	17,1	17,4	17,5	17,2	18,9	18,8	17,3	16,7
Agosto	20,8	18,3	21,3	18,1	20,8	20,4	17,7	16,3
Setiembre	19,0	19,3	19,6	17,5	22,8	23,0	19,4	16,9
Octubre	19,4	20,7	19,9	22,0	23,7	23,6	20,5	18,0
Noviembre	20,8	21,4	21,2	21,2	24,7	23,8	18,4	17,5
Diciembre	21,8	20,5	22,1	20,5	23,0	22,4	16,6	15,7

Tabla 1: Valores medios diarios mensuales de radiación solar en Cusco

Fuente. Atlas Solar - MEM

Hd: Valor medio

Hd*: Valor calculado con la correlación

2.3.3. ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN INSTITUCIONES PÚBLICAS

A pesar que desde el Ministerio del Medio Ambiente, a través de la “Dirección de Calidad ambiental, programa de eco eficiencia se viene trabajando en cuatro líneas de acción, siendo una de ellas las instituciones públicas eficientes, que mediante RM N°217-2013-MINAM (2013) y su ANEXO (Programa de promoción del uso de gas para los vehículos GNV y paneles fotovoltaicos en las instituciones públicas 2013 – 2015) , establecen como política gubernamental, la promoción de la eco eficiencia como una de las estrategias troncales para la transición hacia el desarrollo sostenible .

Son pocas las instituciones públicas que han implementado sistemas fotovoltaicos en sus edificios institucionales, como ejemplo podemos citar:

- Electro Sur Este S.A.A. el cual juntamente con cooperación del gobierno japonés elaboraron y ejecutaron el proyecto denominado “Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red de Distribución - Electro Sur Este”.

- La universidad particular Andina del Cusco implemento el primer edificio con autogeneración híbrida (Eólica – Fotovoltaica) en nuestra ciudad, su funcionamiento está contemplando para suplir hasta un 30% de la energía eléctrica requerida por el edificio para su funcionamiento, así mismo el sistema de generación híbrida estará conectado a la red del concesionario, mediante un inversor que garantiza que lo primero que se consuma sea la energía obtenida por el sistema híbrido.

2.4. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Existen 2 tipos de sistemas solares fotovoltaicos, los cuales explicaremos a continuación:

Tabla 2: Diferencias entre sistemas solares

Fuente: UNEF

	Interconectados	Aislados
Costo Iniciales	Económico	Costoso (baterías)
Costos Mantenimiento	Mínimos sólo limpieza	Limpieza más costos de baterías
Flexibilidad	No hay problema por sobre-uso	NO podemos gastar más de lo que calculamos
Independencia	Dependemos del sistema eléctrico nacional	Totalmente independientes
Obligaciones Legales	Necesitamos avisar y hacer contrato con CFE	No debemos avisar ni pedir permiso a nadie
Implementación	Fácil	Poco más complicado

2.4.1. SISTEMAS CONECTADOS A LA RED

Un sistema conectado a la red se compone, fundamentalmente, de los módulos fotovoltaicos que integran el generador fotovoltaico, el inversor que convierte la corriente continua de los paneles en alterna y la inyecta a la red y por último, el contador de energía inyectada a la red. Estos sistemas tienen remunerada la

generación de esta energía limpia y permiten que con la expansión del mercado los precios puedan bajar. Dado que los módulos fotovoltaicos son dispositivos de alta fiabilidad, el elemento que requiere más atención técnica es el inversor (Alonso Montes & Grupo NAP, 2002).

La ventaja de estos sistemas es que son más económicos debido a que ya no necesitan de un banco de baterías para su funcionamiento, como es sabido las baterías muchas veces encarecen los costos de los sistemas fotovoltaicos, además de necesitar un mantenimiento periódico para su óptimo funcionamiento.

Los sistemas de paneles fotovoltaicos para ser conectados al sistema de la red eléctrica deberán suscribir un contrato con la empresa concesionaria, la misma que verificara que todo el sistema cumpla con las regulaciones de la misma, y que la energía que genere para ser conectada a la red sea correspondiente con las características eléctricas del sistema de distribución.

Finalmente, la ventaja más resaltante de este tipo de sistemas es que se logra un mayor beneficio de la energía fotovoltaica generada por el sistema (Montes, 2007).

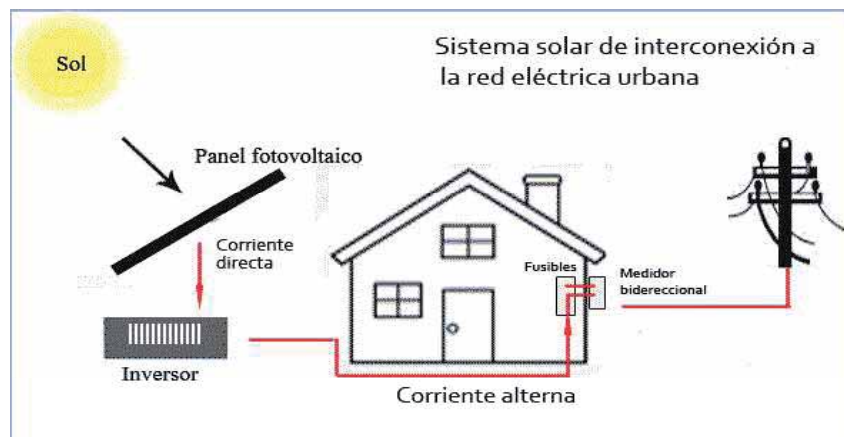


Figura 6: Sistema solar conectado a la red

Fuente: UNEF

2.4.2. MODELOS DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A LA RED

2.4.2.1. MODELO MEDICIÓN NETA (NET METERING)

Las instalaciones típicas de medición de red incluyen un solo medidor bidireccional, en el cual las cargas locales pueden estar consumiendo energía generada por el sistema fotovoltaico. Los esquemas de medición neta se vuelven interesantes cuando el precio de la energía generada es igual o menor que el precio de la energía de los servicios públicos. El equilibrio entre la energía generada y la demanda se puede hacer de forma diaria, semanal, mensual o anual, de acuerdo con la normativa vigente en cada país. Bajo un esquema de medición de red instantánea (Cornejo Lalupú, 2013).

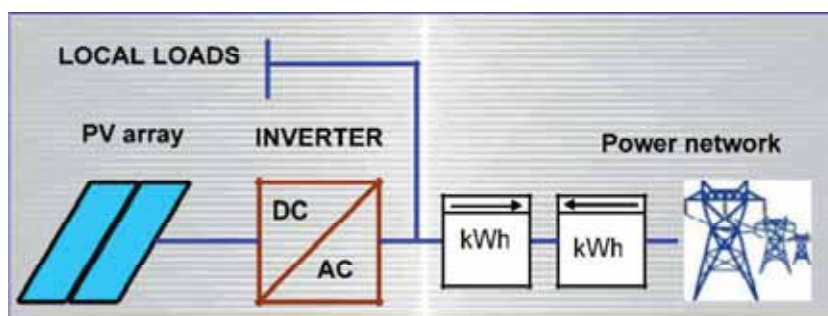


Figura 7: Sistema de medición neta

Fuente: CONEIMERA 2019

2.4.2.2. MODELO TARIFA DE ALIMENTACIÓN (FEED IN TARIFF)

Bajo los esquemas de tarifas de alimentación, el sistema incluye medidores separados para el sistema fotovoltaico y el consumo de la vivienda. Con este modelo, cada kWh generado y suministrado a la red se paga al productor, atendiendo a la tarifa aceptada para esa instalación en particular. Ha sido utilizado por la normativa española para sistemas conectados a la red entre 2004 y 2012, disminuyendo las tarifas pagadas a medida que se redujo el

costo de la tecnología. Este modelo económico es el único que realmente ha asegurado los ingresos máximos por kWh generados por la energía fotovoltaica, lo que ha sido muy útil para aumentar la producción de equipos fotovoltaicos y, como resultado, reducir los costos de la tecnología. En consecuencia, la paridad de la red en España se alcanzó a mediados de 2013 (Cornejo Lalupú, 2013).

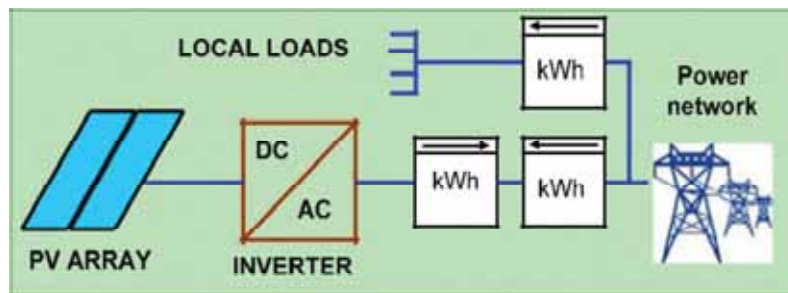


Figura 8: Sistema de tarifa de alimentación

Fuente: CONEIMERA 2019

2.4.2.3. MODELO DE AUTOCONSUMO (SELF-CONSUMPTION)

Algunos países (donde ha habido un desarrollo fotovoltaico significativo) están comenzando a utilizar un modelo de tarifa de alimentación que fomenta el autoconsumo de la energía producida por el generador fotovoltaico (Cornejo Lalupú, 2013).

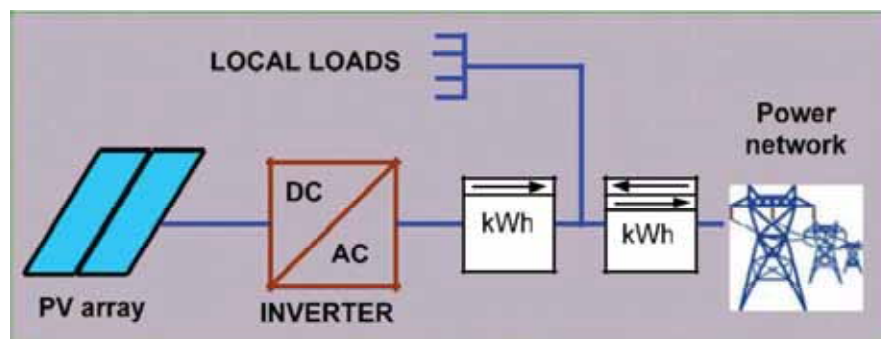


Figura 9: Sistema de Autoconsumo

Fuente: CONEIMERA 2019

2.4.2.4. MODELO DE RED HIBRIDA (HYBRID NETWORK)

Es un caso especial de conexión a la red, popular en otros países. Tales instalaciones son comunes en áreas donde hay cortes de energía frecuentes y prolongados. Al tener este tipo de conexión, que también puede incluir un generador eólico de baja potencia, la carcasa tendrá una fuente de alimentación asegurada durante un cierto período de tiempo, que dependerá del diseño implementado (capacidad de la batería) y el control de la instalación, donde es crítico Se distinguen cargas (refrigeradores, ...) y cargas no críticas (Cornejo Lalupú, 2013).

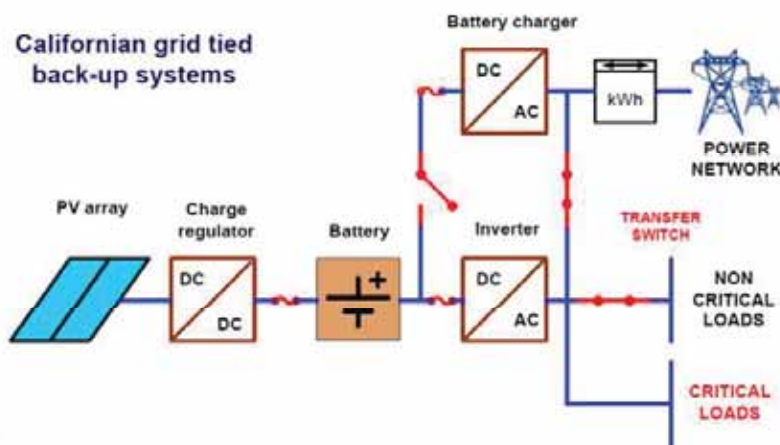


Figura 10: Sistema Híbrido

Fuente: CONEIMERA 2019

2.4.3. BENEFICIOS EN LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A LA RED

Los beneficios proporcionados por los sistemas FV conectados a la red son:

- Generación durante la máxima demanda energética.
- Generación en el punto de consumo (generación distribuida).
- Disminuye la dependencia energética de otras energías no verdes.
- Modular: el poder de la planta se puede aumentar fácilmente.

- Bajo mantenimiento: piezas no móviles y silenciosas.
- El acceso a la fuente de energía es gratuito y renovable.
- Disminuye la necesidad de invertir en nuevas líneas de transmisión de alto voltaje.
- Contaminación mínima, solo durante el proceso de fabricación.
- El progreso de la tecnología reduce el costo del módulo FV y aumenta la eficiencia de conversión, lo que hace que esta tecnología sea más atractiva.

2.4.4. SISTEMAS AISLADOS

Estos sistemas son empleados cuando se requiere suministrar energía en zonas muy alejadas o donde no llegue la red eléctrica, más específicamente zonas rurales.

En ambos sistemas se emplean los paneles solares fotovoltaicos para convertir la energía en electricidad, la diferencia se da en que la energía generada es almacenada en un arreglo de banco de baterías.

Este tipo de sistema debe contar con baterías para lograr el almacenamiento de la energía y suministrarla durante la noche o en condiciones climatológicas desfavorables, para lo cual es indispensable que el sistema este adecuadamente dimensionado para acumular la mayor cantidad de energía posible, teniendo especial cuidado en dimensionar los “días de autonomía”, el cual tendrá relevancia cuando el sistema fotovoltaico este destinado para alimentar a un centro de salud u otro tipo de edificación similar.

Este tipo de sistemas pueden ser asignados para la alimentación de una tarea específica, por ejemplo, sistema de alumbrado público, sistema de cámaras de monitoreo. Siendo los más recomendables para ser empleados en los hogares.

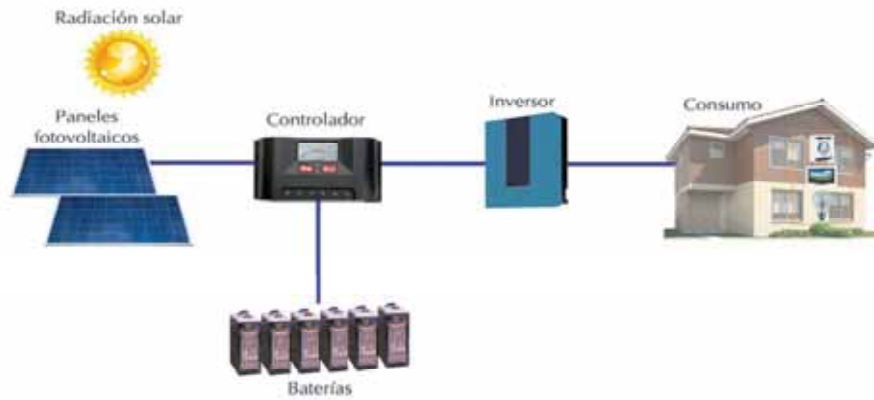


Figura 11: Sistema solar aislado de la red

Fuente: UNEF

2.4.5. TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A LA RED

A partir de la configuración de la matriz fotovoltaica y el número y tipo de inversores fotovoltaicos, podemos distinguir los siguientes tipos de sistemas fotovoltaicos conectados a la red.

2.4.5.1. SISTEMA FOTOVOLTAICOS CON INVERSOR CENTRALIZADO

Las cadenas fotovoltaicas se conectan en paralelo hasta obtener la potencia máxima deseada del campo fotovoltaico.

Solo un inversor con una potencia máxima de DC igual (o superior) a la potencia pico FV instalada.

INVERSOR CENTRAL

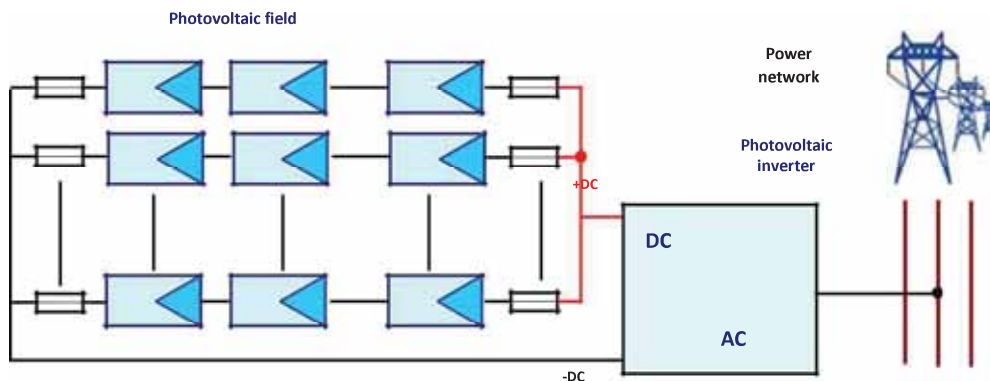


Figura 12: Tipo de Inversor Central

Fuente: CONEIMERA 2019

2.4.5.2. SISTEMA FOTOVOLTAICO CON INVERSOR CENTRAL CON VARIOS SEGUIDORES DE MPP

Un convertidor DC – DC por cadena fotovoltaica o matriz: mejora el MPP de cada uno.

Solo un inversor en toda la instalación solar.

Potencia nominal de inversores: 5 a 100 kWp.

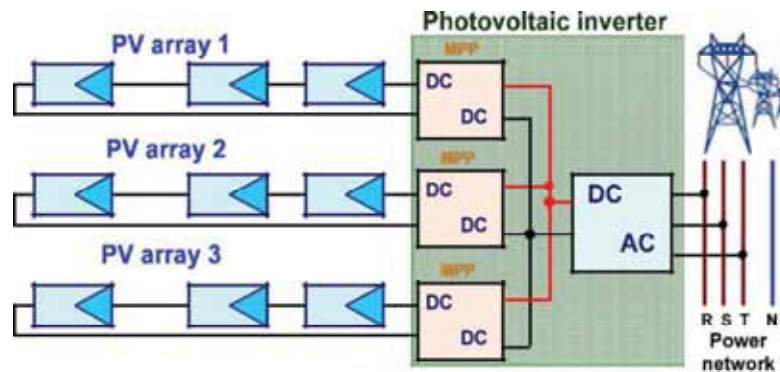


Figura 13: Tipo de Inversor Central con varios seguidores de MPP

Fuente: CONEIMERA 2019

2.4.5.3. SISTEMA FOTOVOLTAICO CON INVERSOR CENTRAL CON VARIOS INVERSORES

Un convertidor DC – DC en cada inversor.

Varios inversores en la instalación fotovoltaica funcionan cerca del mejor punto de eficiencia.

Alta potencia nominal del inversor (100 kWp).

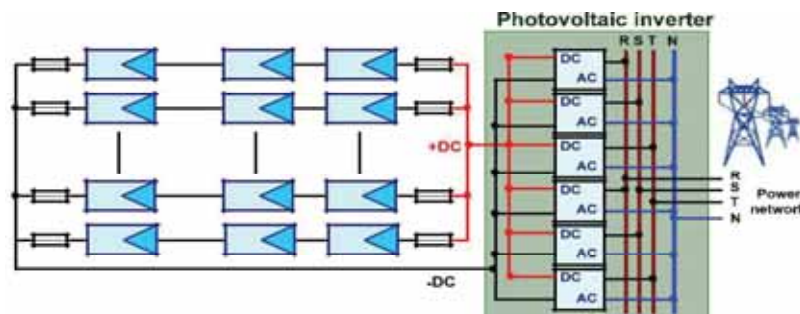


Figura 14: Tipo de Inversor Central con varios inversores

Fuente: CONEIMERA 2019

2.4.5.4. SISTEMA FOTOVOLTAICO CON INVERSOR DE CADENA (INVERSOR MODULAR)

Los módulos fotovoltaicos se conectan en serie sin exceder los límites de DC del inversor.

Varios inversores están conectados en la planta fotovoltaicas.

Potencia nominal de los inversores: 1 a 100 kWp.

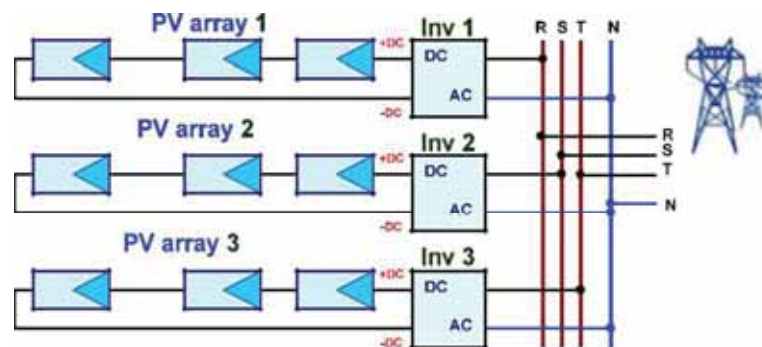


Figura 15: Tipo de Inversor en Cadena

Fuente: CONEIMERA 2019

2.4.5.5. SISTEMA FOTOVOLTAICO CON INVERSOR INTEGRADO EN EL NÚCLEO FOTOVOLTAICO (MÓDULO AC)

Un inversor por módulo (micro inversores).

Se evitan las conexiones de DC.

Alta potencia nominal del inversor: 50 a 300 Wp.

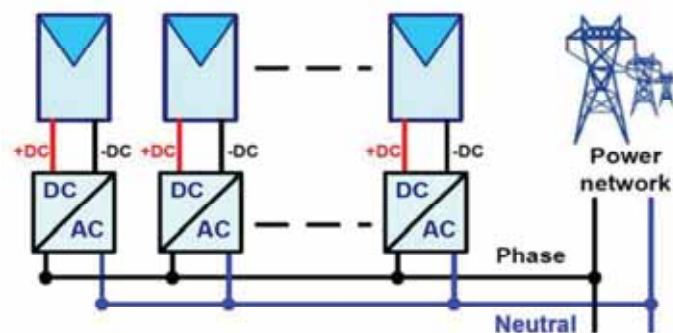


Figura 16: Tipo de Inversor integrado en el módulo fotovoltaico

Fuente: CONEIMERA 2019

La generación distribuida, es conocida como la generación in-situ, generación embebida, generación descentralizada, generación dispersa o energía distribuida, consiste en la generación de energía eléctrica mediante muchas pequeñas fuentes de energía en lugares lo más próximos posibles a los puntos de consumo (WIKIPEDIA, 2019).

La descripción más clara de la “Generación Distribuida” sería que es aquella que conectada a la red eléctrica de distribución de energía eléctrica y es caracterizada por encontrarse instalada en lugares muy cercanos a los puntos de consumo. Cuyas características generales son:

- Disminuye la merma en la red eléctrica. Está más cerca del consumidor, las redes de transporte son más cortas. Por lo tanto, la generación distribuida minimiza las mermas de energía en el transporte de la electricidad desde las centrales de generación hasta los puntos de utilización. Esto significa un gran ahorro ya que no es necesario en la mayoría de los casos elevar la tensión eléctrica para su transporte (WIKIPEDIA, 2019).
- Mejorar la confiabilidad y la calidad del sistema eléctrico. no supone un problema importante para el sistema eléctrico debido a las pequeñas fuentes de generación (“micro generación”), repartidas por todo el territorio, el fallo de una de ellas no altera el sistema.
- Potencia reducida. La micro generación en la mayoría de los casos tiene potencias menores a 3 kW y generalmente no sobrepasan los 10 kW de potencia instalada.
- Energía renovable. En los sistemas de generación distribuida generalmente se utiliza las energías renovables, ya que al estar muy cerca del punto de consumo, son las más idóneas.

2.5. CONDICIONES PARA EL EMPLEO DE PANELES FOTOVOLTAICOS

Para lograr que los paneles fotovoltaicos trabajen con mejor eficiencia al instante de transformar la luz del sol en energía eléctrica es importante tener en cuenta, en el diseño e instalación la inclinación y orientación que deberán tener los paneles con referencia a la posición del sol.

2.5.1. INCLINACIÓN DE LOS PANELES SOLARES

El ángulo óptimo para la instalación de un panel solar debe ser el ángulo de la latitud de la zona donde será ubicado, sin embargo, es recomendable tener en cuenta que es preferible darle al ángulo de inclinación (α) un valor igual al de la latitud del lugar más 10° o 15° , esto debido a que sería la posición más favorable para la época de invierno, aceptando una pequeña pérdida durante la época de verano (Alonso Montes & Grupo NAP, 2002).

- Inclinación óptima $3.7+(L*0.69) = \alpha$

Donde:

L: Latitud

Por lo anteriormente mencionado debemos concluir en que el ángulo (α) debería ser de por lo menos de 15° , esta inclinación impide que cuando llueva no se acumule el agua en el panel, por el contrario que esta se deslice y al mismo tiempo ayude a mantener limpios los paneles.

En muchas ocasiones los paneles fotovoltaicos por motivos estéticos son colocados sobre los tejados, adoptando su inclinación pudiendo ser estas de 20° , 35° o más, y aunque se pierde rendimiento, por otra parte, se ahorra en los costos que significaría la estructura de soporte para los paneles, colocando en su lugar una estructura de tipo coplanar, que resultan más económicas y se integran completamente a la estructura de la edificación. En dicho caso se suele

compensar las pérdidas por la inclinación instalando uno o más paneles fotovoltaicos, dependiendo de la magnitud de dichas pérdidas

2.5.2. ORIENTACIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

Se recomienda que la orientación de los paneles solares en el hemisferio sur, sean dirigidas al norte.

La dirección de un panel debe ser la más adecuada respecto al sol y al lugar en el que se vaya a instalar el panel, un panel fotovoltaico genera electricidad, a pesar de la radiación solar no sea directa

Se debe tener en cuenta dos factores determinantes: se conoce que el sol se mueve de Este hacia Oeste y debido a ello, los paneles deben ser orientados en forma conveniente de manera más perpendicular posible al sol, en el horario del mediodía para así aprovecharlo al máximo. El siguiente factor, son las estaciones del año. En la estación de verano, se observa que la incidencia de los rayos solares, llegan de manera directa y perpendicular al círculo de Ecuador y en esta misma zona, los rayos llegan verticalmente hacia el suelo, y en las otras estaciones el ángulo de incidencia varía (Alonso Montes & Grupo NAP, 2002).

2.5.3. RADIACIÓN DIRECTA, DIFUSA Y REFLEJADA

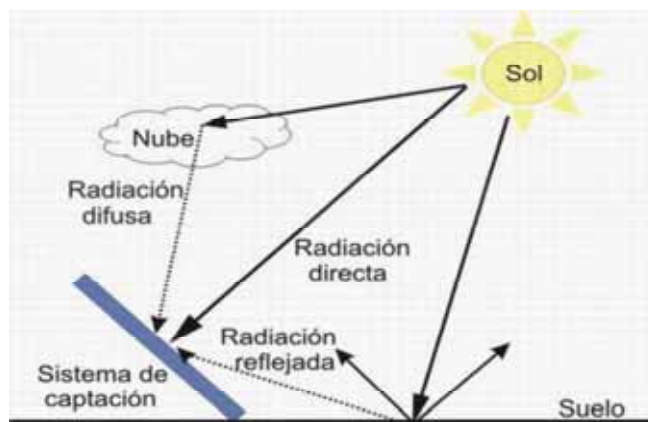


Figura 17: Incidencia de radiación solar en panel fotovoltaico

Fuente: UNEF

2.5.3.1. RADIACIÓN DIRECTA

Es aquella que viene directamente del sol, sin expansión por la atmosfera, los rayos son paralelos entre ellos y pueden ser concentrados utilizando espejos (Alonso Montes & Grupo NAP, 2002).

2.5.3.2. RADIACIÓN DIFUSA

Es aquella que proviene de la atmosfera como resultado de la dispersión de la radiación del sol en la misma. Esta energía es con proximidad un 15% de la radiación total durante los días soleados, pero en los días nublados, en los que la radiación directa es muy baja, entonces la radiación difusa es la de mayor porcentaje. Las superficies con orientación horizontal son las que más radiación difusa reciben ya que están orientadas perpendicularmente a toda la semiesfera celeste, mientras que las superficies verticales reciben la radiación solar en un 50% debido a que solo están orientadas hacia la mitad de la semiesfera celeste (Alonso Montes & Grupo NAP, 2002).

2.5.3.3. RADIACIÓN REFLEJADA

La radiación reflejada es aquella que es producida por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, conocida como albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque están paralelas a la superficie terrestre, mientras que las superficies verticales son las que más los reciben (Alonso Montes & Grupo NAP, 2002).

2.6. ALTITUD

La altitud es uno de los parámetros que influye directamente en la radiación solar, en zonas con mayor altitud la radiación solar es más mayor que en las zonas ubicadas a nivel del mar, así mismo en los lugares con más altitud se presenta

una menor nubosidad, debido a que se encuentran ubicados encima de la cobertura nubosa.

2.6.3. ALBEDO

Se llama Albedo al porcentaje de radiación que cualquier superficie refleja con respecto a la radiación que incide sobre la misma, las superficies claras tienen valores de albedo mayor que las superficies opacas y oscuras.

Dependiendo de composición del terreno se va a poder captar una mayor o menor reflexión generada por la radiación solar. Se muestra una tabla con los valores típicos de albedo según el tipo de suelo (Alonso Montes & Grupo NAP, 2002).

Tabla 3: Tabla de valores típicos de albedo según el tipo de suelo

Fuente: UNEF

Ciudad (ambiente urbano)	0,14 - 0,22
Hierba	0,15 - 0,25
Hierba Fresca	0,26
Nieve Fresca	0,82
Nieve Mullida	0,55 - 0,75
Asfalto Seco	0,09 - 0,15
Asfalto Blando	0,18
Cemento	0,25 - 0,35
Tejas Rojas	0,33
Aluminio	0,85
Acero Galvanizado nuevo	0,35
Acero Galvanizado muy sucio	0,08

2.7. SOMBRAS Y REFLEJOS

Se deberá tener especial consideración en cuanto a los espacios donde serán colocados los paneles solares fotovoltaicos, es necesario que estos espacios se encuentren despejados, ya que se deben evitar cualquier tipo de objetos o edificaciones que generen sombras, ya que estas pueden afectar el rendimiento de los paneles, así solo sea un parte del panel el que se encuentre bajo la sombra, esto puede devenir en la falla del sistema, ya que aunque no reciba luz solar, por

esa parte del panel también circula energía eléctrica, y por lo tanto se puede producir un calentamiento de la celda.

Por lo tanto, en el diseño del sistema fotovoltaico, se deberán tener en cuenta las futuras modificaciones que se realicen alrededores del lugar destinado a albergar los paneles, dependiendo de tipo de terreno y de las características de la zona deberá preverse un plan de mantenimiento periódico.

2.8. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

2.9.1. RADIACIÓN SOLAR

En el diseño y dimensionamiento de un sistema fotovoltaico se debe tener en consideración si las condiciones climáticas del lugar son favorables, entonces es preciso conocer datos como la radiación solar promedio del lugar, dicho dato no es necesario conocerlo con mucha exactitud, a menos que el proyecto sea de una considerable magnitud por ende demande realizar trabajos de campo para la obtención de estos datos.

Al recabar los datos, estos serán de fuentes secundarias, puede ser del “Atlas de Energía Solar del Perú” (2016), otra alternativa sería la de recurrir al novísimo “OBSERVATORIO DE ENERGÍAS RENOVABLES CEDITER – UNSAAC”, la última alternativa es la más conveniente ya que el presente trabajo será la implementación de un sistema fotovoltaico en la Ciudad Universitaria de Perayoc. El instrumento empleado para medición de la radiación solar es el Solarímetro, el cual mide la radiación difusa, Así como la directa. Hallar la radiación solar en un instante determinado nos ayudara a diseñar un mejor sistema, sin embargo, lo que más deberá importarnos será conocer la radiación durante periodos más prolongados, ya que nos proporcionara una visión más amplia del comportamiento del sistema pudiendo ser este de varios meses e inclusive llegar a un año.

2.9.2. TEMPERATURA

Un factor que influye directamente en la eficiencia de un panel fotovoltaico es la temperatura de las celdas, la cual al ser de un valor muy elevado impide el funcionamiento del mismo, el fundamento por el que las celdas elevan su temperatura es debido a que toda la luz que captan no se convierte en energía eléctrica, sino que la parte restante se transforma en calor, esta temperatura según datos suele estar alrededor de los 30°C, con referencia a la temperatura del ambiente, por este motivo es recomendable que el lugar destinado para la instalación de los paneles fotovoltaicos sea un lugar fresco y por el cual circulen corrientes de aire continuamente, de manera que mantengan ventilados a los paneles.

En los paneles fotovoltaicos se producen pérdidas del orden del 4% a 5% por cada 10°C de aumento de temperatura de operación (este porcentaje varía de acuerdo con cada fabricante). De todo lo anteriormente mencionado podemos deducir en que el funcionamiento de los paneles fotovoltaicos depende de su temperatura de operación, el cual se puede ver afectado por valores externos del medio ambiente, tales como la temperatura ambiente, irradiación, y la velocidad del viento, así como la ubicación y orientación de los paneles.

Para reducir las pérdidas por efectos de la temperatura, se deberá hacer una adecuada selección de los equipos, ya que se deberán escoger aquellos que presenten los menores coeficientes de pérdida.

2.9.3. POLVO Y SUCIEDAD

Para un adecuado funcionamiento de los paneles fotovoltaicos es necesario tener presente que estos se encuentren en adecuadas condiciones de limpieza, ya que tal como se habló anteriormente de las pérdidas por

temperatura, existen también las pérdidas por polvo y suciedad, las cuales dependen del lugar donde se instalen los paneles, la frecuencia de lluvias y el plan de mantenimiento que se tenga.

El estado de limpieza de los paneles se puede estimar de manera visual o mediante medidas específicas que adopte el usuario o encargado del sistema fotovoltaico.

Para reducir las pérdidas por efectos de polvo y suciedad, se deberá prever un plan de limpieza periódica, el cual dependerá de la ubicación geográfica, condiciones climáticas, y la exposición al polvo. Cabe decir que la acumulación de polvo y suciedad va a ocasionar un aumento en la temperatura de los paneles y por ende en pérdidas de energía.

2.10. COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

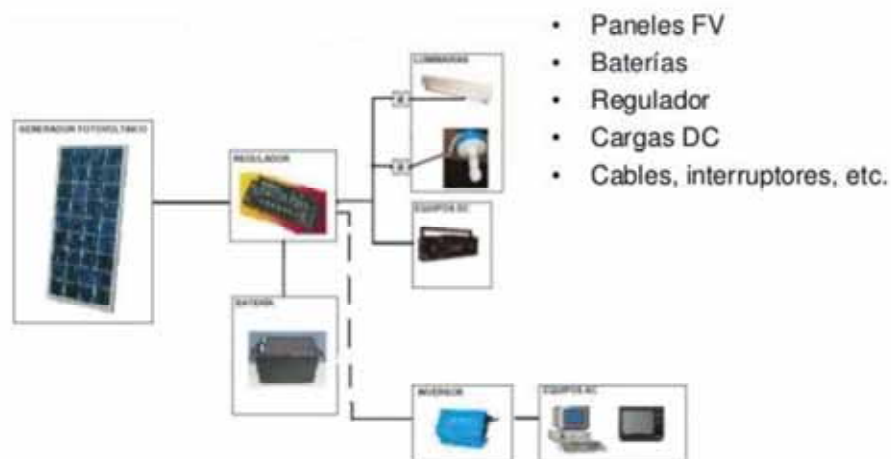


Figura 18: Componentes más comunes de un sistema fotovoltaico.

Fuente: UNEF

Los paneles fotovoltaicos están compuestos por pequeñas celdas las que convierten la luz solar en electricidad, estas celdas utilizan el efecto fotovoltaico, mediante el cual la energía captada de la luz solar produce cargas positivas y

negativas en dos semiconductores próximos de distinto tipo, por lo que se produce un campo eléctrico con la capacidad de generar una corriente eléctrica. Morales Acevedo (2004), la celda solar es capaz de generar una tensión de unas décimas de voltio ($\pm 0.5V$) y una potencia máxima de 1 o 2 Watts, por lo que es necesario conectar varias células, los cuales se comportan como pequeños generadores de corriente, para conseguir tensiones de hasta 624V. Los paneles fotovoltaicos producen electricidad en forma de corriente continua y suelen tener entre 20 y 40 células conectadas, aunque son los más utilizados son los módulos de 36 células para alcanzar los voltios necesarios para poder cargar las baterías 12 V. Los paneles pueden unirse entre sí en conexiones en paralelo (uniendo los polos positivos entre sí y por el otro los negativos) o bien en conexión serie (el polo positivo de la primera con negativo de la segunda y sucesivamente). La conexión en paralelo proporciona una tensión igual a la del Panel de 12-18 V, mientras que la conexión en serie da una tensión igual a la suma del voltaje cada módulo, por ejemplo, si conectamos 2 paneles de 12 v en serie nos dará un equivalente de 24 V (Wikipedia, 2019).

Al diseñar una estructura que soporte los paneles, se debe tener en cuenta emplear materiales que tenga buenas propiedades mecánicas, gran durabilidad para garantizar una larga vida útil de las instalaciones. Generalmente, las estructuras de soporte se fabrican de aluminio anodizado (de poco peso y gran resistencia), hierro galvanizado (apropiado para grandes cargas) y acero inoxidable (para ambientes muy corrosivos, este último es más costoso, pero de calidad). Algunas estructuras pueden ser fabricadas con madera, debidamente tratada; con unas operaciones mínimas de mantenimiento, presentando unas condiciones aceptables para este uso. Los accesorios de

fijación, como pernos turcas i abrazaderas deben ser de preferencia galvanizados o de acero inoxidable. También se pueden considerar sistemas con seguimiento solar para mejorar el rendimiento de las instalaciones, que funcionan mediante un motor controlado por un sistema automatizado y un programa de fecha día i hora controlado por un ordenador, que regula la orientación de los paneles, ya sea respecto de uno o de los dos ejes del plano que contiene el panel. Estos sistemas son, mucho más complejos y demandan mayor inversión y un alto costo del manteniendo de las instalaciones.

Los paneles fotovoltaicos utilizados en sistemas que se conectan a una red son similares a los utilizados en sistemas autónomos. Las que se instalan en los edificios son normalmente paneles estándar. Existe un problema muy común al configurar estructuras independientes, colocadas en el edificio, puestas sin considerar criterios estéticos. En el mejor de los casos, son ubicados en las fachadas o el tejado. Motivo por el que, algunas empresas han diseñado elementos fotovoltaicos integrados en los edificios que pueden remplazar algunos elementos comunes de la arquitectura.

Los paneles fotovoltaicos pueden ser considerados como elementos constructivos y alternar con otros materiales en módulos prefabricados de gran superficie, actualmente se fabrican con un área útil de hasta 14 m². El fenómeno de difracción de la luz permite obtener paneles fotovoltaicos con un índice de transparencia superior al aparente, ya que la sombra proyectada por cada célula en el interior del edificio es inferior a la superficie que ocupa. Esto implica que el panel se percibe sensiblemente más opaco desde el exterior que desde el interior. Es posible, además, obtener una mayor transparencia si, dentro de una misma placa, se aumenta la distancia entre las células, y con el avance de

la tecnología en la actualidad ya existen paneles fotovoltaicos transparentes los mismos que en algún momento remplazaran al vidrio de las ventanas y puertas de los edificios (Alonso Montes & Grupo NAP, 2002).

2.11. TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS

2.11.1 CÉLULAS DE SILICIO MONOCRISTALINO

En la fabricación de paneles fotovoltaicos se emplean diversos tipos materiales, cada uno de ellos con la meta de que se pueda captar la mayor cantidad de radiación del sol para transformarla en energía eléctrica, el silicio es un cristal que existe en abundancia en la naturaleza, está compuesto por un agrupamiento de átomos y cuya estructura atómica ordenada es del tipo tetraédrico. Una fopila puede estar compuesta de un solo cristal, a la que se le denomina silicio monocristalino. Esta tecnología es la más empleada y comercializada en la actualidad, producto del desarrollo tecnológico de la misma.

El silicio para células fotovoltaicas necesita para funcionar como otros dispositivos semiconductores con un mayor grado de pureza que debe de llegar a la gama de 99,9999%.

Con el anterior proceso se puede obtener una mejor pureza del material, que es necesaria para que este pueda ser usado en la industria de la electrónica. Sin embargo, no solo basta con esa característica del material, también es necesario que el silicio tenga una estructura monocristalina.

Después de haber fabricado el silicio metalúrgico, se debe de pasar por un proceso de transformación para obtener silicio monocristalino. El cual se describe a continuación:

El método que acabamos de describir es el más utilizado, este proceso de producción necesita de un control estricto en todas sus etapas para lograr resultados óptimos, y es esto que se logra una mayor eficiencia respecto al resto de tecnologías; debido a este control riguroso los costos de producción son más elevados comparados con los demás tipos de células fotoeléctricas.



Figura 19: Panel solar de silicio monocristalino

Fuente: UNEF

2.11.2 CÉLULAS DE SILICIO POLICRISTALINO

A diferencia del silicio monocristalino este tipo de tecnología se realiza con una menor cantidad de etapas de cristalización, este tipo de célula fotoeléctrica está compuesto de diferentes pequeños cristales de silicio, su estructura cristalina no es uniforme, seguidamente daremos parte del proceso de fabricación del Silicio policristalino:

En las células policristalinas, a diferencia de partir de un monocristal, se deja solidificar en forma lenta la pasta de silicio sobre un molde, con lo cual se

obtiene un bloque sólido formado por muchos pequeños cristales de silicio, los mismos que se cortan luego en finas obleas policristalinas.

A pesar de existir muchas tecnologías nuevas para la fabricación de las células fotoeléctricas si se emplea un silicio de menor calidad los resultados no serán tan buenos sin embargo el costo de las mismas será por lo tanto de menor costo. Este aspecto influye en el funcionamiento de la célula, debido a que disminuye su eficiencia, esto se debe principalmente a que en estas celdas están se forman pequeños granos de cristales, los cuales ocasionan que se formen huecos entre las uniones e interrumpen el fenómeno fotovoltaico.

La eficiencia que puede lograr de acuerdo con la tecnología de producción varía desde 10% hasta 16% aproximadamente. En las celdas de 20cm² se puede alcanzar una eficiencia de 13% a 16%, sin embargo, para las de 10cm², solo se puede obtener una eficiencia del 10%. También, esta eficiencia varía de acuerdo con los diferentes procesos de fabricación que se empleen, así como la utilización de otros componentes en el proceso de la fabricación.

La ventaja de esta tecnología es que sus costos son menores que los monocristalinos, lo cual no quiere decir que es una tecnología barata, por el contrario, sigue siendo costosa. Ya que requiere de bastante recurso tiempo y dinero, teniendo como una ventaja haber logrado un alto desarrollo de su tecnología y por lo tanto es estable.



Figura 20: Panel solar de silicio policristalino

Fuente: UNEF

2.11.3 CÉLULAS DE SILICIO AMORFO

Este tipo de célula no tiene estructura cristalina. El silicio amorfo utiliza distintos métodos de fabricación y se fabrican en base a películas delgadas, podemos definirla de la siguiente manera:

Esta tecnología tiene como ventaja su bajo costo de producción, es un 50% menos al del silicio cristalino, pero debido a esto, su eficiencia también es baja, por lo que se busca disminuir estas desventajas mejorando la calidad de las capas dopadas. La eficiencia de la Células de silicio amorfo varía entre 4% y 8%. Una de las ventajas de esta tecnología es que requiere menos cantidad de material, sin embargo, este tipo de celdas tienen una desventaja ya que su tiempo de vida útil es corto y tienden a deteriorarse y degradarse rápidamente.

2.11.4 REGULADOR DE CARGA

Es un equipo que tiene como función controlar en todo momento el estado de carga de las baterías, así como de regular la intensidad de carga con el objetivo de alargar la vida de las baterías. Controla la entrada de corriente que es generada por el panel solar y evita que se produzcan sobrecargas y sobre

descargas profundas en la batería. También genera alarmas en función del estado de dicha carga.

En la actualidad los reguladores de carga están implementados con microcontroladores para la correcta gestión de un sistema fotovoltaico. Su programación elaborada permite un control capaz de adaptarse a las distintas situaciones de forma automática, permitiendo la modificación manual de sus parámetros de funcionamiento para instalaciones especiales. Incluso los hay que memorizan datos que permiten conocer cuál ha sido la evolución de la instalación durante un tiempo determinado.

Para ello, consideran los valores de tensión, temperatura, intensidad de carga y descarga, y capacidad del acumulador.

Existen dos tipos de reguladores de carga, los lineales y los conmutados.



Figura 21: Regulador de Carga marca AECA

Fuente: AECA

2.11.5 CONVERTIDOR

Los sistemas solares fotovoltaicos generan energía eléctrica de CC, para su uso y transporte esta corriente continua debe ser convertida a corriente alterna, debido a que la gran parte de electrodomésticos y aparatos electrónicos funcionan con corriente alterna. De esta explicación, es que nace la necesidad de utilizar un convertidor de corriente eléctrica continua a alterna.

Un convertidor llamado también inversor deberá cumplir con lo siguiente:

Transformar la corriente continua recibida de los paneles en corriente alterna. Estos inversores deben estar protegidos contra sobrecargas del sistema, exceso de temperatura, batería baja e inversión de polaridad.

Existen dos grupos de convertidores: El auto conmutado y los conmutados de línea. Los inversores conmutados de línea se definen de la siguiente manera: “Los inversores conmutados de línea usan interruptores basados en tiristores, que son dispositivos electrónicos de potencia que pueden controlar el tiempo de activación de la conducción, pero no el tiempo de parada. Para detener la conducción precisan de una fuente o circuito adicional que reduzca hasta cero la corriente que lo atraviesa” (Convertidores CC/CA para sistemas fotovoltaicos, 2004)

“Este tipo de inversores han sido los primeros que se usaron para aplicaciones solares fotovoltaicas; sin embargo, con el transcurso del tiempo se incorporaron los inversores auto conmutados que utilizan dispositivos de conmutación que controlan libremente los estados de conducción y no conducción del interruptor, tales como los transistores IGBT y MOSFET” (Convertidores CC/CA para sistemas fotovoltaicos, 2004)



Figura 22: Inversor– INGECON

Fuente: AECA

2.12 TEORÍA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS

El objetivo es presentar los criterios de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica para aplicaciones domésticas y la aplicación de estos para las diferentes regiones naturales del Perú. Materiales y métodos: Se buscó la información sobre los conceptos básicos de los sistemas y los criterios de diseño en la literatura a nivel nacional e internacional. En cuanto a la insolación solar, se obtuvo información del Ministerio de Energía y Minas. Resultados: Se diseñaron y se calculó el costo aproximado de sistemas domiciliarios típicos para la Costa, Sierra y Selva. Conclusiones: Los sistemas resultantes del diseño son factibles de implementar de forma costo-efectiva y podrían ser aplicados para solucionar las necesidades de lugares rurales de difícil acceso.

2.12.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Los parámetros básicos del subsistema son:

Potencia de salida: básicamente está determinado por la potencia de salida de los paneles.

Autonomía: es la cantidad de días que el sistema puede operar, satisfaciendo las necesidades de la carga, sin que exista un nivel medible de insolación.

2.12.2 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

En base a los módulos se conforman los paneles fotovoltaicos y, a su vez, en base a los paneles se forman los arreglos fotovoltaicos.

Los parámetros básicos de un módulo fotovoltaico y, por lo tanto, de un panel o un arreglo fotovoltaico, son: Potencia eléctrica, voltaje de trabajo e intensidad de corriente (Ornetta, 2013).

En la figura se muestra la curva característica de la variación de corriente respecto de la tensión del módulo.

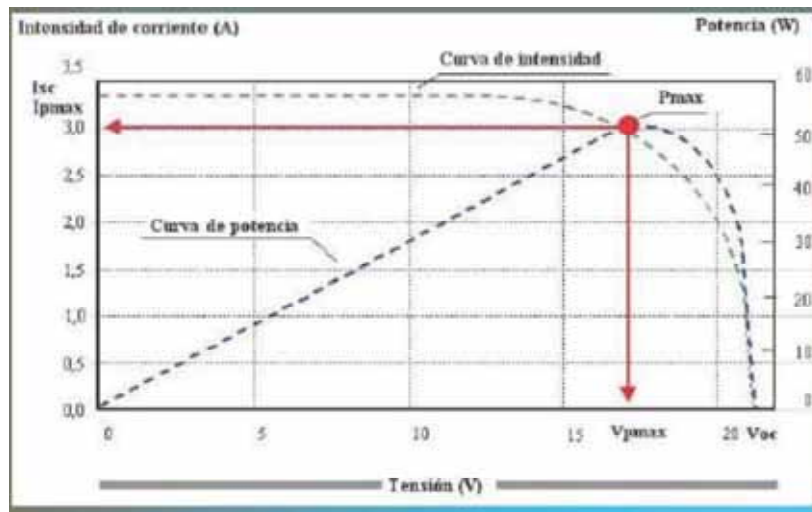


Figura 23: Curva corriente vs voltaje de un módulo fotovoltaico

Fuente: PAIDEIA XXI – Diseño de Sistemas de Energía Fotovoltaica Aplicada a Perú

2.12.3 CURVA DE RESPUESTA DE UNA CÉLULA FOTOVOLTAICA

Cunado un diodo polarizado con una tensión V se somete a luz solar, la corriente total i es la resultante de la intensidad I_s debida a la acción de los fotones y de la intensidad i_d debida a la polarización dada por la ecuación (figura 23) tomando como sentido positivo de la corriente el contrario al tomado en la ecuación (figura 23), resulta:

$$i = I_s - I_0 \cdot \left(e^{\frac{q(V + R_s i)}{m K T}} - 1 \right)$$

donde:

q = carga del electrón (1.60×10^{-19} C)

V = tensión de polarización aplicada (V)

m = coeficiente de valor comprendido entre 1 y 2 que depende del modo de recombinación predominante.

K = constante de Boltzmann (1.38×10^{-23} J/°K)

T = temperatura absoluta en la zona de unión (°K)

I_0 = corriente debida a los portadores minoritarios (A)

El análisis permite deducir que la corriente eléctrica I_s producida por los fotones no puede recogerse en su totalidad por el circuito exterior y que parte de ella se pierde por la célula al comportarse como un diodo al que se le la tensión V de polarización directa. El circuito equivalente de una célula fotovoltaica expuesta a luz solar y conectada a una resistencia exterior R se representa en la Figura (23) La ecuación (1.1), de respuesta de una célula fotovoltaica expuesta a la luz solar, se ha representa en la Figura (2.14) por dos valores de I_s o sus correspondientes valores de potencia luminosa, Φ_1 y Φ_2 de forma que si aumenta la potencia luminosa Φ la curva se desplaza hacia arriba (aumenta la intensidad I_s). En la misma Figura (2.13) se puede estudiar el punto de trabajo $v-i$ del circuito correspondiente de la Figura (2.14), que se encuentra en la intersección de la recta de carga $i = V/R$, y la curva $v-i$ de respuesta de la célula, observándose el desplazamiento del punto de trabajo al aumentar la radiación.

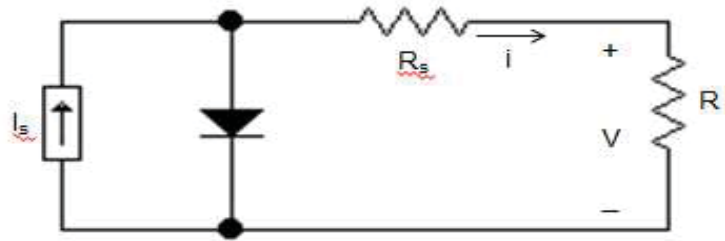


Figura 24: Circuito equivalente de una célula fotovoltaica.

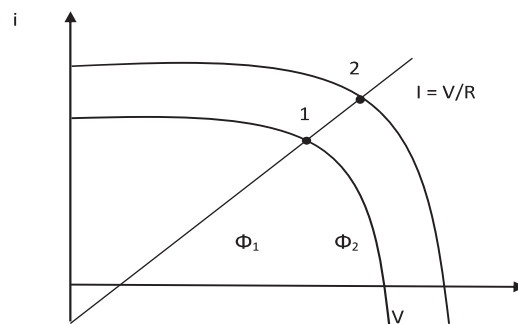


Figura 25: Desplazamiento del punto de funcionamiento con la variación de la potencia luminosa, Φ

2.12.4 POTENCIA MÁXIMA DE UN MÓDULO FOTOVOLTAICO

Un módulo, panel o arreglo corresponde al máximo de irradiación solar (1000 Wm^{-2}). En el caso de un módulo se denota con el punto de potencia máxima que permite calcular la energía diaria proporcionada por el panel, usando el número de horas de sol pico (h.s.p) (Ornetta, 2013).

La potencia disminuye de manera directamente proporcional con la irradiancia solar como se puede apreciar en la figura a continuación.

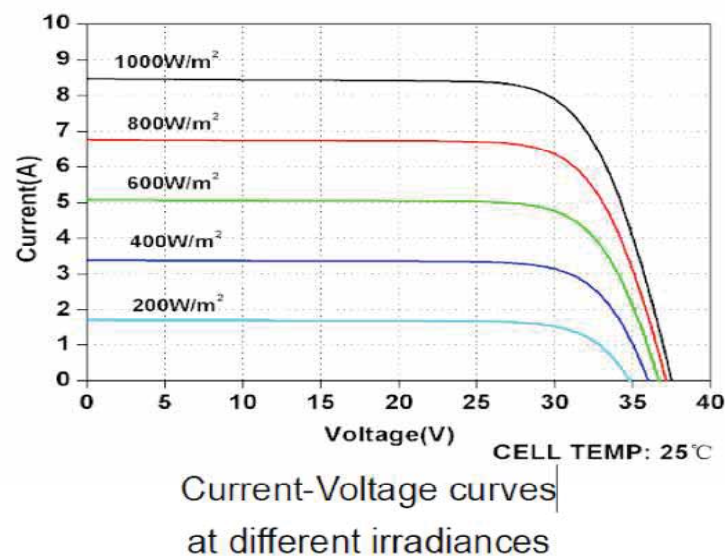


Figura 26: Variación de la curva corriente vs voltaje de un módulo fotovoltaico en función de la irradiancia

Fuente: PAIDEIA XXI – Diseño de Sistemas de Energía Fotovoltaica Aplicada a Perú

2.12.5 VOLTAJE E INTENSIDAD DE CORRIENTE DE TRABAJO PARA MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EN CONDICIONES NOMINALES

Es el que proporciona el panel o arreglo a la salida, oscilando entre 13 y 16 V. El valor depende de la intensidad de corriente proporcionada (a máxima corriente mínimo voltaje y viceversa: a mínima corriente máximo voltaje). El voltaje se puede aumentar colocando más módulos o paneles en serie. El voltaje de circuito abierto

del módulo disminuye con la temperatura, por lo que el rendimiento del panel disminuye con la temperatura.

La intensidad de corriente depende del tamaño del panel o arreglo. La corriente se puede aumentar colocando más módulos o paneles en paralelo.

Las condiciones estándares de medición, son: irradiancia de 1000 Wm⁻², espectro óptico de 1.5, ángulo de incidencia de 0° y temperatura de operación de 25°C. Las condiciones nominales de operación son: irradiancia de 800 Wm⁻², espectro óptico de 1.5, velocidad de viento de 1 ms⁻¹, ángulo de incidencia. 0°, temperatura de operación: TONC, temperatura ambiente: 20°C (Ornetta, 2013).

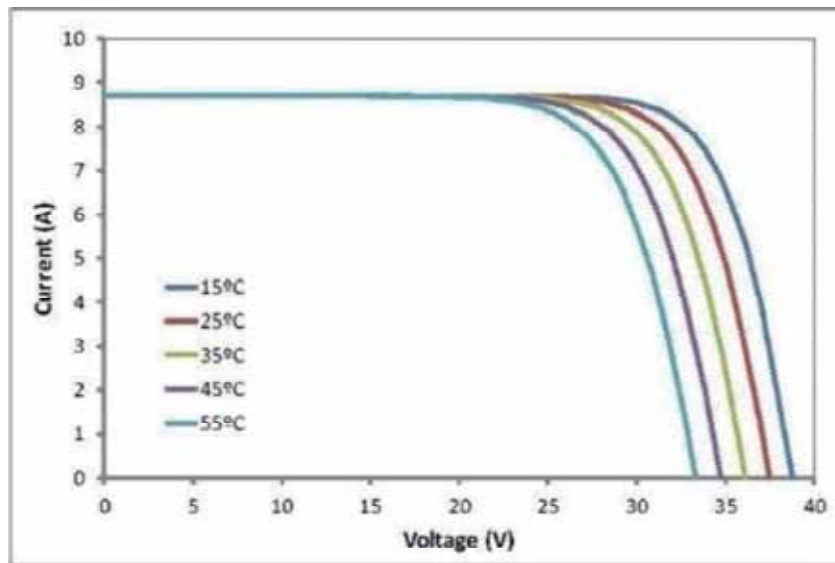


Figura 27: Corriente vs voltaje de un módulo fotovoltaico en función de la temperatura

Fuente: PAIDEIA XXI – Diseño de Sistemas de Energía Fotovoltaica Aplicada a Perú

2.12.6 PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA, FACTOR DE FORMA Y RENDIMIENTO

Si consideramos una célula ideal sin resistencia serie, $R_s = 0$, la potencia suministrada cuando trabaja en un punto v-i será:

$$p = v \times i = v \times [I_{s0} - I_0 (e^{(q \times V)/(m \times K \times T)} - 1)]$$

Esta potencia será máxima cuando el diferencial de vxi se haga nulo, es decir:

$$d(v \times i)_{mp} = d(i \times dv + v \times di)_{mp} = 0$$

De donde queda:

$$[di/dv]_{mp} = -I_{mp}/V_{mp}$$

Aplicando la expresión de la potencia de la célula se obtiene:

$$I_{mp} = -(I_s + I_0) / (1 + (m \times K \times T) / [q \times V]_{mp})$$

Y también deberá cumplirse la ecuación característica de la célula:

$$I_{mp} = I_s - I_0 \times (e^{([q \times V]_{mp} / (m \times K \times T) }) - 1)$$

A partir de estas dos ecuaciones se podrán obtener los valores de V_{mp} y I_{mp} , correspondientes a máxima potencia, pero este sistema de ecuaciones no tiene solución explícita y para resolverlo es preciso resolver una ecuación trascendente.

Una solución analítica aproximada es:

$$I_{mp} = I_s \times (1 - a^{-b})$$

$$V_{mp} \cong V_{oc} \times (1 - \ln a/a)$$

Siendo:

$$a = 1 + \ln I_s / I_0$$

$$b = a / (a + 1)$$

La potencia máxima por obtener, P_{max} , será $V_{mp} \times I_{mp}$, que representa el área del rectángulo definido por el punto de máxima potencia (V_{mp} , I_{mp}) y de los ejes de tensión e intensidad. Este producto es menor que el producto $V_0 \times I_{cc}$, pero se aproximará más a este valor mientras más pronunciado sea el codo de la curva (Ornetta, 2013).

Se conoce como factor de forma al cociente entre la máxima potencia y el producto $V_0 \times I_{cc}$, y será menor que la unidad:

$$FF = (V_{mp} \times I_{mp}) / (V_0 \times I_{cc})$$

El rendimiento de una célula fotovoltaica cuando suministra una potencia p es:

$$\eta = p / (G \times A)$$

Siendo G la irradiancia (densidad de la potencia de radiación solar) y A el área de célula.

Para el punto de funcionamiento correspondiente a la potencia máxima se obtiene el rendimiento máximo y se comprueba que el rendimiento aumenta conforme aumenta el nivel de radiación, disminuye con el aumento de la temperatura y varía con el GAP (anchura de la banda prohibida) del material con que se fabrica la célula. La elevación de temperatura de trabajo produce un aumento de la intensidad de corto circuito y una disminución de la tensión a circuito abierto (Ornetta, 2013).

2.12.7 ORIENTACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EN CONDICIONES NOMINALES

La orientación óptima de los paneles fotovoltaicos necesitaría que estuvieran en todo momento perpendiculares a la "línea imaginaria" que una el sol con la instalación fotovoltaica. Eso es lo que sucede en las instalaciones con seguidor de dos ejes, ya que en ese caso la instalación se mueve siguiendo el movimiento del sol a lo largo del día. Pero las instalaciones fijas deben orientarse para tratar de aprovechar al máximo la energía recibida del sol. La instalación de los paneles fotovoltaicos está determinada por dos ángulos, el acimut " α " (ángulo que mide la desviación respecto al ecuador) y la inclinación o elevación " β " (ángulo formado por la superficie del módulo y el plano horizontal). La posición idónea es con $\alpha = 0^\circ$, es decir, en el caso del hemisferio sur se debe apuntar hacia el norte para que durante el día el panel capte la mayor cantidad de radiación posible. Es necesario tener cuidado para que no se produzcan sombras sobre los paneles o parte de ellos, especialmente hay que tomar en cuenta árboles, edificios, muros y las sombras que una fila de paneles puede producir sobre las otras. Una vez fijado el

acimut, el parámetro que es determinante es la inclinación del panel, que se expresa como el ángulo beta (β). Debido a que la máxima altura que alcanza el sol cada día varía según las estaciones, teniendo su máximo en el día del solsticio de verano y su mínimo en el solsticio de invierno, lo ideal sería que el panel siguiese esta variación, pero esto no es posible por razones de coste. Se pueden dar a los paneles dos inclinaciones, una para los meses de verano y, otra, para los meses de invierno; aunque en ese caso también se complican las estructuras soporte, por lo que solo tiene sentido si hay un incremento considerable del consumo durante el verano. Normalmente se emplea una inclinación fija, la cual pueden ser diseñada de tal manera que se optimice la producción de energía eléctrica durante todo el año, maximizando la potencia media anual recibida, coincidiendo en la mayoría de los casos con la latitud del lugar de la instalación. En otros casos, se suele tomar un ángulo mayor, aproximadamente 15° , en beneficio de una mayor captación durante el invierno, cuando la insolación disminuye, a costa de una peor captación en verano, cuando hay una mayor cantidad de luz. En el caso que se desee optimizar la captación en el verano, la inclinación del panel sea menor que la latitud del lugar, aproximadamente en 15° . En cualquier caso, el ángulo de inclinación no debería ser menor a 15° para que el módulo se pueda auto limpiar del polvo o de la lluvia (Ornetta, 2013).

2.12.8 DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Los criterios básicos para el dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico se presentan a continuación

Determinación de la potencia consumida:

- Cálculo del total de los vatios –hora por día, considerando todos los electrodomésticos o equipos a ser utilizados.

- Cálculo del tamaño del panel es decir el total vatios–hora por día a ser generados por el panel fotovoltaico: Multiplicar el total de vatios–hora por día por 1.3. (para considerar las pérdidas en el sistema), para obtener los vatios–hora por día que deben ser proporcionados por el panel fotovoltaico.

Dimensionamiento de los módulos fotovoltaicos:

- La potencia del panel se obtiene a partir del total de los vatios hora día a ser generados por el panel fotovoltaico dividido entre el número de horas pico de sol del peor mes, o entre el número de horas pico de sol promedio en el año.
- La corriente del panel se obtiene dividiendo la potencia del panel entre el voltaje del panel.
- El número de módulos en serie se obtiene dividiendo el voltaje del panel entre el de voltaje de los módulos.
- El número de módulos en paralelo se calcula dividiendo la corriente del panel entre la corriente del módulo.
- El número total de módulos resulta multiplicando el número de módulos en serie por el número de módulos en paralelo.

2.12.9 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

$$R = 1 - \left[(1 - b - c - v) a \cdot \frac{N}{Pd} \right] - b - c - v$$

Donde:

b = Coeficiente de pérdidas por rendimiento en las baterías

b=0.05 si no se precisan descargas fuertes

b= 0.1 para casos muy desfavorables

c = Coeficiente de pérdidas en el inversor (colocar las pérdidas que aparecen en el catálogo)

c=0.2 para inversores sinodales

c= 0.1 para inversores de onda cuadrada

v= Coeficiente de otras perdidas (Cables, conexiones, protecciones, fusibles etc.)

v=0.15 Es un Valor muy usado

v= 0.05 mínimo se puede reducir este valor

a= Coeficiente de descarga (Tiene que ver con las Baterías)

a= 0.005 Coeficiente de descarga de la batería un 0.5% diario

N = Días de autonomía (días que la estación s debe mantener sola sin energía solar)

N= 2 – 5 días dependiendo donde se ubica

Pd= Profundidad de descarga (tiene que ver con las baterías máxima entrega c/u

Pd= 0.5

2.12.10 CÁLCULO DE LA POTENCIA PICO

La potencia pico de un elemento fotovoltaico, se define como la máxima potencia eléctrica que éste puede generar bajo condiciones estándares de medida.

$$HSP * Np = Pp$$

$$HSP * Np = Pp$$

Donde:

HSP: horas solar pico.

Np: Numero de Paneles

Pp: potencia pico

2.12.11 CÁLCULO DEL NÚMERO DE PANELES SOLARES

$$N_p \geq \frac{P_p}{0.9 P_{\text{modulo}}}$$

2.12.12 CÁLCULO DE LA ENERGÍA GENERADA POR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED

El PSH es el valor del promedio de horas pico de sol para la cantidad de días considerados para el cálculo (promedio de PSH diario, mensual o anual) para la inclinación y orientación seleccionadas para el campo PV.

PPK es la potencia máxima del generador fotovoltaico.

PR es la relación de rendimiento de la instalación fotovoltaica. El PR mide el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos, independientemente de la irradiación recibida o la capacidad instalada. Representa las pérdidas de potencia en un sistema fotovoltaico y se expresa como la relación entre el rendimiento real y teórico.

ndias: número de días utilizados para llevar a cabo el cálculo.

Formula 01: Energía Genera por paneles fotovoltaicos

$$E_{pv} = PSH * P_{fV} * PR * n(\text{dias})(kWh)$$

2.12.13 PÉRDIDAS DEBIDO AL CABLEADO

Las pérdidas debidas al cableado (cables) (L_{cab}) se deben a caídas de voltaje y al sobrecalentamiento de los conductores. Como se muestra en el PCT-C de IDEA, las pérdidas de cableado principales se pueden calcular a partir de la longitud del cable (considerando cables positivos y negativos en sistemas de CC, y fase y neutro en sistemas de CA monofásicos) y la sección transversal del cable.

La pérdida de potencia en cada cable viene dada por la siguiente ecuación:

Formula 02: Perdidas debido al Cableado

$$\Delta P_{cab} = R_{cab} \cdot I^2 = \left(\rho \cdot \frac{l_{cab}}{S_{cab}} \right) \cdot I^2 = 0.01786 \cdot \frac{l_{cab}}{S_{cab}} \cdot I^2 \text{ (W)}$$

La longitud del cable (l_{cab}) está en metros, la sección transversal del cable en mm^2 y la resistividad del conductor en $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$ (el valor de resistividad para cobre se da en la ecuación como el ejemplo más común). La suma de todas las pérdidas de potencia en el cableado (ΔP_{tot}) permite calcular el factor de pérdida debido al cableado (L_{cab}) como:

Formula 03: Calculo del Factor de Perdidas debido al cableado

$$L_{cab} = \frac{\Delta P_{tot}}{P_{PV\ pk}} = \frac{\sum \Delta P_{cab}}{P_{PV\ pk}}$$

El PCT-C de IDAE proporciona un valor promedio del 2% para las pérdidas debidas al cableado.

2.12.14 PÉRDIDAS DEBIDO A LA TEMPERATURA DEL MÓDULO

Las pérdidas de potencia debido a una temperatura del módulo diferente de las condiciones de prueba estándar (25°C en STC) dependen del tipo de celda y la encapsulación, el viento y el tipo de instalación realizada. Si los módulos tienen buena ventilación, su temperatura es de aproximadamente 30°C por encima de la temperatura ambiente, para una irradiación de $1000 \text{ W} / \text{m}^2$. Para una instalación fotovoltaica integrada en el edificio (BIPV) con módulos mal ventilados, la temperatura del módulo está entre 35°C y 45°C por encima de la temperatura ambiente. Como se indica en el PCT-C de IDAE, la medición de la temperatura ambiente debe realizarse con un termómetro de mercurio, a la sombra, en un área cercana a los módulos fotovoltaicos.

La temperatura de funcionamiento nominal de una celda o NOCT se define como la temperatura que alcanzan las celdas fotovoltaicas cuando el módulo se somete a una irradiancia de 800 W/m² con una distribución espectral AM de 1.5 G, temperatura ambiente de 20°C y una velocidad del viento de 1 m/s. Los valores típicos para el NOCT en los módulos c-Si son alrededor de 47°C. A partir de estos datos (que se pueden encontrar en la hoja de datos de los módulos fotovoltaicos) se puede calcular la temperatura de la celda para una temperatura ambiente conocida (T_{amb}) y para una irradiancia conocida (E medido en W/m² usando una celda calibrada que está al lado de los módulos fotovoltaicos y en el mismo plano) usando la siguiente expresión:

Formula 04: Perdidas debido a la temperatura

$$T_{PVcell} = T_{amb} + (NOCT - 20) \cdot \frac{E}{800}$$

2.12.15 PÉRDIDAS DEBIDO AL POLVO Y LA SUCIEDAD

Las pérdidas debidas al polvo y la suciedad en los módulos (L_{dust}) pueden variar del 0%, después de un día de lluvia, y alcanzar el 8% (incluso superar ese valor dependiendo de la ubicación del campo fotovoltaico). La proximidad a las carreteras o industrias que emiten polvo al aire puede causar un aumento sustancial de estas pérdidas. En estos casos, se puede aumentar la inclinación de los módulos, lo que significaría que los módulos no estarían en la inclinación ideal que optimiza la energía generada en un año. Sin embargo, reduciría las pérdidas debido a la suciedad. Se debe tener especial cuidado con los módulos fotovoltaicos cuyo marco está ubicado muy cerca de las células solares en la parte inferior del módulo, ya que los marcos siempre retienen parte del lodo que se desliza hacia abajo del módulo y el musgo o los líquenes pueden crecer en el

parte inferior. El mismo efecto puede aparecer para una estructura de soporte mal diseñada. Con un mantenimiento adecuado de la instalación (limpieza regular), las pérdidas debidas a la suciedad en los módulos no tienen que superar el 2%, con un valor estimado en el PCT-C de IDAE para L_{dust} igual al 3%.

Las pérdidas debidas a la reflectancia angular y espectral (L_{ref}) se consideran cuando se utiliza un piranómetro como referencia de mediciones. L_{ref} se puede descartar ($L_{ref} = 0$) cuando la irradiancia sobre un campo fotovoltaico se mide durante el mediodía solar (± 2 h), así como cuando la irradiancia se mide con una celda calibrada con tecnología equivalente a la utilizada en el módulo fotovoltaico. Estas pérdidas pueden variar durante un día entre 2% y 6%. Las pérdidas anuales son mayores:

- En celdas con capas autorreflexivas que en celdas estructuradas / texturizadas.
- En invierno más que en verano.
- En ubicaciones de alta latitud.

2.13 INDICADORES ECONÓMICOS

2.13.1 VALOR ACTUAL NETO

“(VAN), procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto”. (MEM, 2016)

La fórmula que nos permite calcular el valor actual neto es:

Formula 05: Valor actual neto

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

Donde cada valor representa lo siguiente:

Qn: Representa los flujos de caja.

I : Es el valor del desembolso inicial de la inversión.

N: Es el número de periodos considerados.

El tipo de interés es r. Si el proyecto no tiene riesgo, se toma como referencia el tipo de renta fija, de tal manera que con el VAN se estima si la inversión es mejor que invertir en algo seguro, sin riesgo específico.

Tabla 4: Interpretación del Valor Actual Neto (VAN)

Fuente: Elaboración propia

Valor r	Significado	Decisión que tomar
VAN >0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r)	La propuesta puede aceptarse
VAN <0	La inversión produciría pérdidas por encima de la rentabilidad exigida (r)	La propuesta debería rechazarse
VAN =0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	Rentabilidad exigida (r), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u

Cuando el VAN toma un valor igual a 0, r pasa a llamarse TIR (tasa interna de retorno).

2.13.2 TASA INTERNA DE RETORNO

Se denomina Tasa Interna de Retorno (TIR) a la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto (VAN) de una inversión sea igual a cero (VAN=0).

Este método sopesa que una inversión es una mejor opción si el TIR resultante es igual o superior a la tasa exigida por el inversor, y entre varias opciones, la más conveniente será aquella que ofrezca una TIR mayor.

Con una tasa mínima o tasa de corte, el coste de oportunidad de la inversión (si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo). Si la tasa de rendimiento del proyecto - expresada por la TIR- supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza.

“La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad; así, se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el coste de oportunidad de la inversión (si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo). Si la tasa de rendimiento del proyecto - expresada por la TIR- supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza”. (Wikipedia, 2019)

Formula 06: Tasa Interna de Retorno

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+TIR)^n} = 0$$
$$0 = -I + \frac{Q_1}{(1+r)^1} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

Donde cada valor representa lo siguiente:

Q_n: Representa los flujos de caja en el periodo n.

I : Es el valor del desembolso inicial de la inversión.

N: Es el número de periodos considerados.

r: El tipo de interés es r = TIR

La inversión se considera efectuada cuando r sea mayor que la rentabilidad mínima que le exigamos a la inversión. Y la rechazaríamos cuando fuese inferior.

La TIR, al igual que otros indicadores tiene dos criterios a seguir para aceptar o rechazar proyectos de inversión:

Si la TIR es mayor o igual que la Tasa Mínima Atractiva (TMA), el proyecto se acepta. ($TIR = TMA$).

Si la TIR es menor que la Tasa Mínima Atractiva, el proyecto se rechaza. ($TIR < TMA$).

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

3.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se hará un análisis del estado actual del sistema eléctrico de la ciudad universitaria de Perayoc, para ello se hizo la recopilación de datos de fuentes primarias, en este caso la información fue suministrada por la empresa “Electro Sur Este S.A.A”; cuya concesión abarca los departamentos de Cusco, Apurímac, Madre de Dios.

El subsistema de distribución primaria y secundaria de la ciudad universitaria de Perayoc, cuyo propietario es la “Universidad Nacional de San Antonio Abad” del Cusco, cuenta con 05 subestaciones distribuidas de manera estratégica, así como de redes secundarias y de alumbrado Público, del análisis de la actual situación de este sistema se tendrá como resultado el comportamiento y los parámetros eléctricos que consideremos más relevantes, para la diseño e implementación del sistema de generación mediante paneles solares fotovoltaicos.

Se debe entender que en el tiempo que lleva funcionando la universidad, la infraestructura ha sufrido muchos cambios, así mismo el uso final de los ambientes, además que en la última década se ha tenido la construcción de nueva infraestructura para las facultades, todas estas modificaciones traen consigo el crecimiento de la demanda, provocando que las instalaciones eléctricas operen de manera sobrecargada o mejor dicho sobre su capacidad nominal quizás esto no sea de manera continua pero existen horas en las cuales los conductores esta sometidos a un sobrecalentamiento que puede provocar el deterioro del aislante del conductor, además de una mala coordinación de protección y falla en la selectividad de los equipos de protección, interrumpiendo la continuidad del

servicio, una mala calidad de energía, todo esto acarrea costos para la reposición de equipos, materiales dañados y pérdidas considerables de energía.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC

El sistema de distribución eléctrico de la ciudad universitaria de Perayoc, funciona con un nivel de tensión en lado primario de 10.5 KV, y cuenta con 05 subestaciones las cuales proviene de la Subestación de Transformación de Dolorespata, específicamente el alimentador DO 06 Huayrupata – Av. La Cultura, se puede observar en la tabla 10, el código de suministro, el tipo de tarifa y la ubicación de las subestaciones. Estas 05 subestaciones distribuyen energía eléctrica a toda la ciudad universitaria de Perayoc.

Tabla 5: Subestaciones de la ciudad universitaria de Perayoc

Fuente: Elaboración Propia

CODIGO SUMINISTRO	UBICACIÓN
10010000531	FAC. QUIMICA-ZOOTECNIA, AV. DE LA CULTURA NRO. 733
10010001131	PAB. COMEDOR - AV. DE LA CULTURA NRO 733
10010001171	SS.EE ENTRADA - AV. DE LA CULTURA NRO 773
10010001131	FAC. INGENIERIA ELÉCTRICA
10010012517	CBU AV. DE LA CULTURA N° 773

Existe actualmente un estudio a nivel de expediente técnico denominado “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”, el cual ya se encuentra en fase de ejecución. Por lo cual para el desarrollo del presente trabajo se tomará en cuenta la información contenida en dicho expediente.

A continuación, se hará una descripción de las características técnicas de cada sistema:

REDES PRIMARIAS

Tabla 6: Características de redes primarias

Fuente: Elaboración Propia

REDES PRIMARIAS	
Sistema	3Ø, 60 HZ.
Tipo de Red Eléctrica	Subterránea
Tensión Nominal de Operación	12 kV
Tensión Nominal de Diseño	10.5 kV
Conductor Subterráneo	unipolar de CU "N2XSY"
Longitud Total	9,22.434 m
Sección	35 y 70 mm ²
Ductos	Ducto de PVC-CP de 3"Ø Ducto de Concreto de 3 vías de 90mm Ø
Sistema de P.A.T	Tipo PAT-1
Equipos de protección y maniobra	Celda de Salida y Entrada, Vn=24 kV, In=630 Amp Celda de Protección Vn=24kV, In=630 Amp Celda de Medición GBC-C, Vn=24 kV, In=630 Amp

SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN

Tabla 7: Características subestaciones de distribución

Fuente: Elaboración Propia

SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN	
Sistema	3Ø, 60 HZ.
Relación de Transformación	10.5/0.23 kV
Regulación en M.T.	+/-2x2.5%
Sistema de Puesta a Tierra	Tipo PAT-1
Enfriamiento	ONAN
Altura de Trabajo	3400 n.s.n.m

Instalación	Tipo Caseta
Potencia Nominal	
SS-EE 0010019 - PUERTA PRINCIPAL	250 kVA (Existente)
SS-EE 0010562 - ING. ELÉCTRICA	315 kVA (Existente)
SS-EE 0010094 - QUIMICA	400 kVA (P/Renovación)
SS-EE 0010078 - COMEDOR UNIV. ANTIGUO	315 kVA (P/Renovación)
Instalación	Tipo Compacta Pedestal
Potencia Nominal	
SS-EE PROYECTADA ADMINISTRACIÓN	200 kVA
SS-EE PROYECTADA CENTRO DE SALUD	315 kVA
SS-EE PROYECTADA BIBLIOTECA CENTRAL	315 kVA
SS-EE PROYECTADA CENTRO PRE-UNIV	200 kVA
SS-EE PROYECTADA ARQUITECTURA	315 kVA
SS-EE PROYECTADA CIENCIAS SOCIALES	250 kVA
SS-EE PROYECTADA ING. ELÉCTRICA	160 kVA
SS-EE PROYECTADA C. DE LA COMUNICACIÓN	160 kVA
SS-EE PROYECTADA BIOLOGIA	400 kVA
SS-EE PROYECTADA COMEDOR UNIV. NUEVO	500 kVA

REDES SECUNDARIAS

Tabla 8: Características Redes Secundarias

Fuente: Elaboración Propia

REDES SECUNDARIAS	
Sistema	3Ø, 60HZ.
Tipo de Red Eléctrica	Subterránea
Tensión	220V
Tipo de Conductor	Cable N2XOH Tripl, 1kV
Sección de Conductor	3-1x35mm ² , 3-1x50mm ² , 3-1x70mm ²
	3-1x95mm ² , 3-1x20mm ² , 3-1x150mm ²
	3-1x185mm ² , 3-1x240mm ²
Longitud de Conductor	4,597.04m
Ductos	Tubos de PVC-CP de 4"Ø Ducto de concreto de 2 vias, 3 vias y 4 vias 90mmØ

REDES DE ALUMBRADO PÚBLICO

Tabla 9: Características Redes Alumbrado Público

Fuente: Elaboración Propia

ALUMBRADO EXTERIOR	
Sistema	1Ø, 60HZ.
Tipos de red Eléctrica	Subterránea
Tensión	220V
Tipo de Conductor	Cable N2XOH duplex, 1kV
Sección del Conductor	1-2x6mm ² y NLT 2x2.5mm ²
Longitud del Conductor	6,300.33m y 1,844m
Tipo de Estructuras	Poste Metálico Galvanizado de 6m, 7m y 9m
Ductos	Ducto PVC-CP DE 1 1/2"Ø Ducto de Concreto de 2 vias 90mm Ø
Tipo de Equipo	Luminaria de vapor de sodio de 70W Luminaria de vapor de sodio de 150W

3.3. OPCIÓN TARIFARIA

Como podemos ver en la ciudad universitaria se ha optado por 03 opciones tarifarias, como se puede ver en la tabla 10, estas opciones quedan establecida por la Norma de Opciones Tarifarias vigente, establecida mediante la Resolución

OSINERGMIN-206-2013-OS/CD, el cual entro en vigencia el 01 de noviembre del 2013, dicha norma al igual que el CNE, debe ser actualizada cada 04 años.

Tabla 10: Opción tarifaria de la Subestaciones

Fuente: Elaboración Propia

CODIGO SUMINISTRO	TARIFA	UBICACIÓN
10010000531	MT3	FAC. QUIMICA-ZOOTECNIA, AV. DE LA CULTURA NRO. 733
10010001131	MT3	PAB. COMEDOR - AV. DE LA CULTURA NRO 733
10010001171	MT3	SS.EE ENTRADA - AV. DE LA CULTURA NRO 773
10010001131	MT4	FAC. INGENIERIA ELÉCTRICA
10010012517	MT2	CBU AV. DE LA CULTURA N° 773

Tabla 11: Opciones tarifarias en MT

Fuente: Osinergmin

Opción Tarifaria	Sistema y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
Media Tensión		
MT2	Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P) Energía : Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta Medición de energía reactiva Modalidad de facturación de potencia activa variable	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación en horas de punta. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta. f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta. g) Cargo por energía reactiva.
MT3	Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P) Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Máxima del Mes Medición de energía reactiva Modalidad de facturación de potencia activa variable. Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. f) Cargo por energía reactiva.
MT4	Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P) Energía: Total del mes. Potencia: Máxima del mes Medición de energía reactiva Modalidad de facturación de potencia activa variable Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa. c) Cargo por potencia activa de generación. d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. e) Cargo por energía reactiva.

En la tabla anterior podemos observar las opciones tarifarias establecida por OSINERGMIN para media tensión.

3.4. DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA ACTUAL DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC

Para establecer los parámetros de demanda y consumo en nuestra universidad, así como la proyección de las mismas, se realizará un diagnóstico detallado de cada subestación, ya que el crecimiento de la demanda ya sea por el crecimiento de la infraestructura, implementación de laboratorios o deficiencias en el sistema de distribución eléctrico.

Para ello se recurrió a Electro Sur Este S.A.A. específicamente a la oficina de control, a fin de recabar información de la demanda de las 05 subestaciones ubicadas en la ciudad universitaria de Perayoc, con esta información se elaborará el análisis y la proyección de la demanda.

3.4.1. DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010000531

De acuerdo con el reporte proporcionados por la oficina del centro de control de Electro Sur Este S.A.A., de la subestación 10010000531 FACULTAD DE QUÍMICA – ZOOTECNIA, podemos apreciar el comportamiento de la Máxima Demanda mensual y anual en el periodo de tiempo abarcado desde enero de 2006 a diciembre de 2017, además del promedio anual:

Tabla 12: Cifras de la Máxima Demanda mensual y anual período 2006 – 2017 de la Subestación 10010000531

Fuente: SE 1001000531 Centro de Control Electro Sur Este S.A.A

AÑO:	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENERO	72.3	76	98.4	88.3	84.9	78.4	74.1	74.1	87	91.9	81.8	80.9
FEBRERO	68	78.1	97.8	88.3	81.8	78.4	72.9	72.9	87	91.6	81.8	83.6
MARZO	80.3	78.7	94.7	87	77.5	78.4	70.7	70.7	83.3	89.5	76.3	80.9
ABRIL	68	76	94.7	84.3	73.8	75.7	73.8	73.8	78.1	88	76.3	79.43
MAYO	68	76	91.9	84.3	73.8	75.7	72	72	80.6	87	66.1	75.63
JUNIO	68	76	83.6	84.3	73.8	78.7	69.5	69.5	88.3	77.2	72.9	77.05
JULIO	68	76	84.6	88.6	73.8	81.2	75.7	75.7	94.4	83	84	86.65
AGOSTO	68	87.3	86.7	88.9	73.8	81.2	78.4	78.4	94.4	83	84	85.98
SETIEMBRE	72.3	95.9	88.3	88.9	95.5	81.2	83.6	83.6	95	83	84	86.73
OCTUBRE	78.1	95.9	88.3	88.9	78.1	81.2	83.6	87	95	80	84	84.79
NOVIEMBRE	78.1	95.9	88.3	88.9	78.1	81.2	83.6	87	95	83	84	85.72
DICIEMBRE	78.1	95.9	88.3	88.9	78.1	77.8	83.6	87	95	83	81.8	84.61
PROM. ANUAL	72.27	83.98	90.47	87.47	78.58	79.09	76.79	77.64	89.43	85.02	79.75	82.67

3.4.2. CURVA DE DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010000531

Gráfico 1: Curva de Demanda Subestación 10010000531

Fuente: Elaboración Propia



En el gráfico N°1 se puede observar el perfil de demanda en el periodo de tiempo de enero de 2006 a diciembre de 2017, donde podemos ver los intervalos de máxima y mínima demanda, estos datos pueden ser corroborados con la tabla N°12

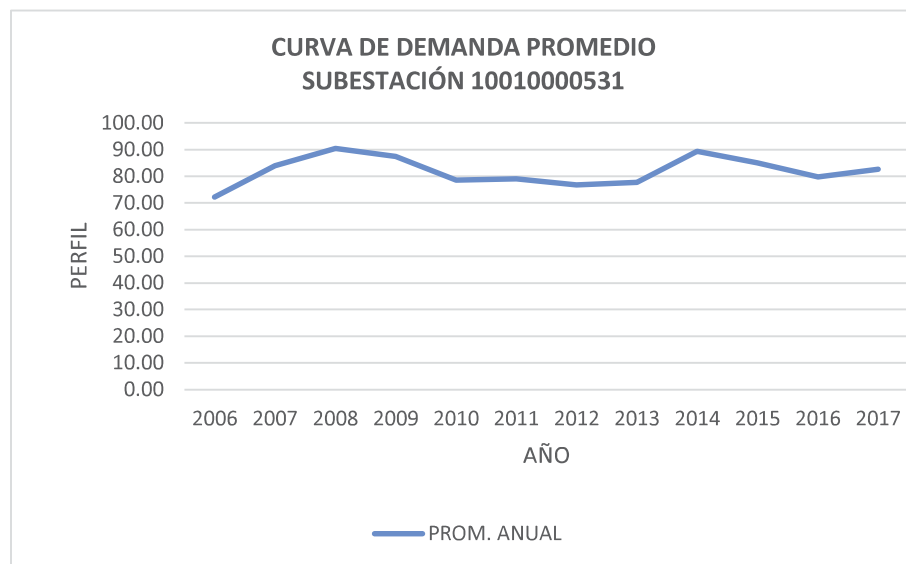


Gráfico 2: Curva de

Demanda promedio Subestación 10010000531

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3. DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010001131

De acuerdo con el reporte proporcionados por la oficina del centro de control de Electro Sur Este S.A.A., de la subestación 10010001131 PABELLON COMEDOR – AV. DE LA CULTURA NRO 733, podemos apreciar el comportamiento de la Máxima Demanda mensual y anual en el periodo de tiempo abarcado desde enero de 2006 a diciembre de 2017, además del promedio anual:

Tabla 13: Cifras de la Máxima Demanda mensual y anual período 2006 – 2017 de la Subestación 10010001131

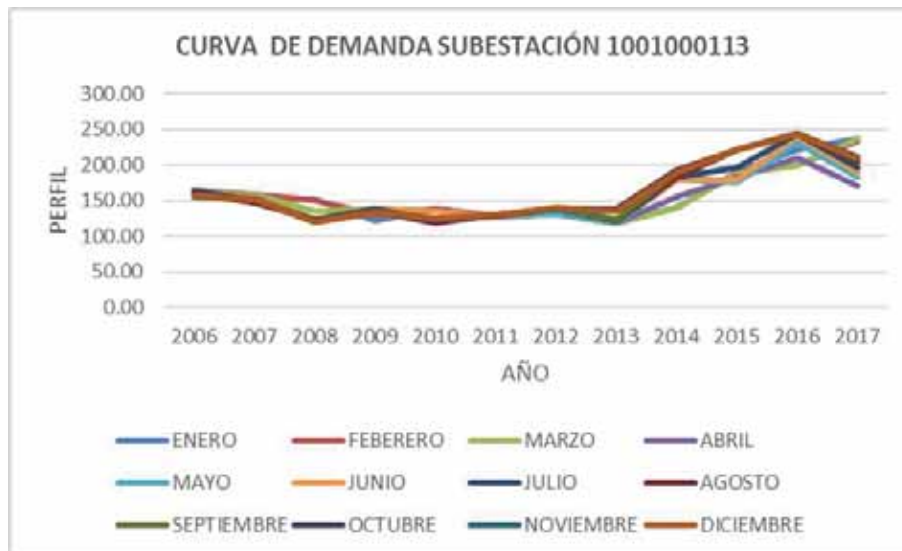
Fuente: SE 1001001131 Centro de Control Electro Sur Este S.A.A

AÑO:	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENERO	155.8	153.8	151.7	121	138.4	128.1	131.2	-	139.4	189.6	220.4	236.8
FEBRERO	164	157.9	149.7	129.2	138.4	128.1	131.2	-	139.4	189.6	199.9	233.7
MARZO	164	157.9	134.3	137.4	135.3	127.1	131.2	-	139.4	187.6	198.9	236.8
ABRIL	164	154.8	123	137.4	134.3	127.1	131.2	-	154.8	181.4	210.1	-
MAYO	164	153.8	123	137.4	134.3	127.1	131.2	-	179.4	175.3	231.7	-
JUNIO	164	153.8	123	137.4	134.3	127.1	138.4	-	179.4	179.4	239.9	-
JULIO	164	149.7	123	137.4	122	129.2	138.4	-	182.5	195.8	242.9	-
AGOSTO	159.9	146.6	123	135.3	117.9	129.2	138.4	-	182.5	221.4	244	-
SEPTIEMBRE	155.8	151.7	122	134.3	124	128.1	138.4	-	189.6	221.4	244	-
OCTUBRE	156.8	151.7	119.9	133.3	123	128.1	138.4	137.4	192.7	221.4	244	-
NOVIEMBRE	156.8	151.7	119.9	133.3	123	129.2	138.4	135.3	189.6	221.4	242.9	-
DICIEMBRE	156.8	151.7	119.9	133.3	125.1	130.2	139.4	135.3	189.6	221.4	242.9	-
PROM. ANUAL	160.49	152.93	127.70	133.89	129.17	128.22	135.48	136.00	171.53	200.48	230.13	235.77

3.4.4. CURVA DE DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010001131

Gráfico 3: Curva de Demanda Subestación 1001001131

Fuente: Elaboración Propia



En la gráfica N°3 se puede observar el perfil de demanda en el periodo de tiempo de enero de 2006 a diciembre de 2017, donde podemos ver los intervalos de máxima y mínima demanda, estos datos pueden ser corroborados con la tabla N°13.

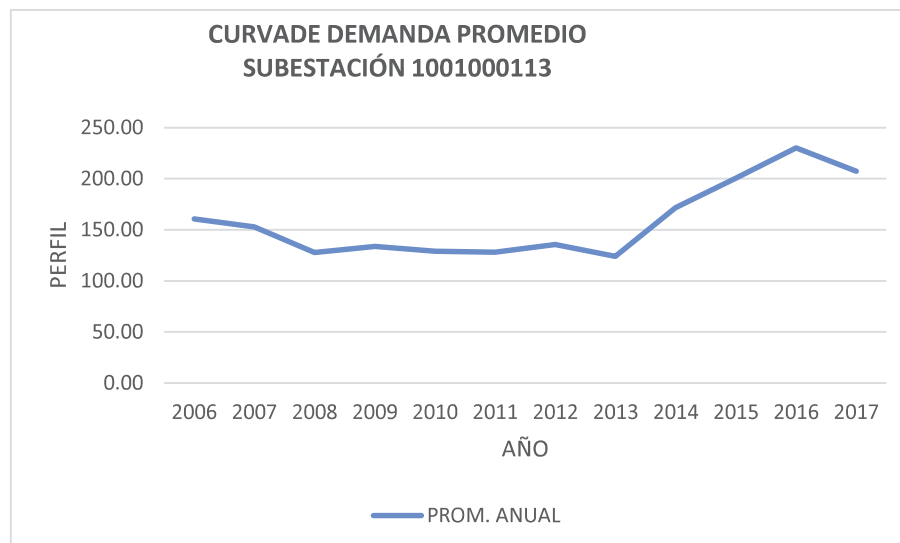


Gráfico 4: Curva de Demanda promedio Subestación 1001001131

Fuente: Elaboración Propia

3.4.5. DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010001171

De acuerdo al reporte proporcionados por la oficina del centro de control de Electro Sur Este S.A.A., de la subestación 10010001171 SS.EE ENTRADA – AV. DE LA CULTURA NRO. 733, podemos apreciar el comportamiento de la Máxima Demanda mensual y anual en el periodo de tiempo de enero de 2006 a diciembre de 2017, además del promedio anual:

Tabla 14: Cifras de la Máxima Demanda mensual y anual período 2006 – 2017 de la Subestación 10010001171

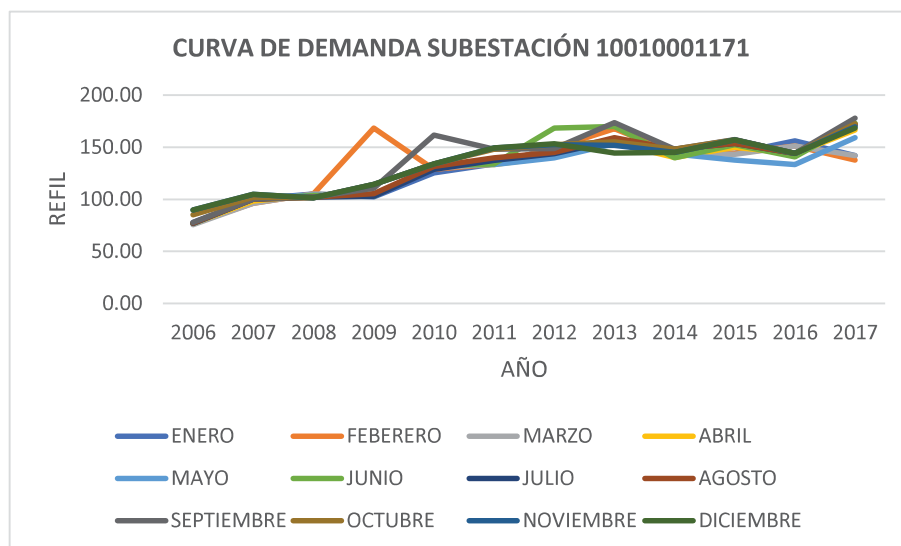
Fuente: SE 1001001171 Centro de Control Electro Sur Este S.A.A

AÑO:	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENERO	77.9	100.5	105.3	102.5	125.6	134.3	149.5	-	144.7	144.3	156.3	142
FEBRERO	76.9	96.4	105.3	168.5	128.6	133.8	149.5	-	144.7	144.3	151.2	137.7
MARZO	75.8	96.4	105.3	103.5	129.7	134.8	141.1	-	144.7	143.1	151.2	142
ABRIL	76.9	98.4	104	103.5	132.2	133.3	141.1	-	140.2	150.1	143.6	166.66
MAYO	76.9	100.5	104	103.5	132.2	133.3	140.1	-	143.5	137.6	133.2	159.26
JUNIO	76.9	100.5	103.5	103	132.2	134.2	168.7	-	140.1	152.3	140.8	173.32
JULIO	76.9	100.5	102	103	128.6	137.5	144.1	-	148	153.8	144.4	171.07
AGOSTO	77.4	100.5	102	105.6	131.7	140.1	145.2	-	148	153.8	144.4	172.02
SETIEMBRE	77.9	100.5	102	110.7	161.7	148	148.6	-	148	157.2	144.4	178.08
OCTUBRE	85.1	102	101.5	114.3	134.3	148	152.3	155.4	148	156.9	144.4	172.33
NOVIEMBRE	89.7	104.8	101.5	114.3	134.3	149.5	152.3	151.8	145.3	156.9	144.4	169.87
DICIEMBRE	89.7	104.8	101.5	114.3	134.3	149.5	153.3	144.7	145.3	156.9	144.4	168.6
PROM. ANUAL	79.83	100.48	103.16	112.23	133.78	139.69	148.82	150.63	145.04	150.60	145.23	162.74

3.4.6. CURVA DE DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010001171

Gráfico 5: Curva de Demanda Subestación 1001001171

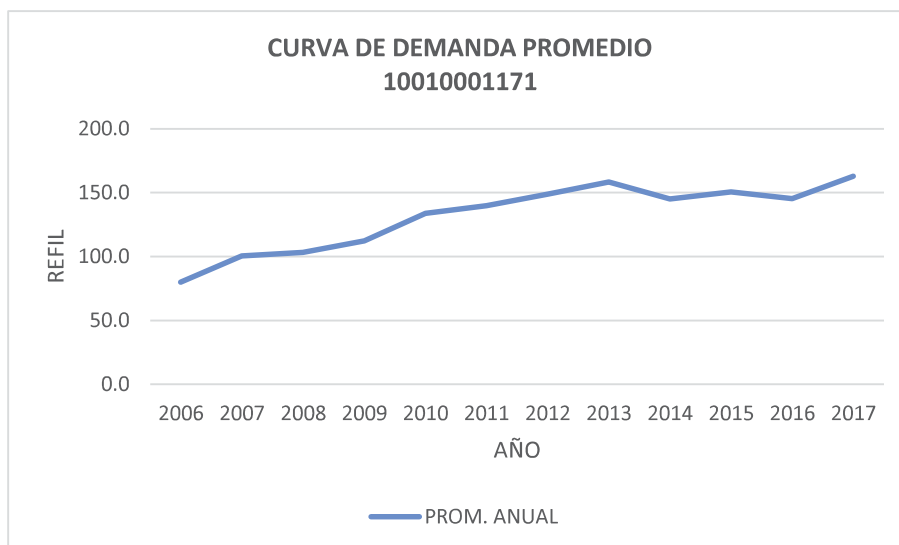
Fuente: Elaboración Propia



En la gráfica N°5 se puede observar el perfil de demanda en el periodo de tiempo de enero de 2006 a diciembre de 2017, donde podemos ver los intervalos de máxima y mínima demanda, estos datos pueden ser corroborados con la tabla N°14.

Gráfico 6: Curva de Demanda promedio Subestación 10010001171

Fuente: Elaboración Propia



3.4.7. DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010003171

De acuerdo al reporte proporcionados por la oficina del centro de control de Electro Sur Este S.A.A., de la subestación 10010003171 FACULTAD DE ING. ELÉCTRICA, podemos apreciar el comportamiento de la Máxima Demanda mensual y anual en el periodo de tiempo de enero de 2006 a diciembre de 2017, además del promedio anual:

Tabla 15: Cifras de la Máxima Demanda mensual y anual período 2006 – 2017 de la Subestación 10010003171

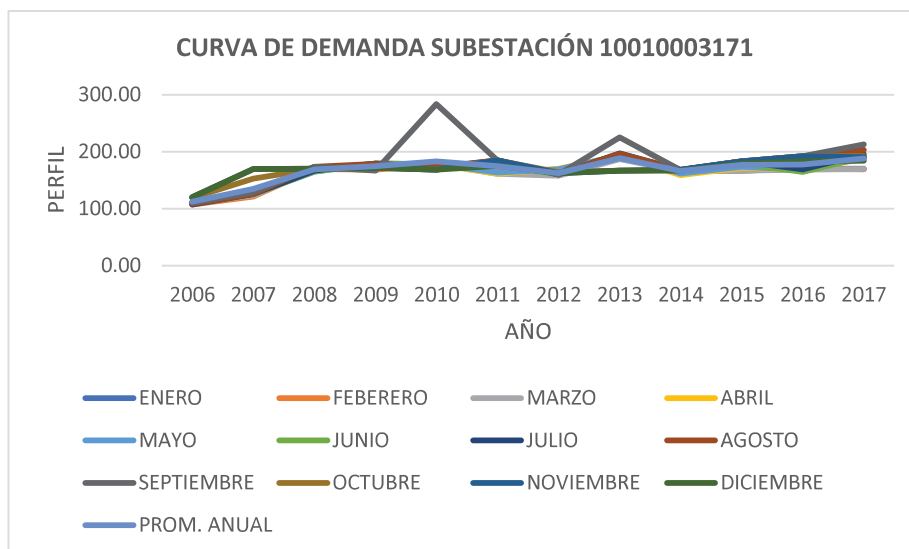
Fuente: SE 10010003171 Centro de Control Electro Sur Este S.A.A

AÑO:	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENERO	110.3	125.9	169.3	172.6	176.7	168.1	163.6	-	166.9	166.9	170.6	169.9
FEBRERO	107	121.4	169.3	168.5	176.7	166.5	162.8	-	166.9	166.9	170.6	168.8
MARZO	111.1	123	169.3	179.2	178.4	161.5	157.9	-	165.6	166.9	168.1	169.6
ABRIL	111.1	125.9	166.1	179.2	177.9	161.5	170	-	159	171.8	168.1	187.63
MAYO	111.1	125.9	165.2	179.2	177.9	163.6	168.7	-	161.9	173.8	168.1	189.08
JUNIO	111.1	125.9	165.2	179.2	177.9	176.3	159.9	-	166.9	179.2	164.4	190.64
JULIO	107	125.9	166.9	179.2	172.2	184.5	159.9	-	167.7	183.3	168.7	195.44
AGOSTO	108.6	125.9	173.8	178.4	173	184.5	159.9	-	167.7	183.3	192.3	203.21
SEPTIEMBRE	110.3	128.7	173.8	166.9	283.7	184.5	159.9	-	167.6	183.3	192.3	212.57
OCTUBRE	119.3	152.9	170.2	172.2	168.1	184.5	164	166.9	167.6	183.3	192.3	191.71
NOVIEMBRE	120.5	169.3	170.2	172.2	168.1	184.5	162.4	166.9	168.1	183.3	192.3	190.29
DICIEMBRE	120.5	169.3	170.2	172.2	168.1	175.2	162.4	166.9	166.9	178.8	183.2	184.44
PROM. ANUAL	112.33	135.00	169.13	174.92	183.23	174.60	162.62	166.90	166.07	176.73	177.58	187.78

3.4.8. CURVA DE DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010003171

Gráfico 7: Curva de Demanda Subestación 10010003171

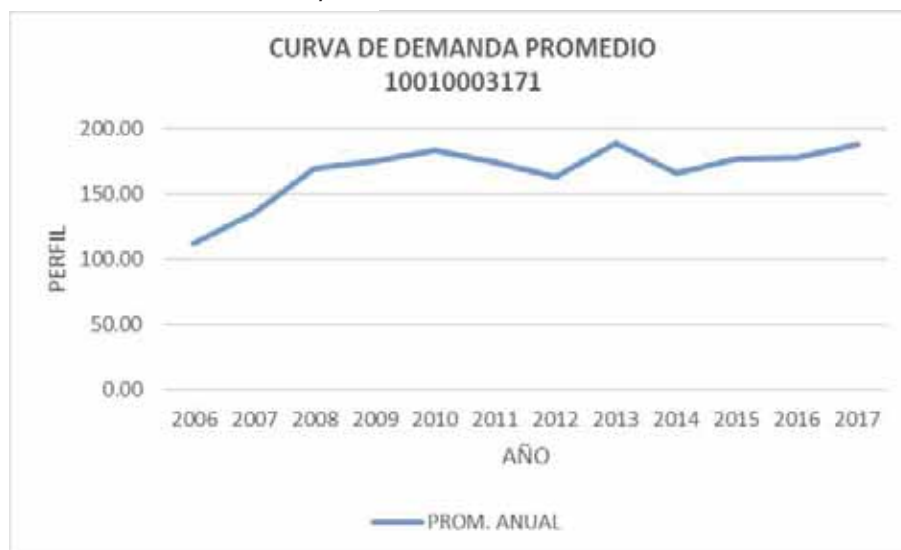
Fuente: Elaboración Propia



En la gráfica N°7 se puede observar el perfil de demanda en el periodo de tiempo de enero de 2006 a diciembre de 2017, donde podemos ver los intervalos de máxima y mínima demanda, estos datos pueden ser corroborados con la tabla N°15.

Gráfico 8: Curva de Demanda promedio Subestación 10010003171

Fuente: Elaboración Propia



3.4.9. DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010012517

De acuerdo al reporte proporcionados por la oficina del centro de control de Electro Sur Este S.A.A., de la subestación 10010012517 CBU AV. DE LA CULTURA NRO 733, podemos apreciar el comportamiento de la Máxima Demanda mensual y anual en el periodo de tiempo de junio de 2008 a diciembre de 2017, además del promedio anual:

Tabla 16: Cifras de la Máxima Demanda mensual y anual período 2006 – 2017 de la Subestación 10010012517

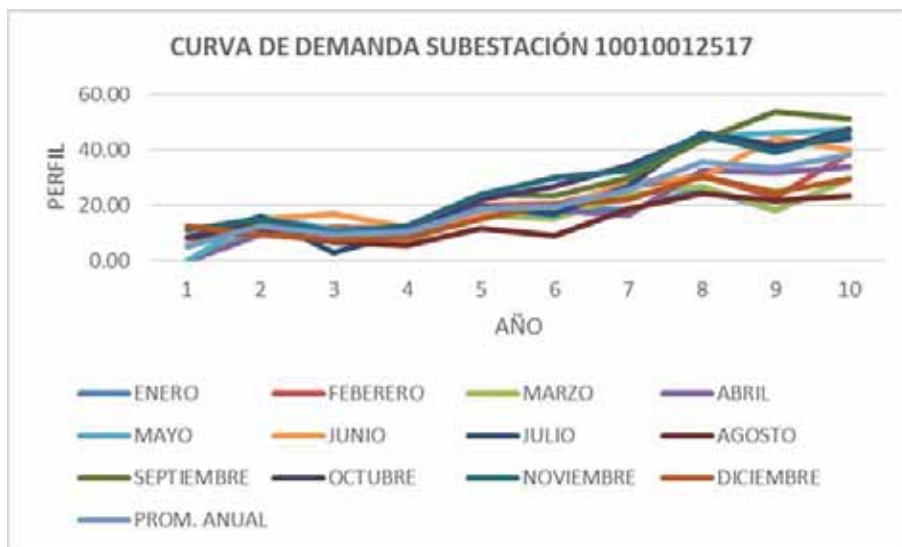
Fuente: SE 10010012517 Centro de Control Electro Sur Este S.A.A

AÑO:	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENERO	-	-	-	11.01	9.86	10.51	19.93	-	18.21	25.97	18.35	29.53
FEBRERO	-	-	-	10.42	12.04	11.64	19.92	-	26.37	30.7	22.76	38.79
MARZO	-	-	-	10.47	9.13	7.31	16.54	-	23.66	27.02	18.12	29.53
ABRIL	-	-	-	9.52	7.44	10.35	17.93	-	16.49	32.36	31.74	-
MAYO	-	-	-	16.08	11.15	11.56	18.82	-	29.74	44.6	46.09	-
JUNIO	-	-	5.75	14.9	17	12.09	16.35	-	28.76	29.94	44.17	-
JULIO	-	-	8.25	15.78	3.1	10.44	19.48	-	26.98	46	41.56	-
AGOSTO	-	-	7.95	10.31	7.04	5.7	11.42	-	18.76	24.29	21.68	-
SETIEMBRE	-	-	8.75	13.16	10.18	12.34	23.65	-	29.95	43.36	53.8	-
OCTUBRE	-	-	8.2	15.33	10.4	11.58	22.14	26.84	34.15	45.35	40.49	-
NOVIEMBRE	-	-	11.25	14.91	10.25	12.54	24	30.13	32.5	45.68	38.91	-
DICIEMBRE	-	-	12.35	9.65	7.54	7.94	15.28	20.42	22.15	30.16	24.65	-
PROM. ANUAL	0.00	0.00	5.21	12.63	9.59	10.33	18.79	25.80	25.64	35.45	33.53	32.62

3.4.10. CURVA DE DEMANDA DE LA SUBESTACIÓN 10010012517

Gráfico 9: Curva de Demanda Subestación 10010012517

Fuente: Elaboración Propia



En la gráfica N°9 se puede observar el perfil de demanda en el periodo de tiempo de enero de 2006 a marzo 2017, donde podemos ver los intervalos de máxima y mínima demanda, estos datos pueden ser corroborados con la tabla N°16.

Gráfico 10: Curva de Demanda promedio Subestación 10010012517

Fuente: Elaboración Propia



3.5. CUADRO DE CARGAS DE LAS NUEVAS SUBESTACIONES

En los siguientes cuadros de cargas se puede apreciar las cargas instaladas por circuitos, la potencia instalada, así como la potencia del transformado en cada subestación.

Tabla 17: Cuadros de carga proyectada según Subestaciones nuevas

SS.EE. 0010019 (PUERTA PRINCIPAL)								
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)	
			R.S.	A.P.				
			S.P.+ C.E	CANT.	KW			
01	ÁREA ADMINISTRATIVA UNSAAC (PROYECTADO)	1-A	109.78			109.78	250	
02	FACULTAD DE TURISMO	2	53.88			53.88		
03	CENTRO DE IDIOMAS	3	62.46			62.46		
04	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			36	1.26	1.26		
	ILUMINACIÓN DE CERCO PERIMETRICO UNSAAC 70W/luminaria			73	2.56	2.56		
05	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			14	0.98	0.98		
	ILUMINACIÓN DE MONUMENTOS 35W/luminaria			14	0.49	0.49		
	ILUMINACIÓN DE FACHADAS 35W/luminaria			4	0.14	0.14		
TOTAL			226.12		5.43	231.55		

SS.EE. PROYECTADA (ADMINISTRACION)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.			
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	FACULTAD DE ECONOMÍA	4	42.25			42.25	200
02	FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES	5	45.05			45.05	
03	AULAS GENERALES	6	53.22			53.22	
04	FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS (ANTIGUO)	7-A	20.3			20.3	
	FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS (NUEVO)	7-B	22.88			22.88	
05	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			22	0.77	0.77	
06	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			6	0.42	0.42	
TOTAL			183.7		1.19	184.89	

SS.EE. PROYECTADA (CENTRO DE SALUD)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.			
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	FACULTAD DE MEDICINA HUMANA (ANTIGUO)	8-A	29.37			29.37	315
	FACULTAD DE MEDICINA (PROYECTADO)	8-A	33.78			33.78	
02	FACULTAD DE MEDICINA HUMANA (NUEVO)	8-B	73.95			73.95	
03	CENTRO DE SALUD.	32	26.55			26.55	
04	FACULTAD DE ENFERMERÍA (ANTIGUO)	9-A	29.15			29.15	
	FACULTAD DE ENFERMERÍA (NUEVO)	9-B	18.07			18.07	
05	FACULTAD DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y DE SISTEMAS	10	70.38			70.38	
06	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			3	0.11	0.11	
07	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			13	0.91	0.91	
TOTAL			281.2514		1.02	282.27	

SS.EE. 0010562 (ING. ELECTRICA)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.			
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	17	63.5			63.5	315
02	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	18	39.22			39.22	
03	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA (ANTIGUO)	19-A	22.22			22.22	
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA (NUEVO)	19-B	24.71			24.71	
04	FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS (RENOVAR)	20-A	41.8			41.8	
	FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS (NUEVO)	20-B	22.9			22.9	
05	FACULTAD DE INGENIERÍA METALÚRGICA	21	22.14			22.14	
	LABORATORIO DE INGENIERÍA METALÚRGICA (PROYECTADO)	31	44.79			44.79	
06	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			15	0.53	0.53	
07	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			13	0.91	0.91	
TOTAL			281.28		1.44	282.72	

SS.EE. PROYECTADA (BIBLIOTECA CENTRAL)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.			
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	FACULTAD DE EDUCACIÓN	16	68.47			68.47	315
02	BIBLIOTECA CENTRAL (IMPRESA- SERVIDORES DE CENTRO DE INVESTIGACION)	35-A	13.07			13.07	
	BIBLIOTECA CENTRAL	35-B	28.67			28.67	
03	BLOQUE DE JUBILADOS 1	36	2.56			2.56	
	BLOQUE DE JUBILADOS 2	37	6.68			6.68	
04	BIBLIOTECA CENTRAL - AMPLIACIÓN (PROYECTADO)	48	23.33			23.33	
05	VICE RECTORADO DE INVESTIGACIÓN (PROYECTADO)	49	140.78			140.78	
06	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			15	0.53	0.53	
07	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			7	0.49	0.49	
08	ILUMINACIÓN DE MONUMENTOS 35W/luminaria			6	0.21	0.21	
	ILUMINACIÓN DE CAMPOS DEPORTIVOS 100W/luminaria			16	1.6	1.6	
TOTAL			283.56		2.83	286.39	

SS.EE. 0010094 (QUIMICA)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.			
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	FACULTAD DE BIOLOGÍA / FÍSICO MATEMÁTICAS	15	73.71			73.71	400
02	FACULTAD DE QUÍMICA I (A RENOVAR)	14	88.04			88.04	
	PLANTA DE CHOCOLATE	50	20.25			20.25	
03	FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA	11	40.57			40.57	
	FEDERACIÓN UNIVERSITARIA CUSCO	33	2.14			2.14	
04	LABORATORIO DE QUÍMICA (A RENOVAR)	12	72.32			72.32	
05	CONTROL DE CALIDAD	13	43.3			43.3	
06	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			22	0.77	0.77	
07	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			15	1.05	1.05	
TOTAL			340.33		1.82	342.15	

SS.EE. 0010078 (COMEDOR UNIV. ANTIGUO)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.			
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	MACRO FACULTAD (PROYECTADO)	42	172.45			172.45	315
02	FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS	29	77.21			77.21	
03	HATUN ÑAN	43	1.56			1.56	
	TALLER DE METALURGIA (PROYECTADO)	45	32.78			32.78	
04	BLOQUE DE TOPOGRAFÍA	44	3.20			3.20	
05	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			9	0.32	0.32	
	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			10	0.7	0.7	
TOTAL			287.2		1.02	288.22	

SS.EE. PROYECTADA (ARQUITECTURA)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.			
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL (PENTÁGONO)	23	31.21			31.21	315
02	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL (ANTIGUO)	25	27.81			27.81	
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL (PROYECTADO)	30	26.07			26.07	
03	FACULTAD DE ARQUITECTURA	24	74.3			74.3	
04	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	22-A	37.3			37.3	
	LABORATORIO DE HIDRÁULICA	22-B	27.64			27.64	
	LABORATORIO DE ESTRUCTURAS	51	19.3			19.3	
05	LOCAL DEL SINDUC	38	12.96			12.96	
	PROYECCION SOCIAL	52	24.93			24.93	
06	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	39	1.51			1.51	
	ZOOLOGICO	40	8.1			8.1	
07	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			8	0.28	0.28	
08	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			3	0.21	0.21	
TOTAL			291.13		0.49	291.62	

SS.EE. PROYECTADA (CENTRO PRE-UNIV.)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.			
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	CENTRO PRE-UNIVERSITARIO UNSAAC (ANTIGUO)	26-A	45.75			45.75	200
	CENTRO PRE-UNIVERSITARIO UNSAAC (NUEVO)	26-B	43.41			43.41	
02	ADMISIÓN (PROYECTADO)	46	72.31			72.31	
03	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			6	0.21	0.21	
04	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			2	0.14	0.14	
05	ILUMINACIÓN DE CAMPOS DEPORTIVOS 100W/luminaria			8	0.8	0.8	
TOTAL			161.47		1.15	162.62	

SS.EE. PROYECTADA (ING. ELECTRONICA)								
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)				TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.				
			S.P.+ C.E	CANT.	KW			
01	FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA (PROYECTADO)	28	130.1				130.1	160
TOTAL			130.1		0	130.1		

SS.EE. PROYECTADA (CIENCIAS DE LA COMUNICACION)								
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)				TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.				
			S.P.+ C.E	CANT.	KW			
01	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN	27	43.21				43.21	160
02	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN (AMPLIACION)	47	103.12				103.12	
TOTAL			146.33		0	146.33		

SS.EE. PROYECTADA (CIENCIAS SOCIALES)								
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)				TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.				
			S.P.+ C.E	CANT.	KW			
01	FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES (PROYECTADO)	1-B	220.03				220.03	250
TOTAL			220.03		0	220.03		

SS.EE. BIOLOGIA (PROYECTADA)								
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)				TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.				
			S.P.+ C.E	CANT.	KW			
	FACULTAD DE BIOLOGÍA (REMODELAR)	34	357.91				357.91	400
TOTAL			357.91		0	357.91		

SS.EE. PROYECTADA (COMEDOR UNIVERSITARIO NUEVO)								
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)				TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.				
			S.P.+ C.E	CANT.	KW			
01	COMEDOR UNIVERSITARIO (ADMINISTRACIÓN)	41-A	69.45				69.45	500
02	COMEDOR UNIVERSITARIO (SERVICIOS)	41-B	384.8				384.8	
TOTAL			454.25		0	454.25		

Fuente: Expediente Técnico "RENOVACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC"

Tabla 18: Cuadros de potencia de transformadores proyectados

Fuente: Expediente Técnico "RENOVACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC"

POTENCIA DE TRANSFORMADORES									
ZONA	SS.EE.	NOMBRE	KW S.P+ C.E.	KW A.P.	KW TOTAL	f.d.p	KVA, CALCULADO	KVA, NORMALIZADO	LOAD
1	SS.EE.0010019 CASETA (A RENOVAR)	SS.EE. 0010019 (PUERTA PRINCIPAL)	226.12	5.43	231.55	0.9	257	250	103%
2	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	ADMINISTRACION	183.70	1.19	184.89	0.9	205	200	103%
3	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	CENTRO DE SALUD	281.25	1.02	282.271	0.9	314	315	100%
4	SS.EE. 0010562 CASETA (A RENOVAR)	ING. ELECTRICA	281.28	1.44	282.72	0.9	314	315	100%
5	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	BIBLIOTECA CENTRAL	283.56	2.83	286.39	0.9	318	315	101%
6	SS.EE. 0010094 CASETA (NA RENOVAR)	QUIMICA	340.33	1.82	342.15	0.9	380	400	95%
7	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	CENTRO PRE-UNIV.	161.47	1.15	162.62	0.9	181	200	91%
8	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	ARQUITECTURA	291.13	0.49	291.62	0.9	324	315	103%
9	SS.EE. CASETA (PROYECTADA)	SS.EE. 0010078 (COMEDOR UNIV. ANTIGUO)	287.20	1.02	288.22	0.9	320	315	102%
10	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	CIENCIAS SOCIALES	220.03	0	220.03	0.9	244	250	98%
11	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	INGENIERIA ELECTRONICA	130.10	0	130.1	0.9	145	160	91%
12	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN	146.33	0	146.33	0.9	163	160	102%
13	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	BIOLOGIA	357.91	0	357.91	0.9	398	400	100%
14	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	COMEDOR UNIVERSITARIO	454.25	0	454.25	0.9	505	500	101%
TOTAL			3644.66	16.39	3661.05				

3.6. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA CONTEMPLANDO LAS NUEVAS FACULTADES

Tabla 19: Proyección de la demanda a 10 años contemplando nuevas facultades

Fuente: Expediente Técnico "RENOVACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC"

NRO. BLOQUE	ESTADO	ZONA	ÁREA (m ²)	CANT. PISO	ÁREA TOTAL (m ²)	ÁREA (m ²)		ÁREA COMUN. (Km ²)	ÁREA CONTROL A KW	POTENCIA INSTALADA (KW)		CARGAS ESPECIALES	CARGA UNITARIA	ÁREA (m ²)	M.D (1)	ÁREA (m ²)	M.D (2)	MÁXIMA DEMANDA (KW)		M.D. KW SUB TOTAL	I _d (FNUA) TOTAL	M.D. KW TOTAL	
						CONTRUO A m ²	COMUN (m ²)			ÁREA	CONTROL A KW							ÁREA COMUN (KW)	TOTAL				ÁREA (m ²)
1-1	ARENAS TRATAMIENTO (PROYECTADO)	1	3418	9	856240.65	538800.00	298440.65	278.11	1.01	2938	338.38	12	320.38	0.037	0.75	930	28.06	0.1	7838.20	142.80	168.86	0.35	109.78
2	FACULTAD DE TURISMO	1	7814	5	360704.05	253955.00	106745.05	128.94	1.01	1337	140.65	8	148.05	0.038	0.75	900	28.06	0.1	3007.00	57.20	82.86	0.35	5388
3	CENTRO DE IDIOMAS	1	198121	4	484844.05	319195.00	165659.05	159.94	1.01	1628	187.22	8	175.22	0.038	0.75	900	25.46	0.1	3744.84	70.80	96.10	0.35	6246
4	FACULTAD DE ECONOMÍA	2	718211	4	2872044.05	1986200.00	1006211.05	53.34	1.01	1025	1003.9	9	112.38	0.039	0.75	900	28.41	0.1	1922.04	38.59	65.00	0.35	4225
5	FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES	2	78811	4	314884.05	204545.00	110339.05	122.71	1.01	1111	113.28	8	121.38	0.039	0.75	900	28.41	0.1	2246.84	43.30	69.31	0.35	4535
6	AULAS GENERALES	2	44017	5	420360.05	273055.00	147305.05	138.51	1.01	1470	151.23	9	160.23	0.038	0.75	900	25.75	0.1	3300.85	62.95	88.70	0.65	5322
7-A	FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS (ANTIGUA)	2	38844	3	119230.05	753260.00	40576.05	37.88	1.01	436	417.4	7	48.74	0.042	0.75	900	28.38	0.1	259.30	5.45	33.80	0.65	2030
7-B	FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS (NUEVA)	2	41358	3	124080.05	806440.00	43424.05	40.38	1.01	434	416.6	7	51.66	0.042	0.75	900	28.11	0.1	340.88	7.09	35.30	0.35	2288
8-A	FACULTAD DE MEDICINA HUMANA (ANTIGUA)	3	14514	4	118170.05	1158140.00	62152.05	57.91	1.01	624	64.8	8	72.15	0.040	0.75	900	27.33	0.1	881.75	17.82	45.19	0.35	2937
8-B	FACULTAD DE MEDICINA HUMANA (NUEVA)	3	140000	4	560000.05	3040000.00	1980.00	180.10	1.01	1980	2016.0	9	210.00	0.038	0.75	900	25.38	0.1	4700.00	88.38	113.78	0.35	7335
8-C	FACULTAD DE MEDICINA (PROYECCION)	3	30000	6	240000.05	1365000.00	735.00	88.21	1.01	735	756.00	10	86.00	0.041	0.75	900	27.51	0.1	1200.00	24.40	51.97	0.35	3378
32	CENTRO DE SALUD	3	31014	3	150310.05	865260.00	531.96	49.71	1.01	536	561.3	8	83.13	0.041	0.75	900	27.83	0.1	631.30	13.01	40.44	0.35	2633
9-A	FACULTAD DE INGENIERÍA (ANTIGUA)	3	32018	4	288210.05	1582470.00	721.25	67.80	1.01	728	749.6	5	79.90	0.038	0.75	900	25.90	0.1	1180.72	22.67	48.59	0.65	2915
9-B	FACULTAD DE INGENIERÍA (NUEVA)	3	22322	4	882880.05	580370.00	312.51	28.01	1.01	313	321.5	8	40.15	0.045	0.75	880	30.11	0.1	0.00	0.00	30.11	0.65	1807
10	FACULTAD DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y DE SISTEMAS	3	102234	5	511170.05	3022810.00	1788.10	168.11	1.01	1788	1840.2	15	199.02	0.039	0.75	900	28.26	0.1	4211.70	81.99	108.27	0.35	7038
17	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	4	439108	4	439430.05	2836810.00	1527.51	141.84	1.01	1528	1571.2	20	177.12	0.041	0.75	900	27.39	0.1	5464.30	70.30	97.69	0.35	6350
18	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	4	53117	3	150510.05	1005780.00	597.73	51.78	1.01	558	573.7	30	87.37	0.055	0.75	900	37.01	0.1	693.51	19.01	50.02	0.7	3922
19-A	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGÍA (ANTIGUA)	4	33911	3	112440.05	740620.00	394.80	37.00	1.01	395	410.2	8	49.02	0.043	0.75	900	29.04	0.1	239.45	5.15	34.19	0.35	2222
19-B	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGÍA (NUEVA)	4	45535	3	138500.05	887300.00	471.2	44.1	1.01	478	491.8	8	57.16	0.042	0.75	900	28.25	0.1	488.05	9.75	38.01	0.35	2471
20-A	FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS (RENOVAR)	4	408	7	280040.05	1820000.00	981.00	91.10	1.01	980	1008.0	10	110.80	0.040	0.75	900	28.71	0.1	1900.00	37.59	64.30	0.35	4180
20-B	FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS (NUEVA)	4	37238	3	1161140.05	728140.00	391.00	38.31	1.01	391	402.0	10	50.22	0.045	0.75	900	30.34	0.1	2171.4	4.88	35.22	0.35	2230
21	FACULTAD DE INGENIERÍA METALÚRGICA	4	34844	3	104530.05	579460.00	361.86	33.97	1.01	366	376.3	10	47.63	0.046	0.75	900	30.75	0.1	145.30	3.39	34.07	0.35	2274
31	LABORATORIO DE INGENIERÍA METALÚRGICA (PROYECTADO)	4	3182	5	158100.05	1034150.00	551.85	51.71	1.01	557	572.8	30	87.28	0.055	0.75	900	37.03	0.1	691.00	18.95	55.88	0.65	4479
16	FACULTAD DE EDUCACIÓN	5	100000	3	540000.05	3075000.00	1786.00	165.73	1.01	1785	1806.0	10	188.00	0.038	0.75	900	25.82	0.1	4200.00	19.72	105.34	0.35	6847
35-A	SIBLO DE CAJONERA (IMPRESIÓN-SERVIDORES DE CENTRO DE COMPUTO)	5	60821	1	608210.05	394040.00	212.17	19.1	1.01	212	218.2	5	26.82	0.044	0.75	800	28.12	0.1	0.00	0.00	20.12	0.35	1307
35-B	SIBLO DE CAJONERA	5	100000	2	200000.05	1300000.00	701.00	68.1	1.01	706	720.6	0	72.00	0.036	0.75	900	24.30	0.1	1100.00	19.80	44.10	0.35	2897
36	BLOQUE DE ABRUJOS 1	5	14339	1	143390.05	94830.00	51.06	4.71	1.01	651	528.0	0	5.25	0.036	0.75	146	3.84	0.1	0.00	0.00	3.84	0.35	258
37	BLOQUE DE ABRUJOS 2	5	18030	1	180300.05	247380.00	131.30	12.38	1.01	130	137.1	0	13.71	0.036	0.75	381	10.28	0.1	0.00	0.00	10.28	0.35	688
48	SIBLO DE CAJONERA - APLICACIÓN	5	54154	1	541540.05	1003350.00	541.27	50.17	1.01	540	557.3	0	55.73	0.036	0.75	900	24.30	0.1	643.52	11.59	35.88	0.35	2333
49	NOE ROTATORIO DE INVESTIGACIÓN (PROYECTADO)	5	114379	19	1143790.05	7434640.00	4080.27	381.78	1.01	4033	4117.6	5	416.78	0.036	0.75	900	24.59	0.1	10537.90	191.98	216.58	0.35	14078
15	FACULTAD DE SOCIOLOGÍA FÍSICO MATEMÁTICAS	5	180000	3	570000.05	3065000.00	1995.00	185.21	1.01	1995	2052.0	5	210.20	0.037	0.75	900	24.89	0.1	4800.00	88.51	113.40	0.35	7371

Tabla 20: Proyección de la demanda a 10 años contemplando nuevas facultades

Fuente: Expediente Técnico "RENOVACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC"

NRO. BLOQUE	INFRASTRUCTURA/FISICA	ESTADO	ZONA	AREA (m ²)	CANT. PISOS	AREA TOTAL (m ²)	AREA (m ²)		POTENCIA INSTALADA (KW)			MAXIMA DEMANDA (KW)																
							CONSTRUIDO	COMUN	AREA CONSTRUIDO (KW)	AREA COMUN (KW)	CARGA UNITARIA	Ed(1)	AREA (1) m ²	M.D.(1) KW	Ed(2)	AREA(2) m ²	M.D.(2) KW	M.D. SUB TOTAL	M.D. TOTAL									
																				A (m ²)	A (m ²)	S	TOTAL					
14	FACULTAD DE QUIMICA (A RENOVAR)	ARENOVAR	6	753.18	9	6778.62	0.65	486.10	0.35	2372.52	0.05	220.31	0.01	23.73	24.04	10	254.04	0.037	0.75	900	25.30	0.5	5978.62	110.16	13.45	0.65	8804	
50	PLANTA DE CHOCOLATE	EXISTENTE	6	588.13	1	588.13	0.65	388.78	0.35	209.35	0.05	19.44	0.01	2.09	21.53	20	41.53	0.069	0.75	588	31.15	0.5	0.00	0.00	31.15	0.65	2025	
11	FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA	EXISTENTE	6	930.71	3	2792.13	0.65	1814.88	0.35	977.25	0.05	90.74	0.01	9.77	100.51	7	107.51	0.039	0.75	900	25.99	0.5	1892.13	36.43	62.42	0.65	4057	
33	FEDERACION UNIVERSITARIA CUSCO	EXISTENTE	5	121.98	1	121.98	0.65	79.29	0.35	42.69	0.05	3.96	0.01	0.43	4.39	0	4.39	0.036	0.75	122	3.29	0.5	0.00	0.00	3.29	0.65	214	
12	LABORATORIO DE QUIMICA (A RENOVAR)	ARENOVAR	6	589.98	9	5309.82	0.65	3451.38	0.35	1858.44	0.05	172.57	0.01	18.53	191.15	14	205.15	0.039	0.75	900	26.08	0.5	4409.82	85.19	111.27	0.65	7232	
13	CONTROL DE CALIDAD	EXISTENTE	6	976.95	3	2930.88	0.65	1905.07	0.35	1025.81	0.05	95.25	0.01	10.26	105.51	10	115.51	0.039	0.75	900	26.60	0.5	2809.88	40.02	66.62	0.65	4330	
26-A	CEITRO PRE-UNIVERSITARIO UNSAC (ANTIGUO)	EXISTENTE	7	809.68	4	3238.72	0.65	2105.17	0.35	1133.55	0.05	105.26	0.01	11.34	116.60	7	123.50	0.038	0.75	900	25.76	0.5	2338.72	44.63	70.39	0.65	4575	
26-B	CEITRO PRE-UNIVERSITARIO UNSAC (NUEVO)	EXISTENTE	7	775.22	4	3100.88	0.65	2015.57	0.35	1085.31	0.05	100.78	0.01	10.85	111.63	5	116.63	0.038	0.75	900	25.39	0.5	2200.88	41.39	66.78	0.65	4341	
46	ADMISION (PROYECTADO)	PROYECTADO	7	465.72	7	3260.04	0.65	2119.03	0.35	1141.01	0.05	105.95	0.01	11.41	117.36	10	127.36	0.039	0.9	930	32.70	0.7	2300.04	63.72	95.42	0.75	7231	
25	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL (PEITAGUINO)	EXISTENTE	8	409.66	5	2048.30	0.65	1331.40	0.35	716.91	0.05	65.57	0.01	7.17	73.74	5	78.74	0.038	0.75	900	25.95	0.5	1148.30	22.07	46.02	0.65	3121	
25	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL (PROYECTADO)	EXISTENTE	8	438.14	4	1752.56	0.65	1135.16	0.35	613.40	0.05	59.96	0.01	6.13	63.09	5	68.09	0.039	0.75	900	26.22	0.5	832.56	16.56	42.79	0.65	2781	
30	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL (PROYECTADO)	PROYECTADO	8	400	4	1600.00	0.65	1040.00	0.35	560.00	0.05	52	0.01	5.60	57.60	5	62.60	0.039	0.75	900	26.41	0.5	700.00	13.89	40.10	0.65	2607	
24	FACULTAD DE ARQUITECTURA	EXISTENTE	8	1400	4	5600.00	0.65	3640.00	0.35	1960.00	0.05	162	0.01	16.50	201.60	10	211.60	0.038	0.75	900	25.51	0.5	4700.00	86.80	114.30	0.65	7430	
22-A	LABORATORIO DE MECANICA DE SELLOS	EXISTENTE	8	1000	2	2000.00	0.65	1300.00	0.35	700.00	0.05	65	0.01	7.00	72.00	15	87.00	0.044	0.75	900	29.36	0.5	1100.00	23.93	55.29	0.7	3730	
22-B	LABORATORIO DE HIDRALICA	EXISTENTE	8	807.51	2	1375.02	0.65	893.76	0.35	481.26	0.05	44.69	0.01	4.81	49.50	10	59.50	0.043	0.75	900	29.21	0.5	475.02	10.28	39.49	0.7	2764	
51	LABORATORIO DE ESTRUCTURAS	EXISTENTE	8	338	1	338.00	0.65	219.70	0.35	118.30	0.05	10.99	0.01	1.18	12.17	20	32.17	0.095	0.75	338	24.13	0.5	0.00	0.00	24.13	0.8	1930	
38	LOCAL DEL SINDIC	EXISTENTE	8	400	2	800.00	0.65	520.00	0.35	280.00	0.05	26	0.01	2.80	28.80	0	26.80	0.036	0.75	800	21.60	0.5	0.00	0.00	21.60	0.5	1295	
52	PROYECCION SOCIAL	PROYECTADO	8	250	6	1500.00	0.65	975.00	0.35	525.00	0.05	48.75	0.01	5.25	54.00	5	59.00	0.039	0.75	900	26.55	0.5	600.00	11.80	36.35	0.65	2493	
39	ESTACION METEOROLOGICA	EXISTENTE	8	93.17	1	93.17	0.65	60.56	0.35	32.61	0.05	3.03	0.01	0.33	3.36	0	3.36	0.036	0.75	93	2.92	0.5	0.00	0.00	2.92	0.5	151	
40	ZOOLOGICO	EXISTENTE	8	500	1	500.00	0.65	325.00	0.35	175.00	0.05	16.25	0.01	1.75	18.00	0	18.00	0.036	0.75	500	13.50	0.5	0.00	0.00	13.50	0.5	810	
42	MACRO FACULTAD (PROYECTADO)	PROYECTADO	9	1722.45	9	15502.05	0.65	10076.33	0.35	5425.72	0.05	503.62	0.01	54.26	558.08	0	558.08	0.036	0.75	930	25.11	0.5	14572.05	262.30	267.41	0.5	17245	
43	HATUNWAI	EXISTENTE	9	89.25	1	89.25	0.65	58.01	0.35	31.24	0.05	2.9	0.01	0.31	3.21	0	3.21	0.036	0.75	89	2.41	0.5	0.00	0.00	2.41	0.65	156	
45	TALLER DE METALURGIA (PROYECTADO)	PROYECTADO	9	604.22	2	1208.44	0.65	785.49	0.35	422.95	0.05	39.27	0.01	4.23	43.50	30	73.50	0.061	0.75	900	41.05	0.5	308.44	9.38	50.43	0.65	3278	
29	FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLITICAS	EXISTENTE	9	1680.00	4	6640.00	0.65	4316.00	0.35	2324.00	0.05	215.8	0.01	23.24	239.04	2	241.04	0.036	0.75	900	24.50	0.5	5740.00	104.18	126.89	0.5	7721	
44	BLOQUE DE TOPOGRAFIA	EXISTENTE	11	93.49	1	93.49	0.65	60.77	0.54	32.62	0.05	3.04	0.005	0.16	3.2	1	3.2	1	3.2	0	3.2	0.5	0.00	0.00	3.20	1	320	
1-B	FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES	EXISTENTE	10	1600	9	14800.00	0.65	9360.00	0.35	5040.00	0.05	468	0.01	50.40	518.40	15	533.40	0.037	0.75	900	25.00	0.5	13500.00	250.03	275.03	0.8	22063	
28	FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA	EXISTENTE	11	1380	5	6900.00	0.65	4685.00	0.35	2415.00	0.05	224.25	0.01	24.15	248.40	23	271.40	0.039	0.75	900	26.55	0.5	6000.00	116.00	144.55	0.9	13010	
27	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMUNICACION	EXISTENTE	12	5924	3	1747.20	0.65	1135.68	0.35	611.52	0.05	56.78	0.01	6.12	62.90	23	85.90	0.049	0.75	900	33.19	0.5	847.20	20.83	54.01	0.8	4321	
47	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMUNICACION (AMPLIACION)	PROYECTADO	12	900	9	8100.00	0.65	5285.00	0.35	2835.00	0.05	283.25	0.01	28.35	291.60	9	300.60	0.037	0.75	900	25.05	0.5	7200.00	133.60	158.65	0.65	10312	
34	FACULTAD DE BIOLOGIA (RENOVAR)	ARENOVAR	13	3000	10	30000.00	0.65	19500.00	0.35	10500.00	0.05	975	0.01	105.00	10800.00	5	1085.00	0.036	0.75	900	24.41	0.5	29000.00	526.23	550.64	0.65	35791	
41-A	COMEDOR UNIVERSITARIO (ADMINISTRACION)	EXISTENTE	14	248.27	3	744.81	0.65	503.63	0.35	271.18	0.05	25.18	0.01	2.71	27.89	75	102.89	0.133	0.75	775	77.17	0.5	0.00	0.00	77.17	0.9	6945	
41-B	COMEDOR UNIVERSITARIO (SERVICIOS)	EXISTENTE	14	1317.67	3	3953.01	0.65	2569.46	0.35	1383.55	0.05	129.47	0.01	13.84	142.31	595	727.31	0.184	0.75	900	124.19	0.5	3053.01	200.86	405.05	0.95	38480	
																												364164

3.7. ESTUDIO DE MERCADO

ANÁLISIS DE PAGOS:

La ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco realizo pagos por concepto de energía eléctrica según los cuadros presentado a continuación.

El estudio que presentada continuación desarrolla el análisis de los pagos por concepto de energía eléctrica en el periodo 2007-2017.

Tabla 21: Tarifas eléctricas para las Subestaciones UNSAAC

Fuente: tarifas ELSE

Código de Suministro	Tarifa	Dirección Suministro
10010000531	MT3	FAC. QUÍMICA-ZOOTECNIA, AV. DE LA CULTURA NRO. 733
10010001131	MT3	PAB. COMEDOR - AV. DE LA CULTURA NRO. 733
10010001171	MT3	S.E. ENTRADA - AV. DE LA CULTURA NRO. 733
10010003171	MT4	FAC. INGENIERÍA ELÉCTRICA
10010012517	MT2	CBU - AV. DE LA CULTURA N° 733

Tabla 22: Consumo por subestaciones de 2006-2017

Fuente: ELSE- Elaboración Propia

10010000531 FAC. QUIMICA-ZOOTECNIA, AV. DE L		
CODIGÓ DE SUMINISTR O	AÑO	MONTO PAGADO S/.
10010000531	2006	84,749.57
10010000531	2007	98,467.93
10010000531	2008	109,373.73
10010000531	2009	132,003.78
10010000531	2010	142,595.64
10010000531	2011	156,691.49
10010000531	2012	129,270.78
10010000531	2013	38,981.86
10010000531	2014	122,074.08
10010000531	2015	81,468.68
10010000531	2016	122,219.90
10010000531	2017	17,106.85

10010001131 PAB. COMEDOR - AV. DE LA CULTUR		
CODIGÓ DE SUMINISTR O	AÑO	MONTO PAGADO S/.
10010001131	2006	212,550.90
10010001131	2007	181,361.66
10010001131	2008	198,535.33
10010001131	2009	221,562.98
10010001131	2010	246,799.50
10010001131	2011	295,400.90
10010001131	2012	274,533.59
10010001131	2013	79,283.75
10010001131	2014	315,373.03
10010001131	2015	273,433.10
10010001131	2016	295,020.63
10010001131	2017	73,150.15

10010001171 S.E. ENTRADA - AV. DE LA CULTURA		
CODIGÓ DE SUMINISTR O	AÑO	MONTO PAGADO S/.
10010001171	2006	202,505.44
10010001171	2007	131,022.69
10010001171	2008	37,442.10
10010001171	2009	75,272.45
10010001171	2010	256,726.82
10010001171	2011	279,299.64
10010001171	2012	308,187.59
10010001171	2013	99,666.26
10010001171	2014	320,073.63
10010001171	2015	379,024.37
10010001171	2016	254,429.26
10010001171	2017	56,079.10

10010003171 FAC. INGENIERIA ELECTRICA		
CODIGÓ DE SUMINISTR O	AÑO	MONTO PAGADO S/.
10010003171	2006	246,827.69
10010003171	2007	364,935.45
10010003171	2008	413,802.34
10010003171	2009	235,896.78
10010003171	2010	249,400.54
10010003171	2011	276,414.50
10010003171	2012	252,818.33
10010003171	2013	284,371.80
10010003171	2014	296,158.40
10010003171	2015	281,384.23
10010003171	2016	259,166.65
10010003171	2017	50,675.03

10010012517		CBU - AV. DE LA CULTURA N° 733
CODIGÓ DE SUMINISTR O	AÑO	MONTO PAGADO S/.
10010003171	2008	148,472.10
10010003171	2009	57,686.05
10010003171	2010	53,421.45
10010003171	2011	57,686.05
10010003171	2012	57,686.05
10010003171	2013	11,550.40
10010003171	2014	56,810.40
10010003171	2015	57,244.85
10010003171	2016	60,141.35
10010003171	2017	9,023.85

Tabla 23: Total en Soles pagado por la UNSAAC – PERAYOC por energía eléctrica

Fuente: ELSE- Elaboración Propia

Código de Suministro	Tarifa	Dirección Suministro	MONTO PAGADO S/.
10010000531	MT3	FAC. QUIMICA-ZOOTECNIA, AV. DE LA CULTURA NRO. 733	1,235,004.27
10010001131	MT3	PAB. COMEDOR - AV. DE LA CULTURA NRO. 733	2,667,005.50
10010001171	MT3	S.E. ENTRADA - AV. DE LA CULTURA NRO. 733	2,399,729.34
10010003171	MT4	FAC. INGENIERIA ELECTRICA	3,211,851.72
10010012517	MT2	CBU - AV. DE LA CULTURA N° 733	569,722.55
			TOTAL

La ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco realizo pagos por concepto de energía eléctrica según los cuadros presentado anteriormente y se tiene un gasto total en nuevos soles de S/.10,083.313.39 en un periodo de 10 años.

CAPÍTULO IV

ESTUDIO TÉCNICO

4.1. INTRODUCCIÓN

Con el alcance dado en los capítulos anteriores acerca del funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos, en este capítulo se elaborará el diseño del sistema, para lo cual se tendrá en cuenta las consideraciones acerca del proyecto, así como un acertado dimensionamiento de los componentes (guardando la relación técnico - económica), además de las demás partes conformantes del proyecto.

4.2. CONSIDERACIONES

Para desarrollar del presente proyecto se tendrán en cuentas las siguientes consideraciones:

- Objetivo principal
- Seguridad
- Mano de obra
- Materiales y/o equipos
- Herramientas
- Montaje
- Costo

4.3. UBICACIÓN

Para la distribución de los paneles se buscará la ubicación más adecuada, la misma que no deberá estar bajo sombra, así sea de manera temporal. Para ello se propone la ubicación de los paneles en el techo de las escuelas profesionales y áreas de uso común de la ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.



Figura 28: Ubicación de la zona del proyecto

Fuente: Google maps

4.4. CONDICIONES DEL LUGAR

El presente sistema fotovoltaico se implementará en la ciudad universitaria de PERAYOC, el cual se encuentra ubicado en la av. De la cultura, distrito de Cusco, provincia y región del Cusco.

Las condiciones climatológicas han sido obtenidas de la estación de la meteorológica Kayra ubicada en el local de la granja Kayra de la UNSAAC.

Tabla 24: Condiciones climatológicas en la granja Kayra

Fuente: UNSAAC

DESCRIPCIÓN	SEMESTRES	
	MAYO - OCTUBRE	NOVIEMBRE ABRIL
Clima	Frio	Templado
Temp. Min °C	0	5
Temp. Max °C	21	25
Temp. Med °C	14	16
Humedad Relativa	50	60
Veloc. viento Km/h	90	70

4.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La instalación de paneles solares fotovoltaicos proyectada, se ubicará en la ciudad universitaria de Perayoc, en la parte de los techos de las escuelas profesionales y áreas comunes indicadas en la siguiente figura, el sistema de generación fotovoltaica estará formado por 3353 paneles policristalinos, marca SIXMA 156, y la potencia total de generación será de 0.40 MW y una instalación de 5,431.86m².

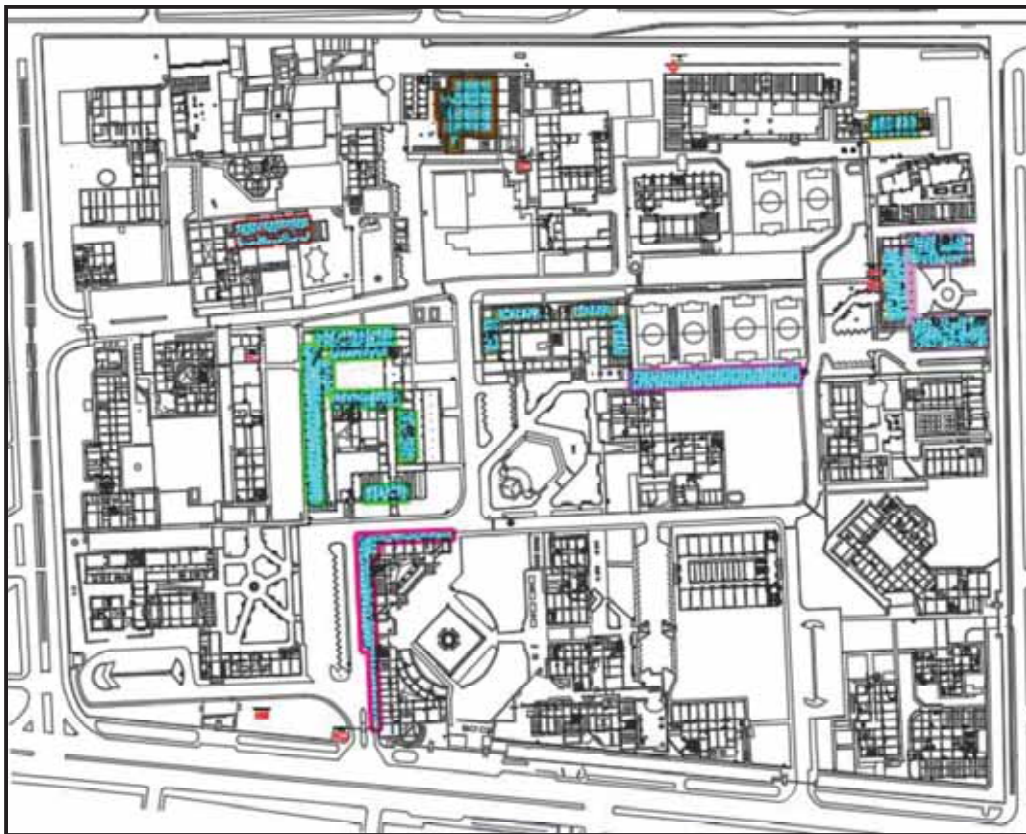


Figura 29: Distribución de paneles solares planteados en el proyecto

Fuente: Elaboración propia

Los paneles fotovoltaicos serán fijados por soportes metálicos fijos, los mismos que tendrán un grado de inclinación, tratando de ser los más paralelo posible a la inclinación del techo donde se coloquen, además de que estos deben permitir una regulación manual en su inclinación, para facilitar las labores de mantenimiento por parte del personal encargado del mantenimiento.

El conexionado del sistema de paneles se hará en serie - paralelo, ya que, por la ubicación de los paneles en los techos, no existirá sombra sobre que interfiera en su funcionamiento, además de que este tipo de instalación resulta la más económica.

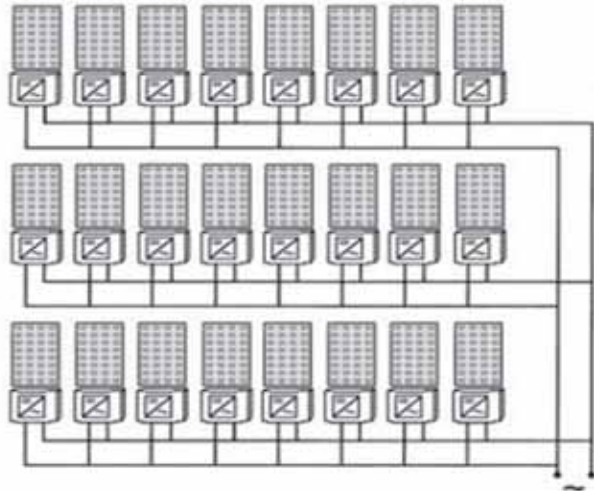


Figura 30: Distribución de paneles solares disposición en paralelo

Fuente: Elaboración propia

Toda la energía que se genere en las distribuciones de paneles de las diferentes facultades será suministrada directamente a la red del concesionario, esto mediante la conexión a la subestación más cercana.

4.6. INCLINACIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

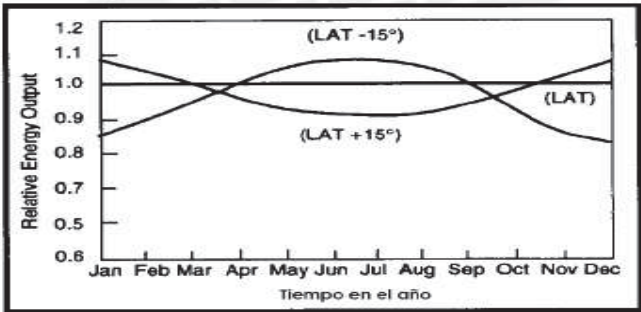


Figura 31: Relatividad de salida de paneles fotovoltaicos

Fuente: AEC

La inclinación de los paneles solares para una instalación independiente, teniendo en consideración que la latitud de cusco es de 13° , se puede evaluar utilizando las siguientes expresiones:

- Inclinación verano $L + 15 = 28^\circ$
- Inclinación invierno $L - 20 = -7^\circ$
- Inclinación óptima $3.7+(L*0.69) = 12.67^\circ$

Donde:

L: Latitud

4.7. DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA

Para establecer la energía generada por los paneles se elaboró una hoja Excel, la misma que se basó en el uso de las siguientes formulas:

Para la estimación de la energía que puede producir un arreglo fotovoltaico en unidades de watts – hora, se empleara las siguiente formula:

$$\text{Energía Disponible } (w - h) = 0,5 \times \text{Potencia nominal del arreglo } (W) \times \text{Isolación } (HSP)$$

La potencia nominal del arreglo se calculará con la siguiente formula:

$$\text{Pmp de arreglo} = (\text{Pmp del módulo}) \times (\text{Nro. de módulos del arreglo})$$

La isolación, se obtendrá del mapa de Energía Solar Incidente Diaria, del “Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI”, del cual se obtendrán valores mínimos y máximos.

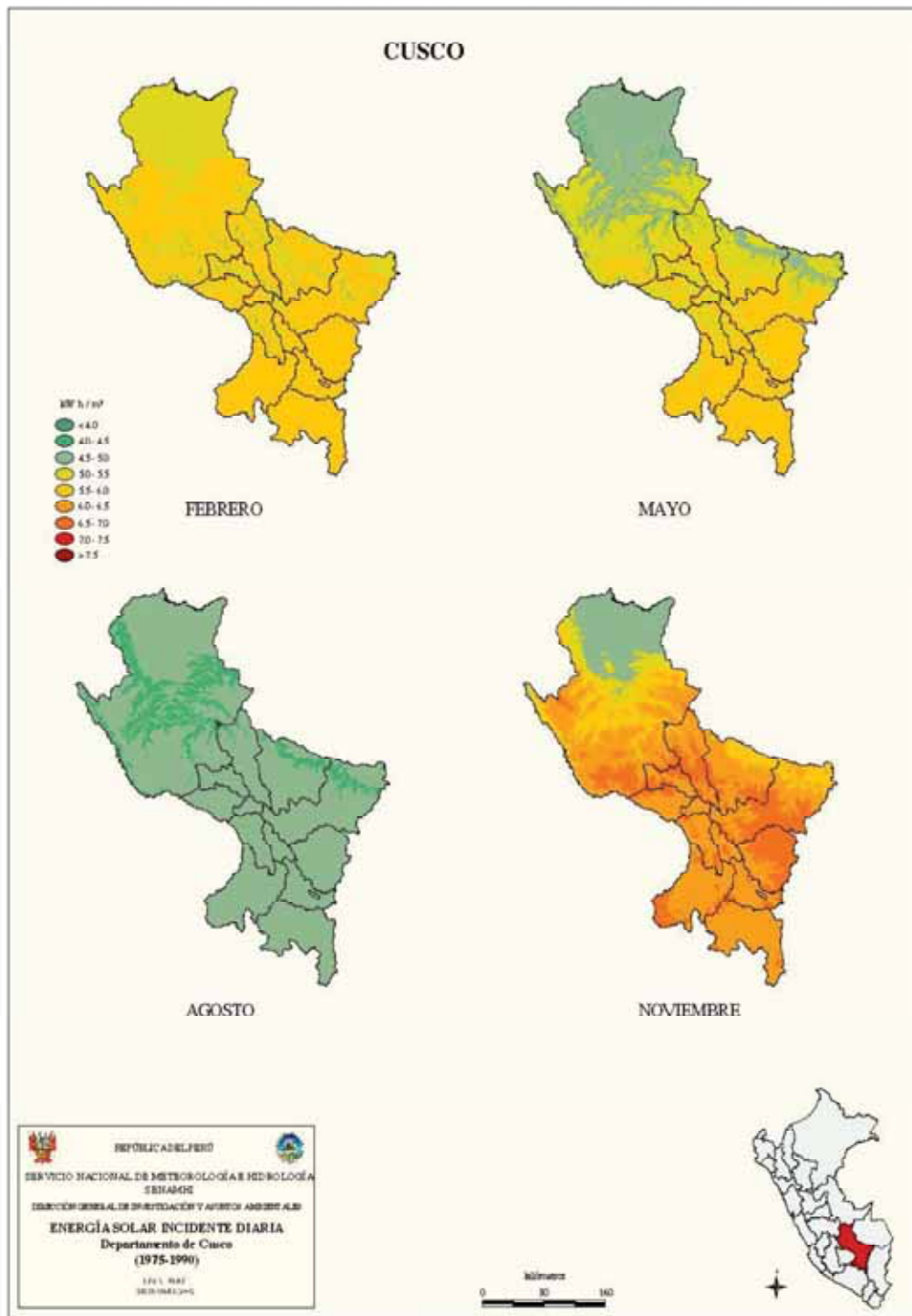


Figura 32: Atlas solar – zona Cusco- Energía solar incidente diaria

Fuente: MEM

4.7.1. ENERGÍA GENERADA POR ARREGLO FOTOVOLTAICO

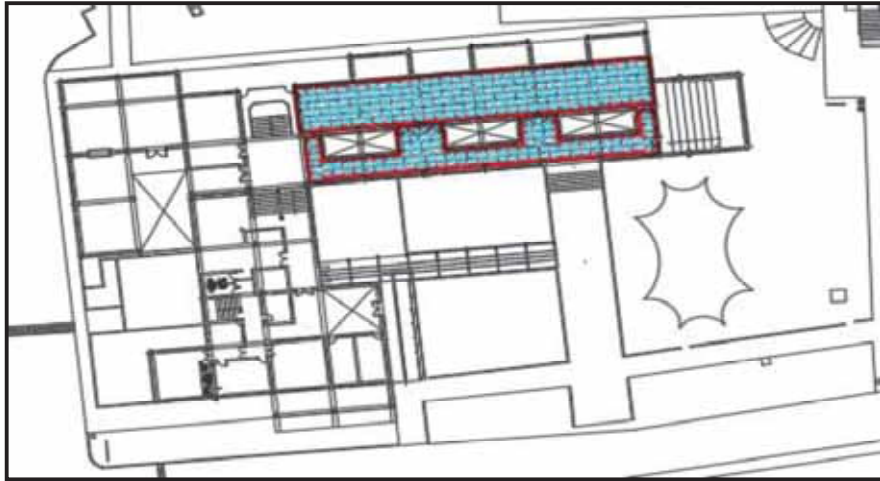


Figura 33: Paneles Facultad de Arquitectura

ZONA 1 (FACULTAD DE ARQUITECTURA)

Nro Paneles 153
Pna 38250

ENERGÍA DISPONIBLE MAXIMA (W-h) 1347000
 ENERGÍA DISPONIBLE MINIMA (W-h) 105378.75

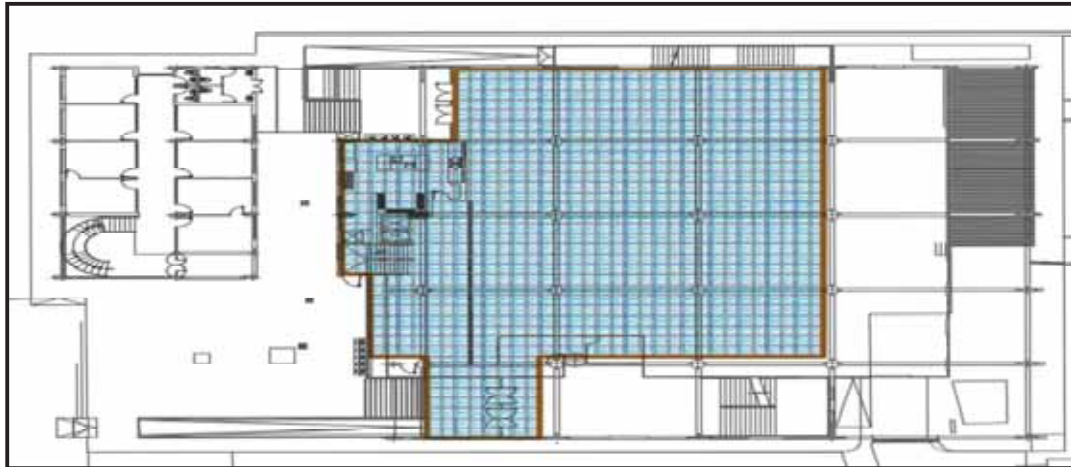


Figura 34: Paneles Comedor Universitario

ZONA 2 (COMEDOR UNIVERSITARIO)

Nro Paneles 472
Pna 118000

ENERGÍA DISPONIBLE MAXIMA (W-h) 354000
 ENERGÍA DISPONIBLE MINIMA (W-h) 325090

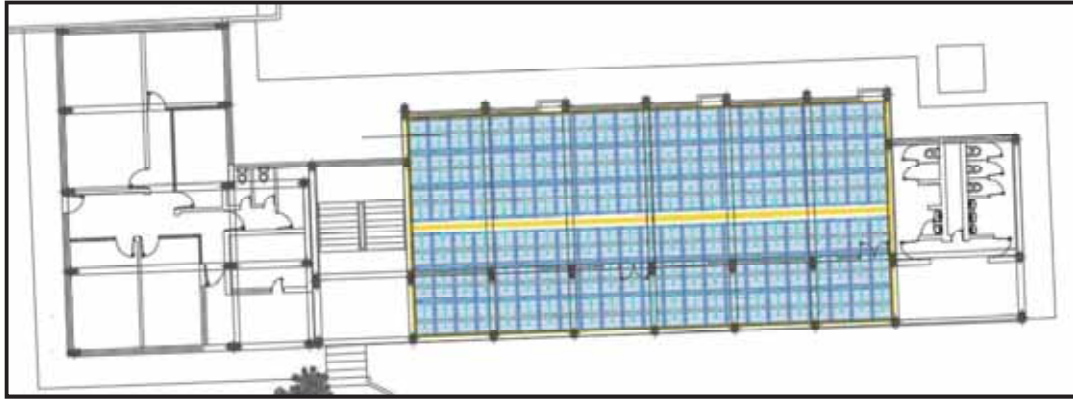


Figura 35: Paneles Facultad de Ciencias de la Comunicación

ZONA 3 (FACULTAD DE CS DE LA COMUNICACIÓN)

Nro Paneles 138

Pna 34500

ENERGÍA DISPONIBLE MAXIMA (W-h)	103500
ENERGÍA DISPONIBLE MINIMA (W-h)	95047.5

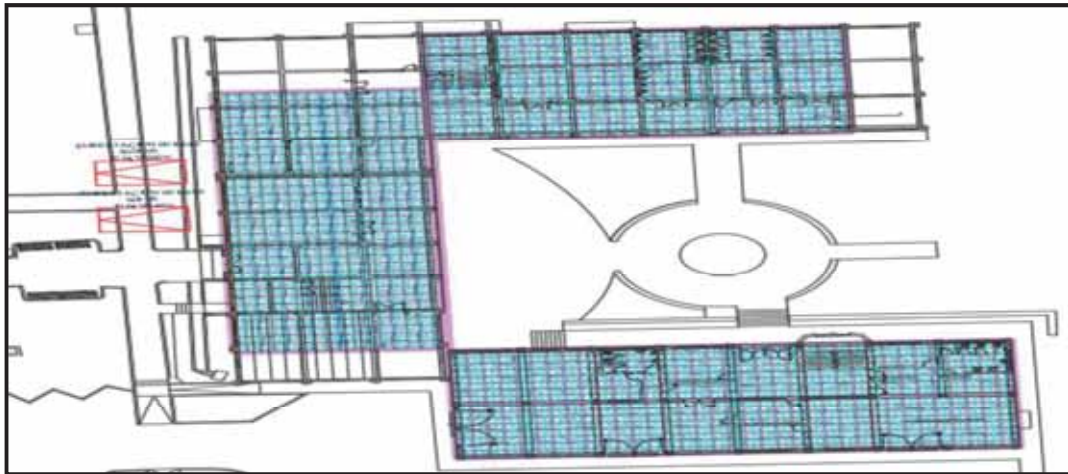


Figura 36: Paneles Facultad de Ingeniería Eléctrica

ZONA 4 (FACULTAD DE ING. ELÉCTRICA)

Nro Paneles 752

Pna 188000

ENERGÍA DISPONIBLE MAXIMA (W-h)	564000
ENERGÍA DISPONIBLE MINIMA (W-h)	517940

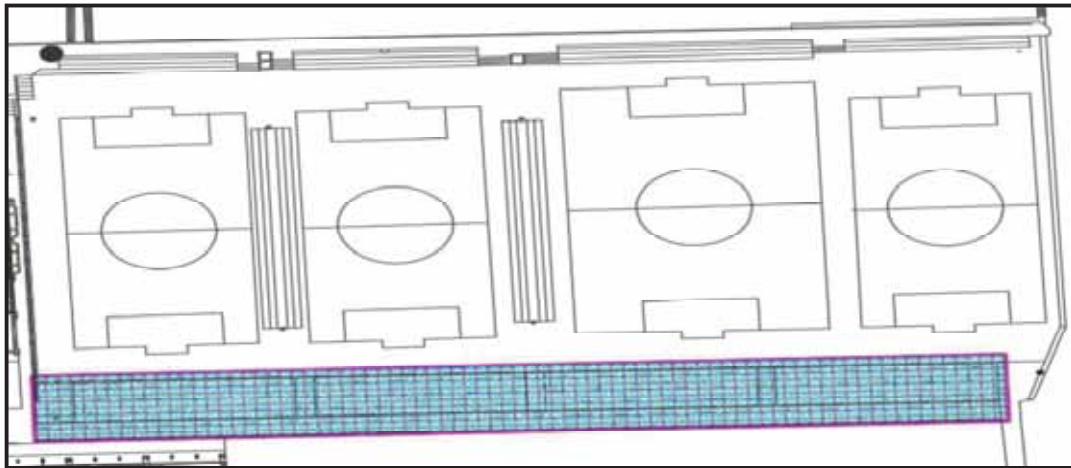


Figura 37: Paneles Canchas de Fútbol

ZONA 5 (CANCHAS DE FUTBOL)

Nro Paneles 395

Pna 98750

ENERGÍA DISPONIBLE MAXIMA (W-h) 296250

ENERGÍA DISPONIBLE MINIMA (W-h) 272056.25



Figura 38: Paneles Facultad de Educación

ZONA 6 (FACULTAD DE EDUCACIÓN)

Nro Paneles 246

Pna 61500

ENERGÍA DISPONIBLE MAXIMA (W-h) 184500

ENERGÍA DISPONIBLE MINIMA (W-h) 169432.5



Figura 39: Paneles Facultad de Biología

ZONA 7 (FACULTAD DE BIOLOGIA)

Nro Paneles 932

Pna 233000

ENERGÍA DISPONIBLE MAXIMA (W-h)	699000
ENERGÍA DISPONIBLE MINIMA (W-h)	641915



Figura 40: Paneles Entrada UNSAAC

ZONA 8 (ENTRADA UNSAAC)

Nro Paneles	265
Pna	66250

ENERGÍA DISPONIBLE MÁXIMA (W-h)	198750
ENERGÍA DISPONIBLE MÍNIMA (W-h)	182518.75

De toda la distribución de paneles de las 8 zonas identificadas en el proyecto, se genera la siguiente cantidad de energía:

Tabla 25: Potencia de paneles

Fuente: elaboración propia

POTENCIA TOTAL MÁXIMA (MW)	0.42
POTENCIA TOTAL MÍNIMA (MW)	0.38
POTENCIA TOTAL PROMEDIO (MW)	0.40

4.7.2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS PARA UN MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO

En este dimensionamiento modular se tomará en cuenta la implementación de un inversor y veinticuatro paneles sus sistemas de protección y su diseño según parámetros eléctricos.

Tabla 26: Características técnicas de estructura metálica.

Fuente. SIMAX.

Características de placa del Panel solar SIMAX 156 Modelo SP660-250	
Parámetros	Valores
Valores de Entrada (DC)	
Potencia Pico [Wp] Pmpp	250W
Tolerancia de Potencia	0~+/-3%
Eficiencia del Módulo (%)	20.0%
Voltaje de circuito abierto [V] Vc	37.8
Voltaje de potencia máximo [V] (Vmpp)	30.5
Corriente de potencia máxima [A] (Impp)	8.20
Corriente de cortocircuito [A] (Icc)	8.85

Calculamos la Potencia Máxima que puede entregar el Panel

$$P_{max} = V_{mpp} * I_{mPP}$$

$$P_{max} = 30.5 \text{ V} * 8.20 \text{ A}$$

$$P_{max} = 250 \text{ Watts}$$

Hacemos una conexión en serie de 12 paneles y obtenemos

Cálculo del Voltaje en Serie

$$V_s = N^\circ \text{ Paneles} * V_{mpp}$$

$$V_s = 12 * 30.5 \text{ V}$$

$$V_s = 366 \text{ Voltios}$$

Cálculo de la Corriente en serie

$$I_s = 8.20 \text{ Amp}$$

Cálculo de la Potencia Máxima que entrega la conexión en serie de 12 Paneles fotovoltaicos

$$P_s = V_s \cdot I_s$$

$$P_s = 366 \text{ V} \cdot 8.20 \text{ Amp}$$

$$P_s = 3,006,2 \text{ Watts}$$

$$P_s = 3,0 \text{ KW}$$

Si utilizamos 2 Arreglos de paneles en paralelo obtenemos

$$P_p = V_p \cdot I_p$$

$$V_p = 366 \text{ Volt}$$

$$I_p = 2 \cdot 8.20 \text{ Amp}$$

$$I_p = 16.40 \text{ Amp}$$

$$P_p = 366 \text{ V} \cdot 16.4 \text{ A}$$

$$P_p = 6002 \text{ Watts}$$

$$P_p = 6.0 \text{ KW}$$

A continuación, constatamos que las especificaciones técnicas del inversor son coherentes para este tipo de conexionado de paneles y sus cálculos corresponden a sus especificaciones.

Tabla 27: Características de generador monofásico sin inversor

Fuente. SIMAX.

Parámetros	Valores
Valores de Entrada (DC)	
Rango pot. Campo FV recomendado	6,3 – 7 kWp
Rango de tensión MPP1	125-750 V
Rango de tensión MPP2	90 – 750 V
Tensión máxima	850 V
Corriente máxima (entrada 1/entrada 2)	11/11 A
N° entradas (entrada 1/ entrada 2)	1/1
Valores de Salida (AC)	
Potencia nominal	6kW
Max. Temperatura para potencia nominal	45 °C
Corriente máxima	26,2 A
Tensión nominal	230 V
Rango de tensión	122 – 265 V
Frecuencia nominal	50/ 60 Hx
Coseno Phi	1
Coseno Phi ajustable	Si.
THD	Smax= 6kVA <3%
RENDIMIENTO	
Eficiencia máxima	98 %
Euro eficiencia	97.6%

4.8.DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN PARA SISTEMA MODULAR FOTOVOLTAICO

De acuerdo con los cálculos realizados y acorde a las especificaciones técnicas del inversor y del panel se consideran los siguientes sistemas de protección presentes en el diagrama unifilar a continuación.

DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO SISTEMA MODULAR FOTOVOLTAICO

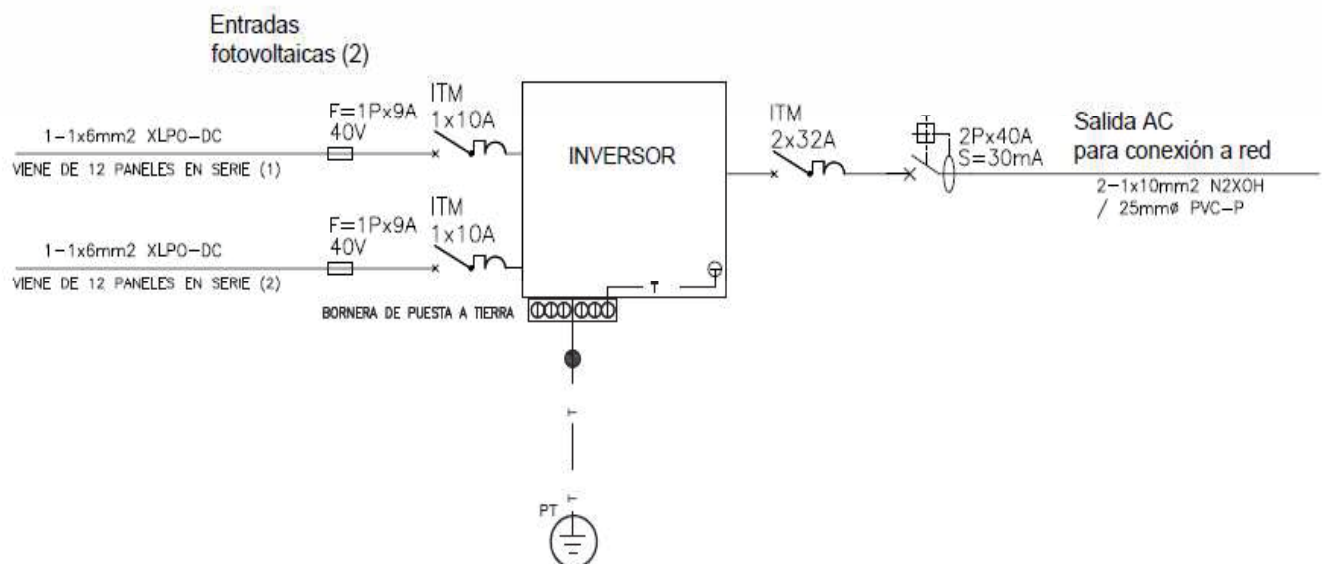


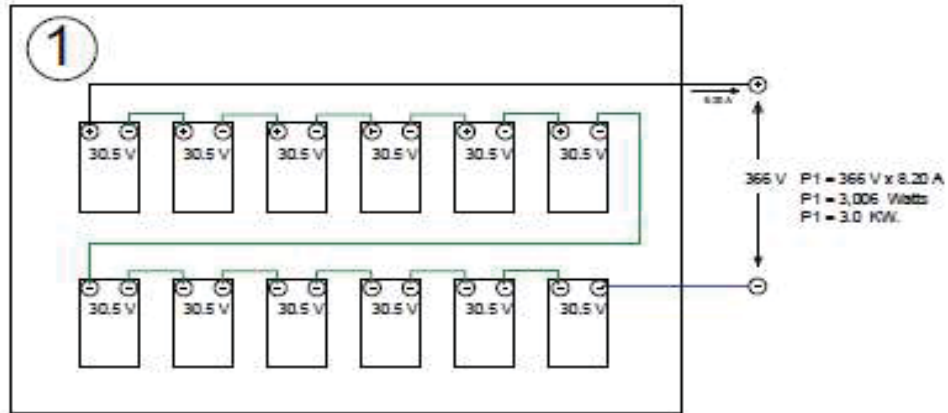
Figura 41: Paneles Entrada UNSAAC

Fuente. Elaboración propia

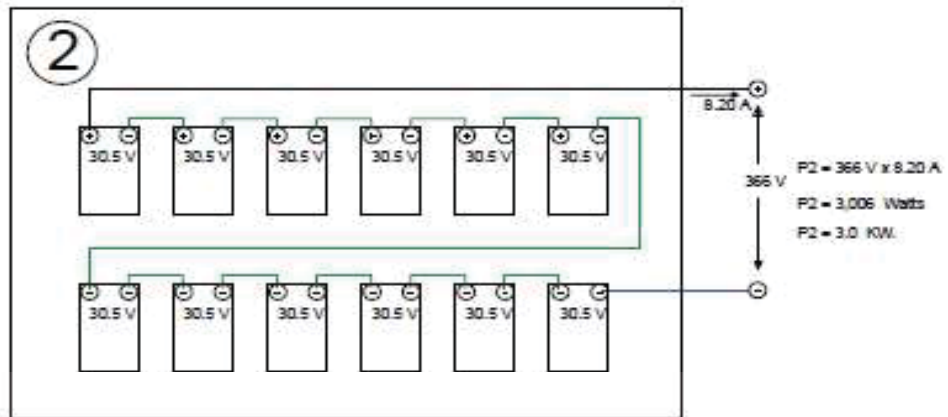
Los equipos de protección se plantearon en base a los cálculos eléctricos realizados líneas arriba y cuenta con fusibles, interruptores termomagnéticos e interruptores diferenciales, también cada inversor estará conectado a una bornera de puesta a tierra y esta a su vez a una puesta a tierra por zonas.

4.8.1. ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE PANELES

ESQUEMA DE DOS ARREGLOS EN SERIE FOTOVOLTAICOS 12 PANELES CONECTADOS EN SERIE



12 PANELES CONECTADOS EN SERIE



ESQUEMA DE INVERSOR

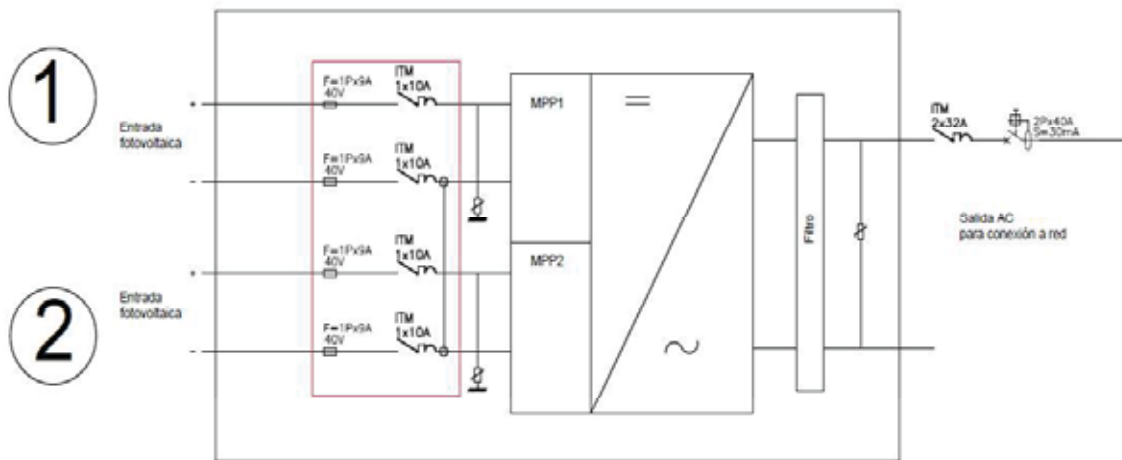


Figura 42: Esquema de arreglos fotovoltaicos

Fuente. Elaboración propia

4.8.2. CÁLCULO DE LA CORRECCIÓN DE TENSIÓN Y CORRIENTE DEBIDO A LA TEMPERATURA

De acuerdo a los datos presentes en las especificaciones técnicas del panel.

Presente como anexo se presenta los siguientes datos.

STC: Irradiación 1000w/m2, 25°C temperatura de célula, distribución espectral 1,5 AM.

Tc: temperatura de trabajo de la célula (°C)

Ta: temperatura ambiente (°C)

TONC: temperatura de operación nominal de la célula (°C)

G: irradiancia (W/m2)

$$T_c = 22^{\circ}C + 700 * \frac{(45^{\circ}C - 20^{\circ}C)}{800}$$
$$T_c = 41.90$$

Por lo que encontramos una variación de temperatura de operación de la célula de: $41.90^{\circ}C - 25^{\circ}C = 16.9^{\circ}C$ sobre esas condiciones estándar de medida.

Si la placa solar tiene un coeficiente de temperatura Voc de $-0,34\%/^{\circ}C$ y una

Voc = 37,8V

Caída de Tensión por cada voltio de Voc $\rightarrow -0,34\% \times 16.9^{\circ}C = -0,057V$

Caída de total de Voc $\rightarrow -0,057V \times 37,8V = -2,154V$

Por lo tanto, con temperatura exterior de $22^{\circ}C$ la Voc de la placa solar sería

$37.8 + (-2.154) = 35,64V$

La temperatura de operación de la célula afecta notablemente la tensión de salida de las placas solares

Mayor temperatura \rightarrow Menor tensión de salida.

Figura 44: Cálculos de flujo II

Power Analysis - Bus de mda											
Archivos: Edición Formato Ver Ayuda											
Grid: Grid		System Stage: Grid				Study Case: Study Case		Appendix: / 11			
volt. level [kv]	generation [kw] / [kvar]	motor load [kw] / [kvar]	load [kw] / [kvar]	compensation [kw] / [kvar]	external infeed [kw] / [kvar]	interchange to	interchange [kw] / [kvar]	total losses [kw] / [kvar]	load losses [kw] / [kvar]	no load losses [kw] / [kvar]	
0.22	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	3645.31 / 1770.05	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	10.50 kv	-3324.80 / -1784.21	43.12 / 97.74	0.00 / 0.00	0.00 / 43.12	
						Proyecto Fotovolt	-320.22 / 14.14	12.38 / 14.73	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	
0.38	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	19.78 / 0.00	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	10.50 kv	-19.78 / -19.18	0.00 / 7.88	0.00 / 0.00	0.00 / 7.88	
0.40	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	131.24 / 63.24	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	10.50 kv	-131.22 / -63.24	0.00 / 1.68	0.00 / -0.00	0.00 / 1.68	
0.44	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	114.92 / 44.74	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	10.50 kv	-202.20 / -97.00	0.00 / 8.00	0.00 / 0.00	0.00 / 8.00	
						Proyecto Fotovolt	-320.13 / 1.24	1.11 / 1.25	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	

Power Analysis - Bus de mda											
Archivos: Edición Formato Ver Ayuda											
Grid: Grid		System Stage: Grid				Study Case: Study Case		Appendix: / 12			
volt. level [kv]	generation [kw] / [kvar]	motor load [kw] / [kvar]	load [kw] / [kvar]	compensation [kw] / [kvar]	external infeed [kw] / [kvar]	interchange to	interchange [kw] / [kvar]	total losses [kw] / [kvar]	load losses [kw] / [kvar]	no load losses [kw] / [kvar]	
10.50	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	3327.91 / 2079.27	0.22 kv	3324.80 / 1881.95	2.12 / 97.74	99.57 / 0.00	-0.00 / 97.74	
						0.38 kv	19.78 / 40.76	7.88 / 0.00	0.00 / 0.00	0.00 / 7.88	
						0.40 kv	131.24 / 135.88	1.68 / 7.88	-0.00 / 0.00	1.68 / 7.88	
						0.44 kv	202.20 / 97.00	0.00 / 8.00	0.00 / 0.00	0.00 / 8.00	
						Proyecto Fotovolt	320.13 / 1.24	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	-0.00 / 0.00	
							39.63 / -0.03	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	-0.03 / 0.00	
total:	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	3931.45 / 1908.43	0.00 / 0.00	3327.91 / 2079.27		-731.58 / 35.00	148.55 / 113.82	99.57 / 1.72	-48.98 / 111.08	
						Proyecto Fotovolt	35.00 / 35.00	11.71 / 13.44	0.00 / 13.44	-0.00 / -0.03	

4.9. SISTEMA FOTOVOLTAICOS ON GRID

El sistema de generación fotovoltaico planteado en el presente proyecto, clasificado en 8 zonas, las cuales generan en total 1.05MW-h diariamente y 31.5MW-h mensuales.

4.10. DETERMINACIÓN DE LA CARGA

En este caso, no se alimentará a una carga determinada, lo que se busca es procurar generar la mayor cantidad de energía posible, con la distribución más adecuada, toda la energía generada se inyectará en la red del concesionario.

4.11. DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

Tabla 28: Características técnicas de estructura metálica.

Fuente: elaboración propia

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA ESTRUCTURA MODULAR	
Capacidad de módulos	Dos módulos
Material de Estructura	Acero Estructural A-36
Recubrimiento Bicapa	Macropoxy 646/Acrolon 218 HS
Ensamblaje de Módulos	Tornillería en Acero Inoxidable AISI 316L
Modulo a Instalar	Módulo Policristalinos.
Dimensión Máxima del Modulo	1020 mm
Dimensiones de la estructura	2 040*670 mm
Vientos Máximos	138 km/h
Anclajes al terreno	Mediante zapata y unión atornillada.

Se puede determinar la cantidad de material necesario para la estructura del montaje de los paneles solares:

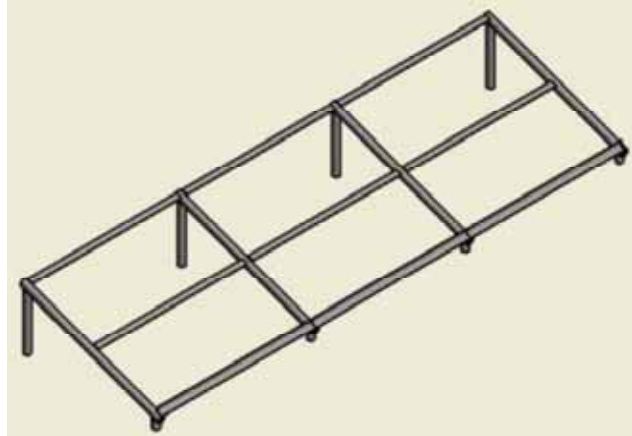


Figura 45: Estructura para anclaje de paneles

Fuente: elaboración propia

Perfil Tipo I: L 1/2"x 1/2"x 3/16"

Longitud perfil Tipo I: 6000 mm

Está constituido por 3 perfiles de 2 040 mm cada uno, para las estructuras y tomando en cuenta una longitud de 6 000 mm, Armado de estructura para los módulos.

Perfil Tipo II: Tubo 1 1/2"x 1 1/2" x 3/16"

Longitud perfil Tipo II: 6 000 mm

Esta constituido de 4 perfiles de 670 mm cada uno, para las estructuras y teniendo en cuenta una longitud de 6 000 mm, Armado de estructura de módulos.

4.12. ELECCIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

Los paneles que se emplearán en el proyecto serán un total de 3353, de la marca SIXMA 156, policristalinos. El datasheet se adjunta en los anexos del presente proyecto.



Figura 46: Tipo de paneles SIMAX

Fuente: ENEF

4.13. PROTECCIONES Y ELEMENTOS DE MEDIDA

4.13.1. PROTECCIONES

Es necesario instalar una serie de elementos de protección que aseguren una explotación correcta de la instalación para proporcionar seguridad tanto a los equipos que forman la instalación solar fotovoltaica como al personal encargado de su correcta operación y mantenimiento.

El cálculo de las protecciones se realizará independientemente para cada uno de los circuitos que forman la instalación, al igual que para el cálculo del cableado de la instalación en general.

Ya que las protecciones deberán ser diferentes para cada tramo dependiendo la naturaleza de corriente CC o CA del tramo y al valor de corriente admisible de los conductores, diferenciando entre tramos de corriente continua y de corriente alterna.

Los fusibles e interruptores y otras protecciones para corriente continua son diferentes a las protecciones de corriente alterna, su cálculo es similar; según la norma CNE-U.

Un dispositivo de seguridad cubre contra sobrecargas a un conductor si se verifican las siguientes

condiciones:

$$IB \leq IN \leq IZ$$

$$IC \leq 1.45 * IZ$$

Donde:

IB es la corriente de empleo.

IN es la corriente nominal del dispositivo de protección.

IZ es la corriente máxima admisible por el elemento a proteger.

IC es la corriente convencional de funcionamiento del dispositivo de protección (fusión de los fusibles y disparo de los interruptores automáticos).

En la protección por magnetotérmico normalizado se cumple siempre la segunda condición porque $IC = 1.45 * IN$, por lo que sólo se debe cumplir la primera condición.

En la protección por fusible tipo gG (es un fusible limitador de la corriente, se usan en la protección de circuitos sin picos de corriente importantes. Por ejemplo: Circuitos de alumbrado, calefacción, etc.) Se cumple que $IC = 1,6 * IN$ por lo que deben verificarse las dos condiciones de la norma.

El cálculo de resguardo se realizará dividiendo la instalación en dos grupos, uno de corriente continua y otro de corriente alterna, cada grupo será a su vez separado en los diferentes espacios de cableado que forma la instalación.

PROTECCIONES DE CORRIENTE CONTINUA

El corte de corrientes presenta mayores problemas con redes en corriente continua que en corriente alterna. En la corriente continua, para extinguir el arco, es preciso que la corriente reduzca hasta anularse. Es necesario que la interrupción se realice de manera gradual, sin bruscas anulaciones de la corriente que darían lugar a elevadas sobretensiones. En la corriente alterna existe un paso natural de la corriente por el cero en cada semiperiodo, al cual corresponde un apagado espontáneo del arco que se forma cuando se abre el circuito.

Módulos solares → Caja de conexión de grupo

Este tramo estará protegido por los siguientes elementos:

- Fusibles:

Son equipos que sirven contra las sobre intensidades a cada uno de los ramales del generador fotovoltaico provocando la apertura del circuito en caso de producirse una corriente superior a la permisible por los equipos o conductores de la instalación. Cada ramal poseerá dos fusibles de idénticas capacidades eléctricas, uno para el conductor de polaridad positiva y otro para el de polaridad negativa.

Figura 47: fusible de protección unipolar



La sección del conductor en este espacio de la instalación es de 1,5mm², por lo que las características a utilizar para el dimensionado de los fusibles serán:

$$I_B = I_{mpp_módulo} = 8.22 \text{ A}$$

$$I_Z = I_{MAX-admisible} = 15 \text{ A}$$

- Interruptor magnetotérmico:

Son aparatos modulares con distinta cantidad de polos: unipolares, bipolares, tripolares y tetrapolares. Tienen integrados un disipador térmico y otro magnético, actuando sobre un equipo de corte en la lámina bimetálica y el electroimán.

Para sobre intensidades pequeñas y prolongadas actúa la protección térmica y para sobre intensidades elevadas actúa la protección magnética.

La maniobra se realiza con corte al aire.

Según la norma ITC-BT-22, todo magnetotérmico y fusible debe cumplir los siguientes requisitos:

$$IB \leq IN \leq IZ$$

$$IC \leq 1.45 * IZ$$

En la protección por magnetotérmico normalizado no es imprescindible comprobar la segunda condición ya que $I_c = 1,45 * I_z$ y por tanto se cumple, sólo es necesario comprobar la primera condición:

La sección del conductor que forma el ramal es de 1.5 mm^2 , por lo que los parámetros a utilizar para el dimensionado del interruptor magnetotérmico.

En cada ramal habrá un interruptor magnetotérmico:

$$IB = 1 \text{ ramal} * I_{\text{mpp}} \text{ módulo} = 1 * 8.22 \text{ A} = 8.22^{\text{a}}$$

$$IZ = I_{\text{MAX_admisible}} = 15 \text{ A}$$

Por tanto, para que se cumpla la condición, como mínimo la corriente nominal del magnetotérmico será:

$$IB \leq IN \leq IZ$$

$$8.22 \text{ A} \leq IN \leq 15^{\text{a}}$$

$$IN = 10^{\text{a}}$$

Por consiguiente, se usarán dos interruptores magnetotérmicos de 10A en cada uno de los dos ramales del grupo generador con su caja de conexión de grupo.

Se tomo en cuenta el Interruptor Automático Magnetotérmico ABB para sistemas de generación fotovoltaicas modelo S802PV - S10. De 2 polos y una intensidad de 10 A, como se ve en siguiente figura:



Figura 48: Interruptor termomagnético de protección bipolar

Fuente: ENEF

Caja de conexión de grupo → Caja de conexión del generador fotovoltaico

- Varistor o descargador:

Las protecciones contra sobretensiones aseguran la optimización de la eficiencia de la instalación y en consecuencia se muestra como una decisión eficaz y rentable.

Estos valedores de sobretensión descargan a tierra los picos de tensión transitorios que se transmiten a través de los conductores de la instalación eléctrica. son de dos clases:

TIPO I: Están direccionados a ser instalados en las extremidades de las líneas externas de una instalación fotovoltaica para protegerla contra impactos directos de rayos. Este tipo de protección, no se utilizará en esta

instalación al no ocupar mucho terreno y tratarse de una zona de bajo riesgo de impactos directos de rayos.



Figura 49: Interruptor de protección contra descargas atmosféricas

Fuente: ENEF

TIPO II: Las protecciones de Clase II se enfocan a la protección de las redes de alimentación fotovoltaica contra las sobretensiones transitorias ocurridas a causa de descargas atmosféricas indirectas que se producen a una determinada distancia de la instalación fotovoltaica e inducen una sobretensión.



Figura 50: Interruptor de protección de sobretensiones transitorias

Fuente: ENEF

Caja de conexión del generador fotovoltaico → Inversor

Este último tramo de corriente continua constara de dos únicos conductores, uno de polaridad positiva y otro de polaridad negativa. Y tendrá el siguiente elemento de protección:

- Interruptor - Seccionador:

Se instalará en este tramo de la instalación, tendrá la tarea de aislar el generador fotovoltaico para labores de mantenimiento en los dos ramales que forman el módulo solar como limpieza y reparación.

La elección del interruptor-seccionador se tendrán en cuenta dos parámetros: la tensión de servicio de la línea y la corriente que deben ser capaces de cortar al abrirse. Para esta instalación dichas características vendrán dados por la corriente de cortocircuito que pueda entregarse en cada panel por el número de ramales que conecta el interruptor-seccionador y la tensión máxima de trabajo será la tensión máxima que puede darse en el arreglo de paneles, es decir, bajo condiciones de circuito abierto y a una temperatura ambiente de 18° C:

$$ISC = 2 \text{ ramales} * 8.81 \text{ A} = 17.62 \text{ A}$$

$$VOC = 466.2 \text{ V}$$

PROTECCIONES DE CORRIENTE ALTERNA

Las protecciones de corriente alternan estarán ubicadas aguas abajo del inversor, para la protección de los circuitos y de la conexión a red de la instalación una vez sea convertida la corriente continua proveniente de los módulos solares a corriente alterna para la inyección a la red.

Las protecciones de corriente alternan se diseñarán para la protección del último tramo del circuito:

Inversor → Red de baja tensión

El sistema de protecciones de este último tramo deberá acogerse a la normativa sobre la conexión de instalaciones de paneles solares a la red de baja tensión, y energía eléctrica en el punto de conexión a red de la instalación fotovoltaica.

Interruptor diferencial:

Será instalado con el fin de proteger a los usuarios del caso de contacto de algún elemento de la parte continua de la instalación.

Puesta a tierra:

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones.

Según lo dispuesto, sólo se precisará disponer adicionalmente de las protecciones general manual e interruptor automático diferencial. El inversor seleccionado para esta instalación de paneles incorpora los servicios de protección de máxima tensión y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia de trabajo. Además, este inversor posee separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas exigidos por la normativa.

4.12.1. ELEMENTOS DE MEDIDA

En las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red, es necesario un contador de energía a la salida del inversor que a su vez medirá la energía suministrada a la red y marcará la frontera entre nuestro sistema y el sistema de la red de distribución.

Nuestro sistema está diseñado para inyectar toda la energía a la red.

El contador deberá medir entonces la energía suministrada a la red, producida por nuestra instalación de paneles fotovoltaica. Para esto hemos elegido un equipo de MEDIDOR BIDIRECCIONAL, especiales para instalaciones de paneles fotovoltaicos.

No solo cumple la función de medidor de energía, también cumple la función de dispensador de energía eléctrica para el control de la demanda, esto permite al usuario la gestión inteligente de la energía disponible en redes cuya generación es limitada tales como los realizados sistemas fotovoltaicos. También cuenta un INTERRUPTOR GENERAL que actúa como control de máxima potencia y de máxima demanda, además de un interruptor auxiliar que puede ser usado para la desconexión o conexión de usos no esenciales.

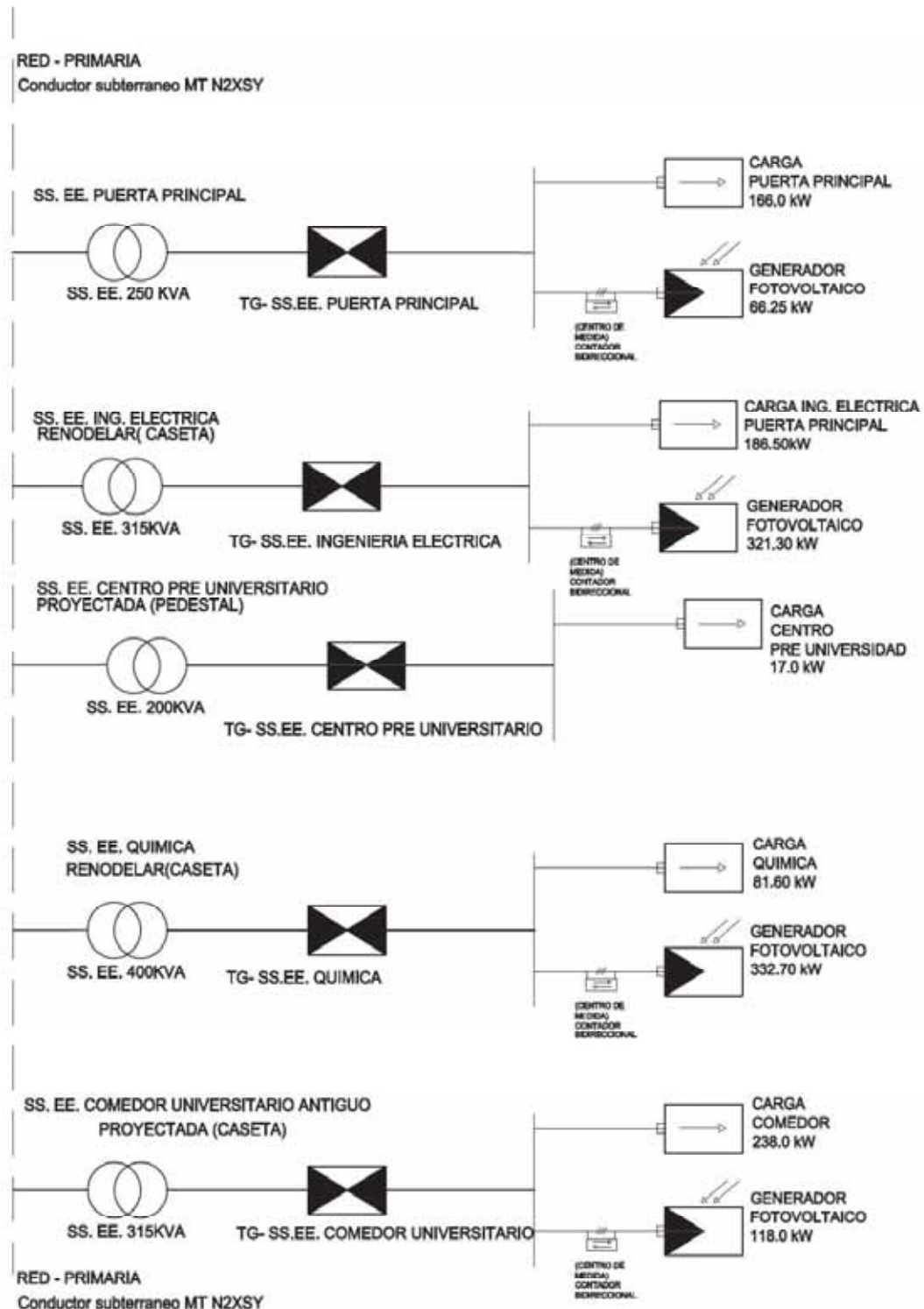
4.14. FÓRMULAS APLICADAS

Tabla 29: Fórmulas para dimensionamiento de sistema de paneles solares.

FORMULA	DESCRIPCIÓN
Inclinación óptima: $3.7+(L*0.69) = L_o$ Donde: L: Latitud	Calculo para la inclinación de los paneles respecto a la latitud de la zona de instalación.
<i>Energía Disponible (w – h)</i> $= 0.5xPotencia\ nominal\ del\ arreglo\ (W)xIsolación\ (HSP)$ <i>Pmp de arreglo</i> $= (Pmp\ del\ modulo)x(Nro\ de\ modulos\ del\ arreglo)$	Para establecer la energía generada por los paneles la estimación de la energía que puede producir un arreglo fotovoltaico en unidades de watts – hora. La potencia nominal del arreglo se calculará con la siguiente formula:
$P_{max} = V_{mpp} * I_{mPP}$ Corriente de potencia máxima [A] (I_{mpp}) Voltaje de potencia máximo [V] (V_{mpp})	Calculamos la Potencia Máxima que puede entregar el Panel
$V_s = N^{\circ}\ Paneles * V_{mpp}$ Voltaje de potencia máximo [V] (V_{mpp})	Cálculo del Voltaje de conexión de paneles en Serie
$P_s = V_s * I_s$ Voltaje del arreglo en serie [V] (V_s) Intensidad del arreglo en serie [A] (I_s)	Cálculo de la Potencia Máxima que entrega la conexión en serie
$T_c = T_a + G \cdot \frac{TONC - 20}{800}$ Tc: temperatura de trabajo de la célula (°C) Ta: temperatura ambiente (°C) TONC: temperatura de operación nominal de la célula (°C) G: irradiancia (W/m2)	Cálculo de la corrección de tensión y corriente debido a la temperatura
$I_B \leq I_N \leq I_Z$ $I_C \leq 1.45 * I_Z$ Donde: <ul style="list-style-type: none"> ▪ IB es la corriente de empleo. ▪ IN es la corriente nominal del dispositivo de protección. ▪ IZ es la corriente máxima admisible por el elemento a proteger. ▪ IC es la corriente convencional de funcionamiento del dispositivo de protección (fusión de los fusibles y disparo de los interruptores automáticos). 	Cálculo de dispositivo de seguridad que cubre contra sobrecargas a un conductor si se verifican las siguientes condiciones:

4.15. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

DIAGRAMA DE CONEXION DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO



FUENTE: Elaboracion propia

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

5.1. DATOS GENERALES

5.1.1. POBLACIÓN AFECTADA Y POBLACIÓN OBJETIVO

La población afectada, así como el objetivo es el alumnado, personal docente, administrativo, asistencial y usuarios de la ciudad universitaria de Perayoc, para ello recurriremos al compendio estadístico N° 32 publicado por la UNSAAC.

Tabla 30: Población beneficiaria

Fuente. UNSAAC

POBLACION DE REFERENCIA HISTORICA DE LA UNSAAC (2002 - 2017)

VARIABLES/AÑOS	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Matriculados	14,370	14,888	15,068	15,288	15,063	15,607	15,957	16,386	16,049	16,412	16,626	17,683	18,037	18,760	18,782	18,836
Docentes Nombrados	812	808	769	767	775	771	752	752	760	859	824	815	847	824	764	738
Docentes Contratados	316	295	372	155	419	402	426	415	470	321	427	458	457	465	550	547
Administrativos Nombrados	478	467	453	465	482	480	497	491	499	451	451	457	436	494	408	399
Administrativos Contratados	50	50	16	16	42	201	226	264	260	227	292	292	326	283	251	381
Total Población UNSAAC:	16,026	16,508	16,678	16,691	16,781	17,461	17,858	17,576	18,038	18,270	18,620	19,705	20,103	20,826	20,755	20,901
T.C.	0.0	3.01	1.03	0.08	-1.38	4.05	2.27	-1.58	2.63	1.29	1.92	5.82	2.01	3.60	-0.34	0.70

De la cual podemos deducir que la cantidad de beneficiarios directos son 20,901.

5.1.2. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

Dotar de una fuente energía renovable a la ciudad universitaria de Perayoc de la universidad Nacional de San Antonio aba del Cusco.

5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO – TÉCNICO

Se utilizan dos indicadores de rentabilidad (velocidad de generación de riquezas) o parámetros financieros muy conocidos, el VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno), con el objetivo de sustentar la inversión.

Previo al cálculo de los indicadores de rentabilidad, se requiere calcular los beneficios y gastos incrementales que presenta la implementación de un sistema de generación eléctrica utilizando paneles fotovoltaicos.

5.2.1. GASTOS POR CONCEPTOS DE GASTOS DE ENERGÍA

Los gastos por el concepto de energía eléctrica fueron obtenidos mediante los estados de cuenta presentados a continuación se presenta una tabla de extracto de los pagos realizados a la empresa concesionaria por cada subestación y el pago total.

Tabla 31: Estado de cuenta por años - pagos de subestaciones de la UNSAAC

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por Electro Sur Este S.A.A.

10010000531 FAC. QUIMICA-ZOOTECNIA, AV. DE L		
CODIGÓ DE SUMINSTR O	AÑO	MONTO PAGADO S/.
10010000531	2006	84,749.57
10010000531	2007	98,467.93
10010000531	2008	109,373.73
10010000531	2009	132,003.78
10010000531	2010	142,595.64
10010000531	2011	156,691.49
10010000531	2012	129,270.78
10010000531	2013	38,981.86
10010000531	2014	122,074.08
10010000531	2015	81,468.68
10010000531	2016	122,219.90
10010000531	2017	17,106.85

10010001131 PAB. COMEDOR - AV. DE LA CULTUR		
CODIGÓ DE SUMINISTR O	AÑO	MONTO PAGADO S/.
10010001131	2006	212,550.90
10010001131	2007	181,361.66
10010001131	2008	198,535.33
10010001131	2009	221,562.98
10010001131	2010	246,799.50
10010001131	2011	295,400.90
10010001131	2012	274,533.59
10010001131	2013	79,283.75
10010001131	2014	315,373.03
10010001131	2015	273,433.10
10010001131	2016	295,020.63
10010001131	2017	73,150.15

10010001171 S.E. ENTRADA - AV. DE LA CULTURA		
CODIGÓ DE SUMINISTR O	AÑO	MONTO PAGADO S/.
10010001171	2006	202,505.44
10010001171	2007	131,022.69
10010001171	2008	37,442.10
10010001171	2009	75,272.45
10010001171	2010	256,726.82
10010001171	2011	279,299.64
10010001171	2012	308,187.59
10010001171	2013	99,666.26
10010001171	2014	320,073.63
10010001171	2015	379,024.37
10010001171	2016	254,429.26
10010001171	2017	56,079.10

10010003171 FAC. INGENIERIA ELECTRICA		
CODIGÓ DE SUMINISTR O	AÑO	MONTO PAGADO S/.
10010003171	2006	246,827.69
10010003171	2007	364,935.45
10010003171	2008	413,802.34
10010003171	2009	235,896.78
10010003171	2010	249,400.54
10010003171	2011	276,414.50
10010003171	2012	252,818.33
10010003171	2013	284,371.80
10010003171	2014	296,158.40
10010003171	2015	281,384.23
10010003171	2016	259,166.65
10010003171	2017	50,675.03

10010012517 CBU - AV. DE LA CULTURA N° 733		
CODIGÓ DE SUMINISTR O	AÑO	MONTO PAGADO S/.
10010003171	2008	148,472.10
10010003171	2009	57,686.05
10010003171	2010	53,421.45
10010003171	2011	57,686.05
10010003171	2012	57,686.05
10010003171	2013	11,550.40
10010003171	2014	56,810.40
10010003171	2015	57,244.85
10010003171	2016	60,141.35
10010003171	2017	9,023.85

Tabla 32: Promedio anual y mensual de pagos de subestaciones de la UNSAAC

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por Electro Sur Este S.A.A.

Código de Suministro	Tarifa	Dirección Suministro	MONTO PAGADO S/.	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO ANUAL
1001000531	MT3	FAC. QUIMICA-ZOOTEC	1,235,004.27	10,291.70	123,500.43
10010001131	MT3	PAB. COMEDOR - AV. D	2,667,005.50	22,225.05	266,700.55
10010001171	MT3	S.E. ENTRADA - AV. DE	2,399,729.34	19,997.74	239,972.93
10010003171	MT4	FAC. INGENIERIA ELEC	3,211,851.72	26,765.43	321,185.17
10010012517	MT2	CBU - AV. DE LA CULTU	569,722.55	4,747.69	56,972.26
			TOTAL	S/ 84,027.61	S/ 1,008,331.34

Según el estudio realizado se puede determinar que la universidad gasta un promedio mensual en concepto de energía de S/84,027.61 nuevos soles un promedio anual de S/1,008,331.34 nuevos soles y un total de S/10,083,313.39 nuevos soles en los diez años comprendidos entre el año 2006 y 2017.

5.3. REDUCCIÓN DE LOS GASTOS POR CONCEPTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN MEDIANTE PANELES

La reducción de los pagos por el concepto de energía eléctrica usando paneles fue obtenida insertando la generación mensual estimada por el grupo de paneles versus la energía usada por las sub estaciones presentes en la ciudad universitaria de Perayoc se presenta una tabla de extracto de los futuros pagos que se realizaran a la empresa concesionaria por cada sub estación y el pago total si es que se implementa un sistema de paneles fotovoltaicos.

Tabla 33: Ahorro mensual - de subestaciones de la UNSAAC

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por Electro Sur Este S.A.A. y estudio de generación con paneles

CODIGÓ DE SUMINISTRO	subestaciones - UNSAAC - PERAYOC	KW/h SISTEMA ELSE	PAGO ELSE S/.	GENERADA POR PANELES KW/h	ENERGIA GENERADA EN S/.	PAGO CON SISTEMA INSTALADO S/.
1001000531	enero	121,897.60	77,993.15	96,993.91	62,059.14	15,934.01
10010001131	febrero	119,582.30	62,442.20	96,993.91	50,647.24	11,794.96
10010001171	marzo	117,964.40	71,666.50	96,993.91	58,926.37	12,740.13
10010003171	abril	151,671.30	60,122.20	96,993.91	38,448.19	21,674.01
10010012517	mayo	170,307.00	57,609.40	105,619.50	35,727.69	21,881.71
	junio	169,221.40	67,363.10	105,619.50	42,044.66	25,318.44
	julio	134,990.90	69,156.25	105,619.50	54,109.19	15,047.06
	agosto	155,661.40	73,633.15	105,619.50	49,961.62	23,671.53
	setiembre	141,409.00	78,010.55	105,619.50	58,266.70	19,743.85
	octubre	167,759.70	76,767.40	105,619.50	48,331.84	28,435.56
	noviembre	110,210.40	134,737.65	96,993.91	118,579.84	16,157.81
	diciembre	133,989.00	197,758.50	96,993.91	143,156.30	54,602.20
	TOTAL	1,694,664.40	1,027,260.05	1,215,680.45	760,258.78	267,001.27

Es evidente que una vez implementado el sistema de paneles solares el costo mensual por el pago de energía eléctrica se verá considerablemente reducido esto

considerando que los paneles tengan una eficiencia del 20% de su potencia nominal y reduce el pago de energía eléctrica prácticamente en un 74% del total anual.

5.4. HUELLA DE CARBONO

La huella de carbono representa las emisiones netas de gases de efecto invernadero, expresados como CO2 equivalente, que produce una organización, un evento, las actividades de un ciudadano, la fabricación de un producto o la prestación de un servicio puesto a disposición del consumidor en kw/h a continuación presentamos en toneladas de CO2 producidas actualmente por la universidad versus su reducción una vez implementado el sistema de paneles solares.

Tabla 34: Toneladas de CO2 Producidas antes y después de la implementación de paneles solares

Fuente: Elaboración propia

subestaciones - UNSAAC - PERAYOC	KW/h SISTEMA ELSE	TONELADAS DE HUELLA DE CO2 SIST. CONVENCIONAL	GENERADA POR PANELES KW/h	TONELADAS DE HUELLA DE CO2 SIST. SOLAR	TONELADAS DE HUELLA DE CO2 PRODUCIDAS CON SIST. SOLAR IMPLEMENTADO
TOTAL	2,436,863.30	901.64	1,215,680.45	449.80	451.84

Es evidente que una vez implementado el sistema de paneles solares la huella de carbono es reducida en 50.11%.

5.5. BONO DE CARBONO

EL calentamiento peligroso del planeta no es solo un desastre ambiental. Fundamentalmente representa una dificultad económica también social atribuir un valor o poner un precio a las emisiones de carbono es una forma de abordar de raíz el cambio climático. Se crea así un incentivo para que las empresas y las personas físicas cambien sus patrones de inversión, producción y consumo.

A través de una señal de precios clara y firme, la fijación del precio del carbono establece los incentivos adecuados para la transición de gran escala tan necesaria hacia una economía con bajos niveles de emisión de carbono.

Se otorga a los precios del carbono actuales valores considerablemente inferiores entre USD 40 y USD 80 por tonelada de CO2 previsto para 2020 y entre USD 50 y USD 100 por tonelada de CO2 previsto para 2030.

Tabla 35: Precio de CO2 en toneladas que la UNSAAC dejara de producir

Fuente: Elaboración propia

subestaciones - UNSAAC - PERAYOC	TONELADAS ANUALES DE CO2 SIST. SOLAR
TOTAL	449,80
CO2 En Dolares (USD 55) POR TONELADA	24,739.10
CO2 En soles (s/. 184.80) POR TONELADA	83,123.37

5.6. COSTO DE PROYECTO-INVERSIÓN:

Los costos del proyecto se han obtenido en las propuestas de partidas de las actividades a realizarse como se puede observar en el siguiente presupuesto presentado:

- PRESUPUESTO:
- ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.
- INSUMOS

5.6.1 DESCRIPCIÓN DE PRESUPUESTO:

El presupuesto presentado a continuación esta constituido por el presupuesto general, el análisis de precios unitarios, y la lista de insumos, los precios incluyen el impuesto de IGV del 18%, el presupuesto se encuentra comprendido por las partidas requeridas para la instalación de un sistema de paneles fotovoltaicos.

Presupuesto

Presupuesto: 01103001 "ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE GENERACION ELECTRICA USANDO PANELES FOTOVOLTAICOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO"

Subpresupuesto: 001 INSTALACION DE SISTEMA DE GENERACION ELECTRICA CON PANELES FOTOVOLTAICOS

Ciudad: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

Lugar: CUSCO - CUSCO - CUSCO

Costo al: 12/10/2018

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Mano de Obra	Material	Equipo	Subcontrato	Parcial S/
	INSALACION SISTEMA DE GENERACION - PANELES FOTOVOLTAICOS UNSAAC			833,741.62	9,116,628.50	259,938.08		469,420.00	10,679,924.38
	OBRA PRELIMINARES			47,344.46	459,256.00	21,545.11			528,137.59
	OBRA CIVILES			47,344.46	459,256.00	21,545.11			528,137.59
	COLOCACION DE ANDAMIOS	m2	1,014.00	443.81	3,755.86	112.55			450,023.34
	DESMONTADO DE TECHO DE TEJA	m2	680.00	21.14	3,753.10	9,880.00			13,741.00
	PICADO DE PAREDES	m2	225.00	64.11	11,949.90	2,736.00	840.47		14,424.76
	APERTURA DE ZANJA DE INSTALACIONES ELECTRICAS	m3	400.00	66.57	14,608.00	480.00	11,508.24		26,628.00
	RELLENO DE ZANJA DE INSTALACIONES ELECTRICAS CON MATERIAL PROPIO	m3	380.00	61.37	13,877.60		9,441.33		23,320.60
	INSTALACIONES PARA PANELES			786,397.16	8,657,373.50	238,392.97	469,420.00		10,151,786.50
	INSTALACION Y MONTAJE			649,493.92	8,411,000.00	234,063.09			9,293,127.18
	ESTRUCTURA METALICA	m2	5,365.00	561.81	374,047.80	1,341,250.00	225,821.43		1,941,110.65
	MODULO FOTOVOLTAICO	Und	3,363.00	4,031.21	6,644,950.62	6,638,350.00	7,950.62		6,810,547.13
	INVERSOR 1600 WATTS	Und	140.00	3,881.21	11,037.60	532,000.00	331.13		543,369.40
	CANALIZACIONES Y TUBERIAS			16,455.13	31,896.75	484.15			48,915.00
	TENDIDO DE TUBERIA PVC SAP (TF) 50mm TRONCALES	m	420.00	27.82	1,874.64	10,981.76	66.90		12,919.00
	TENDIDO DE TUBERIA PVC-SAP (TF) 25mm SUB-TRONCALES	m	3,500.00	10.40	14,580.49	21,315.00	437.85		36,400.00
	TENDIDO DE CONDUCTORES Y/O CABLES PARA INSTALACIONES ELECTRICAS			31,435.86	94,938.25	943.08			127,437.50
	CONDUCTOR DE CU UNIPOLAR SUBTERRANEO (N2XOH) 50mm2	m	1,940.00	25.74	2,436.72	47,677.50	75.13		50,193.00
	CONDUCTOR DE CU UNIPOLAR SUBTERRANEO (N2XOH) 25mm2	m	690.00	12.49	8,122.34	7,280.00	24.36		8,188.50
	CONDUCTOR DE CU UNIPOLAR SUBTERRANEO (N2XOH) 16mm2	m	550.00	10.19	748.18	4,831.75	22.44		5,604.50
	CONDUCTOR DE CU UNIPOLAR SUBTERRANEO (N2XOH) 10mm2	m	850.00	8.08	1,062.16	5,767.25	31.88		6,863.00
	CONDUCTOR DE CU DUANDO BIRIBIZ - L30H	m	10,300.00	9.37	29,395.30	29,341.73	791.23		30,633.50
	INSTALACIONES DE CAJA DE PASO			118.72	10,050.00	3.89			10,173.50
	CAJA DE PASO DE 1"X1" DE 300 x 300 x 150 mm	Und	120.00	75.65	74.08	9,000.00	2.27		9,078.00
	CAJA DE PASO DE 1"X1" DE 150 x 150 x 100 mm	Und	70.00	15.65	43.74	1,050.00	1.32		1,095.50
	INSTALACION DE BUZONES DE PASO DE CONCRETO			24.99	9,000.00	0.75			9,025.80
	BUZON DE CONCRETO PARA INSTALACIONES ELECTRICAS 0.60x0.60x0.60	Und	30.00	461.29	34.99	9,000.00	0.76		9,026.80
	INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION			398.40	50,000.00	11.95			50,410.35
	EQUIPOS DE PROTECCION Y CONTROL			398.40	50,000.00	11.95			50,410.35
	INSTALACION DE CONEXIONES PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO			76,527.26	2,355.82	469,420.00	2,355.82		550,294.36
	INSTALACION DE CONEXIONES PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO			164.12	78,527.26	2,355.82			550,294.36

Fecha: 31/10/2019 12:06:11 p. m.

Presupuesto

Presupuesto 0105001 "ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE GENERACION ELECTRICA USANDO PANELES FOTOVOLTAICOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO"

Subpresupuesto 001 INSTALACION DE SISTEMA DE GENERACION ELECTRICA CON PANELES FOTOLTAICOS

Cliente UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

Lugar CUSCO - CUSCO - CUSCO

Costo al 12/10/2018

Item	Descripción	Und.	Medrado	Precio S/.	Mano de Obra	Material	Equipo	Subcontrato	Parcial S/.
	PRUEBAS ELECTRICAS					13,500.00			13,500.00
	PRUEBAS ELECTRICAS	GLB	3.00	4,500.00		13,500.00			13,500.00
	INSTALACIONES VARIOS				10,010.00	13,187.50	500.55		23,698.00
	SUMINISTRO E INSTALACION DE POZO PIPUESTA A TIERRA DE MENOS DE 250MMIIONS	gls	25.00	947.96	10,010.00	13,187.50	500.55		23,698.00
	SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA					23,200.00			23,200.00
	CONEXION A SISTEMA SE DE USO PARTICULAR	gls	8.00	2,900.00		23,200.00			23,200.00
	Costo Directo								10,679,924.38

80N : DIEZ MILLONES SEISCIENTOS SETENTINUEVE MIL NOVECIENTOS VEINTICUATRO Y 38100 NUEVOS SOLES

S10									
Análisis de precios unitarios									
"ESTUDIO TÉCNICO ECONOMICO DE GENERACION ELECTRICA USANDO PANELES FOTOVOLTAICOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO"									
INSTALACION DE SISTEMA DE GENERACION ELECTRICA CON PANELES FOTOVOLTAICOS								Fecha presupuesto	12/10/2018
Partida	COLOCACION DE ANDAMIOS								
Rendimiento	m2/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m2			443.81	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0800	9.90	0.79		
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.1600	6.76	1.08		
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.3200	5.72	1.83		
							3.70		
	Materiales								
0265010022	ANDAMIOS TIPO TORRE		und		4.0000	110.00	440.00		
							440.00		
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	3.70	0.11		
							0.11		
Partida	DESMONTADO DE TECHO DE TEJA								
Rendimiento	m2/DIA	80.0000	EQ.	80.0000	Costo unitario directo por : m2			21.14	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1000	9.90	0.99		
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.2000	6.76	1.35		
0101010005	PEON		hh	6.0000	0.6000	5.72	3.43		
							5.77		
	Materiales								
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO FC=210 kg/cm2 COI		m3		0.0400	380.00	15.20		
							15.20		
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.77	0.17		
							0.17		
Partida	PICADO DE PAREDES								
Rendimiento	m2/DIA	40.0000	EQ.	40.0000	Costo unitario directo por : m2			64.11	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2000	9.90	1.98		
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.4000	6.76	2.70		
0101010005	PEON		hh	40.0000	8.0000	5.72	45.76		
							50.44		
	Materiales								
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO FC=210 kg/cm2 COI		m3		0.0320	380.00	12.16		
							12.16		
	Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	50.44	1.51		
							1.51		
Partida	APERTURA DE ZANJA DE INSTALACIONES ELECTRICAS								
Rendimiento	m3/DIA	10.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por : m3			66.57	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	9.90	7.92		
0101010005	PEON		hh	6.2500	5.0000	5.72	28.60		
							36.52		
	Materiales								
0240020019	PINTURA AEROSOL		lat		0.1500	8.00	1.20		
							1.20		
	Equipos								
0301000010	GPS		he	0.0625	0.0500	80.00	4.00		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	36.52	1.10		
0301170001	EXCAVADORA		hm	0.3125	0.2500	95.00	23.75		
							28.85		

Partida	RELLENO DE ZANJA DE INSTALACIONES ELECTRICAS CON MATERIAL PROPIO						
Rendimiento	m3/DIA	10,0000	EQ.	10,0000	Costo unitario directo por : m3	61.37	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1,0000	0,8000	9,90	7,92
0101010005	PEON		hh	6,2500	5,0000	5,72	28,60
							36,52
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3,0000	36,52	1,10
0301170001	EXCAVADORA		hm	0,3125	0,2500	95,00	23,75
							24,85
Partida	ESTRUCTURA METALICA						
Rendimiento	m2/DIA	20,0000	EQ.	20,0000	Costo unitario directo por : m2	361.81	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	5,0000	2,0000	9,90	19,80
0101010004	OFICIAL		hh	10,0000	4,0000	6,76	27,04
0101010005	PEON		hh	10,0000	4,0000	5,72	22,88
							69,72
	Materiales						
0266700010	ESTRUCTURA METALICA DE SOPORTE PARA P	m2			1,0000	250,00	250,00
							250,00
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3,0000	69,72	2,09
0348860003	FERRETERIA PARA INSTALACION DE ESTRUCT	lgo			1,0000	40,00	40,00
							42,09
Partida	MODULO FOTOVOLTAICO						
Rendimiento	und/DIA	10,0000	EQ.	10,0000	Costo unitario directo por : und	2,031.21	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	3,7500	3,0000	9,90	29,70
0101010004	OFICIAL		hh	7,5000	6,0000	6,76	40,56
0101010005	PEON		hh	1,8750	1,5000	5,72	8,58
							78,84
	Materiales						
0230150088	PANEL FOTOVOLTAICO 250WP	M2			1,0000	1,800,00	1,800,00
0204240031	FERRETERIA PARA SUJECION DE PANELES FOT	lgo			1,0000	150,00	150,00
							1,950,00
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3,0000	78,84	2,37
							2,37
Partida	INVERSOR IGBT SENOIDAL						
Rendimiento	und/DIA	10,0000	EQ.	10,0000	Costo unitario directo por : und	3,881.21	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	3,7500	3,0000	9,90	29,70
0101010004	OFICIAL		hh	7,5000	6,0000	6,76	40,56
0101010005	PEON		hh	1,8750	1,5000	5,72	8,58
							78,84
	Materiales						
0201010022	INVERSOR IGBT 6000W	und			1,0000	3,625,00	3,625,00
0239130019	CASSETIN PARA INVERSOR ADOSADO	pza			1,0000	175,00	175,00
							3,800,00
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3,0000	78,84	2,37
							2,37
Partida	TENDIDO DE TUBERIA PVC-SAP (TP) 55mm TRONCALES						
Rendimiento	m/DIA	30,0000	EQ.	30,0000	Costo unitario directo por : m	27.82	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1,0000	0,2667	9,90	2,64
0101010005	PEON		hh	1,0000	0,2667	5,72	1,53
							4,17
	Materiales						
0274010037	TUBERIA PVC - P INST. ELECT. 55 mm 3m.	m			1,0000	22,50	22,50
0273110073	CODO PVC SAP 55mm	pza			0,0500	19,00	0,95
0230010005	PEGAMENTO PARA TUBERIA PVC (ELECT.)	gal			0,0020	32,50	0,07
							23,52
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3,0000	4,17	0,13
							0,13

Parlida							
TENDIDO DE TUBERIA PVC-SAP (TP) 25mm SUB-TRONCALES							
Rendimiento	m/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m			10.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	9.90	2.64	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2667	5.72	1.53	
Materiales							
0230010005	PEGAMENTO PARA TUBERIA PVC (ELECT.)	gal		0.0020	32.50	0.07	
0274010034	TUBERIA PVC - P INST. ELECT. 25 mm 3m	m		1.0000	5.50	5.50	
02060200020012	CODO PVC-P 25mmD	und		0.1500	3.50	0.53	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.17	0.13	
Parlida							
CONDUCTOR DE CU UNIPOLAR SUBTERRANEO (N2XOH) 50mm2							
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m			25.74
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	9.90	0.79	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0800	5.72	0.46	
Materiales							
0206010092	CABLE DE COBRE UNIPOLAR N2XOH 50 mm2	m		1.0000	23.50	23.50	
02410200010001	CINTA AILANTE 3M	rll		0.0500	5.00	0.25	
0230990127	WINCHE	und		0.0200	35.00	0.70	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.25	0.04	
Parlida							
CONDUCTOR DE CU UNIPOLAR SUBTERRANEO (N2XOH) 25mm2							
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m			12.49
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	9.90	0.79	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0800	5.72	0.46	
Materiales							
0206010078	CABLE DE COBRE UNIPOLAR N2XOH 25 mm2	m		1.0000	10.25	10.25	
0230990127	WINCHE	und		0.0200	35.00	0.70	
02410200010001	CINTA AILANTE 3M	rll		0.0500	5.00	0.25	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.25	0.04	
Parlida							
CONDUCTOR DE CU UNIPOLAR SUBTERRANEO (N2XOH) 16mm2							
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m			10.19
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	9.90	0.79	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0800	5.72	0.46	
0101010007	MAESTRO DE OBRA	hh	0.1000	0.0080	13.84	0.11	
Materiales							
0206010073	CABLE DE COBRE UNIPOLAR N2XOH 16 mm2	m		1.0000	8.50	8.50	
0230990127	WINCHE	und		0.0010	35.00	0.04	
02410200010001	CINTA AILANTE 3M	rll		0.0500	5.00	0.25	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.36	0.04	
Parlida							
CONDUCTOR DE CU UNIPOLAR SUBTERRANEO (N2XOH) 10mm2							
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m			8.08
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	9.90	0.79	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0800	5.72	0.46	
Materiales							
0206010083	CABLE DE COBRE UNIPOLAR N2XOH 10 mm2	m		1.0000	6.50	6.50	
0230990127	WINCHE	und		0.0010	35.00	0.04	
02410200010001	CINTA AILANTE 3M	rll		0.0500	5.00	0.25	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.25	0.04	

Parída				CONDUCTOR DE CU BLANDO 6mm2 - LSOH					
Rendimiento	m/DIA	50.0000	EQ.	50.0000		Costo unitario directo por : m		5.37	
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh		1.0000	0.1600	9.90	1.58	
0101010005	PEON		hh		1.0000	0.1600	5.72	0.92	
								2.50	
		Materiales							
0230990127	WINCHE		und			0.0010	35.00	0.04	
02410200010001	CINTA AILANTE 3M		rl			0.0500	5.00	0.25	
0207710003	CONDUCTOR LSOH 1x6 MM2		m			1.0000	2.50	2.50	
								2.79	
		Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	2.50	0.08	
								0.08	
Parída				CAJA DE PASO DE F°G° DE 300 x 300 x 150 mm					
Rendimiento	und/DIA	10.0000	EQ.	10.0000		Costo unitario directo por : und		75.65	
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh		0.0500	0.0400	9.90	0.40	
0101010005	PEON		hh		0.0500	0.0400	5.72	0.23	
								0.63	
		Materiales							
02681200010009	CAJA DE PASO DE F°G° DE 300 x 300 x 100 mm		und			1.0000	75.00	75.00	
								75.00	
		Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	0.63	0.02	
								0.02	
Parída				CAJA DE PASO DE F°G° DE 150 x 150 x 100 mm					
Rendimiento	und/DIA	10.0000	EQ.	10.0000		Costo unitario directo por : und		15.65	
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh		0.0500	0.0400	9.90	0.40	
0101010005	PEON		hh		0.0500	0.0400	5.72	0.23	
								0.63	
		Materiales							
02681200010007	CAJA DE PASO DE F°G° DE 150 x 150 x 100 mm		und			1.0000	15.00	15.00	
								15.00	
		Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	0.63	0.02	
								0.02	
Parída				BUZON DE CONCRETO PARA INSTALACIONES ELECTRICAS 0.60x0.60x0.60					
Rendimiento	und/DIA	5.0000	EQ.	5.0000		Costo unitario directo por : und		451.29	
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh		0.0500	0.0800	9.90	0.79	
0101010005	PEON		hh		0.0500	0.0800	5.72	0.46	
								1.25	
		Materiales							
0239140004	BUZON ELECTRICO 0.60x0.60x0.60		GLB			1.0000	450.00	450.00	
								450.00	
		Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	1.25	0.04	
								0.04	
Parída				EQUIPOS DE PROTECCION Y CONTROL					
Rendimiento	glb/DIA	2.0000	EQ.	2.0000		Costo unitario directo por : glb		50,410.35	
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
		Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh		7.5000	30.0000	9.90	297.00	
0101010004	OFICIAL		hh		3.7500	15.0000	6.76	101.40	
								398.40	
		Materiales							
0239010104	EQUIPAMIENTO PARA CONTROL Y PROTECCION		glb			1.0000	50,000.00	50,000.00	
								50,000.00	
		Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	398.40	11.95	
								11.95	

INSTALACION DE CONEXIONES PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO							
Parída							
Rendimiento	glb/DIA	40.0000	EQ. 40.0000		Costo unitario directo por : glb		164.12
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	5.0000	1.0000	9.90	9.90
0101010004	OFICIAL		hh	10.0000	2.0000	6.76	13.52
							23.42
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	23.42	0.70
							0.70
	Subcontratos						
0401010042	CONEXIONES PAR SISTEMA DE PANELES		glb		1.0000	140.00	140.00
							140.00
Parída							
PRUEBAS ELECTRICAS							
Rendimiento	GLB/DIA	0.2500	EQ. 0.2500		Costo unitario directo por : GLB		4,500.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
0239150008	PRUEBA DE AISLAMIENTO Y RESISTIVIDAD DE		glb		1.0000	4,500.00	4,500.00
							4,500.00
Parída							
SUMINISTRO E INSTALACION DE POZO PIPUESTA A TIERRA DE MENOS DE 250HMIONS							
Rendimiento	glb/DIA	0.5000	EQ. 0.5000		Costo unitario directo por : glb		947.96
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	16.0000	6.76	108.16
0101010005	PEON		hh	3.0000	48.0000	5.72	274.56
0101010007	MAESTRO DE OBRA		hh	0.0800	1.2800	13.84	17.72
							400.44
	Materiales						
0204010013	TIERRA CERNIDA		m3		4.0000	12.00	48.00
0206200001	CONECTOR		und		3.0000	2.00	6.00
0206550022	VARILLA DE COBRE 3/4" X 2.4M C/PUNTA		und		1.0000	35.00	35.00
0230010057	DOSIS QUIMICA THOR GEL DE 5 kg		und		2.0000	155.00	310.00
0231510022	CAJA DE CONCRETO C/ TAPA		m		1.0000	125.00	125.00
0272200003	TUBO PVC-P (ELEC.) 20mm 3M		M		1.0000	3.50	3.50
							527.50
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	400.44	20.02
							20.02
Parída							
CONEXION A SISTEMA SE DE USO PARTICULAR							
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : glb		2,900.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
0239500119	CONEXION A SISTEMA ELECTRICO		glb		1.0000	2,550.00	2,550.00
0258080035	EQUIPO DE CONEXION		jgo		1.0000	350.00	350.00
							2,900.00

Precios y cantidades de recursos requeridos

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
0101010003	OPERARIO	hh	28,477.7859	9.90	281,930.08
0101010004	OFICIAL	hh	49,921.2400	6.76	337,467.58
0101010005	PEON	hh	37,384.6469	5.72	213,840.18
0101010007	MAESTRO DE OBRA	hh	36.4000	13.84	503.78
0201010022	INVERSOR IGBT 6000W	und	140.0000	3,625.00	507,500.00
0204010013	TIERRA CERNIDA	m3	100.0000	12.00	1,200.00
0204240031	FERRERIA PARA SUJECION DE PANELES FOTVOLTAICOS	jqo	3,353.0000	150.00	502,950.00
0206010073	CABLE DE COBRE UNIPOLAR N2XOH 16 mm2	m	550.0000	8.50	4,675.00
0206010078	CABLE DE COBRE UNIPOLAR N2XOH 25 mm2	m	650.0000	10.25	6,662.50
0206010083	CABLE DE COBRE UNIPOLAR N2XOH 10 mm2	m	850.0000	6.50	5,525.00
0206010092	CABLE DE COBRE UNIPOLAR N2XOH 50 mm2	m	1,950.0000	23.50	45,825.00
02060200020012	CODO PVC-P 25mmD	und	525.0000	3.50	1,837.50
0206200001	CONECTOR	und	75.0000	2.00	150.00
0206500022	VARILLA DE COBRE 3/4" X 2.4M C/PUNTA	und	25.0000	35.00	875.00
0207710003	CONDUCTOR LSCH 1x6 MM2	m	10,550.0000	2.50	26,375.00
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO FC=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-I	m3	33.2000	380.00	12,616.00
0230010005	PEGAMENTO PARA TUBERIA PVC (ELECT.)	qal	7.9000	32.50	256.75
0230010057	DOSIS QUIMICA THOR GEL DE 5 kg	und	50.0000	155.00	7,750.00
0230150088	PANEL FOTVOLTAICO 250WP	M2	3,353.0000	1,800.00	6,035,400.00
0230990127	WINCHE	und	63.9500	35.00	2,238.25
0231510022	CAJA DE CONCRETO C/ TAPA	m	25.0000	125.00	3,125.00
0239010104	EQUIPAMIENTO PARA CONTROL Y PROTECCION DE SIST. FOTVOLTAICO	qb	1.0000	50,000.00	50,000.00
0239130019	CASSETIN PARA INVERSOR ADOSDADO	oza	140.0000	175.00	24,500.00
0239140004	BUZON ELECTRICO 0.60x0.60x0.60	GLB	20.0000	450.00	9,000.00
0239150008	PRUEBA DE AISLAMIENTO Y RESISTIVIDAD DE RED GENERAL	qb	3.0000	4,500.00	13,500.00
0239500119	CONEXION A SISTEMA ELECTRICO	qb	8.0000	2,550.00	20,400.00
0240020019	PINTURA AEROSOL	lat	60.0000	8.00	480.00
02410200010001	CINTA AILANTE 3M	rf	727.5000	5.00	3,637.50
0258080035	EQUIPO DE CONEXION	jqo	8.0000	350.00	2,800.00
0265010022	ANDAMIOS TIPO TORRE	und	4,056.0000	110.00	446,160.00
0266700010	ESTRUCTURA METALICA DE SOPORTE PARA PANELES	m2	5,365.0000	250.00	1,341,250.00
02681200010007	CAJA DE PASO DE F*G* DE 150 x 150 x 100 mm	und	70.0000	15.00	1,050.00
02681200010009	CAJA DE PASO DE F*G* DE 300 x 300 x 100 mm	und	120.0000	75.00	9,000.00
0272200003	TUBO PVC-P (ELEC.) 20mm 3M	M	25.0000	3.50	87.50
0273110073	CODO PVC SAP 55mm	pza	22.5000	19.00	427.50
0274010034	TUBERIA PVC - P INST. ELECT. 25 mm 3m.	m	3,500.0000	5.50	19,250.00
0274010037	TUBERIA PVC - P INST. ELECT. 55 mm 3m.	m	450.0000	22.50	10,125.00
0301000010	GPS	he	20.0000	80.00	1,600.00
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			25,213.08
0301170001	EXCAVADORA	hm	195.0000	95.00	18,525.00
0348860003	FERRERIA PARA INSTALACION DE ESTRUCTURAS PARA PANELES	jqo	5,365.0000	40.00	214,600.00
0401010042	CONEXIONES PAR SISTEMA DE PANELES	gb	3,353.0000	140.00	469,420.00
				Total	\$/ 10,679,924.38

5.7. PAGO POR LA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES

El título contempla el tiempo y el tipo de pagos que realizará la UNSAAC por concepto de instalación y suministro de paneles solares con respecto al ahorro por concepto de energía y al bono que adquirirá por la generación de energía limpia el monto estimado de la implementación es de S/.10,679,924.38 nuevos soles.

Tabla 36: Pagos anuales realizados por la UNSAAC por concepto de energía

PERIODOS	PRESUPUESTO DEFINIDO POR PAGO ELSE	PAGO CON SISTEMA INSTALADO S/	ENERGÍA POR PANELES SOLARES EN SOLES POR AÑO	BONO DE CO2 POR ENERGÍA LIMPIA S/.	GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO NETO
0						-S/. 10,679,924.38
1	S/. 1,027,260.05	S/. 267,001.27	S/. 760,258.78	S/. 83,123.37	S/. 28,000.00	S/. 815,382.15
2	S/. 1,031,882.72	S/. 271,471.89	S/. 760,410.83	S/. 83,954.60	S/. 28,000.00	S/. 816,365.43
3	S/. 1,036,526.19	S/. 275,963.28	S/. 760,562.92	S/. 84,794.15	S/. 28,000.00	S/. 817,357.06
4	S/. 1,041,190.56	S/. 280,475.53	S/. 760,715.03	S/. 85,642.09	S/. 28,000.00	S/. 818,357.12
5	S/. 1,045,875.92	S/. 285,008.75	S/. 760,867.17	S/. 86,498.51	S/. 28,000.00	S/. 819,365.68
6	S/. 1,050,582.36	S/. 289,563.01	S/. 761,019.34	S/. 87,363.49	S/. 28,000.00	S/. 820,382.84
7	S/. 1,055,309.98	S/. 294,138.43	S/. 761,171.55	S/. 88,237.13	S/. 28,000.00	S/. 821,408.68
8	S/. 1,060,058.88	S/. 298,735.09	S/. 761,323.78	S/. 89,119.50	S/. 28,000.00	S/. 822,443.28
9	S/. 1,064,829.14	S/. 303,353.09	S/. 761,476.05	S/. 90,010.70	S/. 28,000.00	S/. 823,486.74
10	S/. 1,069,620.87	S/. 307,992.53	S/. 761,628.34	S/. 90,910.80	S/. 28,000.00	S/. 824,539.15
11	S/. 1,074,434.16	S/. 312,653.50	S/. 761,780.67	S/. 91,819.91	S/. 28,000.00	S/. 825,600.58
12	S/. 1,079,269.12	S/. 317,336.09	S/. 761,933.02	S/. 92,738.11	S/. 28,000.00	S/. 826,671.13
13	S/. 1,084,125.83	S/. 322,040.42	S/. 762,085.41	S/. 93,665.49	S/. 28,000.00	S/. 827,750.90
14	S/. 1,084,125.83	S/. 322,040.42	S/. 762,085.41	S/. 93,665.49	S/. 28,000.00	S/. 827,750.90

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro se puede apreciar que los pagos por concepto de electricidad para la Ciudad Universitaria de Perayoc en el primer periodo año 2019 tiene un pago de s/. 1,027,260.05 y también se aprecia que este pago vendrá creciendo cada periodo; también se puede apreciar que con el sistema de generación fotovoltaica instalada el pago se vería reducido a s/. 267,001.27 en el primer periodo teniendo en cuenta que el sistema instalado aportaría por concepto de energía el monto de S/. 760,258.78 así mismo también se considera el bono de carbono en la Tabla. 5.6. producirá un ingreso de S/. 83,123.37 y el egreso por concepto de mantenimiento del sistema instalado de S/.28,000.00, tenemos un flujo neto para el pago de la instalación de paneles de S/. 815,382.15 que usaremos para el cálculo de flujo de caja, así como para el VAN y TIR.

5.7.1. CÁLCULOS DE FLUJO DE CAJA

Para el cálculo de flujo de caja se debe tener los gastos e ingresos incrementales, representa la diferencia entre estos costos, y es indispensable para el cálculo de los indicadores el VAN y la TIR; en el caso de la implementación de los paneles poseemos un flujo de gasto de energía proyectado para los 20 años con una tasa creciente a lo largo del consumo, debido a que el proyecto permitirá el ahorro de este gasto se considerara en el flujo neto igual pero en valor positivo porque el flujo de ingreso (es el gasto de consumo de luz) que se ahorra y se convierte en el flujo neto.

Tabla 37: Promedio anual de pago de la UNSAAC

AÑOS DE USO	PAGO ELSE S/.	ENERGIA GENERADA EN S/.	PAGO CON SISTEMA INSTALADO S/.
2019	1,027,260.05	760,258.78	267,001.27
2020	1,031,882.72	760,410.83	271,471.89
2021	1,036,526.19	760,562.92	275,963.28
2022	1,041,190.56	760,715.03	280,475.53
2023	1,045,875.92	760,867.17	285,008.75
2024	1,050,582.36	761,019.34	289,563.01
2025	1,055,309.98	761,171.55	294,138.43
2026	1,060,058.88	761,323.78	298,735.09
2027	1,064,829.14	761,476.05	303,353.09
2028	1,069,620.87	761,628.34	307,992.53

Fuete: Elaboración propia en base a datos proporcionados por Electro Sur Este S.A.A.

5.7.2. CÁLCULO DE PARÁMETROS FINANCIEROS

En la siguiente tabla se muestran los datos de la inversión necesaria para realizar la implementación de un sistema fotovoltaico. Para la implementación del sistema de generación fotovoltaica, se considera una tasa de descuento social específica para PIP de servicios ambientales de reducción o mitigación de las emisiones de gases de efecto de invernadero dada por la DGPI (Dirección general de proyectos de inversión) – MEF, mediante la Resolución Directoral N°003-2011-EF/68.01, Anexo Modificado por RD 003-2014-

EF/63.01, Anexo publicado por el MEF (SNIP 10) que recomienda basado en los supuestos más realistas una tasa de descuento social (TDS) 3.77% que podría ser redondeada al 4% siendo este valor utilizado para el estudio, este valor viene dado por el Cálculo de la Tasa Social de Descuento para Proyectos de Inversión Pública Ambientales de la DGPI-MEF siendo distinta a la tasa de descuento general que es de un 9%.

Tabla 38 Tabla de la recuperación de la inversión y flujo de caja

FLUJO DE COSTO INICIAL	FLUJO NETO	FLUJO ACUMULADO	VAN ANUAL SIN INVERSION INICIAL	VAN ACUMULADO
-S/. 10,679,924.38	-S/. 10,679,924.38			-S/. 10,679,924.38
2019	S/. 815,382.15	S/. 815,382.15	S/. 784,021.30	-S/. 9,895,903.08
2020	S/. 816,365.43	S/. 1,631,747.59	S/. 754,775.73	-S/. 9,141,127.35
2021	S/. 817,357.06	S/. 2,449,104.65	S/. 726,627.45	-S/. 8,414,499.89
2022	S/. 818,357.12	S/. 3,267,461.77	S/. 699,535.09	-S/. 7,714,964.80
2023	S/. 819,365.68	S/. 4,086,827.45	S/. 673,458.86	-S/. 7,041,505.94
2024	S/. 820,382.84	S/. 4,907,210.28	S/. 648,360.47	-S/. 6,393,145.46
2025	S/. 821,408.68	S/. 5,728,618.96	S/. 624,203.09	-S/. 5,768,942.38
2026	S/. 822,443.28	S/. 6,551,062.25	S/. 600,951.25	-S/. 5,167,991.13
2027	S/. 823,486.74	S/. 7,374,548.99	S/. 578,570.86	-S/. 4,589,420.26
2028	S/. 824,539.15	S/. 8,199,088.13	S/. 557,029.10	-S/. 4,032,391.16
2029	S/. 825,600.58	S/. 9,024,688.71	S/. 536,294.39	-S/. 3,496,096.77
2030	S/. 826,671.13	S/. 9,851,359.85	S/. 516,336.35	-S/. 2,979,760.42
2031	S/. 827,750.90	S/. 10,679,110.75	S/. 497,125.74	-S/. 2,482,634.67
2032	S/. 828,532.16	S/. 11,507,642.91	S/. 478,456.68	-S/. 2,004,178.00
2033	S/. 829,671.22	S/. 12,337,314.13	S/. 460,686.98	-S/. 1,543,491.02
2034	S/. 830,697.45	S/. 13,168,011.58	S/. 443,516.16	-S/. 1,099,974.86
2035	S/. 831,723.68	S/. 13,999,735.27	S/. 426,984.69	-S/. 672,990.17
2036	S/. 832,749.91	S/. 14,832,485.18	S/. 411,068.77	-S/. 261,921.40
2037	S/. 833,776.14	S/. 15,666,261.32	S/. 395,745.53	S/. 133,824.13
2038	S/. 834,802.37	S/. 16,501,063.70	S/. 380,992.91	S/. 514,817.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39: Datos de la inversión

DATOS DE LA INVERSIÓN			
Capital Invertido	S/. 10,679,924.38	Tasa de descuento social TDS	4.00%
Cobro inicial	S/. 815,382.15	TIR	5.00%
		Años:	20

Fuente: Elaboración propia

Los proyectos denominados ambientales, es decir, aquellos que buscan reducir la concentración de gases de efecto invernadero, requieren una tasa social de

descuento menor de la que se aplica a la mayoría de proyectos del sector público. Esto se debe a que los beneficios que estos generan son perceptibles solo después de periodos de tiempo relativamente largos, por lo general, mayores de 50 años. A Ello se le añade el carácter incierto sobre el tiempo que se requiere para que estos beneficios sean perceptibles.

Al analizar e interpretar el flujo de caja de recuperación durante los 20 años podemos observar que el VAN es positivo y a consecuencia obtenemos un TIR del 5%, lo que indica que durante este periodo observamos una rentabilidad en la inversión realizada, por lo que se identifica un proyecto positivo y viable, dejando para los años sub siguientes de operación un sistema fotovoltaico con una rentabilidad positiva y un sistema a favor del medio ambiente.

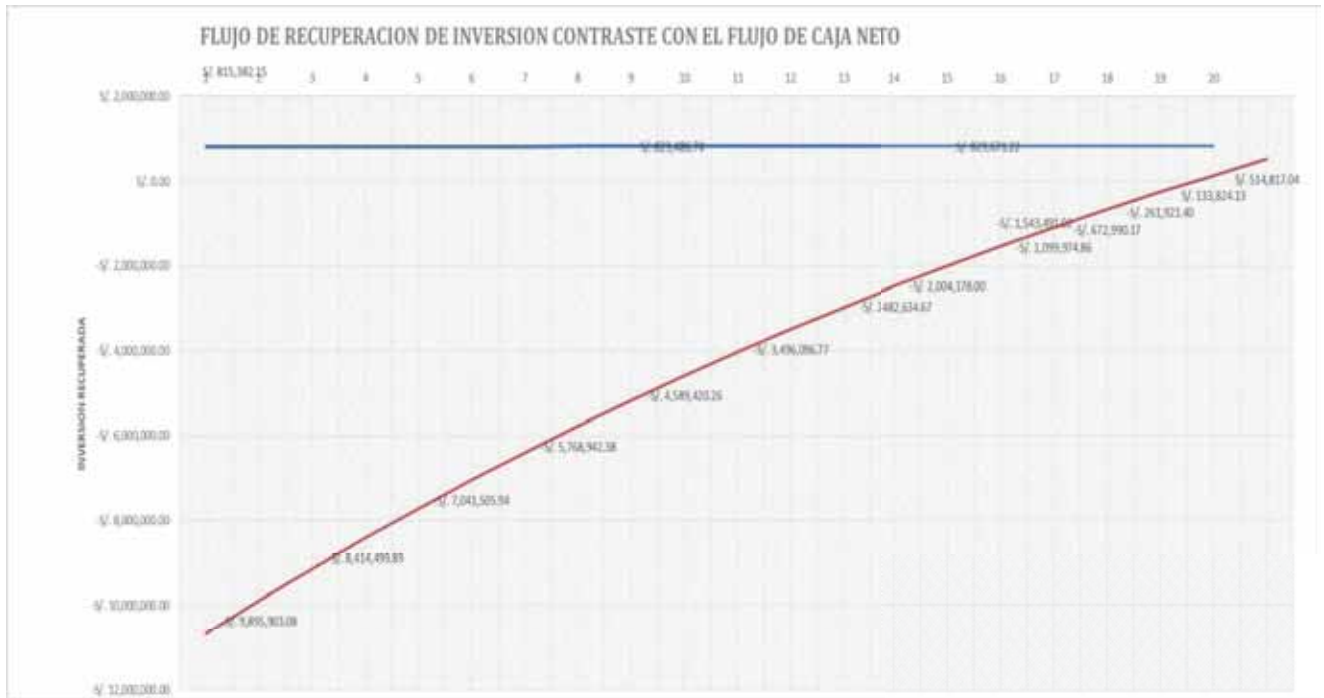
Tabla 40: VAN acumulado al 20vo. Año y TIR en el mismo periodo

VAN	S/. 514,817.04
TIR	5%

Fuente: Elaboración propia

Payback: El plazo de recuperación, es el número de años que han de transcurrir para que la suma de los flujos de caja futuros iguale al flujo negativo inicial, en nuestro caso es de 20 años

Figura 51: Diagrama de VAN-TASA DESCUENTO



Fuente. Elaboración propia

En la gráfica anterior se puede observar que el tiempo de recuperación de la inversión a través del de ciclo de inversión es que considerando la tasa de oportunidad de inversión (tasa de descuento) se logra recuperar la inversión a inicios del 20vo año de implementado el proyecto, en la línea color azul podemos observar la recuperación de inversión de los flujos futuros en el año 20vo. En ambos casos se observa el PB (payback) alto lo que indica que el proyecto es acorde a la recuperación de inversión de un proyecto publico normal en un horizonte de tiempo mediano para el uso del proyecto de implementación de paneles fotovoltaicos.

5.7.2.1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

El cronograma de ejecución estará dado por el desarrollo del expediente técnico final, pero se puede considerar un tiempo de ejecución de ocho meses aproximadamente según obras similares.

5.7.2.2. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CON Y SIN PROYECTO

Los costos de operación y mantenimiento serán determinados al desarrollo del expediente técnico final.

5.8. IMPACTO AMBIENTAL

La energía solar fotovoltaica, al igual que otras energías renovables, constituye, frente a los combustibles fósiles, una fuente inagotable, contribuye al autoabastecimiento energético nacional y es menos perjudicial para el medio ambiente, evitando los efectos de su uso directo (contaminación atmosférica, residuos, etc) y los derivados de su generación (excavaciones, minas, canteras, etc).

Los efectos de la energía solar fotovoltaica sobre los principales factores ambientales son los siguientes:

Clima: la generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce polución térmica ni emisiones de CO₂ que favorezcan el efecto invernadero.

Geología: Las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento obtenido de la arena, muy abundante en la Naturaleza y del que no se requieren cantidades significativas. Por lo tanto, en la fabricación de los paneles fotovoltaicos no se producen alteraciones en las características litológicas, topográficas o estructurales del terreno.

Suelo: al no producirse ni contaminantes, ni vertidos, ni movimientos de tierra, la incidencia sobre las características físico-químicas del suelo o su erosionabilidad es nula.

Aguas superficiales y subterráneas: No se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos.

Flora y fauna: la repercusión sobre la vegetación es nula, y, al eliminarse los tendidos eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves.

Paisaje: los paneles solares tienen distintas posibilidades de integración, lo que hace que sean un elemento fácil de integrar y armonizar en diferentes tipos de estructuras, minimizando su impacto visual. Además, al tratarse de sistemas autónomos, no se altera el paisaje con postes y líneas eléctricas.

Ruidos: el sistema fotovoltaico es absolutamente silencioso, lo que representa una clara ventaja frente a los generadores de motor en viviendas aisladas.

Medio social: El suelo necesario para instalar un sistema fotovoltaico de dimensión media, no representa una cantidad significativa como para producir un grave impacto. Además, en gran parte de los casos, se pueden integrar en los tejados de las viviendas.

Por otra parte, la energía solar fotovoltaica representa la mejor solución para aquellos lugares a los que se quiere dotar de energía eléctrica preservando las condiciones del entorno; como es el caso por ejemplo de los Espacios Naturales Protegidos.

5.9. FACTIBILIDAD

La propuesta de generación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos es factible técnicamente pero no económicamente debido al costo de implementación ya que el tiempo de recuperación de la inversión es demasiado largo debido al tamaño de la inversión.

CONCLUSIONES

1. Concluido el estudio técnico económico de un sistema de generación de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaico se determinó que es técnicamente realizable el proyecto por otro lado en el estudio económico determinamos que la inversión realizada será recuperada en un periodo largo de veinte años, este tiempo es coherente para esta clase de proyectos que contemplan un impacto medio ambiental favorable según lo establecido en los estudios del MEF.
2. Realizada la evaluación técnica y económica de la demanda eléctrica en la UNSAAC, concluimos que técnicamente el sistema eléctrico opera de manera correcta con un sistema trifásico en media tensión de 10.5kV, realizada la evaluación concluimos que la demanda de energía eléctrica se viene incrementando sostenidamente, en el aspecto económico los pagos realizados por la UNSAAC al concesionario ELSE S.A.A. se incrementan cada año, con un promedio anual de S/1,008,331.34 durante los últimos 10 años.
3. Desarrollado el estudio técnico concluimos que la energía eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos puede cubrir el 71.37% de la necesidad energética de la Ciudad Universitaria de Perayoc, al inyectar la energía generada la cargabilidad de los transformadores y las líneas mejora de un 10.7% a 4.7%.
4. Desarrollado el estudio económico concluimos que la energía eléctrica generada supliría el 74% de los pagos realizados por concepto de energía eléctrica, y obtenemos que los parámetros financieros de VAN de S/.514,817.04 y TIR de 5% hacen al proyecto viable en un horizonte de tiempo de 20 años.

RECOMENDACIONES

1. Se debe Impulsar el desarrollo e implementación de este tipo de tecnologías de generación renovable, en las universidades públicas de nuestro país, dotándolas de laboratorios especializados para el desarrollo del estudio de la generación Fotovoltaica y estaciones de pruebas y ensayos.
2. La UNSAAC debe solicitar a la Empresa encargada de la implementación del Sistema de generación Fotovoltaica el mantenimiento inicial del sistema y dar cursos y charlas de capacitación al personal de mantenimiento y alumnos de carreras afines de la UNSAAC, para que a futuro el mantenimiento sea realizado por técnicos y alumnos de la UNSAAC, logrando así mayor conocimiento y compromiso con la generación de energías Limpias y generando adicionalmente un ahorro considerable a la universidad.
3. Prever a futuro en la construcción y puesta en funcionamiento de nuevas facultades y edificios administrativos la instalación de más arreglos de paneles fotovoltaicos que permitan incrementar la generación de energía limpia y reducir los gastos mensuales por consumo de energía.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso Montes, J. I., & Grupo NAP. (2002). *Energía Solar Fotovoltaica*. MADRID: Gabriel Sala Pano.
- Alturo , A. C., & Fuentes , R. O. (2018). *Diseño, Simulación y Análisis de un Prototipo Generador de Energía Continua Accionado por Energías Renovables (Energía Eólica y Solar)*. Bogota: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.
- Andres, B. U., & Patricio, M. F. (2008). CLIMA DE NEGOCIOS, INSEGURIDAD EMPRESARIAL Y ALERTA TEMPRANA. *PLEYADE*, 208-210.
- CEPAL. (2014). EL CICLO DE LA GESTION PUBLICA PARA EL DESARROLLO . En C. E. Naciones Unidas, *Panorama de la Gestion Publica para America Latina y el Caribe* (pág. 41). Santiago de Chile: NACIONES UNIDAS.
- CEPAL. (2019). *Comision Economica para America Latina y el Caribe - Naciones Unidas*. Obtenido de Acerca de la Gestion Publica: <https://www.cepal.org/es/temas/gestion-publica/acerca-gestion-publica>
- CEPLAN. (2013). Sociedad Nacional de Industrias. *Elementos Para Promover la Inversion Privada*. Lima, Peru.
- Clemente, D. I. (MAYO de 2014). OPTIMIZACION DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA EN VIVIENDAS AISLADAS ALTOANDINAS. LIMA, PERU: UNI.
- Cornejo Lalupú, H. (2013). *Sistema solar fotovoltaico de conexión a red en el Centro Materno Infantil de la Universidad de Piura*. Piura : UNIVERSIDAD DE PIURA.
- DANIEL, V. S. (2014). *DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA A 15 COMPUTADORAS PORTATILES EN LA PUCP*. LIMA: PUCP.
- DCA. (2013). *RM N° 217*. Lima: MINAM.
- Franco Altamirano, F. (2015). *DISEÑO Y EVALUACION DE UN SEGUIDOR SOLAR AUTOMATICO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS*. CUSCO: UNSAAC.
- INTERES, G. (2007). La importancia del clima de Negocios. *La importancia del clima de Negocios*. España: CONSULTORES DE ADMINSTRACION PUBLICA.
- Laso, J. (2018). *Dirección General de T Solar*. Lima.
- MEM. (2010). *DL N° 1002: Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el Uso de Energías Renovables*. Lima: MEM.
- MEM. (2015). *RD N° 203: Especificación Técnica para Sistema Fotovoltaico y sus componentes para Electrificación Rural*. Lima: DGE.
- MEM. (2016). *Atlas de radiación solar*. Lima.
- MEM. (2016). *LEY N° 20283*. Lima.
- MEM. (2018). *LEY N° 25844: Ley de Concesiones Eléctricas y su reglamento*. Lima: DGE.

- Montes, G. N. (2007). *ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA*. MADRID: COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION.
- Morales, A. (2004). *La energía que viene del sol*.
- Ornetta, T. N. (2013). *DISEÑO DE SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA- APLICACIÓN EN EL PERÚ*. LIMA: URP.
- OSINERG. (2015). *LEY N° 28749: Norma Técnica de los Sistemas Eléctricos Rurales no Convencionales Abastecidos por los Sistemas Fotovoltaicos Autónomos*. Lima: DGER.
- RURAL, D. -D. (2018). *Dirección de Fondos Concursables*. Cusco.
- School, I. B. (2019). *Diccionario de Black de Leyes* . Obtenido de IE Business School: <https://espanol.thelawdictionary.org/clima-de-negocios/>
- U., A. B., & F., P. M. (2008). Clima de Negocios, Inseguridad Empresarial y Alerta Temprana. *REVISTA PLEYADE N°01 CENTRO DE ANALISIS DE INVESTIGACION POLITICA*, 211. doi:WWW.CAIP.COM
- UPCOMMONS. (2004). *Convertidores CC/CA para sistemas fotovoltaicos*. Lima: UPC.
- WIKIPEDIA. (2019). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar_fotovoltaica
- WIKIPEDIA. (18 de DICIEMBRE de 2019). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Generaci%C3%B3n_distribuida
- Wikipedia. (30 de setiembre de 2019). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Tasa_interna_de_retorno
- www.gruporural.pucp.edu.pe*. (01 de enero de 2017). Obtenido de <http://gruporural.pucp.edu.pe/nota/el-desarrollo-de-la-energia-solar-en-el-peru/>

ANEXOS

1. CUADRO RESUMEN DE DEMANDA – ELECTRO SUR. ANEXO 1
2. VENTAS DE ELSE A UNSAAC PERIODO 2006-2017. ANEXO 2
3. ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA DE LA UNSAAC – PERAYOC PERIODO 2006 – 2017. ANEXO 3
4. ESTADOS DE CUENTA POR SUBESTACIONES ELSE. ANEXO 4
5. RESULTADOS DEL CALCULO DE FLUJO DE POTENCIA. ANEXO 5
6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PANEL SOLAR. ANEXOS 6
7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL INVERSOR. ANEXO 7
8. RESULTADOS TEÓRICOS DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA. ANEXO 8

ANEXO-1

ANEXO-2

Código de Suministro	Tarifa	Dirección Suministro
10010000531	MT3	FAC. QUIMICA-ZOOTECNIA, AV. DE LA CULTURA NRO. 733
10010001131	MT3	PAB. COMEDOR - AV. DE LA CULTURA NRO. 733
10010001171	MT3	S.E. ENTRADA - AV. DE LA CULTURA NRO. 733
10010003171	MT4	FAC. INGENIERIA ELECTRICA
10010012517	MT2	CBU - AV. DE LA CULTURA N° 733

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO - VENTAS

Código de Suministro	Año	Mes	kW	hp kW.h	hfp kW.h	kW.h	kVAR
1001000531	2006	1	72.30	5,781.00	15,922.10	21,703.10	4,274.20
10010001131	2006	1	155.80	8,405.00	26,811.90	35,216.90	10,045.00
10010001171	2006	1	77.90	5,033.00	13,103.70	18,136.70	-
10010003171	2006	1	110.30	24,934.50	-	24,934.50	16,834.60
1001000531	2006	2	68.00	3,337.20	9,096.50	12,433.70	1,168.50
10010001131	2006	2	164.00	5,672.00	19,415.80	25,087.80	3,587.50
10010001171	2006	2	76.90	2,672.10	8,976.30	11,648.40	-
10010003171	2006	2	107.00	23,051.40	-	23,051.40	10,774.80
1001000531	2006	3	80.30	4,182.80	14,883.60	19,066.40	5,658.00
10010001131	2006	3	164.00	9,021.60	35,466.30	44,488.20	10,024.50
10010001171	2006	3	75.80	4,192.80	15,211.60	19,404.40	-
10010003171	2006	3	111.10	18,695.80	-	18,695.80	16,531.20
1001000531	2006	4	68.00	4,243.30	13,714.80	17,958.10	5,744.10
10010001131	2006	4	164.00	8,200.50	29,931.80	38,132.30	8,446.00
10010001171	2006	4	76.90	3,813.20	14,175.90	17,989.10	-
10010003171	2006	4	111.10	20,337.50	-	20,337.50	11,447.20
1001000531	2006	5	68.00	3,444.30	11,439.90	14,884.20	3,284.10
10010001131	2006	5	164.00	6,765.60	24,602.00	31,367.60	6,580.50
10010001171	2006	5	76.90	2,839.20	10,813.90	13,653.10	-
10010003171	2006	5	111.10	21,322.90	-	21,322.90	14,350.00
1001000531	2006	6	68.00	3,505.10	10,947.20	14,452.30	2,306.20
10010001131	2006	6	164.00	7,175.50	22,756.70	29,932.20	5,166.00
10010001171	2006	6	76.90	3,116.20	11,510.90	14,627.10	-
10010003171	2006	6	111.10	22,387.60	-	22,387.60	15,670.20
1001000531	2006	7	68.00	3,136.40	8,548.50	11,684.90	1,168.50
10010001131	2006	7	164.00	5,330.90	18,246.10	23,577.00	3,587.50
10010001171	2006	7	76.90	2,511.50	8,435.40	10,946.90	-
10010003171	2006	7	107.00	16,565.00	-	16,565.00	10,774.80
1001000531	2006	8	68.00	4,059.80	13,345.50	17,405.30	3,450.20
10010001131	2006	8	159.90	7,176.60	27,266.00	34,442.60	6,478.00
10010001171	2006	8	77.40	3,710.90	14,452.50	18,163.40	-
10010003171	2006	8	108.60	23,945.30	-	23,945.30	16,186.80
1001000531	2006	9	72.30	5,780.90	17,281.90	23,062.80	4,274.20
10010001131	2006	9	155.80	8,404.50	32,594.60	40,999.10	10,045.00
10010001171	2006	9	77.90	5,032.80	16,081.80	21,114.60	-

10010000531	2007	7	76.00	4,366.50	13,038.00	17,404.50	-
10010001171	2007	7	100.50	4,038.50	14,483.30	18,521.80	3,156.00
10010001131	2007	7	149.70	5,740.00	21,320.00	27,060.00	5,002.00
10010001171	2007	8	100.50	4,715.00	17,404.50	22,119.50	3,409.20
10010001131	2007	8	146.60	7,175.00	28,085.00	35,260.00	7,872.00
10010003171	2007	8	125.90	-	-	26,404.00	7,986.80
10010000531	2007	8	87.30	4,981.50	17,097.00	22,078.50	80.00
10010003171	2007	9	128.70	-	-	33,784.00	10,610.80
10010000531	2007	9	95.90	5,412.00	18,142.50	23,554.50	-
10010001131	2007	9	151.70	7,995.00	32,390.00	40,385.00	9,614.50
10010001171	2007	9	100.50	5,709.30	19,526.30	25,235.50	4,114.40
10010001171	2007	10	102.00	5,709.30	19,987.50	25,696.80	4,591.00
10010000531	2007	10	95.90	5,473.50	18,142.50	23,616.00	-
10010003171	2007	10	152.90	42,722.00	-	42,722.00	16,047.40
10010001131	2007	10	151.70	-	-	34,645.00	7,031.50
10010001131	2007	11	151.70	-	-	26,445.00	3,341.50
10010001171	2007	11	104.80	-	-	21,576.30	4,494.60
10010000531	2007	11	95.90	-	-	21,709.50	-
10010003171	2007	11	169.30	35,178.00	-	35,178.00	17,244.60
10010000531	2007	12	95.90	-	-	17,712.00	-
10010001171	2007	12	104.80	-	-	16,840.80	4,172.80
10010001131	2007	12	151.70	-	-	20,090.00	1,353.00
10010003171	2007	12	169.30	20,992.00	-	20,992.00	11,250.40
10010001171	2008	1	105.30	-	-	24,651.30	6,657.40
10010001131	2008	1	151.70	-	-	27,470.00	4,059.00
10010003171	2008	1	169.30	-	-	32,964.00	14,136.80
10010000531	2008	1	98.40	-	-	20,725.50	239.90
10010003171	2008	2	169.30	-	-	36,162.00	37,613.40
10010001171	2008	2	105.30	-	-	22,334.80	5,630.30
10010000531	2008	2	97.80	-	-	20,049.00	-
10010001131	2008	2	149.70	-	-	27,880.00	5,576.00
10010003171	2008	3	169.30	-	-	35,014.00	-
10010001171	2008	3	105.30	-	-	21,883.80	6,831.60
10010000531	2008	3	94.70	5,104.50	16,113.00	21,217.50	-
10010001131	2008	3	134.30	-	-	27,470.00	5,699.00
10010001171	2008	4	104.00	-	-	24,036.30	6,688.10
10010001131	2008	4	123.00	-	-	28,085.00	5,514.50
10010003171	2008	4	166.10	-	-	37,228.00	15,399.60
10010000531	2008	4	94.70	5,289.00	17,773.50	23,062.50	-
10010001171	2008	5	104.00	-	-	18,450.00	6,314.00
10010001131	2008	5	123.00	-	-	20,705.00	2,808.50
10010012517	2008	5	5.75	306.40	2,206.80	2,513.20	2,909.20
10010003171	2008	5	165.20	-	-	25,092.00	11,578.40

10010003171	2006	9	110.30	26,157.80	-	26,157.80	16,834.60
10010000531	2006	10	78.10	5,104.80	16,112.90	21,217.80	3,044.20
10010001131	2006	10	156.80	8,404.70	33,004.80	41,409.50	10,537.00
10010001171	2006	10	85.10	4,366.80	15,466.90	19,833.80	-
10010003171	2006	10	119.30	26,568.00	-	26,568.00	16,711.60
10010000531	2006	11	78.10	5,165.80	15,251.90	20,417.70	3,222.60
10010001131	2006	11	156.80	8,404.60	32,389.80	40,794.40	8,876.50
10010001171	2006	11	89.70	5,073.80	16,092.90	21,166.70	3,080.10
10010003171	2006	11	120.50	26,895.70	-	26,895.70	16,449.20
10010000531	2006	12	78.10	4,366.80	13,898.90	18,265.70	1,654.40
10010001131	2006	12	156.80	7,379.60	27,674.80	35,054.40	6,498.50
10010001171	2006	12	89.70	3,679.80	13,263.90	16,943.70	2,707.00
10010003171	2006	12	120.50	20,499.80	-	20,499.80	13,366.00
10010000531	2007	1	76.00	3,234.60	8,785.80	12,020.40	-
10010001131	2007	1	153.80	8,314.00	31,523.80	39,837.80	3,587.50
10010001171	2007	1	100.50	6,893.70	22,898.00	29,791.70	4,038.50
10010003171	2007	1	125.90	22,756.60	-	22,756.60	7,544.00
10010000531	2007	2	78.10	5,350.50	16,174.50	21,525.00	1,660.50
10010001131	2007	2	157.90	8,610.00	33,825.00	42,435.00	9,614.50
10010001171	2007	2	96.40	5,422.30	18,573.00	23,995.30	4,076.40
10010003171	2007	2	121.40	28,208.00	-	28,208.00	14,005.60
10010000531	2007	3	78.10	5,104.50	16,051.50	21,156.00	664.20
10010001131	2007	3	157.90	7,380.00	30,545.00	37,925.00	10,147.50
10010001171	2007	3	96.40	5,032.70	19,854.30	24,887.00	4,321.40
10010003171	2007	3	123.00	29,273.90	-	29,273.90	10,077.80
10010000531	2007	4	76.00	4,366.50	13,345.50	17,712.00	159.90
10010001131	2007	4	154.80	5,945.00	23,575.00	29,520.00	5,904.00
10010001171	2007	4	98.40	4,182.00	15,856.80	20,038.80	3,623.40
10010003171	2007	4	125.90	25,748.00	-	25,748.00	9,495.60
10010000531	2007	5	76.00	4,551.00	12,361.50	16,912.50	-
10010001131	2007	5	153.80	-	-	23,575.00	3,587.50
10010003171	2007	5	125.90	20,500.00	-	20,500.00	7,544.00
10010001171	2007	5	100.50	-	-	17,630.00	4,038.50
10010001171	2007	6	100.50	-	-	15,508.30	2,215.00
10010001131	2007	6	153.80	-	-	22,345.00	2,521.50
10010000531	2007	6	76.00	3,874.50	10,516.50	14,391.00	-
10010003171	2007	6	125.90	16,728.00	-	16,728.00	6,379.60
10010003171	2007	7	125.90	-	-	19,762.00	7,765.40

10010000531	2008	5	91.90	4,858.50	12,915.00	17,773.50	-
10010012517	2008	6	8.25	449.60	3,605.20	4,054.80	4,514.00
10010003171	2008	6	165.20	-	-	25,010.00	10,701.00
10010000531	2008	6	91.90	4,612.50	13,468.50	18,081.00	-
10010001131	2008	6	123.00	5,125.00	15,990.00	21,115.00	2,685.50
10010001171	2008	6	103.50	-	-	19,321.30	8,010.40
10010012517	2008	7	7.95	401.20	3,092.80	3,494.00	3,824.60
10010003171	2008	7	166.90	-	-	31,652.00	13,464.40
10010001131	2008	7	123.00	-	-	24,805.00	4,448.50
10010000531	2008	7	83.60	-	-	21,156.00	-
10010001171	2008	7	102.00	-	-	21,853.00	9,167.60
10010012517	2008	8	8.75	490.80	3,194.40	3,685.20	3,910.00
10010003171	2008	8	173.80	-	-	38,130.00	13,571.00
10010001171	2008	8	102.00	-	-	23,421.30	7,487.60
10010001131	2008	8	123.00	-	-	29,520.00	5,494.00
10010000531	2008	8	84.60	-	-	23,062.50	-
10010001131	2008	9	122.00	-	-	27,880.00	4,141.00
10010000531	2008	9	86.70	5,166.00	16,851.00	22,017.00	-
10010001171	2008	9	102.00	-	-	22,181.00	7,111.50
10010012517	2008	9	8.20	446.80	1,627.20	2,074.00	2,001.80
10010003171	2008	9	173.80	-	-	33,784.00	11,102.80
10010001171	2008	10	101.50	-	-	23,790.30	8,207.20
10010001131	2008	10	119.90	-	-	27,265.00	4,120.50
10010012517	2008	10	11.25	1,398.00	4,362.40	5,760.40	6,105.50
10010003171	2008	10	170.20	-	-	39,852.00	16,088.40
10010000531	2008	10	88.30	5,473.50	17,281.50	22,755.00	-
10010012517	2008	11	13.55	1,747.60	4,292.80	6,040.40	5,716.30
10010001171	2008	11	101.50	-	-	13,765.80	5,915.30
10010001131	2008	11	119.90	-	-	16,195.00	266.50
10010000531	2008	11	88.30	4,797.00	12,546.00	17,343.00	-
10010003171	2008	11	170.20	-	-	21,484.00	9,052.80
10010001171	2008	12	101.50	-	-	16,533.30	7,032.50
10010001131	2008	12	119.90	-	-	17,630.00	1,271.00
10010000531	2008	12	88.30	4,674.00	13,899.00	18,573.00	-
10010003171	2008	12	170.20	-	-	22,550.00	9,635.00
10010012517	2008	12	12.35	1,427.60	4,612.00	6,039.60	5,843.70
10010003171	2009	1	172.60	37,638.00	-	37,638.00	13,800.60
10010001171	2009	1	102.50	-	-	24,917.80	8,524.90
10010000531	2009	1	88.30	5,842.50	18,942.00	24,784.50	-
10010012517	2009	1	11.01	1,272.40	4,894.40	6,166.80	5,887.20
10010001131	2009	1	121.00	-	-	27,880.00	4,346.00
10010012517	2009	2	10.42	1,204.80	5,667.20	6,872.00	6,888.40
10010003171	2009	2	168.50	38,622.00	-	38,622.00	13,587.40
10010001171	2009	2	103.50	-	-	24,907.50	7,267.30
10010001131	2009	2	129.20	-	-	26,855.00	5,268.50

10010000531	2009	2	88.30	5,104.50	17,035.50	22,140.00	-
10010001171	2009	3	103.50	-	-	27,664.80	8,522.90
10010001131	2009	3	137.40	-	-	31,365.00	6,170.50
10010012517	2009	3	10.47	1,210.40	5,767.20	6,977.60	6,602.70
10010003171	2009	3	179.20	46,740.00	-	46,740.00	15,334.00
10010000531	2009	3	87.00	6,088.50	19,495.50	25,584.00	-
10010001171	2009	4	103.50	-	-	23,493.00	8,222.60
10010001131	2009	4	137.40	-	-	26,240.00	3,198.00
10010003171	2009	4	179.20	36,818.00	-	36,818.00	11,258.60
10010000531	2009	4	84.30	5,227.50	16,666.50	21,894.00	-
10010012517	2009	4	9.52	1,100.90	3,494.80	4,595.70	3,716.40
10010001171	2009	5	103.50	-	-	21,309.80	8,756.60
10010001131	2009	5	137.40	-	-	21,935.00	2,644.50
10010012517	2009	5	16.08	1,858.90	5,683.80	7,542.80	7,080.70
10010003171	2009	5	179.20	30,668.00	-	30,668.00	10,889.60
10010000531	2009	5	84.30	5,227.50	15,928.50	21,156.00	-
10010000531	2009	6	84.30	4,612.50	14,821.50	19,434.00	-
10010012517	2009	6	14.90	1,722.00	5,539.50	7,261.50	6,940.80
10010003171	2009	6	179.20	26,322.00	-	26,322.00	8,011.40
10010001171	2009	6	103.50	-	-	17,886.30	6,903.40
10010001131	2009	6	137.40	-	-	20,910.00	1,722.00
10010000531	2009	7	88.60	-	-	22,755.00	-
10010012517	2009	7	15.78	1,824.50	6,118.40	7,942.90	7,551.00
10010001171	2009	7	103.00	-	-	23,042.00	8,062.70
10010003171	2009	7	179.20	34,932.00	-	34,932.00	13,546.40
10010001131	2009	7	137.40	-	-	23,780.00	3,116.00
10010001171	2009	8	105.60	-	-	26,516.80	6,897.20
10010001131	2009	8	135.30	-	-	7,995.00	11,131.50
10010012517	2009	8	10.31	1,191.90	3,437.00	4,628.90	3,618.70
10010003171	2009	8	178.40	40,344.00	-	40,344.00	11,020.80
10010000531	2009	8	88.90	5,535.00	18,511.50	24,046.50	-
10010001131	2009	9	134.30	-	-	54,120.00	-
10010003171	2009	9	166.90	45,592.00	-	45,592.00	14,530.40
10010001171	2009	9	110.70	-	-	28,228.50	6,486.20
10010012517	2009	9	13.16	1,521.10	5,403.40	6,924.50	6,656.90
10010000531	2009	9	88.90	5,719.50	19,126.50	24,846.00	-
10010003171	2009	10	172.20	43,132.00	-	43,132.00	15,022.40
10010012517	2009	10	15.33	1,772.00	5,425.50	7,197.60	6,781.20
10010001171	2009	10	114.30	-	-	26,188.80	5,519.60
10010000531	2009	10	88.90	5,781.00	17,650.50	23,431.50	-
10010001131	2009	10	133.30	-	-	29,930.00	5,166.00
10010001171	2009	11	114.30	-	-	21,719.80	4,984.60
10010001131	2009	11	133.30	-	-	21,935.00	1,824.50
10010012517	2009	11	14.91	1,724.10	5,209.10	6,933.10	6,757.20
10010003171	2009	11	172.20	30,996.00	-	30,996.00	12,595.20

10010000531	2009	11	88.90	4,920.00	14,575.50	19,495.50	-
10010012517	2009	12	9.65	1,116.00	4,480.10	5,596.10	5,456.00
10010003171	2009	12	172.20	34,276.00	-	34,276.00	12,185.20
10010000531	2009	12	88.90	-	-	18,019.50	6.20
10010001171	2009	12	114.30	-	-	23,083.00	4,555.10
10010001131	2009	12	133.30	-	-	23,575.00	2,357.50
10010001171	2010	1	125.60	-	-	32,236.30	4,586.90
10010001131	2010	1	138.40	-	-	29,725.00	5,227.50
10010012517	2010	1	9.86	977.00	4,738.40	5,715.40	5,255.80
10010003171	2010	1	176.70	42,476.00	-	42,476.00	14,071.20
10010000531	2010	1	84.90	-	-	18,942.00	2,681.40
10010001171	2010	2	128.60	-	-	31,959.50	3,624.40
10010001131	2010	2	138.40	-	-	29,930.00	4,551.00
10010012517	2010	2	12.04	1,082.40	5,895.40	6,977.80	6,173.10
10010003171	2010	2	176.70	41,492.00	-	41,492.00	12,726.40
10010000531	2010	2	81.80	-	-	19,003.50	1,125.50
10010001171	2010	3	129.70	-	-	26,147.80	3,276.90
10010001131	2010	3	135.30	-	-	25,420.00	-
10010012517	2010	3	9.13	800.70	4,491.60	5,292.30	4,192.50
10010000531	2010	3	77.50	-	-	17,466.00	233.70
10010003171	2010	3	178.40	34,686.00	-	34,686.00	9,110.20
10010001171	2010	4	132.20	-	-	30,985.80	4,859.50
10010001131	2010	4	134.30	-	-	28,905.00	11,418.50
10010012517	2010	4	7.44	749.10	3,562.90	4,312.00	3,036.40
10010003171	2010	4	177.90	38,950.00	-	38,950.00	9,963.00
10010000531	2010	4	73.80	4,059.00	14,268.00	18,327.00	897.90
10010001171	2010	5	132.20	-	-	29,528.20	3,615.80
10010001131	2010	5	134.30	-	-	22,345.00	1,906.50
10010012517	2010	5	11.15	1,181.20	5,281.60	6,462.80	5,403.40
10010003171	2010	5	177.90	35,670.00	-	35,670.00	11,275.00
10010000531	2010	5	73.80	3,567.00	12,238.50	15,805.50	-
10010001171	2010	6	132.20	-	-	26,457.30	3,132.80
10010001131	2010	6	134.30	-	-	18,655.00	553.50
10010012517	2010	6	17.00	959.00	8,894.10	9,853.10	3,655.30
10010003171	2010	6	177.90	32,226.00	-	32,226.00	8,946.20
10010000531	2010	6	73.80	-	-	13,714.50	-
10010001171	2010	7	128.60	-	-	28,495.00	4,028.30
10010001131	2010	7	122.00	-	-	22,550.00	1,845.00
10010012517	2010	7	3.10	1,030.30	764.20	1,794.60	6,063.50
10010003171	2010	7	172.20	-	-	38,950.00	11,111.00
10010000531	2010	7	73.80	-	-	15,682.50	-
10010001171	2010	8	131.70	-	-	32,338.80	5,048.10
10010001131	2010	8	117.90	-	-	28,290.00	4,633.00
10010012517	2010	8	7.04	786.80	3,294.80	4,081.60	2,499.20
10010003171	2010	8	173.00	40,836.00	-	40,836.00	9,233.20
10010000531	2010	8	73.80	-	-	19,741.50	350.60
10010001171	2010	9	161.70	-	-	29,694.30	4,683.20
10010012517	2010	9	10.18	929.50	4,970.00	5,899.50	4,809.00

10010000531	2011	7	81.20	-	-	19,803.00	332.10
10010003171	2011	7	184.50	39,770.00	-	39,770.00	7,421.00
10010001171	2011	7	137.50	-	-	33,968.50	3,554.70
10010012517	2011	8	5.70	696.60	2,609.20	3,305.80	2,522.40
10010001131	2011	8	129.20	-	-	30,340.00	4,018.00
10010001171	2011	8	140.10	-	-	33,117.80	2,446.70
10010003171	2011	8	184.50	34,850.00	-	34,850.00	3,977.00
10010000531	2011	8	81.20	-	-	20,541.00	418.20
10010000531	2011	9	81.20	-	-	19,495.50	916.40
10010003171	2011	9	184.50	40,672.00	-	40,672.00	10,676.40
10010012517	2011	9	12.34	1,612.10	5,538.70	7,150.80	6,480.80
10010001131	2011	9	128.10	-	-	29,110.00	2,542.00
10010001171	2011	9	148.00	-	-	33,333.00	4,165.60
10010001131	2011	10	128.10	-	-	25,830.00	2,091.00
10010001171	2011	10	148.00	-	-	29,294.50	3,634.70
10010012517	2011	10	11.58	1,503.90	5,208.60	6,712.50	5,785.30
10010000531	2011	10	81.20	-	-	16,974.00	996.30
10010003171	2011	10	184.50	36,654.00	-	36,654.00	7,863.80
10010000531	2011	11	81.20	-	-	19,048.60	-
10010001171	2011	11	149.50	-	-	33,538.00	3,765.90
10010001131	2011	11	129.20	-	-	33,415.00	3,300.50
10010012517	2011	11	12.54	1,489.10	5,778.10	7,267.30	7,347.40
10010003171	2011	11	184.50	38,551.30	-	38,551.30	-
10010003171	2011	12	175.20	38,551.30	-	38,551.30	-
10010000531	2011	12	77.80	-	-	19,048.60	-
10010012517	2011	12	7.94	847.50	3,755.60	4,603.10	4,204.10
10010001131	2011	12	130.20	-	-	31,570.00	3,444.00
10010001171	2011	12	149.50	-	-	31,262.50	4,120.50
10010000531	2012	1	74.10	4,479.30	17,755.10	22,234.30	14,312.90
10010001131	2012	1	131.20	-	-	33,210.00	3,977.00
10010001171	2012	1	149.50	-	-	33,866.00	4,743.70
10010003171	2012	1	163.60	36,959.50	-	36,959.50	26,035.60
10010012517	2012	1	19.93	861.40	5,120.10	5,981.50	5,353.90
10010000531	2012	2	72.90	-	-	14,944.50	-
10010012517	2012	2	19.92	878.20	5,097.50	5,975.80	5,999.30
10010003171	2012	2	162.80	-	-	27,060.00	5,248.00
10010001131	2012	2	131.20	-	-	23,165.00	2,070.50
10010001171	2012	2	149.50	-	-	25,502.00	3,460.40
10010001131	2012	3	131.20	4,715.00	19,270.00	23,985.00	2,439.50
10010001171	2012	3	141.10	7,052.00	22,519.30	29,571.30	4,197.40
10010000531	2012	3	70.70	3,321.00	11,992.50	15,313.50	-
10010012517	2012	3	16.54	744.60	4,218.10	4,962.60	4,648.90
10010003171	2012	3	157.90	31,488.00	-	31,488.00	3,837.60
10010000531	2012	4	73.80	-	-	17,180.00	4,497.40
10010001131	2012	4	131.20	-	-	27,982.50	2,982.80
10010001171	2012	4	141.10	-	-	30,051.00	4,130.30
10010012517	2012	4	17.93	833.30	4,547.90	5,381.30	5,051.20

10010003171	2012	4	170.00	31,155.90	-	31,155.90	11,776.40
10010001131	2012	5	131.20	-	-	18,142.50	399.80
10010001171	2012	5	140.10	-	-	21,393.80	1,643.50
10010012517	2012	5	18.82	743.10	4,904.60	5,647.80	4,770.80
10010000531	2012	5	72.00	-	-	12,709.00	-
10010003171	2012	5	168.70	27,228.10	-	27,228.10	-
10010000531	2012	6	69.50	-	-	17,650.50	-
10010001131	2012	6	138.40	-	-	30,135.00	3,874.50
10010012517	2012	6	16.35	749.10	4,157.00	4,906.10	4,643.30
10010001171	2012	6	144.10	-	-	31,857.00	2,742.90
10010003171	2012	6	159.90	36,162.00	-	36,162.00	6,125.40
10010001131	2012	7	138.40	-	-	33,825.00	4,407.50
10010000531	2012	7	75.70	-	-	21,463.50	80.00
10010001171	2012	7	145.20	-	-	34,501.50	2,902.80
10010003171	2012	7	159.90	37,474.00	-	37,474.00	5,813.80
10010012517	2012	7	19.48	756.90	5,089.70	5,846.60	5,560.80
10010000531	2012	8	78.40	-	-	20,295.00	615.00
10010001171	2012	8	148.60	-	-	32,513.00	2,259.10
10010012517	2012	8	11.42	633.90	2,793.30	3,427.20	2,852.50
10010001131	2012	8	138.40	-	-	30,135.00	3,259.50
10010003171	2012	8	159.90	32,226.00	-	32,226.00	3,534.20
10010003171	2012	9	159.90	31,816.00	-	31,816.00	3,903.20
10010012517	2012	9	23.65	1,635.50	5,461.60	7,097.10	7,103.30
10010001131	2012	9	138.40	-	-	27,060.00	1,517.00
10010000531	2012	9	83.60	-	-	18,819.00	750.30
10010001171	2012	9	148.60	-	-	29,827.50	1,752.80
10010000531	2012	10	83.60	-	-	17,097.00	590.40
10010012517	2012	10	22.14	1,544.50	5,100.00	6,644.50	6,633.10
10010001171	2012	10	152.30	-	-	29,499.50	2,414.90
10010003171	2012	10	164.00	31,980.00	-	31,980.00	5,494.00
10010001131	2012	10	138.40	-	-	28,700.00	4,100.00
10010001131	2012	11	138.40	-	-	36,285.00	4,694.50
10010003171	2012	11	162.40	41,984.00	-	41,984.00	5,690.80
10010001171	2012	11	152.30	9,143.00	28,484.80	37,627.80	4,014.90
10010012517	2012	11	24.00	1,435.00	5,767.10	7,202.10	7,191.90
10010000531	2012	11	83.60	-	-	21,217.50	1,875.80
10010012517	2012	12	15.28	854.90	3,728.50	4,583.40	-
10010003171	2012	12	162.40	35,506.00	-	35,506.00	4,272.20
10010001131	2012	12	139.40	-	-	34,645.00	4,776.50
10010001171	2012	12	153.30	-	-	33,558.50	3,657.20
10010000531	2012	12	83.60	-	-	18,388.50	879.50
10010000531	2013	10	87.00	-	-	17,650.50	977.90
10010001131	2013	10	137.40	-	-	30,340.00	2,378.00
10010001171	2013	10	155.40	-	-	31,539.30	4,119.50
10010003171	2013	10	166.90	37,474.00	-	37,474.00	5,813.80
10010012517	2013	10	26.84	1,230.00	4,797.00	6,027.00	6,063.90
10010000531	2013	11	87.00	-	-	19,372.50	-
10010001131	2013	11	135.30	-	-	35,055.00	3,218.50
10010001171	2013	11	151.80	-	-	30,063.30	3,752.50

10010003171	2013	11	166.90	35,775.60	-	35,775.60	5,313.70
10010012517	2013	11	30.13	1,423.50	5,341.50	6,765.00	6,810.90
10010000531	2013	12	87.00	-	-	19,803.00	762.60
10010001131	2013	12	135.30	5,330.00	28,905.00	34,235.00	4,079.50
10010001171	2013	12	144.70	-	-	27,234.30	5,390.50
10010003171	2013	12	166.90	35,775.60	-	35,775.60	5,313.70
10010012517	2013	12	20.42	915.90	3,669.50	4,585.40	4,537.00
10010001171	2014	1	144.70	-	-	31,190.80	2,522.50
10010001131	2014	1	139.40	-	-	21,935.00	2,439.50
10010000531	2014	1	87.00	-	-	16,236.00	541.20
10010003171	2014	1	166.90	39,230.90	-	39,230.90	3,452.00
10010012517	2014	1	18.21	612.50	3,668.30	4,280.80	3,621.40
10010000531	2014	2	87.00	-	-	17,773.50	387.50
10010001131	2014	2	139.40	-	-	32,185.00	-
10010001171	2014	2	144.70	-	-	28,341.30	5,816.90
10010003171	2014	2	166.90	27,798.00	-	27,798.00	4,616.60
10010012517	2014	2	26.37	955.70	5,242.30	6,198.00	6,263.50
10010000531	2014	3	83.30	-	-	17,097.00	1,389.90
10010001131	2014	3	139.40	-	-	24,190.00	328.00
10010001171	2014	3	144.70	-	-	27,685.30	6,259.70
10010003171	2014	3	165.60	29,192.00	-	29,192.00	5,838.40
10010012517	2014	3	23.66	902.80	4,657.60	5,560.40	5,738.50
10010000531	2014	4	78.10	-	-	17,404.50	1,543.70
10010001131	2014	4	154.80	-	-	27,470.00	1,394.00
10010001171	2014	4	140.20	7,144.30	25,983.80	33,128.00	5,006.10
10010003171	2014	4	159.00	33,456.00	-	33,456.00	4,723.20
10010012517	2014	4	16.49	715.50	3,161.10	3,876.60	3,162.10
10010000531	2014	5	80.60	-	-	17,097.00	2,742.90
10010001131	2014	5	179.40	-	-	30,955.00	1,168.50
10010001171	2014	5	143.50	-	-	29,448.30	4,603.30
10010003171	2014	5	161.90	31,652.00	-	31,652.00	6,248.40
10010012517	2014	5	29.74	1,180.80	5,810.50	6,991.30	7,055.90
10010000531	2014	6	88.30	-	-	20,110.50	2,453.90
10010001131	2014	6	179.40	-	-	29,110.00	5,002.00
10010001171	2014	6	140.10	8,569.00	29,028.00	37,597.00	3,009.40
10010003171	2014	6	166.90	39,032.00	-	39,032.00	7,724.40
10010012517	2014	6	28.76	1,083.20	5,677.30	6,760.50	6,582.30
10010000531	2014	7	94.40	-	-	20,356.50	2,933.60
10010001131	2014	7	182.50	-	-	43,050.00	820.00
10010001171	2014	7	148.00	-	-	35,280.50	3,929.90
10010003171	2014	7	167.70	40,918.00	-	40,918.00	7,076.60
10010012517	2014	7	26.98	1,154.60	5,187.70	6,342.30	6,210.40
10010000531	2014	8	94.40	-	-	20,848.50	1,986.50
10010001131	2014	8	182.50	-	-	31,570.00	3,444.00
10010001171	2014	8	148.00	-	-	34,645.00	3,720.80
10010003171	2014	8	167.70	34,604.00	-	34,604.00	3,722.80
10010012517	2014	8	18.76	785.60	3,623.60	4,409.10	4,142.20
10010000531	2014	9	95.00	-	-	22,017.00	2,373.90

10010001131	2014	9	189.60	-	-	32,595.00	4,776.50
10010001171	2014	9	148.00	8,917.50	30,647.50	39,565.00	3,608.00
10010003171	2014	9	167.70	43,378.00	-	43,378.00	6,748.60
10010012517	2014	9	29.95	1,666.20	5,373.50	7,039.70	6,740.40
10010000531	2014	10	95.00	-	-	18,880.50	1,592.90
10010001131	2014	10	192.70	-	-	35,670.00	5,289.00
10010001171	2014	10	148.00	-	-	35,055.00	2,911.00
10010003171	2014	10	167.70	40,508.00	-	40,508.00	6,543.60
10010012517	2014	10	34.15	1,806.50	6,220.10	8,026.60	8,605.00
10010000531	2014	11	95.00	-	-	21,586.50	3,487.10
10010001131	2014	11	189.60	-	-	40,590.00	4,633.00
10010001171	2014	11	145.30	-	-	38,355.50	3,325.10
10010003171	2014	11	168.10	44,608.00	-	44,608.00	7,855.60
10010012517	2014	11	32.50	1,557.20	6,081.10	7,638.30	8,422.20
10010000531	2014	12	95.00	-	-	20,848.50	2,786.00
10010001131	2014	12	189.60	-	-	39,360.00	4,182.00
10010001171	2014	12	145.30	8,722.80	29,284.30	38,007.00	2,978.70
10010003171	2014	12	166.90	40,836.00	-	40,836.00	5,379.20
10010012517	2014	12	22.15	984.00	4,223.00	5,207.00	4,710.90
10010000531	2015	1	91.90	-	-	15,129.00	1,057.80
10010001131	2015	1	189.60	-	-	29,110.00	3,977.00
10010001171	2015	1	144.30	-	-	26,978.00	1,674.90
10010003171	2015	1	166.90	28,454.00	-	28,454.00	4,009.80
10010012517	2015	1	25.97	820.00	3,608.00	4,428.00	4,001.60
10010000531	2015	2	91.60	-	-	15,928.50	2,417.00
10010001131	2015	2	189.60	-	-	26,445.00	4,161.50
10010001171	2015	2	144.30	7,472.30	24,354.00	31,826.30	3,059.60
10010003171	2015	2	166.90	32,144.00	-	32,144.00	3,558.80
10010012517	2015	2	30.70	938.50	4,294.80	5,233.20	5,412.30
10010000531	2015	3	89.50	-	-	17,281.50	2,564.60
10010001131	2015	3	187.60	-	-	26,855.00	3,423.50
10010001171	2015	3	143.10	8,087.30	25,071.50	33,158.80	3,643.90
10010003171	2015	3	166.90	32,226.00	-	32,226.00	4,846.20
10010012517	2015	3	27.02	865.50	3,741.30	4,606.80	4,345.70
10010003171	2015	4	171.80	40,754.00	-	40,754.00	7,863.80
10010012517	2015	4	32.36	1,115.20	4,400.90	5,516.10	4,635.00
10010000531	2015	4	88.00	-	-	17,650.50	2,945.80
10010001131	2015	4	181.40	-	-	36,490.00	5,248.00
10010001171	2015	4	150.10	9,522.30	32,031.30	41,553.60	3,564.90
10010000531	2015	5	87.00	-	-	21,955.50	3,929.80
10010001131	2015	5	175.30	-	-	44,895.00	6,826.50
10010001171	2015	5	137.60	13,263.50	36,428.50	49,692.00	3,952.40
10010003171	2015	5	173.80	50,594.00	-	50,594.00	12,291.80
10010012517	2015	5	44.60	1,501.40	6,101.60	7,603.00	7,225.80
10010000531	2015	6	77.20	-	-	13,776.00	4,169.70
10010001131	2015	6	179.40	-	-	24,190.00	3,198.00

10010003171	2016	3	168.10	-	-	35,998.00	6,748.60
10010012517	2016	3	18.12	806.10	3,157.80	3,963.90	3,576.30
10010000531	2016	4	76.30	-	-	19,126.50	2,687.60
10010001131	2016	4	210.10	-	-	38,745.00	5,801.50
10010001171	2016	4	151.20	10,475.50	29,643.00	40,118.50	6,004.50
10010003171	2016	4	168.10	46,740.00	-	46,740.00	8,938.00
10010012517	2016	4	31.74	1,466.20	5,475.10	6,941.30	6,160.30
10010000531	2016	5	66.10	4,182.00	18,019.50	22,201.50	4,778.60
10010001131	2016	5	231.70	-	-	46,740.00	6,478.00
10010001171	2016	5	143.60	12,136.00	30,442.50	42,578.50	7,019.20
10010003171	2016	5	164.40	-	-	48,708.00	5,477.60
10010012517	2016	5	46.09	2,259.90	7,819.10	10,079.00	10,116.80
10010000531	2016	6	72.90	-	-	21,402.00	5,079.90
10010001131	2016	6	239.90	-	-	48,790.00	6,273.00
10010001171	2016	6	133.20	11,152.00	28,935.80	40,087.80	8,217.40
10010003171	2016	6	169.70	49,282.00	-	49,282.00	4,813.40
10010012517	2016	6	44.17	2,122.20	7,537.40	9,659.60	9,763.30
10010000531	2016	7	84.00	-	-	17,527.50	3,597.80
10010001131	2016	7	242.90	-	-	37,720.00	5,289.00
10010001171	2016	7	140.80	8,999.50	22,211.80	31,211.30	6,237.10
10010003171	2016	7	192.30	39,442.00	-	39,442.00	3,829.40
10010012517	2016	7	41.56	1,822.90	7,267.30	9,090.10	9,356.90
10010000531	2016	8	84.00	-	-	20,172.00	4,280.40
10010001131	2016	8	244.00	-	-	46,535.00	6,539.50
10010001171	2016	8	144.40	10,127.00	27,675.00	37,802.00	6,678.90
10010003171	2016	8	192.30	46,412.00	-	46,412.00	4,280.40
10010012517	2016	8	21.68	956.90	3,783.50	4,740.40	4,287.90
10010000531	2016	9	84.00	-	-	18,573.00	4,575.60
10010001131	2016	9	244.00	-	-	36,900.00	4,305.00
10010001171	2016	9	144.40	8,733.00	25,830.00	34,563.00	6,154.10
10010003171	2016	9	192.30	39,606.00	-	39,606.00	3,206.20
10010012517	2016	9	53.80	2,542.00	9,225.00	11,767.00	12,172.90
10010000531	2016	10	84.00	-	-	22,017.00	6,555.90
10010001131	2016	10	244.00	-	-	50,020.00	7,339.00
10010001171	2016	10	144.40	11,172.50	29,110.00	40,282.50	8,415.30
10010003171	2016	10	192.30	46,584.20	-	46,584.20	5,428.40
10010012517	2016	10	40.49	1,927.00	6,929.00	8,856.00	9,725.20
10010000531	2016	11	84.00	-	-	15,867.00	4,772.40
10010001131	2016	11	242.90	-	-	30,955.00	4,858.50
10010001171	2016	11	144.40	-	-	26,240.00	3,505.50
10010003171	2016	11	192.30	28,639.30	-	28,639.30	3,102.20
10010012517	2016	11	38.91	1,552.70	6,956.50	8,509.10	9,086.80
10010000531	2016	12	81.80	-	-	18,942.00	4,895.40
10010001131	2016	12	242.90	-	-	39,975.00	6,662.50
10010001171	2016	12	144.40	8,774.00	24,784.50	33,558.50	5,369.00

10010001171	2015	6	152.30	-	-	19,885.00	1,691.30
10010003171	2015	6	179.20	24,026.00	-	24,026.00	4,600.20
10010012517	2015	6	29.94	1,024.60	4,079.10	5,103.70	4,670.60
10010000531	2015	7	83.00	-	-	19,618.50	3,770.00
10010001131	2015	7	195.80	-	-	39,155.00	5,678.50
10010001171	2015	7	153.80	10,742.00	35,137.00	45,879.00	1,324.30
10010003171	2015	7	183.30	45,592.00	-	45,592.00	9,528.40
10010012517	2015	7	46.00	1,471.10	6,371.00	7,842.10	7,629.20
10010000531	2015	8	83.00	-	-	17,158.50	2,294.00
10010001131	2015	8	221.40	-	-	37,105.00	4,653.50
10010001171	2015	8	153.80	-	-	36,213.30	1,374.50
10010003171	2015	8	183.30	41,656.00	-	41,656.00	4,067.20
10010012517	2015	8	24.29	886.80	3,254.60	4,141.40	3,378.70
10010000531	2015	9	83.00	-	-	19,003.50	3,647.00
10010001131	2015	9	221.40	-	-	40,180.00	5,781.00
10010001171	2015	9	157.20	-	-	40,528.50	2,119.70
10010003171	2015	9	183.30	46,412.00	-	46,412.00	9,282.40
10010012517	2015	9	43.36	1,609.70	5,783.10	7,392.70	6,518.10
10010000531	2015	10	80.00	3,874.50	16,051.50	19,926.00	4,415.70
10010001131	2015	10	221.40	-	-	40,590.00	5,453.00
10010001171	2015	10	156.90	9,009.80	27,511.00	36,520.80	2,891.50
10010003171	2015	10	183.30	-	-	41,000.00	9,676.00
10010012517	2015	10	45.35	1,631.40	6,100.80	7,732.20	1,288.80
10010000531	2015	11	83.00	-	-	17,712.00	3,665.40
10010001131	2015	11	221.40	-	-	31,365.00	5,555.50
10010001171	2015	11	156.90	11,623.50	23,113.80	34,737.30	2,155.60
10010003171	2015	11	183.30	38,130.00	-	38,130.00	8,651.00
10010012517	2015	11	45.68	1,558.40	6,229.50	7,788.00	14,046.40
10010000531	2015	12	83.00	-	-	18,696.00	2,878.20
10010003171	2015	12	178.80	41,082.00	-	41,082.00	3,173.40
10010001131	2015	12	221.40	-	-	39,155.00	5,268.50
10010001171	2015	12	156.90	9,594.00	27,480.30	37,074.30	2,397.50
10010012517	2015	12	30.16	972.50	4,169.70	5,142.20	4,765.60
10010000531	2016	1	81.80	-	-	18,019.50	2,035.70
10010001131	2016	1	220.40	-	-	31,365.00	5,760.50
10010001171	2016	1	156.30	-	-	31,190.80	4,101.00
10010003171	2016	1	170.60	37,310.00	-	37,310.00	13,817.00
10010012517	2016	1	18.35	734.70	3,277.50	4,012.30	3,226.80
10010000531	2016	2	81.80	-	-	17,343.00	824.10
10010001131	2016	2	199.90	-	-	27,265.00	5,350.50
10010001171	2016	2	156.30	8,784.30	24,067.00	32,851.30	4,289.60
10010003171	2016	2	170.60	-	-	37,146.00	7,552.20
10010012517	2016	2	22.76	1,020.10	3,956.90	4,977.00	4,580.20
10010000531	2016	3	76.30	-	-	17,404.50	1,236.20
10010001131	2016	3	198.90	-	-	28,495.00	5,186.50
10010001171	2016	3	151.20	7,339.00	24,764.00	32,103.00	3,519.90

10010000531	2010	9	95.50	-	-	17,527.50	522.80
10010003171	2010	9	283.70	35,916.00	-	35,916.00	8,331.20
10010001131	2010	9	124.00	-	-	29,110.00	2,747.00
10010001131	2010	10	123.00	-	-	28,290.00	3,198.00
10010001171	2010	10	134.30	-	-	31,990.30	6,136.70
10010003171	2010	10	168.10	-	-	40,918.00	9,208.60
10010000531	2010	10	78.10	-	-	18,880.50	854.90
10010012517	2010	10	10.40	1,112.70	4,915.10	6,027.80	5,071.50
10010000531	2010	11	78.10	-	-	18,942.00	1,082.40
10010001131	2010	11	123.00	-	-	25,215.00	1,865.50
10010001171	2010	11	134.30	-	-	28,802.50	2,798.30
10010003171	2010	11	168.10	38,622.00	-	38,622.00	10,717.40
10010012517	2010	11	10.25	1,152.50	4,786.30	5,938.90	4,989.10
10010000531	2010	12	78.10	-	-	18,819.00	1,488.30
10010001171	2010	12	134.30	-	-	30,555.30	6,341.70
10010012517	2010	12	7.54	672.40	3,698.60	4,371.00	3,344.70
10010003171	2010	12	168.10	37,966.00	-	37,966.00	9,684.20
10010001131	2010	12	125.10	-	-	28,290.00	4,018.00
10010001171	2011	1	134.30	-	-	34,081.30	5,581.10
10010000531	2011	1	78.40	-	-	20,110.50	1,223.90
10010012517	2011	1	10.51	781.10	5,313.20	6,094.20	5,257.80
10010003171	2011	1	168.10	39,852.00	-	39,852.00	8,462.40
10010001131	2011	1	128.10	-	-	34,235.00	4,079.50
10010012517	2011	2	11.64	1,226.70	5,519.40	6,746.10	5,442.30
10010001131	2011	2	128.10	-	-	32,390.00	3,403.00
10010001171	2011	2	133.80	-	-	33,691.80	7,102.20
10010000531	2011	2	78.40	-	-	18,819.00	934.80
10010003171	2011	2	166.50	36,162.00	-	36,162.00	7,437.40
10010003171	2011	3	161.50	32,554.00	-	32,554.00	6,961.80
10010012517	2011	3	7.31	360.00	3,878.20	4,238.20	3,514.50
10010001131	2011	3	127.10	-	-	29,930.00	2,501.00
10010001171	2011	3	134.80	-	-	30,934.50	5,715.40
10010000531	2011	3	78.40	-	-	17,404.50	-
10010003171	2011	4	161.50	29,438.00	-	29,438.00	7,158.60
10010000531	2011	4	75.70	-	-	13,591.50	-
10010012517	2011	4	10.35	1,037.70	4,960.60	5,998.30	5,197.20
10010001171	2011	4	133.30	-	-	25,727.50	4,059.00
10010001131	2011	4	127.10	-	-	23,165.00	1,455.50
10010001171	2011	5	133.30	-	-	28,054.30	4,457.70
10010003171	2011	5	163.60	33,866.00	-	33,866.00	7,716.20
10010012517	2011	5	11.56	1,343.20	5,358.30	6,701.50	5,901.30
10010001131	2011	5	127.10	-	-	25,625.00	717.50
10010000531	2011	5	75.70	-	-	15,805.50	-
10010003171	2011	6	176.30	39,852.00	-	39,852.00	9,692.40
10010000531	2011	6	78.70	-	-	18,880.50	178.40
10010001131	2011	6	127.10	-	-	30,750.00	2,460.00
10010001171	2011	6	134.20	-	-	32,349.00	5,178.30
10010012517	2011	6	12.09	1,342.80	5,667.40	7,010.20	6,375.30
10010001131	2011	7	129.20	-	-	32,185.00	3,874.50
10010012517	2011	7	10.44	1,189.80	4,861.40	6,051.20	5,323.60

10010000531	2010	9	95.50	-	-	17,527.50	522.80
10010003171	2010	9	283.70	35,916.00	-	35,916.00	8,331.20
10010001131	2010	9	124.00	-	-	29,110.00	2,747.00
10010001131	2010	10	123.00	-	-	28,290.00	3,198.00
10010001171	2010	10	134.30	-	-	31,990.30	6,136.70
10010003171	2010	10	168.10	-	-	40,918.00	9,208.60
10010000531	2010	10	78.10	-	-	18,880.50	854.90
10010012517	2010	10	10.40	1,112.70	4,915.10	6,027.80	5,071.50
10010000531	2010	11	78.10	-	-	18,942.00	1,082.40
10010001131	2010	11	123.00	-	-	25,215.00	1,865.50
10010001171	2010	11	134.30	-	-	28,802.50	2,798.30
10010003171	2010	11	168.10	38,622.00	-	38,622.00	10,717.40
10010012517	2010	11	10.25	1,152.50	4,786.30	5,938.90	4,989.10
10010000531	2010	12	78.10	-	-	18,819.00	1,488.30
10010001171	2010	12	134.30	-	-	30,555.30	6,341.70
10010012517	2010	12	7.54	672.40	3,698.60	4,371.00	3,344.70
10010003171	2010	12	168.10	37,966.00	-	37,966.00	9,684.20
10010001131	2010	12	125.10	-	-	28,290.00	4,018.00
10010001171	2011	1	134.30	-	-	34,081.30	5,581.10
10010000531	2011	1	78.40	-	-	20,110.50	1,223.90
10010012517	2011	1	10.51	781.10	5,313.20	6,094.20	5,257.80
10010003171	2011	1	168.10	39,852.00	-	39,852.00	8,462.40
10010001131	2011	1	128.10	-	-	34,235.00	4,079.50
10010012517	2011	2	11.64	1,226.70	5,519.40	6,746.10	5,442.30
10010001131	2011	2	128.10	-	-	32,390.00	3,403.00
10010001171	2011	2	133.80	-	-	33,691.80	7,102.20
10010000531	2011	2	78.40	-	-	18,819.00	934.80
10010003171	2011	2	166.50	36,162.00	-	36,162.00	7,437.40
10010003171	2011	3	161.50	32,554.00	-	32,554.00	6,961.80
10010012517	2011	3	7.31	360.00	3,878.20	4,238.20	3,514.50
10010001131	2011	3	127.10	-	-	29,930.00	2,501.00
10010001171	2011	3	134.80	-	-	30,934.50	5,715.40
10010000531	2011	3	78.40	-	-	17,404.50	-
10010003171	2011	4	161.50	29,438.00	-	29,438.00	7,158.60
10010000531	2011	4	75.70	-	-	13,591.50	-
10010012517	2011	4	10.35	1,037.70	4,960.60	5,998.30	5,197.20
10010001171	2011	4	133.30	-	-	25,727.50	4,059.00
10010001131	2011	4	127.10	-	-	23,165.00	1,455.50
10010001171	2011	5	133.30	-	-	28,054.30	4,457.70
10010003171	2011	5	163.60	33,866.00	-	33,866.00	7,716.20
10010012517	2011	5	11.56	1,343.20	5,358.30	6,701.50	5,901.30
10010001131	2011	5	127.10	-	-	25,625.00	717.50
10010000531	2011	5	75.70	-	-	15,805.50	-
10010003171	2011	6	176.30	39,852.00	-	39,852.00	9,692.40
10010000531	2011	6	78.70	-	-	18,880.50	178.40
10010001131	2011	6	127.10	-	-	30,750.00	2,460.00
10010001171	2011	6	134.20	-	-	32,349.00	5,178.30
10010012517	2011	6	12.09	1,342.80	5,667.40	7,010.20	6,375.30
10010001131	2011	7	129.20	-	-	32,185.00	3,874.50
10010012517	2011	7	10.44	1,189.80	4,861.40	6,051.20	5,323.60

ANEXO-3

MAXIMA DEMANDA Y REGIMEN DE OPERACIÓN

“ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE GENERACION ELECTRICA USANDO PANELES FOTOVOLTAICOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO”
EN EL DISTRITO DE WANCHAQ, PROVINCIA CUSCO Y DEPARTAMENTO DE CUSCO
1001000531-FAC. QUIMICA-ZOOTECNIA, AV. DE LA CULTURA NRO. 733

A.1.- OBJETIVOS

- A.1.1.- La información presentada servirá para la actualización del Planeamiento Eléctrico de la UNSAAC
- A.1.2.- Para conocer el crecimiento de la máxima demanda de cada sub estación y en total de la UNSAAC los últimos años
- A.1.3.- Para realizar el diagnóstico y diseño para el planteamiento de paneles solares.

A.2.- DATOS SOLICITADOS

- A.2.1.- Tipo de carga
- A.2.3.- Perfil de carga del mes de Máxima Demanda (régimen de operación)
- A.2.4.- Cuadro de Máxima Demanda anual promedio y perfil de crecimiento

A.3.- INFORMACION REQUERIDA

CARGA SOLICITADA	INFORMACION REQUERIDA DE ACUERDO AL PUNTO (A.2.)
CARGA <= 10 kW	(A.2.1.), (A.2.2)
10 < CARGA <= 200 kW	(A.2.1.), (A.2.2.), (A.2.3.), (A.2.4.)
200 kW < CARGA	(A.2.1.), (A.2.2.), (A.2.3.), (A.2.4.), (A.2.5.)

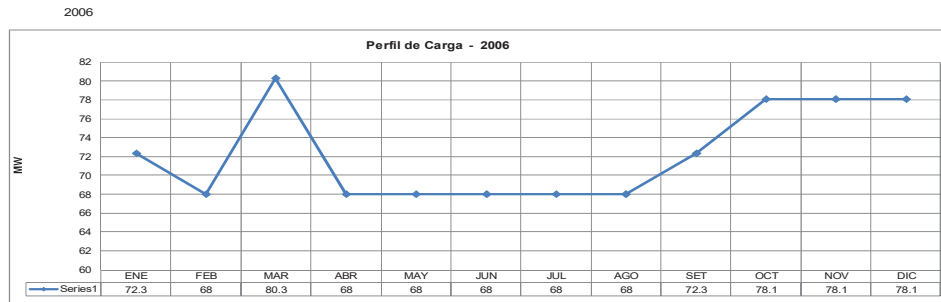
DATOS SOLICITADOS

- A.2.1. TIPO DE CARGA
USO GENERAL (ALUMBRADO-TOMACORRIENTES-CARGAS DE FUERZA)

A.2.3. PERFIL DE CARGA POR MES DE MAXIMA DEMANDA (REGIMEN DE OPERACIONES)

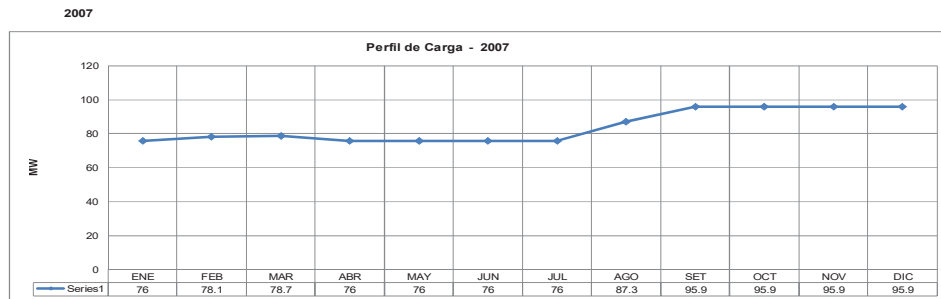
AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	72.3
FEB	68
MAR	80.3
ABR	68
MAY	68
JUN	68
JUL	68
AGO	68
SET	72.3
OCT	78.1
NOV	78.1
DIC	78.1
PROM	72.27



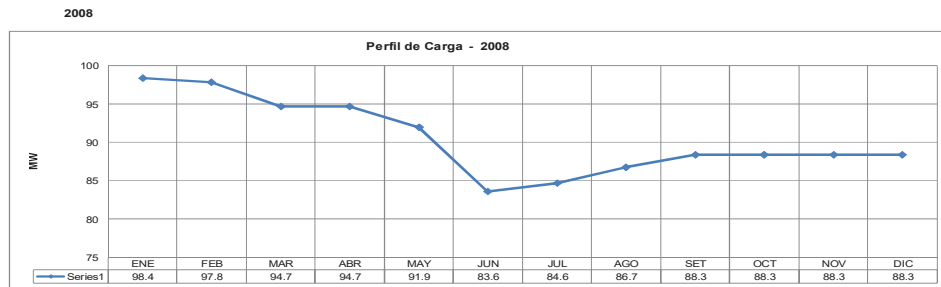
AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	76
FEB	78.1
MAR	78.7
ABR	76
MAY	76
JUN	76
JUL	76
AGO	87.3
SET	95.9
OCT	95.9
NOV	95.9
DIC	95.9
PROM	83.98



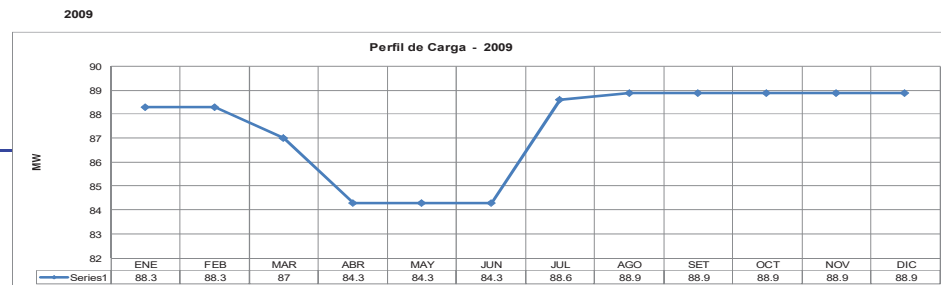
AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	98.4
FEB	97.8
MAR	94.7
ABR	94.7
MAY	91.9
JUN	83.6
JUL	84.6
AGO	86.7
SET	88.3
OCT	88.3
NOV	88.3
DIC	88.3
PROM	90.47



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

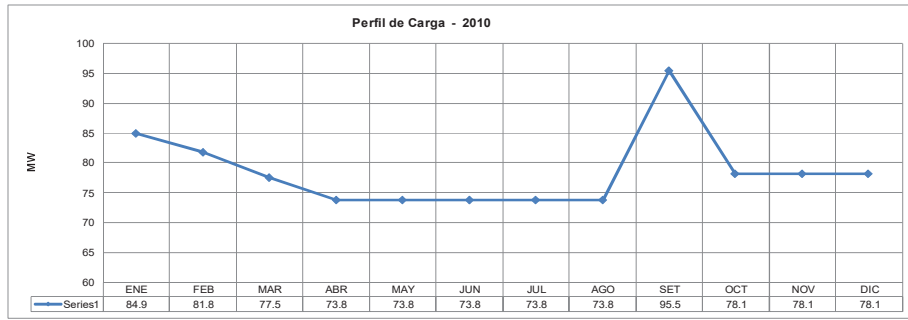
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	88.3
FEB	88.3
MAR	87
ABR	84.3
MAY	84.3
JUN	84.3
JUL	88.6
AGO	88.9
SET	88.9
OCT	88.9
NOV	88.9
DIC	88.9
PROM	87.47



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	84.9
FEB	81.8
MAR	77.5
ABR	73.8
MAY	73.8
JUN	73.8
JUL	73.8
AGO	73.8
SET	95.5
OCT	78.1
NOV	78.1
DIC	78.1
PROM	78.58

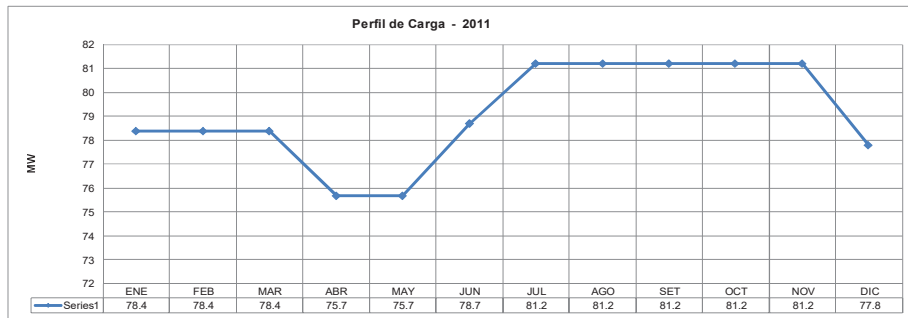
2010



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	78.4
FEB	78.4
MAR	78.4
ABR	75.7
MAY	75.7
JUN	78.7
JUL	81.2
AGO	81.2
SET	81.2
OCT	81.2
NOV	81.2
DIC	77.8
PROM	79.09

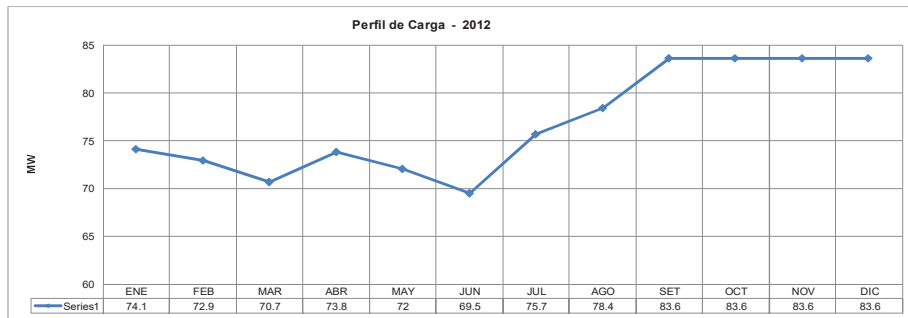
2011



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	74.1
FEB	72.9
MAR	70.7
ABR	73.8
MAY	72
JUN	69.5
JUL	75.7
AGO	78.4
SET	83.6
OCT	83.6
NOV	83.6
DIC	83.6
PROM	76.79

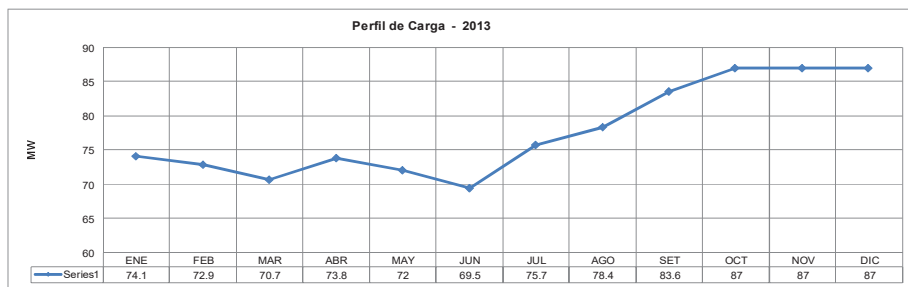
2012



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	74.1
FEB	72.9
MAR	70.7
ABR	73.8
MAY	72
JUN	69.5
JUL	75.7
AGO	78.4
SET	83.6
OCT	87
NOV	87
DIC	87
PROM	77.64

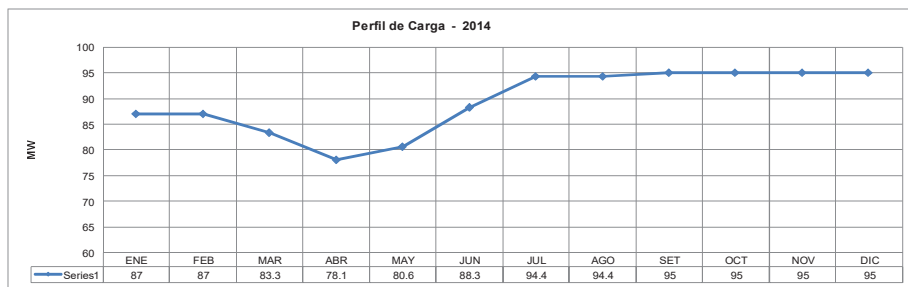
2013



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	87
FEB	87
MAR	83.3
ABR	78.1
MAY	80.6
JUN	88.3
JUL	94.4
AGO	94.4
SET	95
OCT	95
NOV	95
DIC	95
PROM	89.43

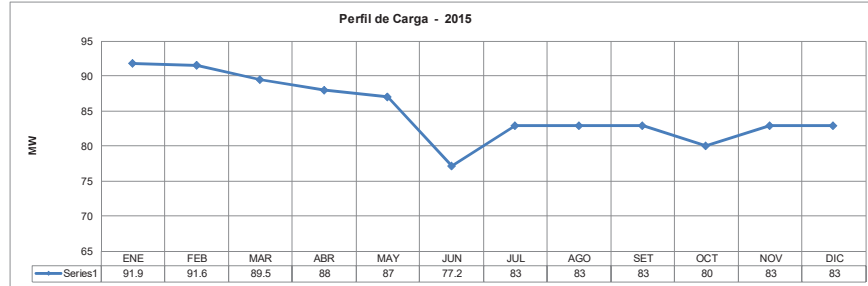
2014



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2015

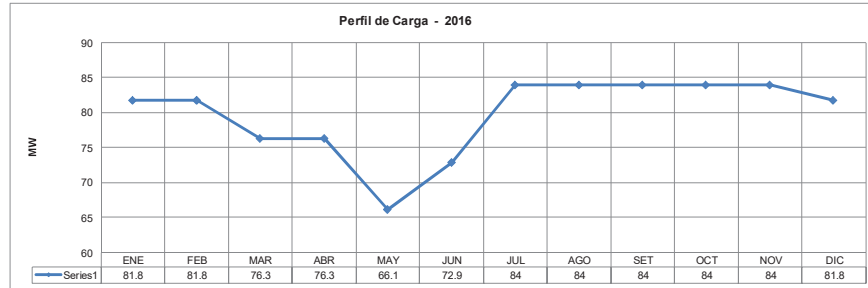
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	91.9
FEB	91.6
MAR	89.5
ABR	88
MAY	87
JUN	77.2
JUL	83
AGO	83
SET	83
OCT	80
NOV	83
DIC	83
PROM	85.02



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2016

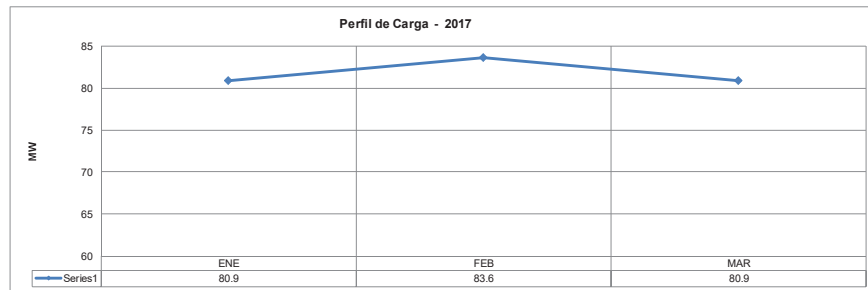
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	81.8
FEB	81.8
MAR	76.3
ABR	76.3
MAY	66.1
JUN	72.9
JUL	84
AGO	84
SET	84
OCT	84
NOV	84
DIC	81.8
PROM	79.75



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2017

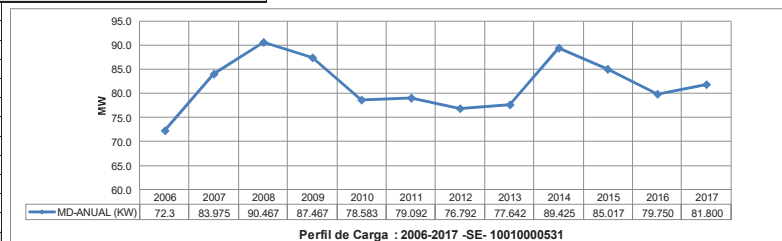
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	80.9
FEB	83.6
MAR	80.9
ABR	-
MAY	-
JUN	-
JUL	-
AGO	-
SET	-
OCT	-
NOV	-
DIC	-
PROM	81.80



A.2.4. CUADRO DE MAXIMA DEMANDA PROMEDIO ANUAL - PERFIL DE CRECIMIENTO

CLIENTE UNSAAC-SE. 1001000531 - FAC. QUIMICA-ZOOTECNIA, AV. DE LA CULTURA NRO. 733

AÑO	MAXIMA DEMANDA PROMEDIO-(KW)
2006	72.3
2007	83.975
2008	90.467
2009	87.467
2010	78.583
2011	79.092
2012	76.792
2013	77.642
2014	89.425
2015	85.017
2016	79.750
2017	81.800
PROM	89.30



MAXIMA DEMANDA Y REGIMEN DE OPERACIÓN

**“ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE GENERACION ELECTRICA USANDO PANELES FOTOVOLTAICOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO”
EN EL DISTRITO DE WACHAQ, PROVINCIA CUSCO Y DEPARTAMENTO DE CUSCO
10010001131-PAB. COMEDOR - AV. DE LA CULTURA NRO. 733**

A.1.- OBJETIVOS

- A.1.1.- La información presentada servirá para la actualización del Planeamiento Eléctrico de la UNSAAC
- A.1.2.- Para conocer el crecimiento de la máxima demanda de cada sub estación y en total de la UNSAAC los últimos años
- A.1.3.- Para realizar el diagnostico y diseño para el planteamiento de paneles solares.

A.2.- DATOS SOLICITADOS

- A.2.1.- Tipo de carga
- A.2.3.- Perfil de carga del mes de Máxima Demanda (régimen de operación)
- A.2.4.- Cuadro de Máxima Demanda anual promedio y perfil de crecimiento

A.3.- INFORMACION REQUERIDA

CARGA SOLICITADA	INFORMACION REQUERIDA DE ACUERDO AL PUNTO (A.2.)
CARGA <= 10 kW	(A.2.1.), (A.2.2)
10 < CARGA <= 200 kW	(A.2.1.), (A.2.2.), (A.2.3.), (A.2.4.)
200 kW < CARGA	(A.2.1.), (A.2.2.), (A.2.3.), (A.2.4.), (A.2.5.)

DATOS SOLICITADOS

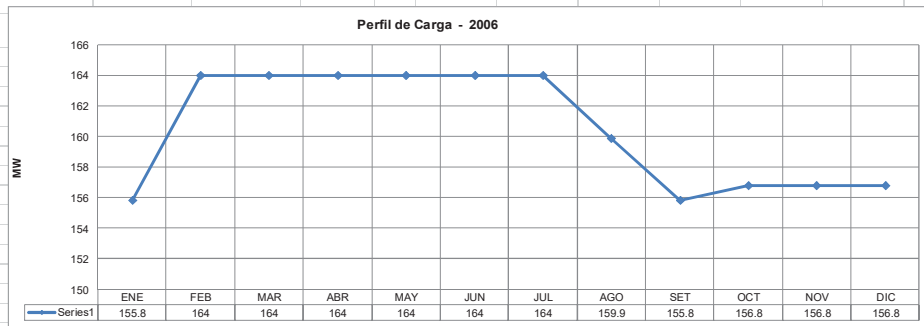
A.2.1. TIPO DE CARGA

USO GENERAL (ALUMBRADO-TOMACORRIENTES-CARGAS DE FUERZA)

A.2.3. PERFIL DE CARGA POR MES DE MAXIMA DEMANDA (REGIMEN DE OPERACIONES)

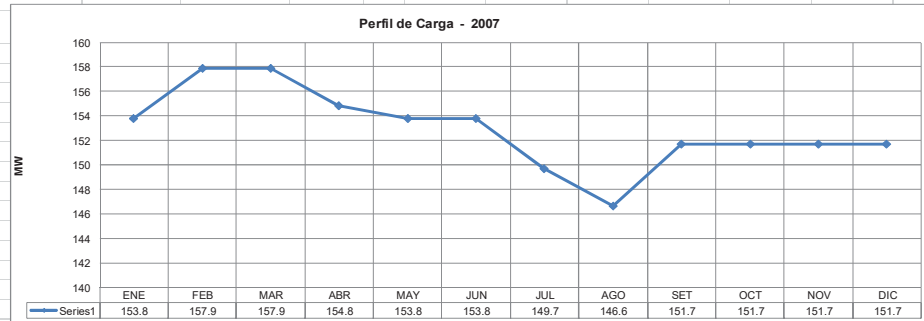
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2006

MES	MAXIMA DEMANDA (kW)
ENE	155.8
FEB	164
MAR	164
ABR	164
MAY	164
JUN	164
JUL	164
AGO	159.9
SET	155.8
OCT	156.8
NOV	156.8
DIC	156.8
PROM	160.49



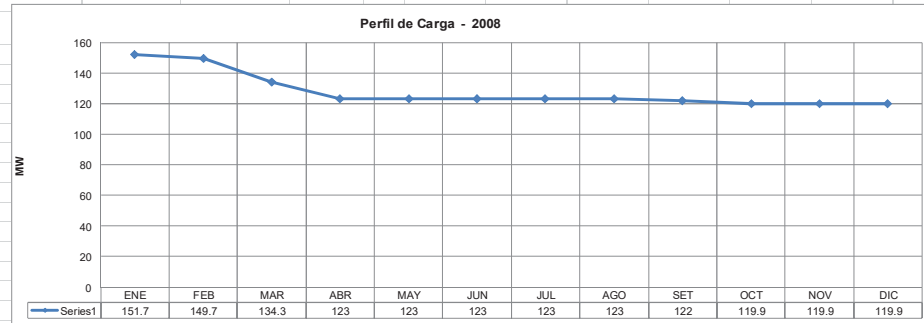
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2007

MES	MAXIMA DEMANDA (kW)
ENE	153.8
FEB	157.9
MAR	157.9
ABR	154.8
MAY	153.8
JUN	153.8
JUL	149.7
AGO	146.6
SET	151.7
OCT	151.7
NOV	151.7
DIC	151.7
PROM	152.93



AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2008

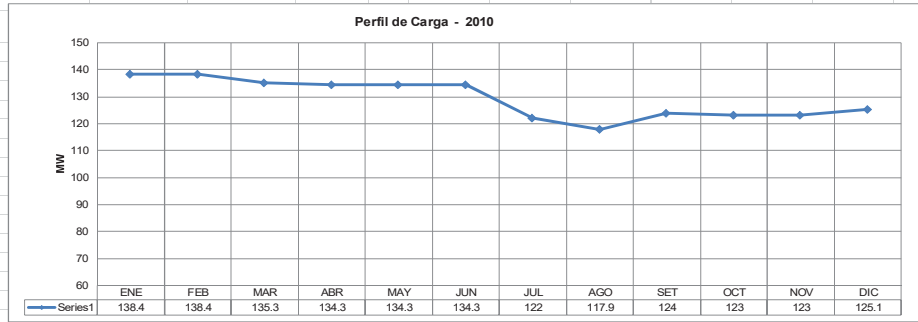
MES	MAXIMA DEMANDA (kW)
ENE	151.7
FEB	149.7
MAR	134.3
ABR	123
MAY	123
JUN	123
JUL	123
AGO	123
SET	122
OCT	119.9
NOV	119.9
DIC	119.9
PROM	127.70



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2010

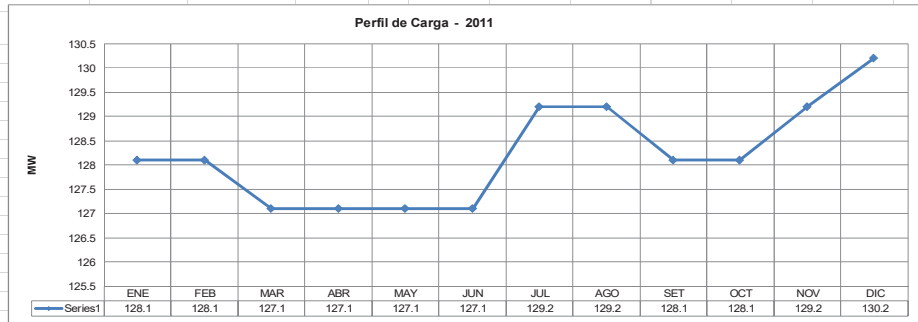
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	138.4
FEB	138.4
MAR	135.3
ABR	134.3
MAY	134.3
JUN	134.3
JUL	122
AGO	117.9
SET	124
OCT	123
NOV	123
DIC	125.1
PROM	129.17



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2011

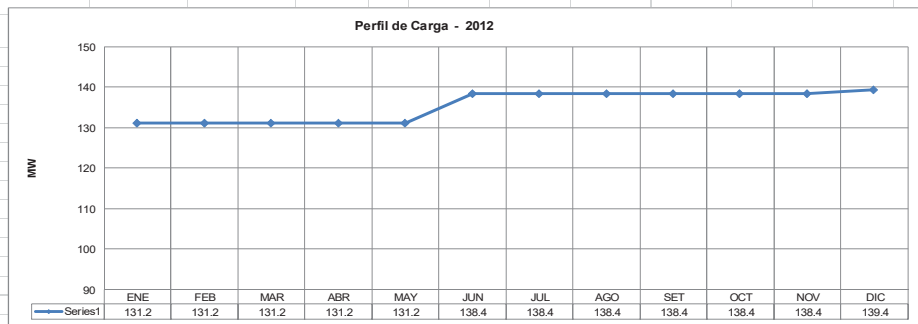
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	128.1
FEB	128.1
MAR	127.1
ABR	127.1
MAY	127.1
JUN	127.1
JUL	129.2
AGO	129.2
SET	128.1
OCT	128.1
NOV	129.2
DIC	130.2
PROM	128.22



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2012

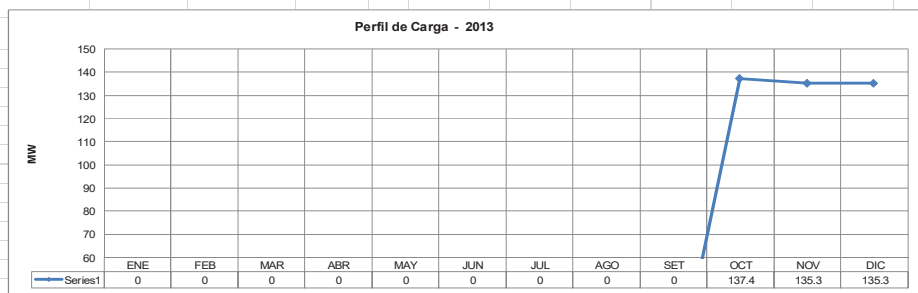
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	131.2
FEB	131.2
MAR	131.2
ABR	131.2
MAY	131.2
JUN	138.4
JUL	138.4
AGO	138.4
SET	138.4
OCT	138.4
NOV	138.4
DIC	139.4
PROM	135.48



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2013

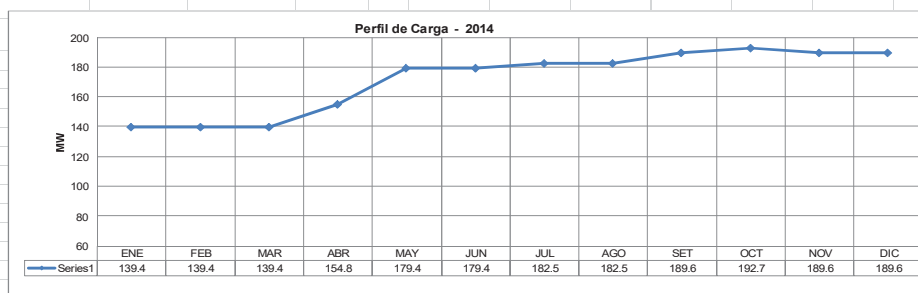
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	-
FEB	-
MAR	-
ABR	-
MAY	-
JUN	-
JUL	-
AGO	-
SET	-
OCT	137.4
NOV	135.3
DIC	135.3
PROM	136.00



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

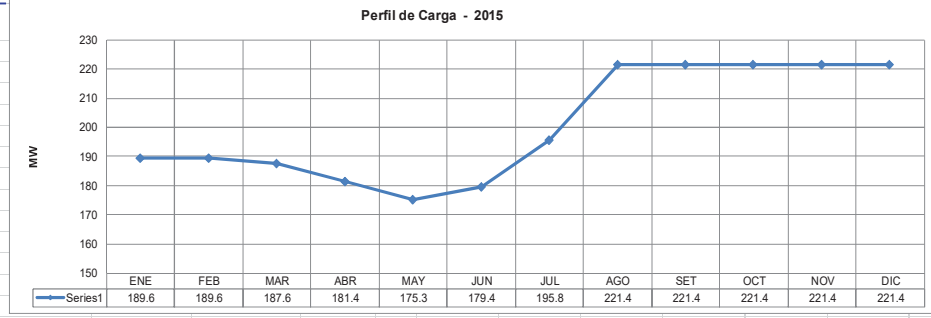
2014

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	139.4
FEB	139.4
MAR	139.4
ABR	154.8
MAY	179.4
JUN	179.4
JUL	182.5
AGO	182.5
SET	189.6
OCT	192.7
NOV	189.6
DIC	189.6
PROM	171.53



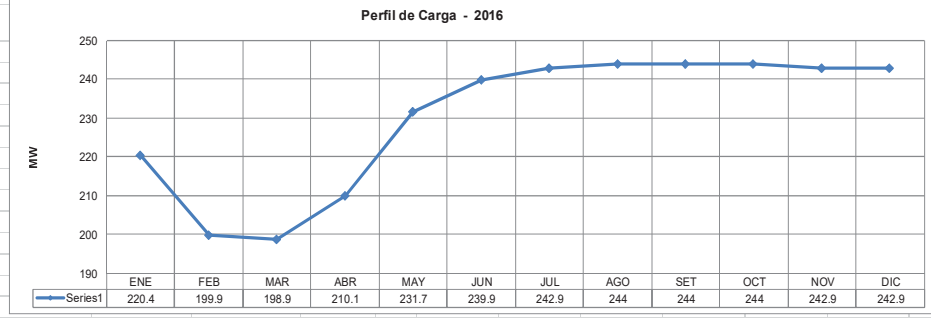
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2015

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	189.6
FEB	189.6
MAR	187.6
ABR	181.4
MAY	175.3
JUN	179.4
JUL	195.8
AGO	221.4
SET	221.4
OCT	221.4
NOV	221.4
DIC	221.4
PROM	200.48



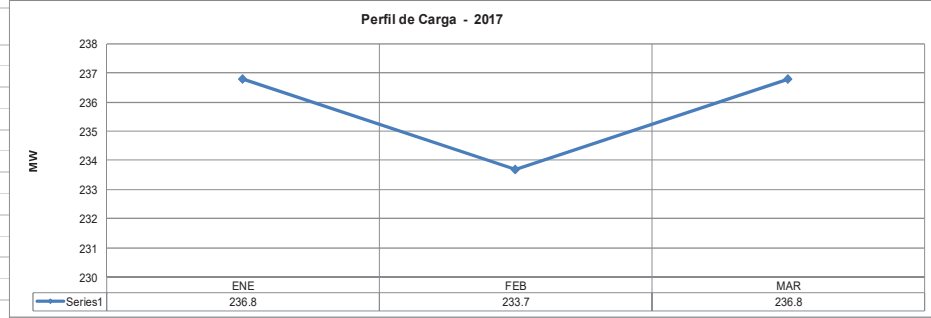
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2016

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	220.4
FEB	199.9
MAR	198.9
ABR	210.1
MAY	231.7
JUN	239.9
JUL	242.9
AGO	244
SET	244
OCT	244
NOV	242.9
DIC	242.9
PROM	230.13



AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2017

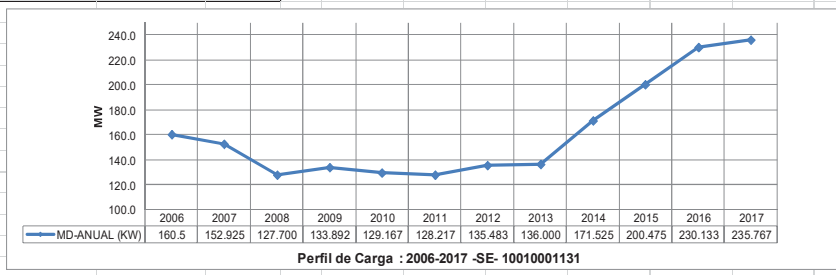
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	236.8
FEB	233.7
MAR	236.8
ABR	-
MAY	-
JUN	-
JUL	-
AGO	-
SET	-
OCT	-
NOV	-
DIC	-
PROM	235.77



A.2.4. CUADRO DE MAXIMA DEMANDA PROMEDIO ANUAL - PERFIL DE CRECIMIENTO

CLIENTE UNSAAC-SE.10010001131-PAB. COMEDOR - AV. DE LA CULTURA NRO. 733

AÑO	MAXIMA DEMANDA PROMEDIO-(KW)
2006	160.5
2007	152.925
2008	127.700
2009	133.892
2010	129.167
2011	128.217
2012	135.483
2013	136.000
2014	171.525
2015	200.475
2016	230.133
2017	235.767
PROM	176.53



MAXIMA DEMANDA Y REGIMEN DE OPERACIÓN

"ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE GENERACION ELECTRICA USANDO PANELES FOTOVOLTAICOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO" EN EL DISTRITO DE WANCHAQ, PROVINCIA CUSCO Y DEPARTAMENTO DE CUSCO
10010001171-S.E. ENTRADA - AV. DE LA CULTURA NRO. 733

A.1.- OBJETIVOS

- A.1.1.- La información presentada servirá para la actualización del Planeamiento Eléctrico de la UNSAAC
- A.1.2.- Para conocer el crecimiento de la máxima demanda de cada sub estación y en total de la UNSAAC los últimos años
- A.1.3.- Para realizar el diagnostico y diseño para el planteamiento de paneles solares.

A.2.- DATOS SOLICITADOS

- A.2.1.- Tipo de carga
- A.2.3.- Perfil de carga del mes de Máxima Demanda (régimen de operación)
- A.2.4.- Cuadro de Máxima Demanda anual promedio y perfil de crecimiento

A.3.- INFORMACION REQUERIDA

CARGA SOLICITADA	INFORMACION REQUERIDA DE ACUERDO AL PUNTO (A.2.)
CARGA <= 10 kW	(A.2.1.), (A.2.2)
10 < CARGA <= 200 kW	(A.2.1.), (A.2.2.), (A.2.3.), (A.2.4.)
200 kW < CARGA	(A.2.1.), (A.2.2), (A.2.3), (A.2.4.), (A.2.5.)

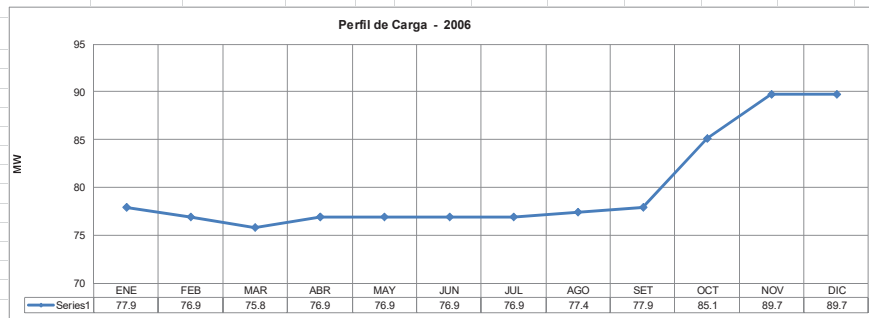
DATOS SOLICITADOS

- A.2.1. TIPO DE CARGA**
USO GENERAL (ALUMBRADO-TOMACORRIENTES-CARGAS DE FUERZA)

A.2.3. PERFIL DE CARGA POR MES DE MAXIMA DEMANDA (REGIMEN DE OPERACIONES)

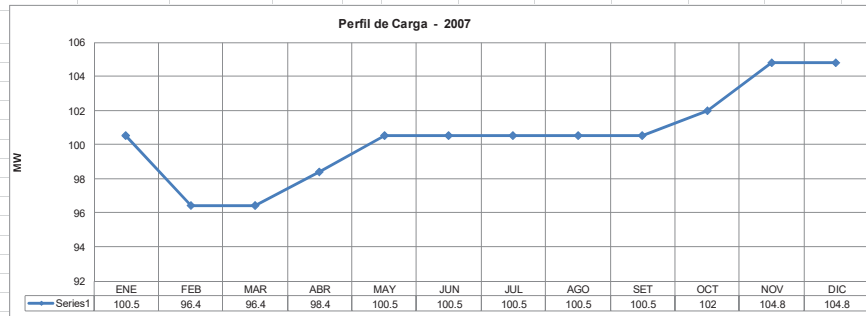
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2006

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	77.9
FEB	76.9
MAR	75.8
ABR	76.9
MAY	76.9
JUN	76.9
JUL	76.9
AGO	77.4
SET	77.9
OCT	85.1
NOV	89.7
DIC	89.7
PROM	79.83



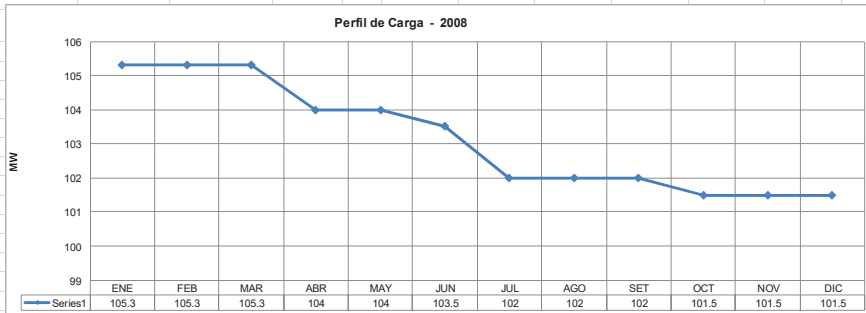
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2007

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	100.5
FEB	96.4
MAR	96.4
ABR	98.4
MAY	100.5
JUN	100.5
JUL	100.5
AGO	100.5
SET	100.5
OCT	102
NOV	104.8
DIC	104.8
PROM	100.48



AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2008

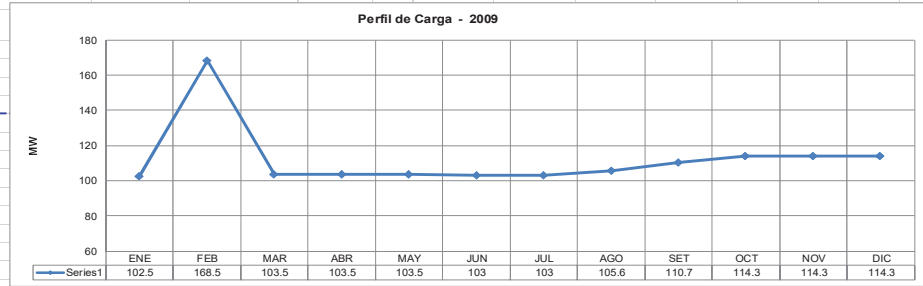
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	105.3
FEB	105.3
MAR	105.3
ABR	104
MAY	104
JUN	103.5
JUL	102
AGO	102
SET	102
OCT	101.5
NOV	101.5
DIC	101.5
PROM	103.16



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2009

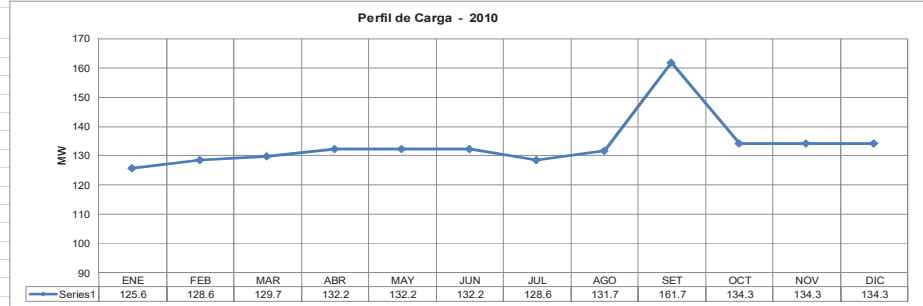
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	102.5
FEB	168.5
MAR	103.5
ABR	103.5
MAY	103.5
JUN	103
JUL	103
AGO	105.6
SET	110.7
OCT	114.3
NOV	114.3
DIC	114.3
PROM	112.23



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2010

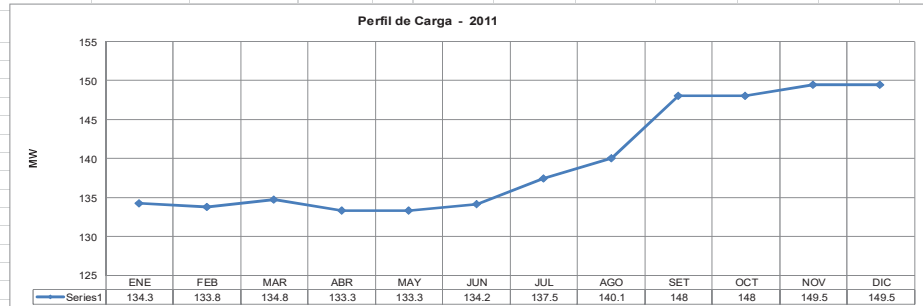
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	125.6
FEB	128.6
MAR	129.7
ABR	132.2
MAY	132.2
JUN	132.2
JUL	128.6
AGO	131.7
SET	161.7
OCT	134.3
NOV	134.3
DIC	134.3
PROM	133.78



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2011

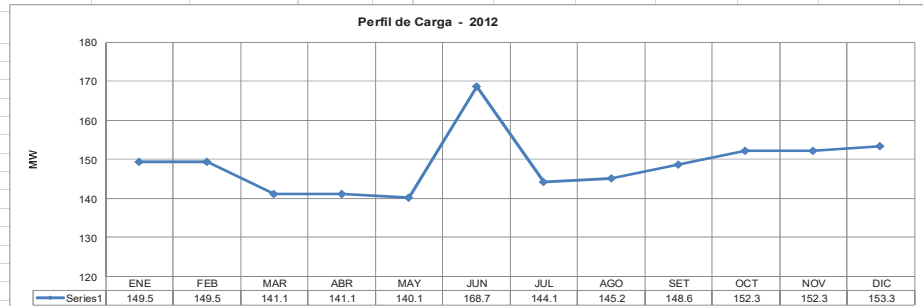
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	134.3
FEB	133.8
MAR	134.8
ABR	133.3
MAY	133.3
JUN	134.2
JUL	137.5
AGO	140.1
SET	148
OCT	148
NOV	149.5
DIC	149.5
PROM	139.69



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2012

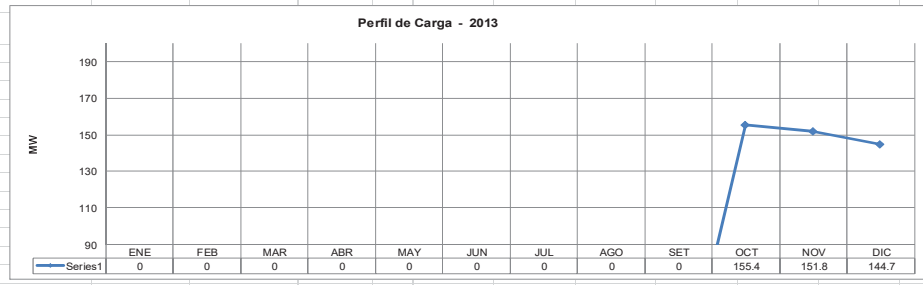
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	149.5
FEB	149.5
MAR	141.1
ABR	141.1
MAY	140.1
JUN	168.7
JUL	144.1
AGO	145.2
SET	148.6
OCT	152.3
NOV	152.3
DIC	153.3
PROM	148.82



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2013

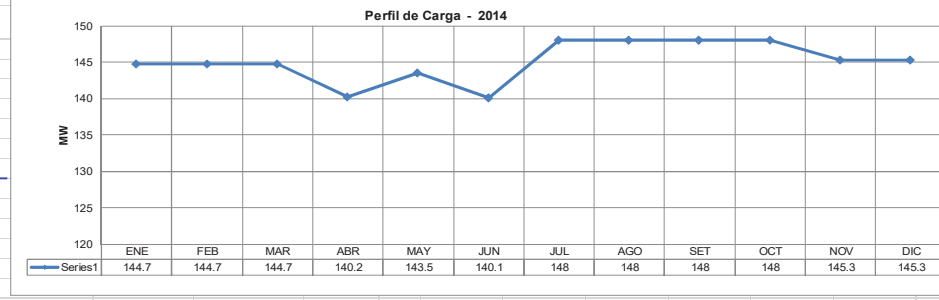
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	-
FEB	-
MAR	-
ABR	-
MAY	-
JUN	-
JUL	-
AGO	-
SET	-
OCT	155.4
NOV	151.8
DIC	144.7
PROM	150.63



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2014

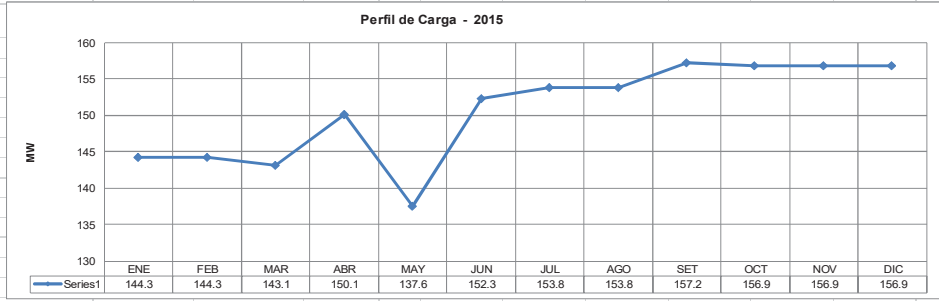
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	144.7
FEB	144.7
MAR	144.7
ABR	140.2
MAY	143.5
JUN	140.1
JUL	148
AGO	148
SET	148
OCT	148
NOV	145.3
DIC	145.3
PROM	145.04



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2015

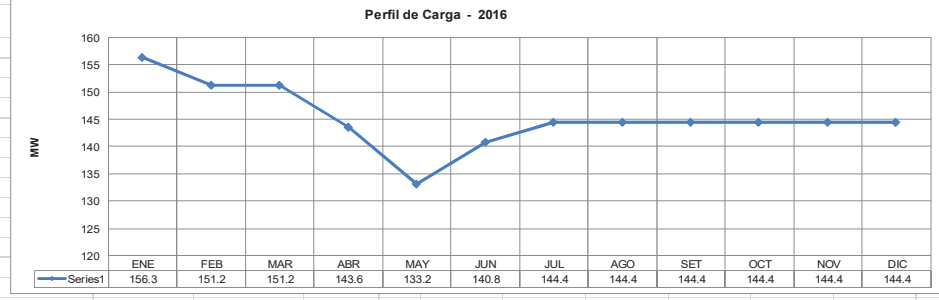
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	144.3
FEB	144.3
MAR	143.1
ABR	150.1
MAY	137.6
JUN	152.3
JUL	153.8
AGO	153.8
SET	157.2
OCT	156.9
NOV	156.9
DIC	156.9
PROM	150.60



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2016

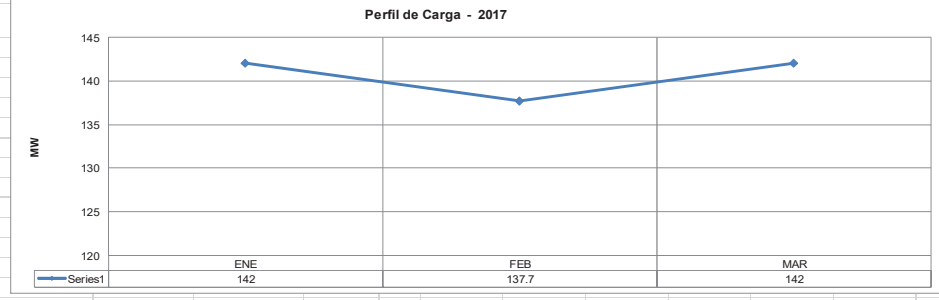
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	156.3
FEB	151.2
MAR	151.2
ABR	143.6
MAY	133.2
JUN	140.8
JUL	144.4
AGO	144.4
SET	144.4
OCT	144.4
NOV	144.4
DIC	144.4
PROM	145.23



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2017

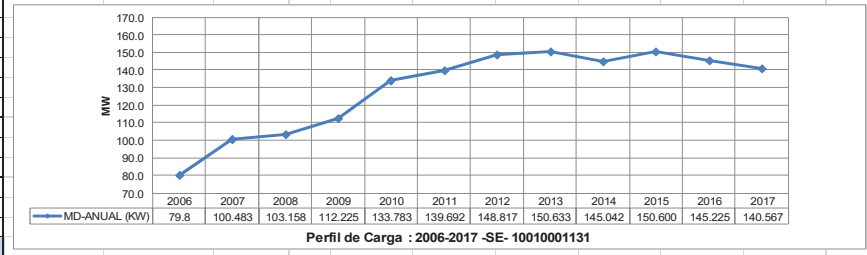
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	142
FEB	137.7
MAR	142
ABR	-
MAY	-
JUN	-
JUL	-
AGO	-
SET	-
OCT	-
NOV	-
DIC	-
PROM	140.57



A.2.4. CUADRO DE MAXIMA DEMANDA PROMEDIO ANUAL - PERFIL DE CRECIMIENTO

CLIENTE UNSAAC-SE.10010001171-PAB. COMEDOR - AV. DE LA CULTURA NRO. 733

AÑO	MAXIMA DEMANDA PROMEDIO-(KW)
2006	79.8
2007	100.483
2008	103.158
2009	112.225
2010	133.783
2011	139.692
2012	148.817
2013	150.633
2014	145.042
2015	150.600
2016	145.225
2017	140.567
PROM	140.91



MAXIMA DEMANDA Y REGIMEN DE OPERACIÓN

**“ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE GENERACION ELECTRICA USANDO PANELES FOTOVOLTAICOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO” EN EL DISTRITO DE WANCHAQ, PROVINCIA CUSCO Y DEPARTAMENTO DE CUSCO
10010003171-S.E. FAC. INGENIERIA ELECTRICA**

A.1.- OBJETIVOS

- A1.1.- La información presentada servirá para la actualización del Planeamiento Eléctrico de la UNSAAC
- A.1.2.- Para conocer el crecimiento de la maxima demanda de cada sub estación y en total de la UNSAAC los últimos años
- A.1.3.- Para realizar el diagnostico y diseño para el planteamiento de paneles solares.

A.2.- DATOS SOLICITADOS

- A.2.1.- Tipo de carga
- A.2.3.- Perfil de carga del mes de Máxima Demanda (régimen de operación)
- A.2.4.- Cuadro de Máxima Demanda anual promedio y perfil de crecimiento

A.3.- INFORMACION REQUERIDA

CARGA SOLICITADA	INFORMACION REQUERIDA DE ACUERDO AL PUNTO (A.2.)
CARGA <= 10 kW	(A.2.1.), (A.2.2)
10 < CARGA <= 200 kW	(A.2.1.), (A.2.2.), (A.2.3.), (A.2.4.)
200 kW < CARGA	(A.2.1.), (A.2.2), (A.2.3), (A.2.4.), (A.2.5.)

DATOS SOLICITADOS

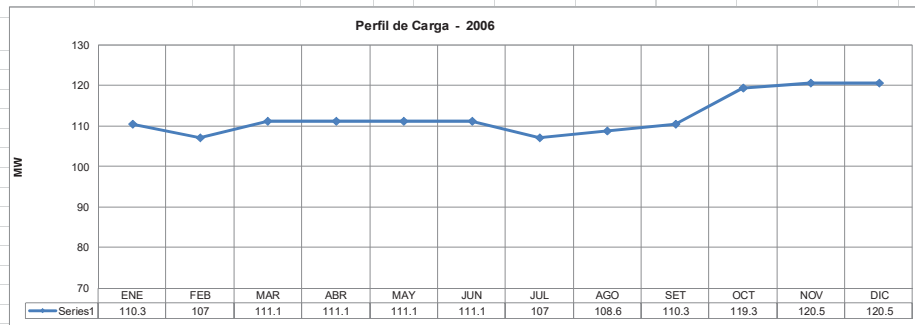
A.2.1. TIPO DE CARGA

USO GENERAL (ALUMBRADO-TOMACORRIENTES-CARGAS DE FUERZA)

A.2.3. PERFIL DE CARGA POR MES DE MAXIMA DEMANDA (REGIMEN DE OPERACIONES)

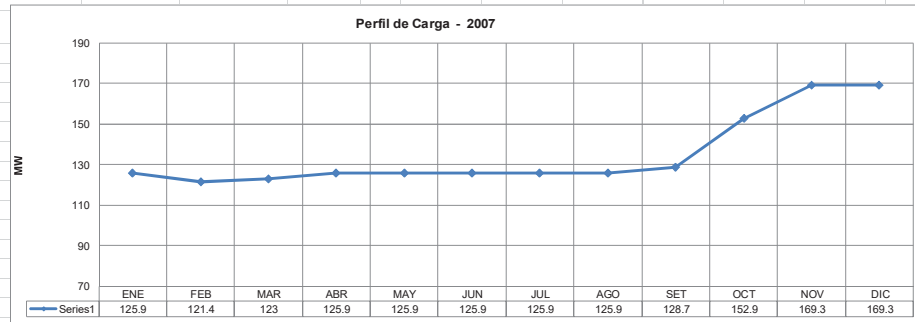
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2006

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	110.3
FEB	107
MAR	111.1
ABR	111.1
MAY	111.1
JUN	111.1
JUL	107
AGO	108.6
SET	110.3
OCT	119.3
NOV	120.5
DIC	120.5
PROM	112.33



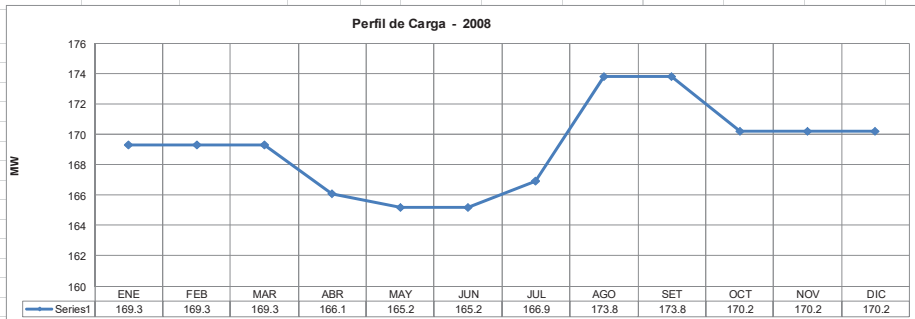
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2007

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	125.9
FEB	121.4
MAR	123
ABR	125.9
MAY	125.9
JUN	125.9
JUL	125.9
AGO	125.9
SET	128.7
OCT	152.9
NOV	169.3
DIC	169.3
PROM	135.00



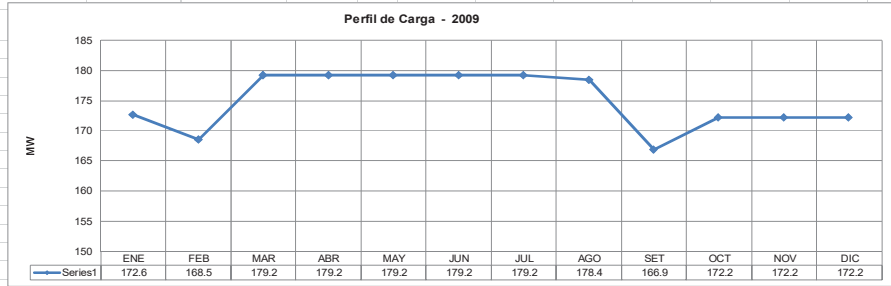
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2008

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	169.3
FEB	169.3
MAR	169.3
ABR	166.1
MAY	165.2
JUN	165.2
JUL	166.9
AGO	173.8
SET	173.8
OCT	170.2
NOV	170.2
DIC	170.2
PROM	169.13



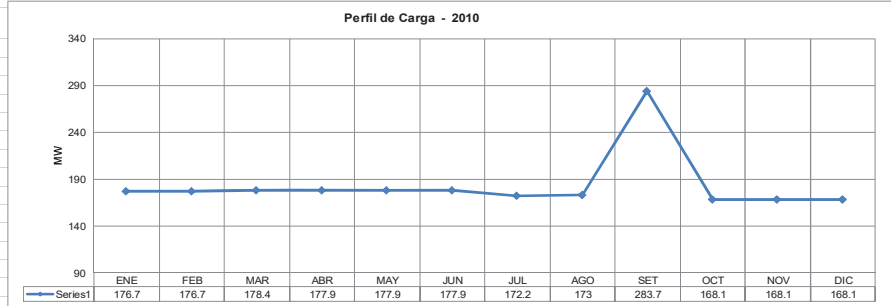
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2009

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	172.6
FEB	168.5
MAR	179.2
ABR	179.2
MAY	179.2
JUN	179.2
JUL	179.2
AGO	178.4
SET	166.9
OCT	172.2
NOV	172.2
DIC	172.2
PROM	174.92



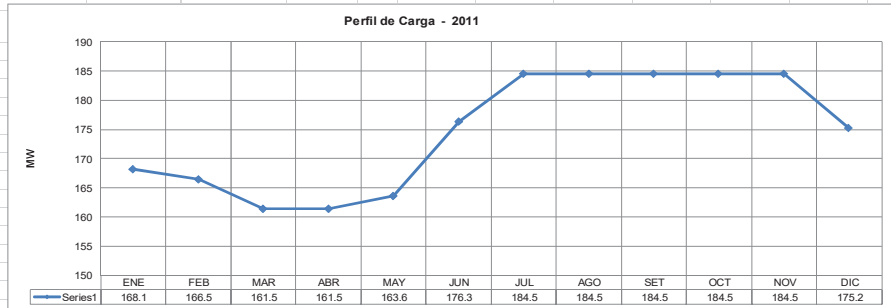
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2010

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	176.7
FEB	176.7
MAR	178.4
ABR	177.9
MAY	177.9
JUN	177.9
JUL	172.2
AGO	173
SET	283.7
OCT	168.1
NOV	168.1
DIC	168.1
PROM	183.23



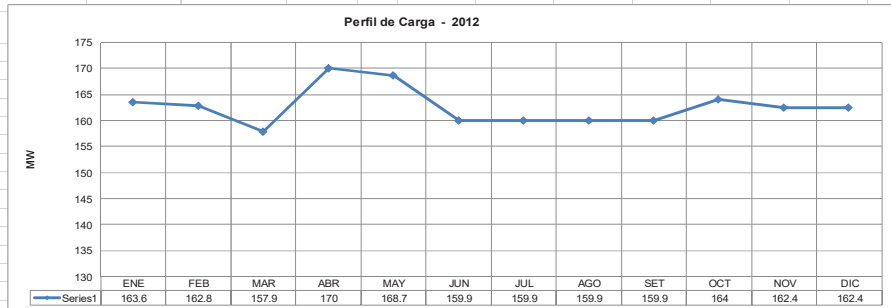
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2011

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	168.1
FEB	166.5
MAR	161.5
ABR	161.5
MAY	163.6
JUN	176.3
JUL	184.5
AGO	184.5
SET	184.5
OCT	184.5
NOV	184.5
DIC	175.2
PROM	174.60



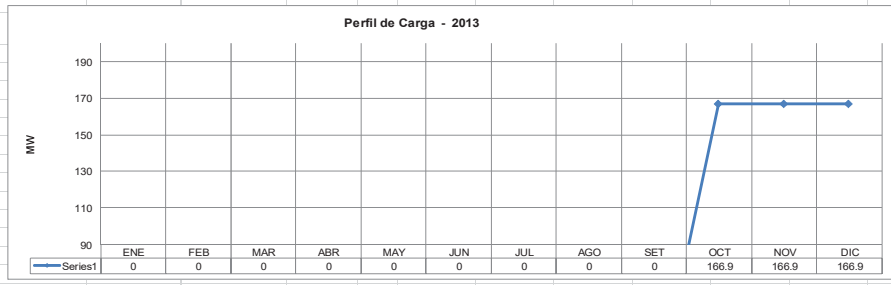
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2012

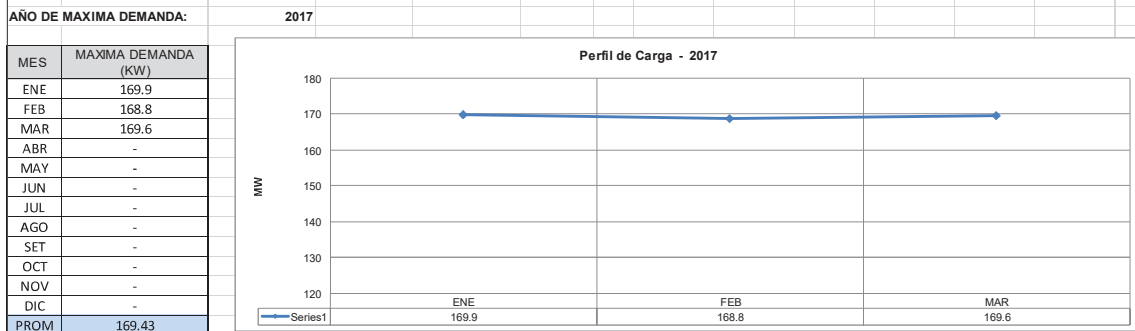
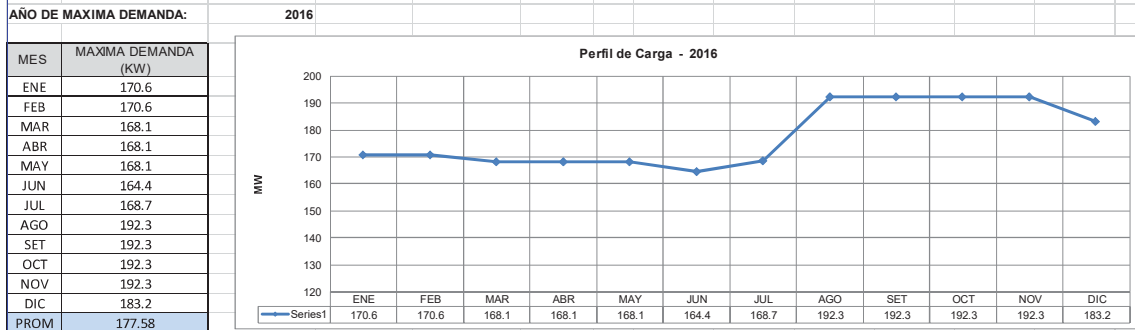
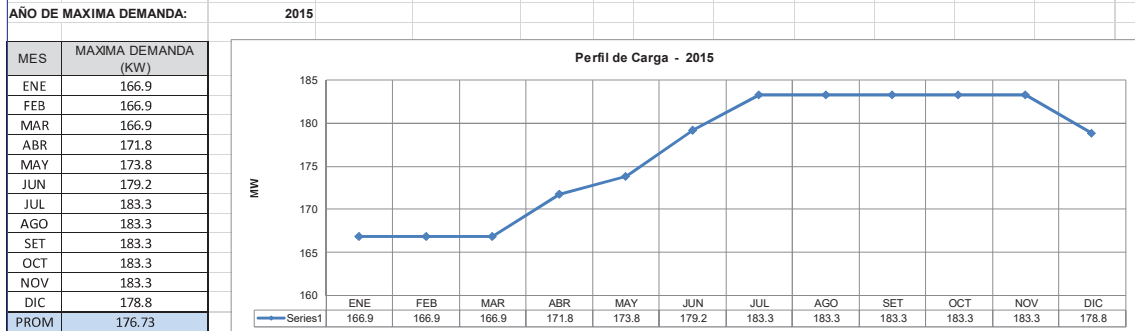
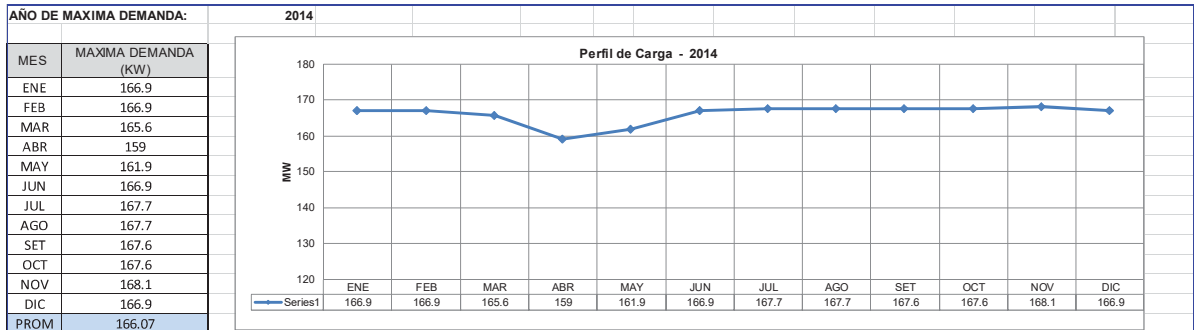
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	163.6
FEB	162.8
MAR	157.9
ABR	170
MAY	168.7
JUN	159.9
JUL	159.9
AGO	159.9
SET	159.9
OCT	164
NOV	162.4
DIC	162.4
PROM	162.62



AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2013

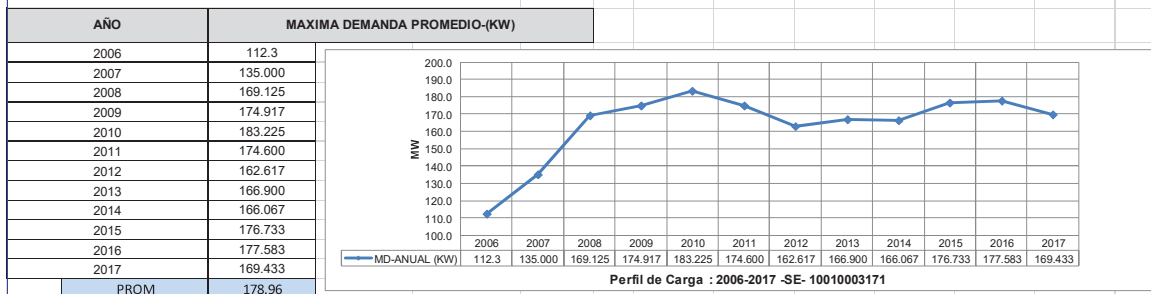
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	-
FEB	-
MAR	-
ABR	-
MAY	-
JUN	-
JUL	-
AGO	-
SET	-
OCT	166.9
NOV	166.9
DIC	166.9
PROM	166.90





A.2.4. CUADRO DE MAXIMA DEMANDA PROMEDIO ANUAL - PERFIL DE CRECIMIENTO

CLIENTE UNSAAC-SE.10010003171-FAC. INGENIERIA ELECTRICA



MAXIMA DEMANDA Y REGIMEN DE OPERACIÓN
“ESTUDIO TECNICO ECONOMICO DE GENERACION ELECTRICA USANDO PANELES FOTOVOLTAICOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO”
EN EL DISTRITO DE WANCHAQ, PROVINCIA CUSCO Y DEPARTAMENTO DE CUSCO
10010012517-S.E. CBU - AV. DE LA CULTURA N° 733

A.1.- OBJETIVOS

- A.1.1.- La información presentada servirá para la actualización del Planeamiento Eléctrico de la UNSAAC
- A.1.2.- Para conocer el crecimiento de la máxima demanda de cada sub estación y en total de la UNSAAC los últimos años
- A.1.3.- Para realizar el diagnóstico y diseño para el planteamiento de paneles solares.

A.2.- DATOS SOLICITADOS

- A.2.1.- Tipo de carga
- A.2.3.- Perfil de carga del mes de Máxima Demanda (régimen de operación)
- A.2.4.- Cuadro de Máxima Demanda anual promedio y perfil de crecimiento

A.3.- INFORMACION REQUERIDA

CARGA SOLICITADA	INFORMACION REQUERIDA DE ACUERDO AL PUNTO (A.2.)
CARGA <= 10 kW	(A.2.1.), (A.2.2)
10 < CARGA <= 200 kW	(A.2.1.), (A.2.2.), (A.2.3.), (A.2.4.)
200 kW < CARGA	(A.2.1.), (A.2.2.), (A.2.3), (A.2.4.), (A.2.5.)

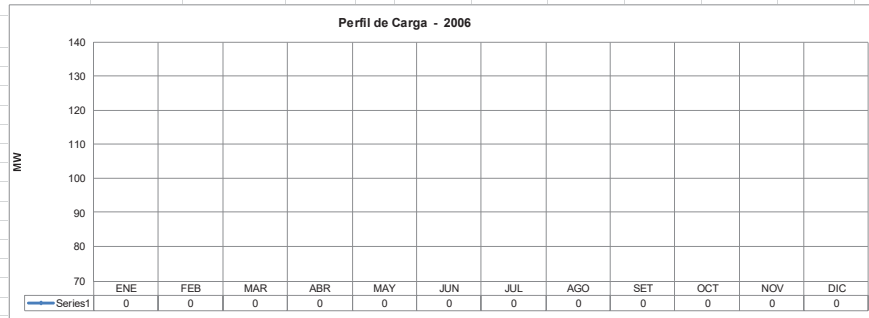
DATOS SOLICITADOS

A.2.1. TIPO DE CARGA
USO GENERAL (ALUMBRADO-TOMACORRIENTES-CARGAS DE FUERZA)

A.2.3. PERFIL DE CARGA POR MES DE MAXIMA DEMANDA (REGIMEN DE OPERACIONES)

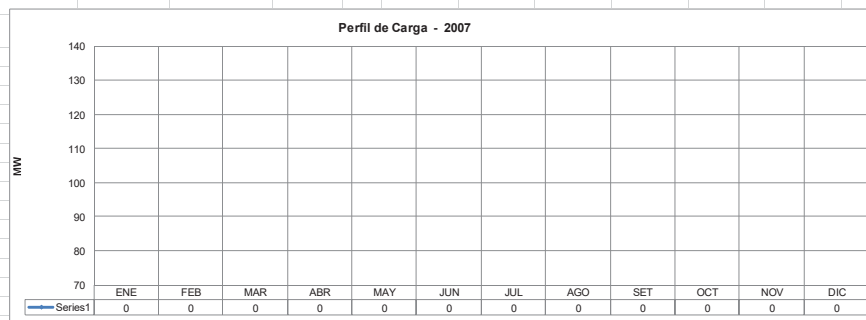
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2006

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	-
FEB	-
MAR	-
ABR	-
MAY	-
JUN	-
JUL	-
AGO	-
SET	-
OCT	-
NOV	-
DIC	-
PROM	0.00



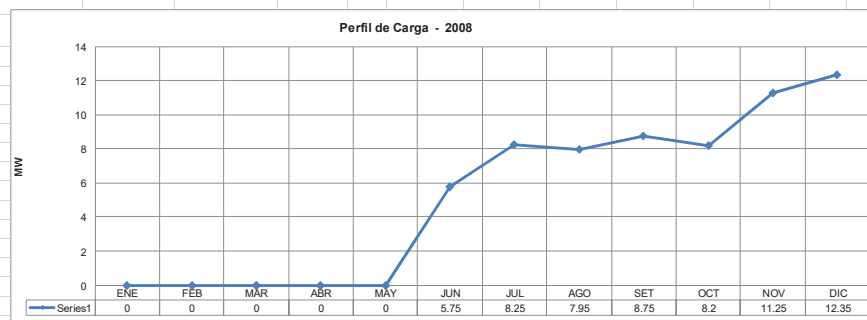
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2007

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	-
FEB	-
MAR	-
ABR	-
MAY	-
JUN	-
JUL	-
AGO	-
SET	-
OCT	-
NOV	-
DIC	-
PROM	0.00



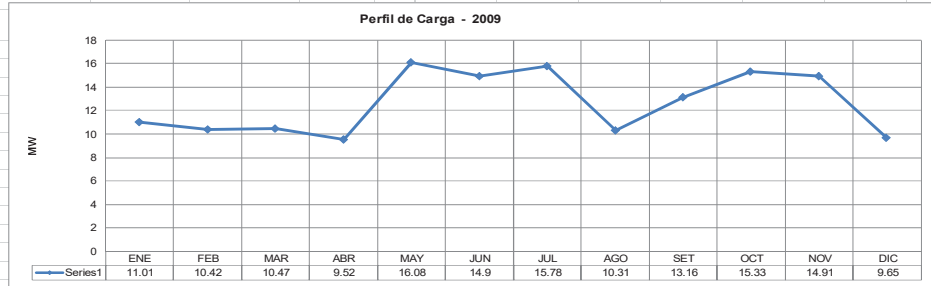
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2008

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	-
FEB	-
MAR	-
ABR	-
MAY	-
JUN	5.75
JUL	8.25
AGO	7.95
SET	8.75
OCT	8.2
NOV	11.25
DIC	12.35
PROM	5.21



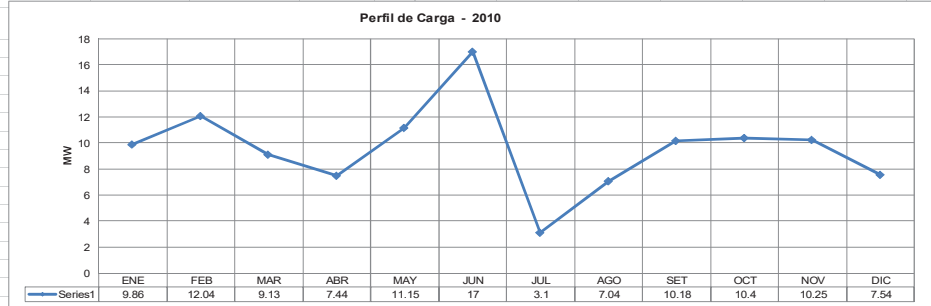
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2009

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	11.01
FEB	10.42
MAR	10.47
ABR	9.52
MAY	16.08
JUN	14.9
JUL	15.78
AGO	10.31
SET	13.16
OCT	15.33
NOV	14.91
DIC	9.65
PROM	12.63



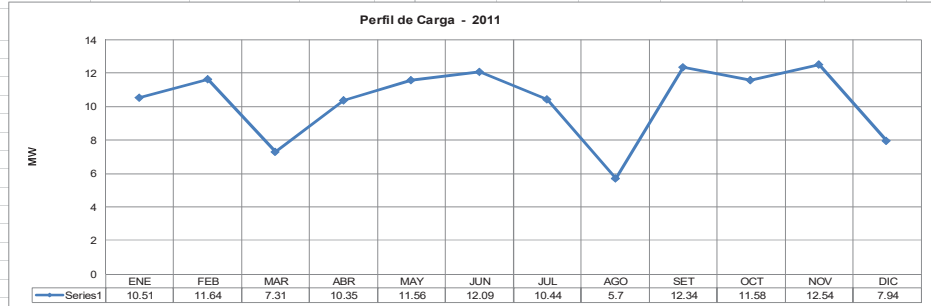
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2010

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	9.86
FEB	12.04
MAR	9.13
ABR	7.44
MAY	11.15
JUN	17
JUL	3.1
AGO	7.04
SET	10.18
OCT	10.4
NOV	10.25
DIC	7.54
PROM	9.59



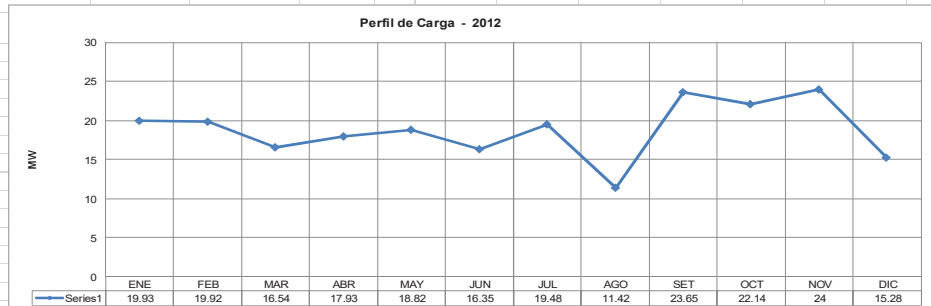
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2011

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	10.51
FEB	11.64
MAR	7.31
ABR	10.35
MAY	11.56
JUN	12.09
JUL	10.44
AGO	5.7
SET	12.34
OCT	11.58
NOV	12.54
DIC	7.94
PROM	10.33



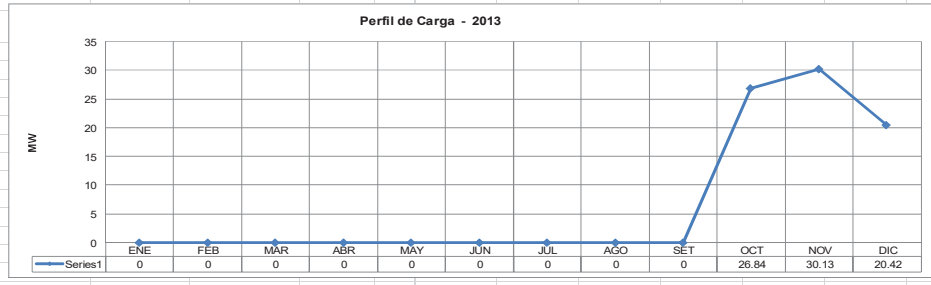
AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2012

MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	19.93
FEB	19.92
MAR	16.54
ABR	17.93
MAY	18.82
JUN	16.35
JUL	19.48
AGO	11.42
SET	23.65
OCT	22.14
NOV	24
DIC	15.28
PROM	18.79



AÑO DE MAXIMA DEMANDA: 2013

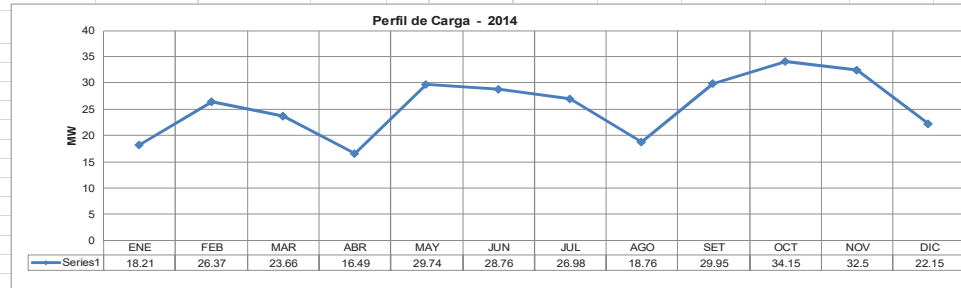
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	-
FEB	-
MAR	-
ABR	-
MAY	-
JUN	-
JUL	-
AGO	-
SET	-
OCT	26.84
NOV	30.13
DIC	20.42
PROM	25.80



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2014

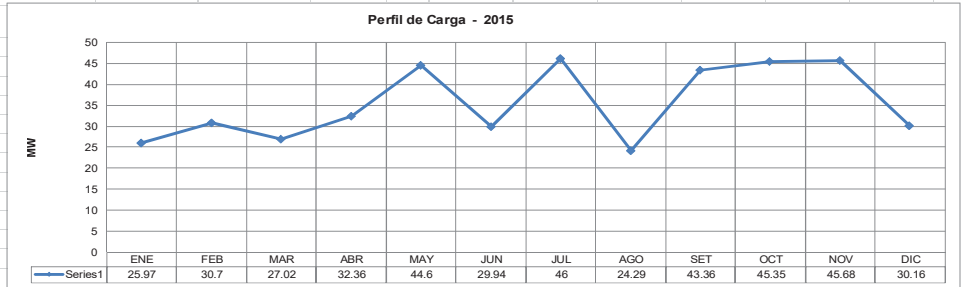
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	18.21
FEB	26.37
MAR	23.66
ABR	16.49
MAY	29.74
JUN	28.76
JUL	26.98
AGO	18.76
SET	29.95
OCT	34.15
NOV	32.5
DIC	22.15
PROM	25.64



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2015

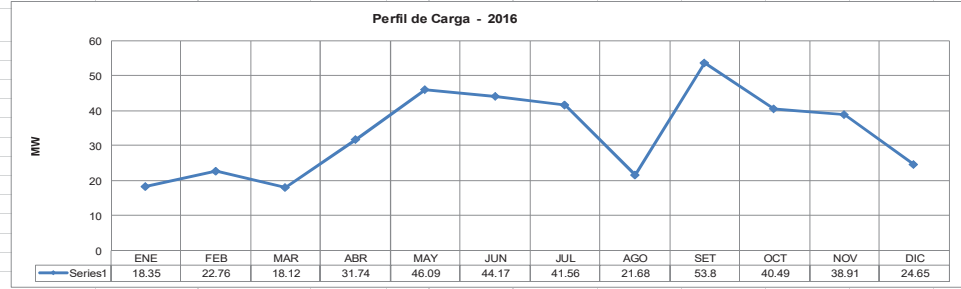
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	25.97
FEB	30.7
MAR	27.02
ABR	32.36
MAY	44.6
JUN	29.94
JUL	46
AGO	24.29
SET	43.36
OCT	45.35
NOV	45.68
DIC	30.16
PROM	35.45



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2016

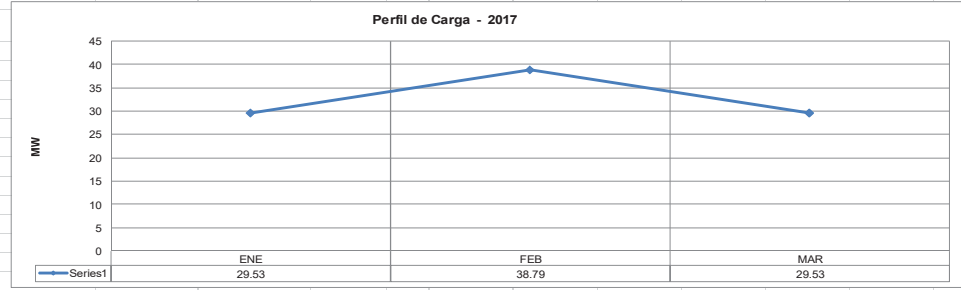
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	18.35
FEB	22.76
MAR	18.12
ABR	31.74
MAY	46.09
JUN	44.17
JUL	41.56
AGO	21.68
SET	53.8
OCT	40.49
NOV	38.91
DIC	24.65
PROM	33.53



AÑO DE MAXIMA DEMANDA:

2017

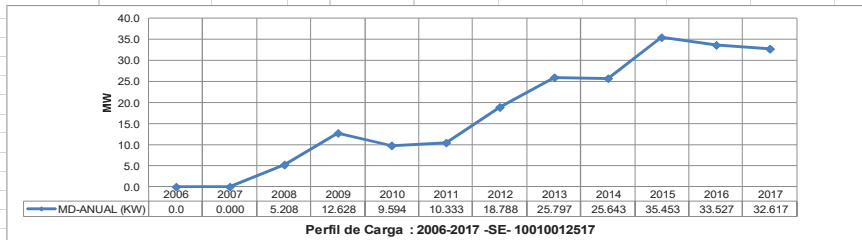
MES	MAXIMA DEMANDA (KW)
ENE	29.53
FEB	38.79
MAR	29.53
ABR	-
MAY	-
JUN	-
JUL	-
AGO	-
SET	-
OCT	-
NOV	-
DIC	-
PROM	32.62



A.2.4. CUADRO DE MAXIMA DEMANDA PROMEDIO ANUAL - PERFIL DE CRECIMIENTO

CLIENTE UNSAAC-SE.10010012517-CBU - AV. DE LA CULTURA N° 733

AÑO	MAXIMA DEMANDA PROMEDIO-(KW)
2006	0.0
2007	0.000
2008	5.208
2009	12.628
2010	9.594
2011	10.333
2012	18.788
2013	25.797
2014	25.643
2015	35.453
2016	33.527
2017	32.617
PROM	19.05



ANEXO-4

ESTADO DE CUENTA CORRIENTE

Operator: oasinсталacion
 es

RUTA: 0011344003090

CODIGO: 10010000531

NOMBRE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

DIRECCION: FAC. QUIMICA-ZOOTECNIA, AV. DE LA CULTURA NRO. MARCA: ELISTER

ALIMENTACION: Subteranea FASES: 3

MAXIMETRO: Registrador SERIE: 1014762

D.N.I.: NORMAL ESTADO: NORMAL

PRESC. MEDIDOR: 0

PRESC. CAJATOMA: 4999

PRESC. BORNERA: 4979

POT. CONTRATADA: 50.00

POT. CONTRATADA HP: 0.00

POT. CONTRATADA HPF: 50.00

SED: DO060094

FACTOR EA: 60.00

FACTOR MD: 60.00

FACTOR ER: 60.00

TARIFA: MT3

Mes	Tar.	Sil.	Lect.	F.T.	LECTURAS										CONSUMO										MONTOS							Fecha Pago	
					EA	EAHF	EAHP	EAHP	EA	EAHP	ER	ER	MD	MDHP	MDHP	MDHP	CMD	Excs.	G	CF	Energia	Potencia	AP	Mant.	Int.	Otros Afecto	IGV	Mora	EBural	Otros No Al.	Deuda		Total
201805	MT3	NORMAL	OK	61.500	4059.0000	9575.0000	39511.0000	17252.0000	0.6300	0.7700	0.9300	15460.000	2760.000	12780.000	6390.000	55.800	46.200	57.200	0.000	6.64	3.152.52	2.796.76	326.800	22.17	0.00	0.00	1.135.82	0.00	131.70	0.04	0.00	7577.45	2-83034
201804	MT3	NORMAL	OK	61.500	49178.0000	6530.0000	36598.0000	17116.0000	0.7300	0.7300	0.7300	13020.000	2160.000	10960.000	4360.000	43.800	43.800	44.900	0.000	6.58	2.630.64	2.691.44	278.45	22.17	0.00	0.00	1.038.05	0.00	110.77	-0.01	0.00	6716.19	2-6322
201803	MT3	NORMAL	OK	61.500	49511.0000	9484.0000	36417.0000	17054.0000	0.7000	0.5700	0.7000	11700.000	2720.000	9480.000	3580.000	42.000	34.200	43.000	0.000	6.58	2.340.21	2.655.54	194.88	22.15	1.87	0.00	930.79	0.00	95.54	-0.01	0.00	6204.35	2-62709
201802	MT3	NORMAL	OK	61.500	45717.0000	9457.0000	36259.0000	16974.0000	1.1900	1.1900	1.1900	16980.000	3000.000	13960.000	7500.000	71.400	69.600	73.190	0.000	6.55	3.358.66	3.426.33	297.64	22.07	0.00	0.00	1.281.83	0.00	141.91	0.01	0.00	8546.00	2-81796
201801	MT3	NORMAL	OK	61.500	45459.0000	9467.0000	36051.0000	16649.0000	1.3400	1.1400	1.3400	16720.000	3420.000	10590.000	8760.000	80.400	66.800	62.410	0.000	6.52	3.517.38	3.654.60	453.47	22.07	0.00	103.52	1.416.32	0.00	152.26	-1.637.59	0.00	7616.45	2-61989
201712	MT3	NORMAL	OK	61.500	44689.0000	9255.0000	35513.0000	16259.0000	1.1700	1.0200	1.1700	16980.000	3300.000	13960.000	8000.000	66.600	61.200	62.270	0.000	6.52	3.258.08	3.197.55	315.14	22.11	61.88	0.00	1.333.23	9.06	158.49	0.04	16376.10	24.068.99	2-60570
201710	MT3	NORMAL	OK	61.500	44530.0000	9245.0000	35295.0000	16377.0000	1.1100	0.7900	1.1100	16930.000	2760.000	13950.000	7890.000	66.600	46.800	68.270	0.000	6.52	3.096.35	3.100.08	315.00	22.25	28.22	0.00	1.182.50	0.00	135.99	-0.04	8.897.25	10.576.19	2-60198
201709	MT3	NORMAL	OK	61.500	44257.0000	9198.0000	35058.0000	16246.0000	1.2500	0.9600	1.2500	16240.000	3240.000	10500.000	8940.000	75.000	59.400	76.890	0.000	6.52	3.463.69	3.373.18	405.89	22.25	22.10	0.00	1.302.07	0.00	151.44	0.01	0.00	8.697.25	2-59747
201708	MT3	NORMAL	OK	61.500	43953.0000	9145.0000	34809.0000	16097.0000	1.4000	1.0700	1.4000	21000.000	3960.000	17340.000	10440.000	87.000	64.200	89.180	0.000	6.52	3.983.25	3.596.25	464.97	22.25	10.24	0.00	1.451.79	0.00	174.35	0.00	0.00	9.694.65	2-79396
201707	MT3	NORMAL	OK	61.500	43603.0000	9094.0000	34519.0000	16023.0000	1.1300	1.0200	1.1300	16980.000	3240.000	13740.000	8400.000	67.600	61.200	69.590	0.000	6.51	3.128.11	3.016.00	283.37	22.25	6.47	38.89	1.171.92	0.00	146.98	-0.02	0.00	7.928.35	2-78805
201706	MT3	NORMAL	OK	61.500	43321.0000	9030.0000	34290.0000	15793.0000	1.4000	1.1800	1.4000	16980.000	3120.000	13960.000	8280.000	69.600	84.000	85.100	0.000	6.51	3.054.85	3.405.25	291.27	22.25	5.90	6.00	1.224.13	0.00	138.49	0.00	0.00	8.163.35	2-78516

MONTO EN RECLAMO 0.00

ESTADO DE CUENTA CORRIENTE

RUTA: 0011344003000 MARCA: ELSTER
 CODIGO: 10010001131 FASES: 3
 NOMBRE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO DIRECCION: PAB. COMEDOR - AV. DE LA CULTURA NRO. 733
 D.N.I.: ALIMENTACION: Subermania
 MAXIMETRO: Registrador
 PRESC. MEDIDOR: 0
 POT. CONTRATADA HP: 200.00
 REMACHES: 04905
 PRESC. CAJATOMA: 04905
 PRESC. BORNIERA: 04905
 SED: DO060078
 FACTOR EA: 200.00
 FACTOR MD: 200.00
 FACTOR ER: 200.00
 TARIFA: MT3

Mes	Tar.	Sit.	Leet	F.T.	LECTURAS										CONSUMO										MONTOS											
					EA	EAHP	EAHPP	ER	MD	MDHP	MDHPP	EA	EAHP	EAHPP	ER	MD	MDHP	MDHPP	CHD	Excs.	CF	Energia	Potencia	AP	Mant	Int.	Otros Afecto	IOV	Hora	ERural	Otros No Af.	Deuda	Total	Nro Recibo	Fecha Pago	
201805	MT3	NORMAL	OK	205.000	24865.0000	4339.0000	19745.0000	15550.0000	0.6580	0.4100	0.6580	37400.0000	6000.0000	51480.0000	131000.0000	150.0000	130.0000	82.0000	103.2500	0.0000	6.54	7.427282	6.566862	705.00	21.65	0.00	0.00	2.656275	0.00	316.18	-0.01	0.00	17.73605	2-30301	15-nov-18	
201804	MT3	NORMAL	OK	205.000	23888.0000	4339.0000	19698.0000	10435.0000	0.4800	0.2300	0.4800	33480.0000	4800.0000	28600.0000	101000.0000	96.0000	96.0000	56.0000	88.4000	0.0000	6.59	6.67134	6.104466	638.35	21.65	0.00	0.00	2.443207	0.00	284.15	0.04	0.00	16.29848	2-26319	15-nov-18	
201803	MT3	NORMAL	OK	205.000	23750.0000	4339.0000	19446.0000	10365.0000	0.3800	0.2700	0.3800	28000.0000	4800.0000	23300.0000	6800.0000	76.0000	76.0000	54.0000	77.8900	0.0000	6.58	5.65731	7.869425	608.38	21.65	0.00	0.00	2.534202	0.00	238.21	0.00	0.00	16.85810	2-62206	15-nov-18	
201802	MT3	NORMAL	OK	205.000	23590.0000	4339.0000	18328.0000	10351.0000	0.9100	0.5000	0.9100	44400.0000	6800.0000	37600.0000	16400.0000	182.0000	100.0000	186.9500	196.9500	0.0000	6.55	8.758445	8.606490	637.80	21.56	0.00	0.00	3.327499	0.00	377.73	-0.03	0.00	21.63865	2-81796	23-nov-18	
201801	MT3	NORMAL	OK	205.000	23369.0000	4339.0000	19141.0000	10369.0000	0.9900	0.5300	0.9900	50200.0000	7200.0000	43000.0000	22800.0000	198.0000	188.0000	104.0000	202.9500	0.0000	6.52	9.800114	8.891128	637.03	21.56	0.00	0.00	253.30	3.544117	0.00	427.08	-4.719323	0.00	18.94186	2-81796	16-nov-18
201712	MT3	NORMAL	OK	205.000	23117.0000	4197.0000	18926.0000	10155.0000	0.6500	0.5000	0.6500	46000.0000	7200.0000	41800.0000	21100.0000	190.0000	190.0000	105.0000	116.9700	0.0000	6.52	8.335242	8.838332	756.03	21.56	139.29	0.00	3.397235	25.69	466.82	0.00	0.00	22.60626	2-60977	23-nov-18	
201711	MT3	NORMAL	OK	205.000	22872.0000	4156.0000	18717.0000	10048.0000	0.7900	0.4500	0.7900	39600.0000	6000.0000	33600.0000	161000.0000	158.0000	90.0000	90.0000	181.9500	0.0000	6.52	7.357271	7.789465	675.30	21.60	195.69	0.00	2.864480	23.80	323.80	0.03	38.12490	57.38400	2-60567	14-nov-17	
201710	MT3	NORMAL	OK	205.000	22677.0000	4124.0000	18653.0000	9668.0000	0.5900	0.3000	0.5900	35000.0000	6000.0000	33000.0000	12400.0000	118.0000	118.0000	78.0000	120.9500	0.0000	6.52	6.40372	6.728236	675.00	21.73	64.69	0.00	2.508480	2.40	290.59	0.01	21.36825	36.12430	2-60155		
201709	MT3	NORMAL	OK	205.000	22503.0000	4094.0000	18408.0000	9606.0000	0.9100	0.5200	0.9100	47000.0000	6600.0000	44000.0000	20100.0000	182.0000	104.0000	186.9500	196.9500	0.0000	6.52	8.71362	8.332693	676.85	21.73	51.89	0.00	3.204462	0.00	390.22	-0.03	0.00	21.39625	2-79744		
201708	MT3	NORMAL	OK	205.000	22268.0000	4067.0000	18206.0000	8605.0000	1.0300	0.5400	1.0300	50200.0000	6600.0000	43600.0000	22600.0000	206.0000	206.0000	108.0000	211.1500	0.0000	6.52	9.27474	8.866584	739.73	21.73	27.79	0.00	4.41414	0.00	416.79	0.02	0.00	22.79640	2-79333	23-nov-17	
201707	MT3	NORMAL	OK	205.000	22016.0000	4028.0000	17996.0000	8659.0000	1.0100	0.5400	1.0100	49000.0000	6800.0000	38200.0000	20100.0000	202.0000	202.0000	108.0000	207.0500	0.0000	6.51	8.14125	8.750303	628.85	21.73	16.81	108.20	3.18114	0.00	373.61	-0.03	0.00	21.22770	2-78522	23-nov-17	
201706	MT3	NORMAL	OK	205.000	21792.0000	3984.0000	17797.0000	8560.0000	1.1500	0.5200	1.1500	41200.0000	6400.0000	34800.0000	18400.0000	230.0000	230.0000	104.0000	235.7500	0.0000	6.51	7.425119	8.380378	624.15	21.73	15.47	0.00	3.14629	0.00	342.05	0.02	0.00	20.96120	2-78513	21-nov-17	

MONTO EN RECLAMO 0.00

ESTADO DE CUENTA CORRIENTE

RUTA: 0011344003060
CODIGO: 10010001171
NOMBRE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
D.N.I:

DIRECCION: S.E. ENTRADA - AV. DE LA CULTURA NRO. 723
ALIMENTACION: Subteranea
MAXIMETRO: Registrador

MARCA: ELSTER
FASES: 3
SERIE: 07246144
ESTADO: NORMAL

PRESC. MEDIDOR:
PRESC. CAJATOMA:
PRESC. BORNERA:

POT. CONTRATADA: 100.00
REINACHES: 0
SED: DO060019

FACTOR EA: 100.00
FACTOR IMD: 1.00
FACTOR ER: 100.00
TARIFA: MT3

Mes	Tar.	Sit.	Lect.	F.T.	LECTURAS										CONSUMO										MONTOS									
					EA	EAHP	EAHFP	ER	ER	MD	MDHP	MDHFP	ER	ER	MD	MDHP	MDHFP	CMG	Exces.	CF	Energia	Potencia	AP	Mant.	Int.	Otros Alecto	ISV	Mora	ERural	Otros No Al.	Deuda	Total	No Recibo	Fecha Pago
201805	MT3	NORMAL	OK	102.500	58954.0000	1324.2000	40259.8000	24744.0000	11590.0000	11590.0000	11590.0000	11590.0000	11590.0000	11590.0000	11590.0000	11590.0000	11590.0000	6.84	6.222.44	6.265.39	705.00	22.17	0.00	0.00	2.743.50	0.00	246.44	0.02	0.00	18234.66	2.83030	15-feb-18		
201804	MT3	NORMAL	OK	102.500	58950.8000	1345.3000	42945.5000	24981.5000	0.6510	0.7460	0.8510	0.9510	1.0510	1.1510	1.2510	1.3510	1.4510	6.59	5.254.95	7.236.70	698.83	22.17	0.00	0.00	2.279.97	0.00	211.33	0.01	0.00	15813.3	2.63018	15-feb-18		
201803	MT3	NORMAL	OK	102.500	58442.5000	13784.8000	42957.6000	24454.2000	0.8640	0.7550	0.6540	0.5540	0.4540	0.3540	0.2540	0.1540	0.0540	6.58	4.652.64	7.305.11	536.37	22.15	4.43	0.00	2.226.47	0.00	173.00	0.00	0.00	14774.75	2.62205	15-feb-18		
201802	MT3	NORMAL	OK	102.500	58252.1000	13738.0000	42554.0000	24841.5000	1.2610	1.0340	0.8100	0.5900	0.3700	0.1500	0.0000	0.0000	0.0000	6.55	6.997.57	9.567.69	657.80	22.07	0.00	0.00	3.042.30	0.00	273.97	0.00	0.00	20214.35	2.61734	23-feb-18		
201801	MT3	NORMAL	OK	102.500	58144.2000	13641.8000	42372.3000	24172.3000	1.2770	1.2770	1.2770	1.2770	1.2770	1.2770	1.2770	1.2770	1.2770	6.52	7.089.76	9.660.99	717.45	22.07	0.00	0.00	3.711.10	0.00	300.36	-4.467.67	0.00	19184.8	2.61385	15-feb-18		
201712	MT3	NORMAL	OK	102.500	58558.9000	13544.8000	42014.0000	23986.7000	1.2710	1.1690	0.9400	0.7100	0.4800	0.2500	0.0200	0.0000	0.0000	6.62	6.773.19	9.454.79	681.46	22.07	136.52	0.00	3.073.42	20.48	282.53	-0.02	0.00	20450.05	2.60976	23-feb-18		
201711	MT3	NORMAL	OK	102.500	58215.0000	13450.0000	41767.8000	23817.8000	1.2600	1.0640	0.8640	0.6640	0.4640	0.2640	0.0640	0.0000	0.0000	6.62	6.981.42	9.190.25	562.75	22.11	186.89	0.00	2.817.85	22.24	238.70	0.02	0.00	37390.20	2.60598	14-feb-17		
201710	MT3	NORMAL	OK	102.500	54931.1000	13369.9000	41661.1000	23677.4000	1.0890	1.0890	1.0890	1.0890	1.0890	1.0890	1.0890	1.0890	1.0890	6.52	5.749.64	7.997.73	675.00	22.25	60.35	0.00	2.612.07	2.24	243.28	-0.01	19.991.15	37360.29	240154	14-feb-17		
201709	MT3	NORMAL	OK	102.500	54633.0000	13384.0000	41633.6000	23575.7000	1.2600	1.1250	0.9900	0.8550	0.7200	0.5850	0.4500	0.3150	0.1800	6.52	6.921.17	9.016.22	676.65	22.25	48.43	0.00	3.004.42	0.00	256.49	0.00	0.00	19394.15	2.59743	14-feb-17		
201708	MT3	NORMAL	OK	102.500	54282.2000	13199.2000	41082.8000	23337.5000	1.4370	1.2280	1.0190	0.8100	0.6010	0.3920	0.1830	0.0000	0.0000	6.62	7.383.90	9.706.89	694.05	22.25	25.41	0.00	3.192.12	0.00	314.58	0.03	0.00	21240.75	2.73532	27-sep-17		
201707	MT3	NORMAL	OK	102.500	53003.3000	13097.5000	40805.7000	23143.7000	1.4470	1.1150	0.8830	0.6510	0.4190	0.1870	0.0000	0.0000	0.0000	6.51	6.165.59	8.285.58	638.65	22.25	14.23	108.89	2.920.09	0.00	288.83	-0.02	0.00	19441.66	2.76821	27-sep-17		
201706	MT3	NORMAL	OK	102.500	53775.0000	13004.6000	40574.8000	22970.5000	1.2650	1.2590	1.2590	1.2590	1.2590	1.2590	1.2590	1.2590	1.2590	6.51	5.733.05	8.003.34	624.15	22.25	13.99	0.00	2.701.80	0.00	255.15	0.01	0.00	17365.68	2.78612	21-feb-17		

MONTO EN RECLAMO 0.00

ESTADO DE CUENTA CORRIENTE

RUTA: 0011344003085
 CODIGO: 10010003171
 NOMBRE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 D.N.I.:
 DIRECCION: FAC. INGENIERIA ELECTRICA
 ALIMENTACION: Area
 MAXIMETRO: Registrador
 MARCA: ELSTER
 FASES: 3
 SERIE: 04183040
 ESTADO: NORMAL
 PRESC. MEDIDOR: -
 PRESC. CAJATOMA: -
 PRESC. BORNIERA: -
 POT. CONTRATADA: 50.00
 POT. CONTRATADA HP: 50.00
 POT. CONTRATADA HFP: 50.00
 SED: D0060562
 FACTOREA: 80.00
 FACTOR MD: 80.00
 FACTOR ER: 80.00
 TARIFA: MT4

Mes	Tar.	Sil.	Lect.	F.T.	LECTURAS										CONSUMO										MONTOS											
					EA	EAHP	EAHFP	ER	MD	MDHFP	MDHFP	EA	EAHP	EAHFP	ER	MD	MDHFP	MDHFP	EA	EAHP	EAHFP	ER	MD	MDHFP	MDHFP	CID	Excs.	Int.	Int.	AP	Mant.	Int.	Otros Afecto	IGV	Mora	ERural
201805	MT4	NORMAL	OK	82,000	8424.7300	1858.7300	6755.0000	2656.4100	1.8558	1.5200	1.8558	3548.4200	6328.5900	25118.8400	12.108.48	148.08	148.0800	134.6400	143.06	0.0000	6.64	7.007.05	6.672.34	705.00	22.17	0.00	0.00	2.554.49	0.00	284.23	-4.01	0.00	17.952.35	2.83033	15-may-18	
201804	MT4	NORMAL	OK	82,000	7892.4200	1550.5400	6398.8800	2518.7700	1.1398	0.8800	1.1398	28768.0800	5303.7700	23464.3000	8075.4000	93.4600	93.4600	71.1900	93.4600	0.0000	6.59	5.701.83	5.652.25	688.63	22.17	0.00	0.00	2.174.06	0.00	238.77	0.00	14.848.39	2.42621	15-ene-18		
201803	MT4	NORMAL	OK	82,000	7841.9500	1527.8600	6113.7300	2402.2400	0.8070	0.8070	0.8070	24272.0000	4855.0500	19406.8400	6.418.1400	73.8800	73.8800	72.7300	73.8800	0.0000	6.98	4.808.28	7.317.66	535.37	22.15	4.28	0.00	2.285.01	0.00	201.46	0.01	15.181.00	2.82208	15-ene-18		
201802	MT4	NORMAL	OK	82,000	7345.5000	1486.3300	5877.0000	2341.8700	2.0410	1.9465	2.0410	40344.8200	7733.1000	32591.7200	12.084.34	167.36	167.3600	159.6100	167.36	0.0000	6.55	7.847.07	7.753.26	637.80	22.07	0.00	0.00	2.028.02	0.00	334.86	0.02	18.266.62	2.41797	25-mar-18		
201801	MT4	NORMAL	OK	82,000	6863.8500	1373.8400	5479.8000	2184.6000	2.3140	2.0770	2.3140	59251.1600	9972.8400	42653.1400	15.950.16	189.75	189.7500	185.3000	189.75	0.0000	6.52	9.403.85	8.288.00	837.03	22.07	0.00	225.97	3.381.20	0.00	420.19	-4.2203.91	0.00	18.291.92	2.81398	15-dic-18	
201712	MT4	NORMAL	OK	82,000	6236.2000	1252.3600	4983.8300	1999.7200	2.0000	2.0050	2.0000	46932.7000	8697.3200	37233.7400	15.651.08	170.36	170.3600	168.5100	170.36	0.0000	6.52	8.754.20	7.592.29	681.45	22.07	181.01	0.00	3.097.82	26.53	380.15	0.01	20.646.05	2.60979	23-nov-18		
201711	MT4	NORMAL	OK	82,000	5693.8500	1134.1000	4529.7500	1828.4800	1.8140	1.8140	1.7940	37957.8000	7883.4800	30075.1400	11.844.90	148.75	144.6500	146.7500	142.75	0.0000	6.52	7.007.20	6.759.73	675.30	22.11	186.40	0.00	2.638.31	22.60	307.46	-4.03	36.468.40	2.60569	19-dic-17		
201710	MT4	NORMAL	OK	82,000	5200.8500	1037.9600	4162.9600	1864.0000	1.7133	1.6205	1.7133	34674.6800	7042.1800	27572.5000	10.260.08	146.49	146.4900	133.8200	149.49	0.0000	6.52	6.268.02	6.418.05	675.00	22.25	61.33	0.00	2.427.21	2.28	280.38	0.01	20.313.35	3.64848	2-ago-17		
201709	MT4	NORMAL	OK	82,000	4778.8200	952.0800	3826.7400	1538.5900	2.2133	2.0078	2.2133	47762.5800	8424.6000	36345.6600	15.883.40	181.49	181.4900	164.6400	181.49	0.0000	6.52	8.713.66	7.4203.33	676.85	22.25	47.23	0.00	3.038.61	0.00	387.02	-0.02	0.00	20.313.35	2.79746		
201708	MT4	NORMAL	OK	82,000	4165.0300	857.0200	3308.1100	1342.8600	2.2338	2.1465	2.2338	50735.6800	9588.7200	40530.9600	16.03.62	187.17	183.1700	170.0400	183.17	0.0000	6.52	9.865.66	7.397.48	738.73	22.25	24.62	0.00	3.103.67	0.00	486.25	0.02	0.00	20.754.39	2.93205	21-ago-17	
201707	MT4	NORMAL	OK	82,000	3584.7025	718.9625	2864.8300	1146.3800	2.1688	2.1230	2.1688	44666.1100	9103.0200	35838.0800	14.193.38	177.6800	177.6800	174.0000	177.68	0.0000	6.51	7.835.35	7.0402.34	628.85	22.25	13.84	86.48	2.813.84	0.00	361.86	-0.02	0.00	18.886.20	2.78824	22-ago-17	
201706	MT4	NORMAL	OK	82,000	3039.8400	608.9500	2430.8900	973.2000	2.0680	1.8565	2.0680	40338.4200	8895.5200	32302.8000	13.60.04	170.22	171.2200	160.3800	171.22	0.0000	6.51	7.086.69	6.168.09	624.15	22.25	12.29	0.00	2.814.14	0.00	326.66	0.02	0.00	17.463.89	2.61615	21-ago-17	

MONTO EN RECLAMO 0.00

ESTADO DE CUENTA CORRIENTE

RUTA: 0011344003983

CODIGO: 10010012517

NOMBRE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

DIRECCION: CBU -AV. DE LA CULTURA N° 733

ALIMENTACION: Aerea

MAXIMETRO: Registrador

MARCA: ELSTER

FASES: 3

SERIE: 01145226

ESTADO: NORMAL

PRESC. MEDIDOR: NN

PRESC. CAJATOMIA: NN

PRESC. BORNIERA:

POT. CONTRATADA: 40.00
POT. CONTRATADA HP: 35.00
POT. CONTRATADA HFP: 40.00
SED: DO060771

FACTOR EA: 40.00

FACTOR MD: 40.00

FACTOR ER: 40.00

TARIFA: MT2

Mes	Tar.	Sil.	Lect.	F.T.	LECTURAS										CONSUMO										MONTOS												
					EA	EAHP	EAHF	ER	MD	MDHFP	MDHFF	EA	EAHP	EAHF	ER	MD	MDHFP	MDHFF	EA	EAHP	EAHF	ER	MD	MDHFP	MDHFF	CID	Exc.	CF	Energia	Potencia	AP	Mant.	Int.	Otros Afecto	IGV	Mora	ERural
201805	MT2	NORMAL	OK	41.000	1810.7500	3453.8500	14655.8000	22534.7300	0.8880	0.8880	0.8880	5006.400	1977.200	7333.200	11.680.000	35.920	35.920	35.400	36.390	2.090	6.64	2.236.17	2.580.38	141.00	15.29	0.00	0.00	666.30	0.00	76.17	0.01	0.00	5.954.58	2.63932	15-may-18		
201804	MT2	NORMAL	OK	41.000	17818.1000	3404.4200	14473.6700	22243.2300	0.9790	0.7900	0.8190	5002.800	1127.600	4375.200	6.462.400	35.160	35.160	31.600	33.390	3.140	6.59	1.311.40	2.655.11	139.73	15.28	0.00	0.00	725.06	0.00	46.82	-0.84	0.00	4.796.98	2.63920	15-mar-18		
201803	MT2	NORMAL	OK	41.000	17740.5300	3376.2300	14584.2900	22081.6700	0.8900	0.6900	0.6980	6448.000	1338.000	5070.000	7.690.800	27.600	28.720	27.600	28.390	1.460	6.58	1.845.15	2.318.56	121.68	15.27	1.01	0.00	721.49	0.00	54.52	-13.91	0.00	4.771.35	2.62207	15-mar-18		
201802	MT2	NORMAL	OK	41.000	17580.3300	3342.7600	14237.5400	21883.4000	0.7140	0.5680	0.7140	6714.800	1272.800	5442.000	8.147.200	28.960	28.960	23.920	24.520	0.000	6.95	1.605.72	2.124.97	106.30	15.21	16.22	0.00	697.49	2.43	57.13	0.03	0.00	4.632.69	2.61799	23-mar-18		
201801	MT2	NORMAL	OK	41.000	17412.4600	3310.9900	14101.4900	21684.7200	0.6910	0.3750	0.5910	3833.000	2995.200	4.422.000	23.240	23.240	15.000	15.390	0.000	6.52	820.47	1.550.74	71.75	15.21	15.29	90.12	462.62	0.82	30.09	-1.394.29	0.00	1.670.19	2.61397	15-feb-18			
201712	MT2	NORMAL	OK	41.000	17321.6500	3293.2900	14028.3600	21554.1700	0.8190	0.6920	0.8180	5958.000	1121.000	4834.000	8.004.800	37.720	37.720	27.080	28.370	0.000	6.92	1.375.95	2.281.09	113.58	15.21	1.28	0.00	679.24	0.00	49.45	0.04	0.00	4.902.39	2.60978	15-dic-17		
201711	MT2	NORMAL	OK	41.000	17122.7600	3285.2500	13907.9100	21354.0500	0.7540	0.7540	0.7580	8960.000	1998.800	7193.200	11.221.000	30.160	29.020	30.160	30.910	0.000	6.52	1.698.30	2.328.11	126.06	15.25	12.22	0.00	809.38	0.00	72.15	-0.02	0.00	5.377.95	2.60988	15-dic-17		
201710	MT2	NORMAL	OK	41.000	16955.5100	3226.0600	13729.4300	21091.0000	0.9290	0.9220	0.9290	10328.800	2413.200	7915.600	12.198.800	37.160	37.160	36.880	37.800	0.000	6.92	2.237.72	2.628.92	180.00	15.33	19.30	0.00	933.80	0.72	65.75	-4.01	0.00	6.266.05	2.60199	25-nov-17		
201709	MT2	NORMAL	OK	41.000	16897.3000	3185.7500	13551.5400	20738.0300	0.8970	0.9870	0.9170	10498.400	2178.800	8257.600	13.302.400	39.490	36.680	39.480	40.470	0.000	6.52	2.500.85	2.777.99	180.44	15.33	0.00	0.00	699.60	0.00	86.65	0.02	0.00	6.377.49	2.57945	30-nov-17		
201708	MT2	NORMAL	OK	41.000	16466.3600	3111.2900	13325.1000	20665.4700	0.9160	0.9160	0.8880	5148.200	698.400	4150.800	5.711.200	36.640	35.920	36.640	37.590	1.760	6.52	1.112.67	2.952.42	105.68	15.33	0.00	0.00	864.47	0.00	42.75	0.01	0.00	4.929.85	2.59334	15-nov-17		
201707	MT2	NORMAL	OK	41.000	16307.6600	3086.3200	13221.3300	20362.8900	0.7760	0.6300	0.7760	7719.600	1396.400	6353.200	10.173.200	31.160	25.160	25.160	25.390	3.830	6.51	1.692.00	1.884.77	125.73	15.33	0.00	28.85	675.75	0.00	64.69	-4.03	0.00	4.494.00	2.58923	14-nov-17		
201706	MT2	NORMAL	OK	41.000	16114.6700	3052.1600	13092.5000	20006.2100	0.8840	0.7480	0.8840	6564.400	1514.400	7050.000	11.016.400	34.390	34.390	29.840	30.590	3.860	6.51	1.981.79	2.111.89	124.83	15.33	4.09	0.00	742.48	0.00	71.11	0.02	0.00	4.845.05	2.58154	17-nov-17		

MONTO EN RECLAMO 0.00

ANEXO-5

RESUMEN SOLAR

Load Flow Calculation				Edge Elements			
Name	Type	Loading [%]	Busbar	Active Power [kW]	Reactive Power [kvar]	Power factor [-]	Current [p.u.]
C-PRE U	Lod		C-PRE	17.000	3.400	0.98	0.046
D006BT0010094.1	Lod		BT0010094	237.999	114.239	0.90	0.713
D006BT0010094.2	Lod		BT0010094 (1)	165.999	48.960	0.96	0.464
Solar Arquitectura	Pvsys	100.00	Comedor 0.22kV(1)	38.250	0.000	1.00	0.102
Solar Biología	Pvsys	99.99	Comedor 0.22kV(3)	232.987	0.011	1.00	0.597
Solar Canchas	Pvsys	100.00	Canchas 0.38kV	98.750	0.000	1.00	0.159
Solar Comedor	Pvsys	100.00	Comedor 0.22kV	117.999	0.001	1.00	0.311
Solar Comunicación	Pvsys	100.00	Canchas 0.38kV(2)	34.500	0.000	1.00	0.056
Solar Educación	Pvsys	100.00	Comedor 0.22kV(2)	61.499	0.000	1.00	0.163
Solar Eléctrica	Pvsys	100.00	Canchas 0.38kV(1)	188.000	0.000	1.00	0.304
Solar Entrada	Pvsys	100.00	Comedor 0.22kV(4)	66.250	0.000	1.00	0.175
00JMT02805	Lne	0.54	Terminal	-17.000	-3.525	-0.98	0.005
00JMT07361.1	Lne	5.35	D006-35	17.000	3.494	0.98	0.001
00JMT07361.2	Lne	3.51	D006-34	122.913	120.365	0.71	0.010
Canchas-Pab. Eléctrica	Lne	15.89	MT0010094	-122.862	-120.391	-0.71	0.010
Solar Arq-S.E. Química	Lne	10.17	MT0010094 (1)	-100.651	-50.977	-0.89	0.006
Solar Biología-S.E. Química	Lne	59.70	D006-33	100.657	50.970	0.89	0.006
Solar Comedor-S.E. Comedore	Lne	31.11	Canchas 0.38kV	-97.995	0.840	-1.00	0.159
Solar Comunicación-S.E. Ing. Eléctrica	Lne	16.27	BT0010094	98.746	0.009	1.00	0.159
Solar Educación-S.E. Ing. Eléctrica	Lne	0.45	BT0010094	-37.942	0.342	-1.00	0.102
Solar Entradar-S.E. Puerta_UNSAAC	Lne	17.52	Comedor 0.22kV(1)	38.249	0.005	1.00	0.102
0010094.1	Tr2	55.55	Comedor 0.22kV(3)	233.100	0.147	1.00	0.597
0010094.2	Tr2	28.70	BT0010094	-222.505	11.827	-1.00	0.597
0010098	Tr2	23.54	BT0010094	-115.124	3.243	-1.00	0.311
			Comedor 0.22kV	118.001	0.009	1.00	0.311
			Canchas 0.38kV(2)	34.498	0.002	1.00	0.056
			BT0010562	-34.405	0.102	-1.00	0.056
			Comedor 0.22kV(2)	61.500	0.010	1.00	0.163
			BT0010094	-60.714	0.879	-1.00	0.163
			Canchas 0.38kV(1)	187.986	0.012	1.00	0.304
			BT0010562	-187.710	0.299	-1.00	0.304
			Comedor 0.22kV(4)	-65.337	1.029	-1.00	0.175
			MT0010094	66.250	0.002	1.00	0.175
			BT0010094	122.862	120.391	0.71	0.010
			BT0010094	-122.862	-117.476	-0.72	0.055
			MT0010094 (1)	100.651	50.977	0.89	0.006
			BT0010094 (1)	-100.651	-49.989	-0.90	0.287
			Terminal	17.000	3.525	0.98	0.001
			C-PRE	-17.000	-3.400	-0.98	0.235

DIGSILENT Project:
PowerFactory
15.1.1.7 Date: 12/18/2019
Annex: / 01

Grid: Proyecto fotovoltaic System Stage: Proyecto fotofo | Study Case: Study Case

Automatic Model Adaptation for Convergence
Max. Acceptable Load Flow Error for
Nodes Model Equations

AC Load Flow, balanced, positive sequence
Automatic Tap Adjust of Transformers
Consider Reactive Power Limits

No
1.00 kVA
0.10 %

FLUJO EN LAS LÍNEAS

Grid: Grid		System Stage: Grid		Study Case: Study Case		Annex:		/ 3	
Name	Type	Loading [%]	Busbar	Active Power [kW]	Reactive Power [kvar]	Power Factor [-]	[kA]	Current [p.u.]	
DOLORESPATA_10.5KV	Xnet			3865.120	2295.973	0.86	0.247	0.139	
00IMT02730	Lne	11.11	DO06-1	-228.109	274.952	-0.64	0.020	0.111	
			DO06-34	228.410	-274.986	0.64	0.020	0.111	
00IMT02741	Lne	4.67	DO06-26	-65.820	357.105	-0.18	0.020	0.047	
			DO06-31	65.872	-357.125	0.18	0.020	0.047	
00IMT02758	Lne	4.61	DO06-34	-111.859	97.726	-0.75	0.008	0.046	
			DO06-35	111.867	-97.732	0.75	0.008	0.046	
00IMT02805	Lne	4.96	DO06-35	-128.867	94.238	-0.81	0.009	0.050	
			DO06-39	128.917	-94.268	0.81	0.009	0.050	
00IMT02826	Lne	2.80	DO06-112	170.839	86.557	0.89	0.011	0.028	
			DO06-118	-170.828	-86.570	-0.89	0.011	0.028	
00IMT02839	Lne	10.88	PUERTA PRINCIPAL UN..	-127.330	325.908	-0.36	0.020	0.109	
			DO06-33	127.452	-325.923	0.36	0.020	0.109	
00IMT02845	Lne	0.00	DO06-111	0.000	0.000	1.00	0.000	0.000	
			DO06-111	0.000	0.000	1.00	0.000	0.000	
00IMT02853	Lne	0.00	DO06-106	0.000	0.000	1.00	0.000	0.000	
			DO06-107	0.000	0.000	1.00	0.000	0.000	
00IMT02861	Lne	0.07	AV LOS INCAS III MT..	1.103	2.346	0.43	0.000	0.001	
			MT0010843	-1.103	-2.353	-0.42	0.000	0.001	
00IMT02862	Lne	0.00		-0.000	-0.000	-1.00	0.000	0.000	
			MT0010843	0.000	-0.007	0.00	0.000	0.000	
00IMT02875	Lne	4.67	DO06-31	-65.872	357.125	-0.18	0.020	0.047	
			PUERTA PRINCIPAL UN..	65.880	-357.127	0.18	0.020	0.047	
00IMT02905	Lne	1.67	ESE001NMT003374	46.227	27.032	0.86	0.003	0.017	
			MT0010823	-46.224	-27.045	-0.86	0.003	0.017	
00IMT02932	Lne	0.00		-0.000	-0.000	-1.00	0.000	0.000	
			DO06-26	0.000	-0.003	0.00	0.000	0.000	
00IMT02933	Lne	4.67	AV LOS INCAS MT0010..	-65.812	357.098	-0.18	0.020	0.047	
			DO06-26	65.820	-357.101	0.18	0.020	0.047	
00IMT03804	Lne	0.00	DO06-39	0.000	-0.000	0.00	0.000	0.000	
			DO06-39	-0.000	-0.000	-0.00	0.000	0.000	
00IMT03993	Lne	0.12	AV LOS INCAS III MT..	1.303	4.593	0.27	0.000	0.001	
			MT0011013	-1.303	-4.595	-0.27	0.000	0.001	
00IMT05262	Lne	7.80	AV LOS INCAS MT0010..	223.702	113.430	0.89	0.014	0.078	
			MT0010135	-223.506	-113.476	-0.89	0.014	0.078	
00IMT06594	Lne	1.43	ESE001NMT005798	40.050	21.895	0.88	0.003	0.014	
			MT0011006	-40.049	-21.902	-0.88	0.003	0.014	
00IMT06595	Lne	2.11	DO06-101	60.045	30.030	0.89	0.004	0.021	
			MT0010718	-60.045	-30.031	-0.89	0.004	0.021	
00IMT06596	Lne	4.70	DO06-101	134.228	66.510	0.90	0.008	0.047	
			MT0010177	-134.176	-66.544	-0.90	0.008	0.047	
00IMT06597	Lne	43.61	DO06-119	1004.854	491.296	0.90	0.063	0.436	
			MT0010663	-1004.001	-491.298	-0.90	0.063	0.436	
00IMT07359	Lne	56.83	DO06-1	3865.120	2295.973	0.86	0.247	0.568	
			MT0010553	-3814.535	-2293.562	-0.86	0.247	0.568	
00IMT07360	Lne	0.04	MT0010553	0.702	1.222	0.50	0.000	0.000	
			MT0010625	-0.702	-1.237	-0.49	0.000	0.000	
00IMT07361	Lne	7.65	DO06-34	-239.464	56.895	-0.97	0.014	0.076	
			MT0010094	239.569	-56.921	0.97	0.014	0.076	
00IMT07362	Lne	1.44	AV LOS INCAS III MT..	99.695	49.933	0.89	0.006	0.014	
			MT0010021	-99.689	-49.960	-0.89	0.006	0.014	
00IMT07363	Lne	0.06	Terminal	0.363	1.062	0.32	0.000	0.001	
			MT0010713	-0.363	-1.064	-0.32	0.000	0.001	
00IMT07364	Lne	0.52	MT0010351	8.093	5.505	0.83	0.001	0.005	
			Terminal	-8.093	-5.507	-0.83	0.001	0.005	
00IMT07365	Lne	0.47	Terminal	7.730	4.446	0.87	0.001	0.005	
			MT0010067	-7.730	-4.477	-0.87	0.001	0.005	
00IMT08390	Lne	0.00	MT0010139	0.000	-0.000	0.05	0.000	0.000	
			DO06-92	-0.000	-0.000	-1.00	0.000	0.000	
00IMT11040	Lne	37.91	AV LOS INCAS III MT..	2622.208	1317.399	0.89	0.165	0.379	
			ESE001NMT006310	-2620.096	-1317.306	-0.89	0.165	0.379	
00IMT11041	Lne	41.52	ESE001NMT006310	2541.580	1273.057	0.89	0.160	0.415	
			ESE001NMT000868	-2539.040	-1272.968	-0.89	0.160	0.415	
00IMT11042	Lne	14.40	ESE001NMT000868	490.219	249.547	0.89	0.031	0.144	
			MT0010351	-489.779	-249.572	-0.89	0.031	0.144	
00IMT11043	Lne	0.00	ESE001NMT003374	0.000	-0.029	0.00	0.000	0.000	
			DO06-43	-0.000	-0.000	-1.00	0.000	0.000	
00IMT11044	Lne	0.78	ESE001NMT003359	46.228	26.983	0.86	0.003	0.008	
			ESE001NMT003374	-46.227	-27.003	-0.86	0.003	0.008	
00IMT11045	Lne	14.06	AV LOS INCAS MT0010..	315.580	161.258	0.89	0.020	0.141	
			ESE001NMT000805	-315.450	-161.271	-0.89	0.020	0.141	
00IMT11046	Lne	1.47	AV LOS INCAS MT0010..	50.328	25.348	0.89	0.003	0.015	
			MT0010877	-50.327	-25.359	-0.89	0.003	0.015	
00IMT11047	Lne	41.65	AV LOS INCAS II - M..	2885.614	1451.992	0.89	0.181	0.416	
			AV LOS INCAS III MT..	-2878.302	-1451.661	-0.89	0.181	0.416	
00IMT11048	Lne	0.00	AV LOS INCAS II - M..	0.000	-0.030	0.00	0.000	0.000	
			DO06-32	-0.000	-0.000	-1.00	0.000	0.000	
00IMT11049	Lne	42.35	AV LOS INCAS MT0010..	2941.959	1476.928	0.89	0.184	0.423	
			AV LOS INCAS II - M..	-2934.115	-1476.572	-0.89	0.184	0.423	
00IMT11224	Lne	2.69	ESE001NMT000796	61.729	31.122	0.89	0.004	0.027	
			ESE001NMT003130	-61.723	-31.136	-0.89	0.004	0.027	
00IMT11683	Lne	0.84	ESE001NMT000844	13.168	6.854	0.89	0.001	0.008	
			MT0011011	-13.168	-6.855	-0.89	0.001	0.008	
00IMT11684	Lne	5.37	ESE001NMT000849	326.498	166.617	0.89	0.021	0.054	
			ESE001NMT000844	-326.448	-166.632	-0.89	0.021	0.054	
00IMT11685	Lne	8.44	ESE001NMT000782	188.242	95.741	0.89	0.012	0.084	
			DO06-89	-188.229	-95.744	-0.89	0.012	0.084	
00IMT11686	Lne	5.15	ESE001NMT000844	313.280	159.778	0.89	0.020	0.051	
			ESE001NMT000782	-313.257	-159.785	-0.89	0.020	0.051	
00IMT11687	Lne	5.62	ESE001NMT000782	125.015	64.045	0.89	0.008	0.056	
			ESE001NMT000781	-125.014	-64.046	-0.89	0.008	0.056	
00IMT11688	Lne	5.62	ESE001NMT000781	125.014	64.046	0.89	0.008	0.056	
			MT0010139	-125.003	-64.053	-0.89	0.008	0.056	
00IMT11689	Lne	1.40	ESE001NMT000801	35.378	18.050	0.89	0.002	0.014	
			MT0010057	-35.376	-18.061	-0.89	0.002	0.014	
00IMT11690	Lne	2.72	MT0010139	60.567	30.964	0.89	0.004	0.027	
			ESE001NMT000801	-60.557	-30.991	-0.89	0.004	0.027	
00IMT11691	Lne	0.86	DO06-118	24.389	12.578	0.89	0.002	0.009	
			ESE001NMT004942	-24.388	-12.586	-0.89	0.002	0.009	
00IMT11715	Lne	0.75	ESE001NMT003359	31.980	16.361	0.89	0.002	0.007	
			MT0010784	-31.980	-16.367	-0.89	0.002	0.007	
00IMT11716	Lne	0.44	MT0010875	18.665	9.734	0.89	0.001	0.004	
			MT0010876	-18.664	-9.776	-0.89	0.001	0.004	
00IMT11717	Lne	1.75	ESE001NMT000805	75.130	37.997	0.89	0.005	0.017	

001MT14571	Ln	4.52	MT0010135	129.402	65.780	0.89	0.008	0.045
			MT0010018	-129.358	-65.813	-0.89	0.008	0.045
001MT14572	Ln	0.92	MT0010018	63.830	32.558	0.89	0.004	0.009
			MT0010217	-63.828	-32.575	-0.89	0.004	0.009
001MT14573	Ln	2.10	ESE001NMT000810	46.783	23.558	0.89	0.003	0.021
			MT0010350	-46.782	-23.564	-0.89	0.003	0.021
001MT14574	Ln	1.95	ESE001NMT000857	43.518	21.933	0.89	0.003	0.019
			MT0010352	-43.516	-21.943	-0.89	0.003	0.019
001MT14575	Ln	0.38	AV LOS INCAS III MT..	8.411	4.798	0.87	0.001	0.004
			MT0010595	-8.411	-4.820	-0.87	0.001	0.004
001MT14576	Ln	2.39	ESE001NMT000849	53.379	26.679	0.89	0.003	0.024
			MT0010224	-53.373	-26.701	-0.89	0.003	0.024
001MT14577	Ln	3.09	DO06-89	188.229	95.744	0.89	0.012	0.031
			MT0010226	-188.209	-95.765	-0.89	0.012	0.031
001MT14578	Ln	2.80	MT0010226	170.850	86.543	0.89	0.011	0.028
			DO06-112	-170.839	-86.557	-0.89	0.011	0.028
001MT14579	Ln	0.86	ESE001NMT004942	24.388	12.586	0.89	0.002	0.009
			MT0010473	-24.386	-12.635	-0.89	0.002	0.009
001MT14580	Ln	3.07	MT0010956	87.723	43.326	0.90	0.006	0.031
			MT0010138	-87.703	-43.356	-0.90	0.006	0.031
001MT14581	Ln	0.37	MT0010022	10.218	5.788	0.87	0.001	0.004
			MT0010983	-10.218	-5.814	-0.87	0.001	0.004
001MT15158	Ln	0.00	ESE001NMT005662	0.058	0.079	0.59	0.000	0.000
			ESE001NMT006331	-0.058	-0.081	-0.58	0.000	0.000
001MT15159	Ln	0.00	MT0010225	0.058	0.062	0.68	0.000	0.000
			ESE001NMT005662	-0.058	-0.070	-0.63	0.000	0.000
001MT15160	Ln	0.00	ESE001NMT005662	0.000	-0.009	0.00	0.000	0.000
			ESE001NMT005661	-0.000	-0.000	-1.00	0.000	0.000
001MT15176	Ln	56.80	0010014 AV HUAYRURO..	-3794.331	-2290.350	-0.86	0.247	0.568
			MT0010553	3813.119	2291.246	0.86	0.247	0.568
001MT15177	Ln	53.38	0010014 AV HUAYRURO..	3554.686	2171.818	0.85	0.232	0.534
			AV LOS INCAS MT0010..	-3536.763	-2170.970	-0.85	0.232	0.534
001MT15864	Ln	0.00	ESE001NMT006331	0.058	0.081	0.58	0.000	0.000
			MT0011113	-0.058	-0.091	-0.54	0.000	0.000
001MT16755	Ln	1.55	MT0010135	44.553	22.260	0.89	0.003	0.015
			ESE001NMT000756	-44.553	-22.263	-0.89	0.003	0.015
001MT16764	Ln	1.92	ESE001NMT000756	44.553	22.263	0.89	0.003	0.019
			MT0010594	-44.546	-22.297	-0.89	0.003	0.019
001MT16768	Ln	5.57	MT0010663	124.358	61.957	0.90	0.008	0.056
			MT0010022	-124.306	-61.992	-0.89	0.008	0.056
001MT17275	Ln	0.01	MT0010176	0.083	0.184	0.41	0.000	0.000
			ESE001NMT006426	-0.083	-0.186	-0.41	0.000	0.000
001MT17276	Ln	0.04	DO06-7	0.862	0.624	0.81	0.000	0.000
			MT0010176	-0.862	-0.627	-0.81	0.000	0.000
001MT17277	Ln	1.81	ESE001NMT000783	41.691	21.386	0.89	0.003	0.018
			DO06-7	-41.685	-21.418	-0.89	0.003	0.018
001MT17280	Ln	1.43	DO06-7	40.823	20.794	0.89	0.003	0.014
			MT0010827	-40.823	-20.796	-0.89	0.003	0.014
001MT17705	Ln	0.03	ESE001NMT000820	0.921	1.942	0.43	0.000	0.000
			MT0011106	-0.921	-1.945	-0.43	0.000	0.000
001MT17706	Ln	0.00	ESE001NMT006425	-0.000	-0.000	-1.00	0.000	0.000
			MT0011106	0.000	-0.000	0.06	0.000	0.000
001MT17707	Ln	0.42	ESE001NMT006251	25.498	13.089	0.89	0.002	0.004
			MT0011087	-25.498	-13.101	-0.89	0.002	0.004
001MT17732	Ln	19.01	ESE001NMT000772	815.993	396.275	0.90	0.051	0.190
			ESE001NMT004020	-815.934	-396.275	-0.90	0.051	0.190
001MT17816	Ln	0.01	ESE001NMT006426	0.083	0.186	0.41	0.000	0.000
			MT0011123	-0.083	-0.202	-0.38	0.000	0.000
001MT17818	Ln	19.01	ESE001NMT004020	815.934	396.275	0.90	0.051	0.190
			MT0010026	-815.831	-396.276	-0.90	0.051	0.190
001MT18138	Ln	0.00	ESE001NMT006528	0.057	0.065	0.66	0.000	0.000
			MT0011130	-0.057	-0.090	-0.54	0.000	0.000
001MT18144	Ln	13.34	ESE001NMT000810	816.438	397.048	0.90	0.051	0.133
			DO06-127	-816.377	-397.049	-0.90	0.051	0.133
001MT18178	Ln	0.00	DO06-127	0.057	0.063	0.68	0.000	0.000
			ESE001NMT006528	-0.057	-0.065	-0.66	0.000	0.000
001MT18211	Ln	13.34	DO06-127	816.320	396.986	0.90	0.051	0.133
			ESE001NMT000772	-816.241	-396.988	-0.90	0.051	0.133

CARGAS

Load Flow Calculation				Edge Elements				
AC Load Flow, balanced, positive sequence		Automatic Model Adaptation for Convergence		Max. Acceptable Load Flow Error for		No		
Automatic Tap Adjust of Transformers		Nodes		Model Equations		1.00 kVA		
Consider Reactive Power Limits		No		No		0.10 %		
				DigSILENT PowerFactory 15.1.7		Project: Date: 12/18/2019		
Grid: Grid		System Stage: Grid		Study Case: Study Case		Annex: / 1		
Name	Type	Loading [%]	Busbar	Active Power [kW]	Reactive Power [kvar]	Power Factor [-]	Current [kA]	Current [p.u.]
do06at0010014	Lod		0010014 AV HUAYRURD...	238.340	115.260	0.90	0.740	0.362
do06at0010018	Lod		BT0010018	64.600	31.280	0.90	0.201	0.364
do06at0010019	Lod		PUERTA PRINCIPAL UN...	60.520	29.240	0.90	0.188	0.363
do06at0010020	Lod		AV LOS INCAS II - M...	47.600	23.120	0.90	0.149	0.364
do06at0010021	Lod		BT0010021	98.600	47.600	0.90	0.308	0.365
do06at0010022	Lod		BT0010022	113.219	54.740	0.90	0.357	0.367
do06at0010025	Lod		BT0010025	5.100	2.380	0.91	0.016	0.366
do06at0010026	Lod		BT0010026	815.315	395.081	0.90	2.569	0.367
do06at0010038	Lod		BT0010038	35.360	17.340	0.90	0.111	0.366
do06at0010056	Lod		BT0010056	-0.000	0.000	-1.00	0.000	0.000
do06at0010057	Lod		BT0010057	35.020	17.000	0.90	0.110	0.366
do06at0010067	Lod		BT0010067	7.480	3.740	0.89	0.024	0.366
do06at0010068	Lod		BT0010068	24.820	11.900	0.90	0.078	0.366
do06at0010094	Lod		BT0010094	81.599	39.168	0.90	0.242	0.001
do06at0010095	Lod		BT0010095	30.260	19.720	0.84	0.102	0.367
do06at0010111	Lod		BT0010111	93.839	45.560	0.90	0.295	0.367
do06at0010132	Lod		AV LOS INCAS III MT...	144.499	70.040	0.90	0.452	0.365
do06at0010133	Lod		BT0010133	-0.000	0.000	-1.00	0.000	0.000
do06at0010135	Lod		BT0010135	48.620	23.460	0.90	0.151	0.364
do06at0010137	Lod		AV LOS INCAS MT0010...	69.700	33.660	0.90	0.217	0.363
do06at0010138	Lod		BT0010138	87.040	42.160	0.90	0.274	0.367
do06at0010139	Lod		BT0010139	31.960	15.300	0.90	0.100	0.366
do06at0010176	Lod		BT0010176	0.721	0.350	0.90	0.002	0.364
do06at0010177	Lod		BT0010177	133.279	64.600	0.90	0.419	0.367
do06at0010217	Lod		BT0010217	62.900	30.600	0.90	0.196	0.364
do06at0010223	Lod		BT0010223	99.619	48.280	0.90	0.313	0.367
do06at0010224	Lod		BT0010224	52.700	25.500	0.90	0.165	0.366
do06at0010225	Lod		BT0010225	59.160	28.560	0.90	0.107	0.385
do06at0010226	Lod		BT0010226	17.000	8.160	0.90	0.053	0.366
do06at0010227	Lod		BT0010227	8.500	4.080	0.90	0.015	0.385
do06at0010239	Lod		BT0010239	103.359	49.980	0.90	0.325	0.366
do06at0010327	Lod		BT0010327	62.220	30.260	0.90	0.196	0.366
do06at0010328	Lod		BT0010328	38.420	18.700	0.90	0.121	0.366
do06at0010350	Lod		BT0010350	45.900	22.100	0.90	0.144	0.367
do06at0010351	Lod		BT0010351	41.480	20.060	0.90	0.130	0.366
do06at0010352	Lod		BT0010352	42.840	20.740	0.90	0.134	0.366
do06at0010356	Lod		BT0010356	31.960	15.300	0.90	0.058	0.386
do06at0010413	Lod		BT0010413	21.760	10.540	0.90	0.068	0.366
do06at0010461	Lod		BT0010461	-0.000	0.000	-1.00	0.000	0.000
do06at0010473	Lod		BT0010473	24.140	11.900	0.90	0.076	0.366
do06at0010496	Lod		BT0010496	23.120	11.220	0.90	0.073	0.366
do06at0010553	Lod		BT0010553	0.340	0.000	1.00	0.001	0.361
do06at0010554	Lod		BT0010554	110.500	53.380	0.90	0.344	0.364
do06at0010555	Lod		BT0010555	113.899	55.080	0.90	0.358	0.366
do06at0010562	Lod		BT0010562	186.507	90.100	0.90	0.336	1.114
do06at0010594	Lod		BT0010594	43.860	21.080	0.90	0.137	0.364
do06at0010595	Lod		BT0010595	8.160	4.080	0.89	0.015	0.365
do06at0010611	Lod		BT0010611	31.620	15.300	0.90	0.058	0.386
do06at0010625	Lod		BT0010625	-0.000	0.000	-1.00	0.000	0.000
do06at0010660	Lod		BT0010660	22.440	10.880	0.90	0.070	0.366
do06at0010663	Lod		BT0010663	15.980	7.820	0.90	0.050	0.367
do06at0010666	Lod		BT0010666	26.520	12.920	0.90	0.081	0.364
do06at0010713	Lod		BT0010713	-0.000	0.000	-1.00	0.000	0.000
do06at0010718	Lod		BT0010718	59.160	28.560	0.90	0.186	0.366
do06at0010740	Lod		BT0010740	-0.000	0.000	-1.00	0.000	0.000
do06at0010757	Lod		BT0010757	20.740	10.200	0.90	0.065	0.367
do06at0010784	Lod		BT0010784	31.620	15.300	0.90	0.057	0.365
do06at0010823	Lod		BT0010823	44.540	21.760	0.90	0.081	0.423
do06at0010827	Lod		BT0010827	40.460	19.720	0.90	0.126	0.364
do06at0010843	Lod		BT0010843	-0.000	0.000	-1.00	0.000	0.000
do06at0010874	Lod		BT0010874	58.480	28.220	0.90	0.182	0.363
do06at0010875	Lod		BT0010875	56.100	27.200	0.90	0.175	0.363
do06at0010876	Lod		BT0010876	18.360	8.840	0.90	0.057	0.363
do06at0010877	Lod		BT0010877	49.640	24.140	0.90	0.155	0.363
do06at0010918	Lod		BT0010918	3.400	0.000	1.00	0.005	0.363
do06at0010956	Lod		BT0010956	34.000	16.660	0.90	0.107	0.367
do06at0010983	Lod		BT0010983	9.860	4.760	0.90	0.031	0.367
do06at0011006	Lod		BT0011006	38.760	18.700	0.90	0.122	0.366
do06at0011011	Lod		BT0011011	12.920	6.120	0.90	0.040	0.366
do06at0011013	Lod		BT0011013	-0.000	0.000	-1.00	0.000	0.000
do06at0011087	Lod		BT0011087	24.820	11.900	0.90	0.078	0.366
do06at0011095	Lod		BT0011095	28.220	13.600	0.90	0.088	0.366
do06at0011103	Lod		BT0011103	5.100	2.380	0.91	0.016	0.366
do06at0011106	Lod		BT0011106	-0.000	0.000	-1.00	0.000	0.000
do06at0011113	Lod		BT0011113	-0.000	0.000	-1.00	0.000	0.000
do06at0011123	Lod		BT0011123	-0.000	0.000	-1.00	0.000	0.000
do06at0011130	Lod		BT0011130	-0.000	0.000	-1.00	0.000	0.000

TRANSACCIONES								
0010713	Tr2	1.15	MT0010713	0.363	1.064	0.32	0.000	0.012
			BT0010713	-0.000	-0.000	-1.00	0.000	0.000
0010718	Tr2	35.40	MT0010718	60.045	30.031	0.89	0.004	0.345
			BT0010718	-59.149	-28.560	-0.90	0.186	0.354
0010740	Tr2	1.16	MT0010740	0.367	1.076	0.32	0.000	0.012
			BT0010740	-0.000	-0.000	-1.00	0.000	0.000
0010757	Tr2	15.57	MT0010757	21.416	11.397	0.88	0.001	0.156
			BT0010757	-20.736	-10.200	-0.90	0.065	0.156
0010784	Tr2	37.72	MT0010784	31.980	16.367	0.89	0.002	0.367
			BT0010784	-31.615	-15.300	-0.90	0.057	0.377
0010823	Tr2	8.56	MT0010823	46.224	27.045	0.86	0.003	0.086
			BT0010823	-44.533	-21.760	-0.90	0.081	0.083
0010827	Tr2	48.13	MT0010827	40.823	20.796	0.89	0.003	0.467
			BT0010827	-40.455	-19.720	-0.90	0.126	0.481
0010843	Tr2	0.89	MT0010843	1.103	2.360	0.42	0.000	0.009
			BT0010843	-0.000	-0.000	-1.00	0.000	0.000
0010874	Tr2	69.40	ESE001NMT000805	58.841	29.297	0.90	0.004	0.669
			BT0010874	-58.474	-28.220	-0.90	0.182	0.694
0010875	Tr2	66.64	MT0010875	56.461	28.277	0.89	0.004	0.643
			BT0010875	-56.094	-27.200	-0.90	0.175	0.666
0010876	Tr2	29.04	MT0010876	18.664	9.776	0.89	0.001	0.286
			BT0010876	-18.358	-8.840	-0.90	0.057	0.290
0010877	Tr2	36.86	MT0010877	50.327	25.359	0.89	0.003	0.358
			BT0010877	-49.635	-24.140	-0.90	0.155	0.369
0010918	Tr2	14.70	DO06-39	3.593	0.394	0.99	0.000	0.147
			BT0010918	-3.400	-0.000	-1.00	0.005	0.145
0010956	Tr2	16.33	MT0010956	34.914	18.603	0.88	0.002	0.163
			BT0010956	-33.994	-16.660	-0.90	0.107	0.163
0010983	Tr2	12.10	MT0010983	10.218	5.814	0.87	0.001	0.121
			BT0010983	-9.858	-4.760	-0.90	0.031	0.118
0011006	Tr2	11.70	MT0011006	40.049	21.902	0.88	0.003	0.117
			BT0011006	-38.754	-18.700	-0.90	0.122	0.116
0011011	Tr2	30.77	MT0011011	13.168	6.855	0.89	0.001	0.304
			BT0011011	-12.918	-6.120	-0.90	0.040	0.308
0011013 CLINICA MAC SALUDr2	Tr2	0.89	MT0011013	1.303	4.595	0.27	0.000	0.009
			BT0011013	-0.000	-0.000	-1.00	0.000	0.000
0011087	Tr2	18.51	MT0011087	25.498	13.101	0.89	0.002	0.184
			BT0011087	-24.816	-11.900	-0.90	0.078	0.185
0011095	Tr2	21.05	MT0011095	28.898	14.803	0.89	0.002	0.208
			BT0011095	-28.216	-13.600	-0.90	0.088	0.211
0011103	Tr2	3.04	MT0011103	6.022	4.328	0.81	0.000	0.030
			BT0011103	-5.099	-2.380	-0.91	0.016	0.024
0011106	Tr2	0.88	MT0011106	0.921	1.946	0.43	0.000	0.009
			BT0011106	-0.000	-0.000	-1.00	0.000	0.000
0011113	Tr2	2.21	MT0011113	0.058	0.091	0.54	0.000	0.022
			BT0011113	-0.000	-0.000	-1.00	0.000	0.000
0011123	Tr2	2.23	MT0011123	0.083	0.202	0.38	0.000	0.022
			BT0011123	-0.000	-0.000	-1.00	0.000	0.000
0011130	Tr2	2.20	MT0011130	0.057	0.090	0.54	0.000	0.022
			BT0011130	-0.000	-0.000	-1.00	0.000	0.000

CARGABILIDAD EN TRANSFORMADORES Y ALIMENTADOR GENERAL

CASO 1: MAXIMADA DEMANDA SIN GENERACION FOTOVOLTAICA					
CODIGO DE TRANSFORMADOR	Código de Suministro	Tarifa	Dirección Suministro	CARGABILIDAD %	
0.0010094	10010000531	MT3	FAC. QUIMICA-ZOOTECNIA, AV. DE LA CULTURA NRO. 733	23.2	
10010001131	10010001131	MT3	PAB. COMEDOR - AV. DE LA CULTURA NRO. 733	86.9	
.0010094.2	10010001171	MT3	S.E. ENTRADA - AV. DE LA CULTURA NRO. 733	44.4	
10094	10010003171	MT4	FAC. INGENIERIA ELECTRICA	63.7	
CASO 2: MAXIMADA DEMANDA CON GENERACION FOTOVOLTAICA					
CODIGO DE TRANSFORMADOR	Código de Suministro	Tarifa	Dirección Suministro	CARGABILIDAD %	COMPORTAMIENTO DE LA GENERACION
10010000531	10010000531	MT3	FAC. QUIMICA-ZOOTECNIA, AV. DE LA CULTURA NRO. 733	62.6	EXPORTANDO
10010001131	10010001131	MT3	PAB. COMEDOR - AV. DE LA CULTURA NRO. 733	55.5	SIN EXPORTAR
10010001171	10010001171	MT3	S.E. ENTRADA - AV. DE LA CULTURA NRO. 733	28.7	SIN EXPORTAR
10010003171	10010003171	MT4	FAC. INGENIERIA ELECTRICA	54.9	EXPORTANDO
CONSUMO DE LA UNIVERSIDAD SIN SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICA					
	kw		kvar		
potencia activa	756.9	potencia reactiva		340	
CONSUMO DE LA UNIVERSIDAD CON SISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICA					
	kw		kvar		
potencia activa	-65.9	potencia reactiva		375.1	
CARGABILIDAD DEL ALIMENTADOR HACIA LA UNIVERSIDAD 0.01MT02741 SIN GENERACION FOTOVOLTAICA					
CARGABILIDAD %	DISTANCIA				
10.7	185 m				
CARGABILIDAD DEL ALIMENTADOR HACIA LA UNIVERSIDAD 0.01MT02741 CON GENERACION FOTOVOLTAICA					
CARGABILIDAD %	DISTANCIA				
4.7	185 m				

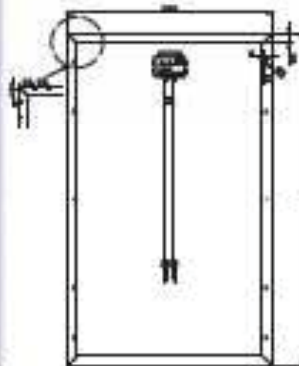
ANEXO-6



Specification | Photovoltaic Module



SIMAX 156 Solarmodule (SP660-230W-235W-240W-245W-250W)



Mechanical Characteristics

Solar Cell	Polycrystalline silicon -156x156(mm)
No. of Cells	60 (6 x 10)
Dimensions	1640 x 992 x 40 / 50 (mm)
Weight	20 kg
Front Glass	3.2mm (0.13 inches) tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy

Output

Cable Type	Ø = 4 mm ²
Lengths	L = 900 mm
Junction Box	PV - JB003 MC4

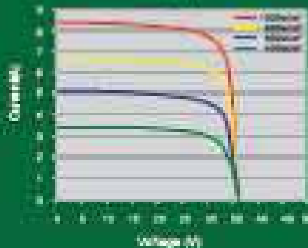
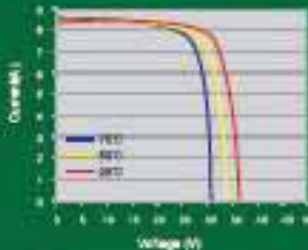
Temperature Coefficients

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45 ± 2°C
Temperature Coefficient of (P _{max})	-0.39% / °C
Temperature Coefficient of (V _{oc})	-0.34% / °C
Temperature Coefficient of (I _{sc})	0.035% / °C



Parameters	SP660-230	SP660-235	SP660-240	SP660-245	SP660-250
Peak power [Wp] P _{max}	230W	235W	240W	245W	250W
Power Tolerance	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%	0~+3%
Module Efficiency (%)	14.3%	14.5%	14.7%	14.9%	15.2%
Open circuit voltage [V] V _{oc}	36.6	37.2	37.2	37.2	37.8
Maximum Power Voltage [V] (V _{mp})	29.5	30.0	30.0	30.0	30.5
Maximum Power Current [A] (I _{mp})	7.80	7.83	8.00	8.17	8.20
Short circuit Current [A] (I _{sc})	8.42	8.46	8.65	8.74	8.85

STC: irradiance : 1000 W/m²; Spectrum AM 1.5; Cell temperature: 25°C; Wind 0 m/s



- Provide the best solutions for photovoltaic power generation and technical support
- Provide Cost-effective products
- Provide 12 Years Quality Warranty
- Power out ≥ 90% in 10 years
- Power out ≥80% in 25 years

Solar Green New Energy (Europe) GmbH
 Mergenthaler Allee 23 / 25
 80790 Eschborn / Germany
 Tel: +49 8166 8739 525
 Fax: +49 8166 8739 534
 info@simaxsolar.com
 www.simaxsolar.de

Solar (Shenzhen) Green New Energy Co., Ltd
 Address: No. 817 South Road, Baoqing city,
 Jiangsu province, China
 P.C.: 210608
 Tel: +86 512 5027 8988
 Fax: +86 512 5027 8988
 info@simaxsolar.com
 www.simaxsolar.com

Solar (Australia) Green New Energy Pty Ltd
 570 Franklin Gardens Drive,
 Century Oaks, VIC 3210
 Tel: +61 03 9700 3400
 Fax: +61 03 9700 3482
 info@simaxsolar.com
 www.simaxsolar.com.au

ANEXO-7

**INVERSOR
MONOFÁSICO SIN
TRANSFORMADOR
CON DOBLE
SISTEMA MPPT**

2,5TL M / 2,7TL M / 3TL M / 3,3TL M / 3,68TL M /
4,6TL M / 5TL M / 5,5TL M / 6TL M

Los inversores INGECON® SUN IPlay TL M han sido diseñados para proporcionar los máximos niveles de rendimiento energético y facilitar al usuario el acceso a su instalación fotovoltaica. Esta familia de inversores es válida tanto para instalaciones domésticas de pocos kilovatios como para sistemas comerciales e industriales descentralizados de varios cientos de kilovatios. En instalaciones domésticas, estos inversores presentan la gran ventaja de ser compatibles con diferenciales de 30 mA, los más usados para proteger a las personas contra descargas eléctricas.

High efficiency system

Ingeteam ha desarrollado su propia tecnología para maximizar los niveles de eficiencia del inversor INGECON® SUN IPlay TL M.

Gracias a este *High efficiency system* y al uso de novedosas topologías de conversión electrónica, se pueden alcanzar niveles de eficiencia máxima de hasta el 98%.

Además, un avanzado algoritmo de MPPT doble posibilita la extracción de la máxima cantidad de energía desde el campo FV en todo momento, incluso en situaciones difíciles, como con el paso de nubes o sombras parciales.

Fácil de instalar

Los inversores INGECON® SUN IPlay TL M disponen de conectores rápidos en el lado DC (tipo 4) y en el lado AC para facilitar y agilizar la conexión al sistema. Todos los idiomas y configuraciones específicas del país pueden ser seleccionados desde la pantalla del equipo. Además, los inversores INGECON® SUN IPlay TL M son compatibles con todas las tecnologías de módulos FV del mercado.

Manejo y mantenimiento sencillos

Ingeteam está a la vanguardia en desarrollo de firmware. Gracias a ello, los inversores INGECON® SUN IPlay TL M son muy fáciles de utilizar. El menú que se muestra en la pantalla LCD de su display ha sido diseñado para asegurar un manejo sencillo y cómodo.

Estos inversores presentan un datalogger interno, accesible desde un PC, para almacenar datos de varios meses. Cada inversor permite el acceso a la información interna desde un PC remoto o *in situ* desde el teclado táctil de la pantalla LCD.

Además, el display dispone de varios LEDs que indican el estado de funcionamiento del inversor y avisan de cualquier incidencia mediante una indicación luminosa, lo cual simplifica y facilita las tareas de mantenimiento del equipo.



2,5TL M / 2,7TL M / 3TL M / 3,3TL M / 3,68TL M / 4,6TL M / 5TL M / 5,5TL M / 6TL M

Actualización de firmware (FW)

Los equipos INGECON® SUN 1Play TL M permiten al usuario descargar desde la web www.ingecon.com la última versión de firmware del Inversor y actualizarlo utilizando una simple tarjeta de memoria SD.

Monitorización y comunicación

Permite monitorizar las variables internas de funcionamiento así como el italo-logger interno a través de diversos medios, como comunicación USB, integrada de serie. Además, comunicación RS-485, Ethernet, Wi-Fi, GSM / GPRS o Bluetooth están disponibles de forma opcional.

Incluye sin coste las aplicaciones INGECON® SUN Manager, INGECON® SUN Monitor y su versión para smartphone (Sun Monitor -disponible en App Store para la monitorización y registro de datos del Inversor a través de Internet.

Resistencia a condiciones extremas

La familia de inversores 1Play TL M presenta una envolvente apta para su uso en intemperie (grado de protección IP65). Asimismo, su innovador sistema de ventilación permite su uso en condiciones atmosféricas extremas con rangos de temperatura desde -25 °C hasta +65 °C.

Tecnología SiC

Este Inversor solar presenta componentes de carburo de silicio (SiC). La tecnología SiC permite aumentar los niveles de eficiencia y obtener equipos más fáciles, ligeros y compactos.

Vida útil de más de 20 años

ingecon cuida la selección y el dimensionado de los componentes electrónicos utilizados en sus inversores. El diseño de los inversores 1Play, junto a las pruebas de estrés a las que son sometidos, permite garantizar una vida útil de más de 20 años.

Garantía estándar de 5 años, ampliable hasta 25 años

ACCESORIOS OPCIONALES

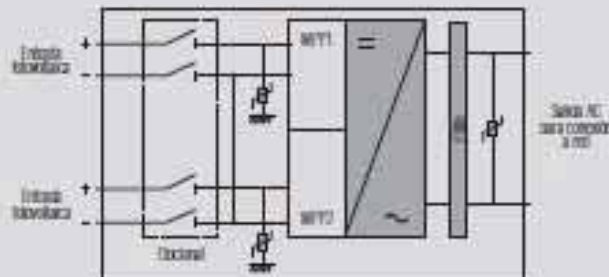
- Comunicación entre inversores mediante RS-485, Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth o comunicación remota GSM / GPRS.
- Seccionador DC.
- INGECON® SUN Weatherfor para el registro y medida de variables meteorológicas.
- Entradas digitales.
- Kit autoconsumo.

PROTECCIONES

- Polarización inversa.
- Sobretensiones en la entrada y la salida mediante diodos de protección tipo 3.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Anti-ola con deceleración automática.
- Fallo de aislamiento.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

- Compatible con 30 mA RCCD.
- Doble sistema MPPT.
- Potencia clase 2,5 hasta 6 kW.
- Eficiencia máxima 98%.
- Tecnología SiC incluida.
- Actualización de firmware a través de una tarjeta de memoria SD.
- Comunicaciones USB de serie.
- Software INGECON® SUN Manager para la visualización de parámetros y el registro de datos de la planta.
- Visualización de datos de la planta mediante el software INGECON® SUN Monitor.
- Pantalla LCD.
- Fácil mantenimiento.
- Apto para instalaciones de interior y de exterior (IP65).
- Contacto línea de potencial configurable desde el display para indicar fallo de aislamiento o conexión a red.
- Diseño compacto.
- Línea, Código de país y tensión nominal configurables por display.

1Play TL M

ANEXO-8

CALCULO PANELES UNSAAC

DATOS TÉCNICOS

PANEL SIMAX 156	
Pmp	250
Tolerancia	0 +/- 3%
Eficiencia	15.20%
Vcc/Voc	37,8
Imp	8.2
Icc	8.85

DATOS SOLARES

HSP MINIMA	5.51
HSP MÁXIMA	6.00
CANTIDAD TOTAL DE PANELES	2881

CÁLCULO FOTOVOLTAICOS

ZONA 1 (FACULTAD DE ARQUITECTURA)

Nro Paneles 153

Pna 38250 **Nro. 3**

ENERGÍA DISPONIBLE MÁXIMA (W-h) 114750
ENERGÍA DISPONIBLE MÍNIMA (W-h) 105378.75

ZONA 2 (COMEDOR UNIVERSITARIO)

Nro Paneles 472

Pna 118000 **Nro. 4**

ENERGÍA DISPONIBLE MÁXIMA (W-h) 354000
ENERGÍA DISPONIBLE MÍNIMA (W-h) 325090

ZONA 3 (FACULTAD DE CS DE LA COMUNICACIÓN)

Nro Paneles 138

Pna 34500 **Nro. 2**

ENERGÍA DISPONIBLE MÁXIMA (W-h) 103500
ENERGÍA DISPONIBLE MÍNIMA (W-h) 95047.5

ZONA 4 (FACULTAD DE ING. ELÉCTRICA)

Nro Paneles 752

Pna 188000 **Nro. 2**

ENERGÍA DISPONIBLE MÁXIMA (W-h) 564000
ENERGÍA DISPONIBLE MÍNIMA (W-h) 517940

ZONA 5 (CANCHAS DE FUTBOL)

Nro Paneles 395

Pna 98750 **Nro. 2**

ENERGÍA DISPONIBLE MÁXIMA (W-h) 296250
ENERGÍA DISPONIBLE MÍNIMA (W-h) 272056.25

ZONA 6 (FACULTAD DE EDUCACIÓN)

Nro Paneles 246

Pna 61500 **Nro. 3**

ENERGÍA DISPONIBLE MÁXIMA (W-h) 184500
ENERGÍA DISPONIBLE MÍNIMA (W-h) 169432.5

ZONA 7 (FACULTAD DE BIOLOGÍA)

Nro Paneles 932

Pna 233000 **Nro. 3**

ENERGÍA DISPONIBLE MÁXIMA (W-h) 699000
ENERGÍA DISPONIBLE MÍNIMA (W-h) 641915

ZONA 8 (ENTRADA UNSAAC)

Nro Paneles 265

Pna 66250 **Nro. 1**

ENERGÍA DISPONIBLE MÁXIMA (W-h) 198750
ENERGÍA DISPONIBLE MÍNIMA (W-h) 182518.75

POTENCIA TOTAL MÁXIMA (MW)	0.42
POTENCIA TOTAL MÍNIMA (MW)	0.38
POTENCIA TOTAL PROMEDIO (MW)	0.40

ZONAS DE PANELES CONECTADAS A SS.EE. UNSAAC

SS. EE. PUERTA PRINCIPAL	Nro. 1
SS. EE. ING. ELECTRICA	Nro. 2
SS. EE. QUIMICA	Nro. 3
SS. EE. COMEDOR UNIVERSITARIO	Nro. 4