

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

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

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TESIS

**INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD COMO CARGA EN LAS
REDES DE MEDIA TENSIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE
PERAYOC CUSCO**

Presentado por:

Br. Frank Roney Pareja Soria

Br. Javier Oscar Huacac Enriquez

**Para optar al título profesional de
Ingeniero Electricista**

Asesor:

Msc. Ing. Jose Wilfredo Callasi Quispe

**Cusco – Perú
2024**

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: INTEGRACION DE LA ELECTROMOVILIDAD COMO CARGA EN LAS REDES DE MEDIA TENSION EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC CUSCO

presentado por: FRANK RONEY PAREJA SORIA con DNI Nro.: 41053964 presentado por: JAVIER OSCAR HUACAC ENRIQUEZ con DNI Nro.: 47768554 para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO ELECTRICISTA

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 20 de AGOSTO de 2024.


Firma
Post firma José Luis Quijandría

Nro. de DNI 23812797.

ORCID del Asesor 0000-0003-0714-4499.

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:373589999

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS "INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD COMO CARGA EN LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN EN LA CIUDAD U (1

AUTOR

Pareja y Huacac

RECUENTO DE PALABRAS

43272 Words

RECUENTO DE CARACTERES

233333 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

260 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

19.9MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 17, 2024 9:13 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 17, 2024 9:17 PM GMT-5**● 9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

PRESENTACIÓN

SEÑOR DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, INFORMÁTICA Y MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, SEÑORES DICTAMINANTES Y REPLICANTES DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, de acuerdo con el reglamento de grados y títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica, presentamos a vuestra consideración la tesis que titula: “INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD COMO CARGA EN LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC CUSCO” para poder optar al título profesional de Ingeniero Electricista, el presente trabajo fue elaborado con la asesoría del Msc. Ing. José Wilfredo Callasi Quispe.

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo Evaluar y analizar las redes eléctricas en media tensión, al integrar la electromovilidad como carga, en la Ciudad Universitaria de Perayoc de Cusco, este trabajo también contribuirá a optimizar y realizar de manera eficiente el transporte de la población universitaria no olvidando también los grandes aportes que se obtienen al adquirir nuevas tecnologías.

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis está dedicado a mis padres: Ing. Francisco Javier Pareja Cabrera, Lic. Carmen Jacinta Soria Acostupa, quienes estuvieron presentes en mi formación profesional y fueron los pilares en esta etapa de mi vida; a mis hijos Javier Gonzalo y Rafael Francisco por ser la inspiración y motivo de alcanzar mis metas, también mi agradecimiento y reconocimiento a mi casa de estudios donde me desarrolle como estudiante universitario y adquirí mis conocimientos y destrezas como profesional con el apoyo de la plana docente e ingenieros de mi querida escuela profesional de Ingeniería Eléctrica.

Br. Frank Roney Pareja Soria.

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis está dedicado a mis padres Abg. Alfredo Huacac García, Teresa Enríquez Hermoza, quienes contribuyeron con un gran apoyo en cada instante en la elaboración de este trabajo, y también agradezco a mi querida casa de estudios donde me forme como estudiante universitario con el apoyo de docentes e ingenieros de nuestra escuela profesional de Ingeniería Eléctrica.

Br. Javier Oscar Huacac Enriquez.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de tesis “INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD COMO CARGA EN LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC CUSCO”; tiene como objetivo evaluar y analizar las redes eléctricas en media tensión, al integrar la electromovilidad como carga, en la Ciudad Universitaria de Perayoc de Cusco

Motivados por el presente trabajo de tesis nos enfocamos en Evaluar y analizar las actuales condiciones de las redes eléctricas de media tensión para Desarrollar la ingeniería básica, adecuada, para la integración de la electromovilidad como carga, en las redes de media tensión de la Ciudad Universitaria de Perayoc con diferentes tecnologías de carga y horarios de consumo.

RESUMEN

La electromovilidad no conectada a red, es una práctica reciente en comparación con el transporte convencional a base de motores de combustión interna, desafía la forma en la que entendemos hoy el transporte, ahora bien, es natural encontrar una cierta resistencia al cambio, puesto que la falta de experiencia incrementa los riesgos de fracaso razón por la cual es pertinente la investigación que sienta las bases para una oportuna y eficiente implementación.

En ese sentido, el presente trabajo de investigación tiene por objeto evaluar y analizar las redes eléctricas en media tensión al integrar la electromovilidad representada como carga, en la Ciudad Universitaria de Perayoc de Cusco mediante el método cuantitativo; para tal propósito primeramente se ha desarrollado un diagnóstico situacional de las condiciones técnicas en las cuales se encuentran actualmente las redes eléctricas de media tensión, como parte de esto se ha realizado el relevamiento de información y documentación de los diferentes actores (UNSAAC, ELSE, contratistas, comunidad universitaria y otros), que sirvieron para aproximar las simulaciones lo más posible a la realidad; asimismo es menester indicar que la viabilidad de la investigación se encuentra sustentada y validada mediante encuestas realizadas a los principales interesados que reflejan dicha necesidad.

En esa línea de investigación se ha proyectado las ubicaciones más óptimas, se ha planteado la ingeniería básica conceptual, determinando la implementación de dos supercargadores en los estacionamientos de la puerta principal y otro en el estacionamiento de ingeniería eléctrica, cada cargador de la marca INJET, modelo Ampax, de 240KW tipo Plug-In, ahora bien, habiéndose realizado las simulaciones eléctricas en un escenario de máxima demanda (caso más severo) y comparándolas con los resultados del diagnóstico se determinó lo siguiente: los valores de las tensiones en las barras de las subestaciones eléctricas no superan el rango de variación de $\pm 5\%$ siendo los valores de tensión más bajos de 0.95PU; para un escenario de máxima demanda, y simulación de corto circuito trifásico, la barra con mayor

valor de corto circuito se encuentra en la S.E. Puerta Principal con un valor de 102MVA de un valor inicial de 94.7MVA; respecto a las simulaciones de flujo de carga en un escenario de máxima demanda, el tramo de red con mayor valor de flujo de potencia es entre la barra de la S.E. Los Incas y la S.E. Puerta Principal (tramo de red que alimenta al campus de la UNSAAC), con un flujo de 4,153.7 KW, 654.7KVA, 240Amp., con una carga en la línea de 104.2%; al respecto, en este tramo de línea, en un escenario de máxima, se estaría sobrepasando el nivel de diseño de la red en un 4.2%, lo que representaría un riesgo de operación.

Finalmente, el proyecto que representa una inversión de S/. 1,403,600, habiéndose utilizado el método Costo – Efectividad que permite determinar la evaluación social de la alternativa única, se obtuvo un indicador costo efectividad (ICE) a precio social de 43.06 soles por estudiante al año, un ICE bajo indica una mayor eficiencia en la asignación de recursos, ya que significa que se están logrando más efectos por unidad de costo. En ese sentido se ha cumplido con los objetivos de la investigación, habiéndose validado las hipótesis planteadas.

Palabras clave: Integrar la electromovilidad representada como carga en las redes de media tensión de la Ciudad Universitaria de Perayoc de Cusco.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	I
DEDICATORIA	II
DEDICATORIA	III
INTRODUCCIÓN	IV
RESUMEN	V
GLOSARIO	XVI
CAPÍTULO I	1
1. ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ÁMBITO DE ESTUDIO Y APLICACIÓN	1
1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3.2. PROBLEMA GENERAL	10
1.3.3. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	10
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	10
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.6.1. OBJETIVO GENERAL.....	18
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.7. HIPÓTESIS.....	18
1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	18
1.7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	19
1.8. VARIABLES	19
1.8.1. VARIABLES INDEPENDIENTES.....	19

1.8.2.	VARIABLES DEPENDIENTES	20
1.8.3.	VARIABLES INTERVINIENTES	20
1.8.4.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES INTERVINIENTES	22
1.9.	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.9.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	23
1.9.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.9.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	24
1.9.3.1.	POBLACIÓN.....	24
1.9.3.2.	MUESTRA.	24
1.9.4.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	24
1.9.4.1.	RECOLECCIÓN DE DATOS	24
1.9.4.2.	ANÁLISIS DE DATOS	25
1.9.4.3.	HERRAMIENTAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS	26
1.9.5.	MATRIZ DE CONSISTENCIAS	27
CAPITULO II.....		28
2.	MARCO TEÓRICO.....	28
2.1.	INTRODUCCIÓN.....	28
2.2.	DEFINICIONES BÁSICAS.....	28
2.3.	ANTECEDENTES.....	29
2.4.	MARCO NORMATIVO	33
2.4.1.	NORMATIVA NACIONAL	33
2.4.2.	NORMATIVA INTERNACIONAL.....	34
2.5.	ESTRUCTURA DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA	35
2.5.1.	SISTEMAS DE GENERACIÓN	36
2.6.	SISTEMAS DE TRANSMISIÓN	36
2.6.1.	SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	37
2.6.2.	SISTEMAS DE UTILIZACIÓN.....	37

2.7.	FLUJO DE POTENCIA	37
2.7.1.	INTRODUCCIÓN	37
2.7.2.	CARACTERÍSTICAS DE LAS ECUACIONES DE FLUJO DE POTENCIA	38
2.7.3.	CLASIFICACIÓN DE BARRAS.....	39
2.7.4.	MATRIZ ADMITANCIAS DE BARRAS	40
2.7.5.	FLUJO DE POTENCIA POR EL MÉTODO DE NEWTON RAPHSON.....	41
2.7.6.	MODELADO DE CARGA	43
2.7.6.1.	MODELADO DE CARGAS.....	43
2.7.6.1.1.	MODELOS ESTÁTICOS.....	45
2.8.	ELECTROMOVILIDAD.....	45
2.8.1.	EXPERIENCIA INTERNACIONAL	46
2.8.2.	LA ELECTROMOVILIDAD EN EL PERÚ.....	48
2.8.3.	CARGADORES ELÉCTRICOS PARA BUSES ELÉCTRICOS	49
2.8.3.1.	NORMATIVA	49
2.8.3.2.	INTRODUCCIÓN	49
2.8.3.3.	TIPOS DE CARGADORES.....	51
2.8.3.3.1.	CARGADOR TIPO PLUG-IN	51
2.8.3.3.2.	CARGADOR TIPO PANTÓGRAFO	53
2.8.3.3.3.	CARGADOR POR INDUCCIÓN.....	54
2.8.3.4.	RESUMEN DE LAS TECNOLOGÍAS DE CARGADORES EXISTENTES USADOS EN BUSES.....	56
2.9.	ANTECEDENTES AMBIENTALES RESPECTO A LA ELECTROMOVILIDAD.....	57
	CAPITULO III.....	58
3.	ESTADO SITUACIONAL DE LAS REDES ELÉCTRICAS	58
3.1.	INTRODUCCIÓN.....	58
3.2.	ACTIVIDADES DE DISTRIBUCIÓN.....	58

3.3.	SUMINISTRO DE ENERGÍA HACIA LA ZONA DEL PROYECTO.	59
3.3.1.	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DOLORESPATA.	59
3.3.2.	SUBESTACIÓN QUENCORO.	64
3.4.	CONDICIONES DE LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN DE LA UNSAAC.	67
3.4.1.	RECONFIGURACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DE LAS REDES ELÉCTRICAS DE LA UNSAAC.	67
3.4.2.	INSTALACIONES EXISTENTES.	70
3.4.2.1.	PUNTO DE DISEÑO O SUMINISTRO DE LA UNSAAC.	75
3.4.2.2.	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ADMINISTRACIÓN.	77
3.4.2.3.	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CENTRO DE SALUD.	78
3.4.2.4.	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CIENCIAS SOCIALES.	79
3.4.2.5.	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA BIOLOGÍA.	80
3.4.2.6.	SUBESTACIÓN COMEDOR ANTIGUO.	81
3.4.2.7.	SUBESTACIÓN COMEDOR INGENIERÍA QUÍMICA.	82
3.4.2.8.	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ARQUITECTURA.	83
3.4.2.9.	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA COMEDOR NUEVO.	84
3.4.2.10.	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CENTRO PRE UNIVERSITARIO.	85
3.4.2.11.	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA INGENIERÍA ELÉCTRICA.	86
3.4.2.12.	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA INGENIERÍA ELECTRÓNICA.	87
3.4.2.13.	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA INGENIERÍA CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN.	88
3.4.2.14.	PLANTA PICO FOTOVOLTAICA INGENIERÍA ELÉCTRICA.	89
3.4.2.15.	PLANTA PICO FOTOVOLTAICA INGENIERÍA ELECTRÓNICA.	89
3.5.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN ESCENARIO DE MÁXIMA DEMANDA. .	90
3.5.1.	CARGA PORCENTUAL EN LAS SUBESTACIONES - ESCENARIO MÁXIMA DEMANDA.	90

3.5.2.	VALORES DE BARRA EN LAS SUBESTACIONES- ESCENARIO MÁXIMA DEMANDA.....	91
3.5.3.	CORTO CIRCUITO – ESCENARIO DE MÁXIMA DEMANDA.....	94
3.5.4.	FLUJOS DE POTENCIA – ESCENARIO DE MÍNIMA DEMANDA.....	97
3.5.5.	FLUJOS DE POTENCIA – ESCENARIO DE DEMANDA MEDIA.....	99
3.5.6.	FLUJOS DE POTENCIA – ESCENARIO DE MÁXIMA DEMANDA.....	101
3.6.	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO III.....	104
CAPITULO IV		105
4.	DISEÑO DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL PARA LA INCORPORACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD EN LA UNSAAC	105
4.1.	INTRODUCCIÓN.....	105
4.2.	UBICACIÓN OPTIMA DE LOS CARGADORES EN LA UNSAAC.....	105
4.3.	INGENIERÍA BÁSICA RESPECTO A LOS SUPER CARGADORES.....	107
4.3.1.	TIPO DE CARGADOR.....	107
4.3.2.	TIPO DE SEÑAL.....	107
4.3.3.	SELECCIÓN DE FABRICANTE.....	109
4.3.4.	CARACTERÍSTICAS DE CARGA.....	109
4.3.5.	DATOS TÉCNICOS RELEVANTES.....	109
4.3.6.	UBICACIÓN.....	111
4.3.7.	SELECCIÓN DE TRANSFORMADOR.....	112
4.4.	HORARIOS DE CONSUMO.....	112
4.5.	MODELAMIENTO EN DIGSILENT POWER FACTORY.....	113
4.6.	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO IV.....	115
CAPITULO V.....		116
5.	ANÁLISIS ELÉCTRICO DE LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN DE LA UNSAAC INCORPORANDO TECNOLOGÍA DE ELECTROMOVILIDAD.....	116

5.1.	CARGA PORCENTUAL EN LAS SUBESTACIONES - ESCENARIO	
	MÁXIMA, MEDIA Y MÍNIMA DEMANDA.....	116
5.2.	REDES ELÉCTRICAS DE LA UNSAAC.....	117
5.3.	VALORES DE BARRA EN LAS SUBESTACIONES- ESCENARIO	
	MÁXIMA DEMANDA.	118
5.4.	CORTO CIRCUITO – ESCENARIO DE MÁXIMA DEMANDA.....	120
5.5.	EVALUACIÓN DE LAS PROTECCIONES.....	123
5.6.	FLUJOS DE POTENCIA – ESCENARIO DE MÍNIMA DEMANDA.	126
5.7.	FLUJOS DE POTENCIA – ESCENARIO DE DEMANDA MEDIA.....	128
5.8.	FLUJOS DE POTENCIA – ESCENARIO DE MÁXIMA DEMANDA.....	131
5.9.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	136
5.9.1.	EXTERNALIDADES ECONÓMICAS DEL SERVICIO DE TRANSPORTE	
	ESTUDIANTIL CON BUSES ELÉCTRICOS.....	136
5.9.2.	HORIZONTE DE EVALUACIÓN.....	137
5.9.3.	PLANTEAMIENTO DEL SERVICIO.....	138
5.9.3.1.	RESUMEN DE LA ALTERNATIVA PLANTEADA.....	138
5.9.4.	DETERMINACIÓN DE LA BRECHA DE OFERTA Y DEMANDA	140
5.9.4.1.	ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL SERVICIO.....	140
5.9.4.2.	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DEL SERVICIO.....	140
5.9.4.3.	POBLACIÓN REFERENCIAL.....	141
5.9.4.4.	POBLACIÓN OBJETIVO.....	142
5.9.4.5.	DEMANDA DEL PROYECTO.....	142
5.9.4.6.	DEMANDA SIN PROYECTO.....	143
5.9.4.7.	ANÁLISIS DE LA OFERTA DEL SERVICIO.....	144
5.9.4.8.	BRECHA DEL SERVICIO.....	145
5.9.5.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	146
5.9.5.1.	BENEFICIOS SOCIALES.....	146
5.9.5.2.	COSTOS SOCIALES.....	146

5.9.5.3.	INDICADORES DE RENTABILIDAD SOCIAL.....	148
5.9.5.4.	METODOLOGIA: COSTO EFECTIVIDAD	148
5.9.5.5.	ANALISIS DE SENSIBILIDAD.....	151
5.9.6.	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO V.....	153
	CONCLUSIONES GENERALES	155
	RECOMENDACIONES.....	158
	BIBLIOGRAFÍA	160
	WEBGRAFÍA.....	163
	ANEXOS	165

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1 Muestra la ubicación política del presente estudio, en el cual se refiere explícitamente a la región del Cusco	2
Figura N° 1.2 Ubicación política y geográfica del lugar de estudio.....	2
Figura N° 1.3 Diagrama unifilar referencial de la red a ser analizada (se observa la barra que alimenta al Sistema	3
Figura N° 1.4 Resultado de las Encuestas.	5
Figura N° 1.5 Bus de Transporte Local del Alumnado de la Unsaac.....	6
Figura N° 1.6 Crecimiento de demanda de energía eléctrica por Sub- Estaciones 2006-2017 (kW-Años) – UNSAAC.....	7
Figura N° 1.7 Subestación Ingeniería Eléctrica.....	9
Figura N° 1.8 Subestación Ciencia Sociales.....	9
Figura N° 2.1 Estructura de un Sistema Eléctrico de Potencia con generación distribuida integrada.....	35
Figura N° 2.2 Estructura de distintas cargas, en una barra de una red de transmisión.....	44
Figura N° 2.3 Venta Anual de Vehículos Eléctricos.	47
Figura N° 2.4 Participación de Mercado y Stock Global de Vehículos Eléctricos Livianos (2016).....	47
Figura N° 2.5 Tipos de Tecnología de Cargadores Según Tecnología de Buses Eléctricos y Esquema de Carga.....	51
Figura N° 2.6 Bus eléctrico y su estación de carga tipo enchufe o plug.....	52
Figura N° 2.7 Bus eléctrico y cargador tipo pantógrafo.	53
Figura N° 2.8 Bus eléctrico y su estación de carga inalámbrica.....	55
Figura N° 2.9 Resumen de las tecnologías de cargadores existentes utilizados en buses.	56

Figura N° 3.1 Diagrama Unifilar del SEIN, actualizado a Setiembre de 2022.	61
Figura N° 3.2 Diagrama Unifilar Subestación Eléctrica Dolorespata, actualizado a Setiembre de 2022.....	62
Figura N° 3.3 Alimentador DO-06, suministra de energía a la ciudad universitaria de Perayoc.....	63
Figura N° 3.4 Diagrama Unifilar del SEIN, actualizado a Setiembre de 2022.	65
Figura N° 3.5 Diagrama Unifilar Subestación Eléctrica Quencoro, actualizado a Setiembre de 2022.....	66
Figura N° 3.6 Diagrama SS.EE. Ing. Eléctrica, ciudad universitaria de Perayoc.....	68
Figura N° 3.7 Diagrama SS.EE. Puerta Principal (Sociales), ciudad universitaria de Perayoc.....	69
Figura N° 3.8 Características Técnicas del Sistema Fotovoltaico.	72
Figura N° 3.9 Demandas Aparente.	74
Figura N° 3.10 Demanda Activa.....	74
Figura N° 3.11 Cuadro de Demanda Reactiva.....	75
Figura N° 3.12 Punto de diseño o Suministro Principal.	76
Figura N° 3.13 Punto de diseño o suministro principal.	76
Figura N° 3.14 Ubicación Subestación Eléctrica Administración.	77
Figura N° 3.15 Ubicación Subestación Eléctrica Centro de Salud.....	78
Figura N° 3.16 Ubicación Subestación Eléctrica Ciencias Sociales.....	79
Figura N° 3.17 Ubicación Subestación Eléctrica Biología.....	80
Figura N° 3.18 Ubicación Subestación Eléctrica Comedor Antiguo.....	81
Figura N° 3.19 Ubicación Subestación Eléctrica Comedor Antiguo.....	82
Figura N° 3.20 Ubicación Subestación Eléctrica Arquitectura.	83
Figura N° 3.21 Ubicación Subestación Eléctrica Comedor Nuevo.	84

Figura N° 3.22 Ubicación Subestación Eléctrica Centro Pre universitario.	85
Figura N° 3.23 Ubicación Subestación Eléctrica Ingeniería Eléctrica.	86
Figura N° 3.24 Ubicación Subestación Eléctrica Ingeniería Electrónica.	87
Figura N° 3.25 Ubicación Subestación Eléctrica Ciencias de la Comunicación.	88
Figura N° 3.26 Planta Pico Fotovoltaica Ingeniería Eléctrica.	89
Figura N° 3.27 Planta Pico Fotovoltaica Ingeniería Electrónica.	89
Figura N° 3.28 Carga en las Subestaciones % – Escenario Máxima Demanda.	91
Figura N° 3.29 Valores de Tensiones en las Subestaciones – Escenario Máxima Demanda. .	93
Figura N° 3.30 Valores de Ángulos de Tensión en las Subestaciones – Escenario Máxima Demanda.	93
Figura N° 3.31 Seteo de Parámetros de Corto Circuito – Escenario Máxima Demanda.....	94
Figura N° 3.32 Potencias de Corto Circuito en Barras MT de Subestaciones – Trifásico Máximo – Escenario Máxima Demanda.....	96
Figura N° 3.33 Corrientes de Corto Circuito en Barras MT de Subestaciones – Trifásico Máximo – Escenario Máxima Demanda.....	97
Figura N° 4.1 Vista Satelital Estacionamiento Principal de la UNSAAC.	106
Figura N° 4.2 Vista Satelital Estacionamiento Ingeniería Eléctrica - UNSAAC.	106
Figura N° 4.3 Tipos de Cargador Seleccionado.	107
Figura N° 4.4 Tipos o Estándares de Carga Normalizados por Tipo de Señal y Rapidez de Carga.	108
Figura N° 4.5 Tipos o Estándares de Carga Normalizados Según la Región de Uso.....	108
Figura N° 4.6 Sistema Ampax De 240 KW.	111
Figura N° 4.7 Estación de carga estacionamiento entrada a la UNSAAC.....	111
Figura N° 4.8 Estación de carga estacionamiento Ingeniería Eléctrica - UNSAAC	112

Figura N° 4.9 Vista general de las redes eléctricas de media tensión de la UNSAAC, representadas en Digsilent Power Factory.....	113
Figura N° 5.1 Carga en las Subestaciones % – Escenario Máxima Demanda.	117
Figura N° 5.2 Valores de Tensiones en las Subestaciones – Escenario Máxima Demanda.	119
Figura N° 5.3 Valores de Ángulos de Tensión en las Subestaciones – Escenario Máxima Demanda.	120
Figura N° 5.4 Seteo de Parámetros de Corto Circuito – Escenario Máxima Demanda.....	121
Figura N° 5.5 Potencias de Corto Circuito en Barras MT de Subestaciones – Trifásico Máximo – Escenario Máxima Demanda.....	122
Figura N° 5.6 Corriente de Corto Circuito en Barras MT de Subestaciones – Trifásico Máximo – Escenario Máxima Demanda.....	122
Figura N° 5.7 Flujo de Potencia Súper Cargador Estacionamiento de Ingeniería Eléctrica.	134
Figura N° 5.8 Flujo de Potencia Super Cargador Estacionamiento Principal.	134
Figura N° 5.9 Sobrecarga en Tramo Subterráneo.....	135
Figura N° 5.10 Sensibilidad de porcentajes de inversión.	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.1 Ubicación política y Geográfica.....	2
Tabla N° 1.2 Relación de Vehículos Destinados al Transporte Local del Alumnado de la UNSAAC.	6
Tabla N° 1.3 Sub - Estaciones Eléctricas Ubicadas en la Ciudad Universitaria de Perayoc.	8
Tabla N° 1.4 Variables independientes, indicadores y unidades.	20
Tabla N° 1.5 Variables dependientes, indicadores y unidades.	20
Tabla N° 1.6 Variables intervinientes, indicadores y unidades.	21
Tabla N° 2.1 Incorporación de Buses Eléctricos en Universidades del Mundo.	31
Tabla N° 2.2 Clasificación de barras.	40
Tabla N° 3.1 Características de las Subestaciones Eléctricas en la UNSAAC.....	70
Tabla N° 3.2 Detalle de los Tramos de Líneas en MT en la UNSAAC.....	71
Tabla N° 3.3 Plantas de Generación Pico Fotovoltaica.	71
Tabla N° 3.4 Cuadro de Demandas por Subestación.....	73
Tabla N° 3.5 Carga en las Subestaciones – Escenario mínima, media y máxima demanda. ..	90
Tabla N° 3.6 Valores de Barra en las Subestaciones – Escenario Máxima Demanda.....	91
Tabla N° 3.7 Resultados de Simulaciones de Corto Circuito – Trifásico Max – Escenario Máxima Demanda.....	95
Tabla N° 3.8 Valores de Flujo de Potencia – Escenario Máxima Demanda. (visto desde la barra emisora)	98
Tabla N° 3.9 Valores de Flujo de Potencia – Escenario Máxima Demanda. (visto desde la barra receptora)	98
Tabla N° 3.10 Valores de Perdidas – Escenario Máxima Demanda.....	99

Tabla N° 3.11 Valores de Flujo de Potencia – Escenario Demanda Media. (visto desde la barra emisora)	100
Tabla N° 3.12 Valores de Flujo de Potencia – Escenario Demanda Media. (visto desde la barra receptora)	100
Tabla N° 3.13 Valores de Perdidas – Escenario Demanda Media.....	101
Tabla N° 3.14 Valores de Flujo de Potencia – Escenario Máxima Demanda. (visto desde la barra emisora)	102
Tabla N° 3.15 Valores de Flujo de Potencia – Escenario Máxima Demanda. (visto desde la barra receptora)	102
Tabla N° 3.16 Valores de Perdidas – Escenario Máxima Demanda.....	103
Tabla N° 4.1 Especificaciones de Energía – Sistema Ampax De 240 KW	109
Tabla N° 4.2 Especificaciones Mecánicas – Sistema Ampax De 240 KW.	110
Tabla N° 4.3 Especificaciones de interfaz de usuario y control: – Sistema Ampax De 240 KW.....	110
Tabla N° 5.1 Carga en las Subestaciones – Escenario Máxima Demanda.	116
Tabla N° 5.2 Características Eléctricas de las Redes de la UNSAAC.....	117
Tabla N° 5.3 Valores de Barra en las Subestaciones – Escenario Máxima Demanda.....	118
Tabla N° 5.4 Resultados de Simulaciones de Corto Circuito – Trifásico Max – Escenario Máxima Demanda.....	121
Tabla N° 5.5 Resultado Tiempo de Disparo de los Equipos de Protección.....	123
Tabla N° 5.6 Resultados de Flujo de Potencia – Escenario Mínima Demanda. (Visto desde el lado emisor)	126
Tabla N° 5.7 Resultados de Flujo de Potencia – Escenario Mínima Demanda. (Visto desde el lado receptor)	127

Tabla N° 5.8 Resultados de Pérdidas – Escenario Mínima Demanda.	128
Tabla N° 5.9 Resultados de Flujo de Potencia – Escenario Demanda Media. (Visto desde el lado emisor)	129
Tabla N° 5.10 Resultados de Flujo de Potencia – Escenario Demanda Media. (Visto desde el lado receptor)	130
Tabla N° 5.11 Resultados de Pérdidas – Escenario Demanda Media.....	130
Tabla N° 5.12 Resultados de Flujo de Potencia – Escenario Máxima Demanda. (Visto desde el lado emisor).....	131
Tabla N° 5.13 Resultados de Flujo de Potencia – Escenario Máxima Demanda. (Visto desde el lado receptor)	132
Tabla N° 5.14 Resultados de Pérdidas – Escenario Máxima Demanda.	133
Tabla N° 5.15 Horizonte de evaluación - TIPOLOGIA	138
Tabla N° 5.16 Costo de inversión de implementación.	139
Tabla N° 5.17 Costo de operación.	139
Tabla N° 5.18 Costo de mantenimiento.	139
Tabla N° 5.19 Tasa de crecimiento promedio anual.....	141
Tabla N° 5.20 Población estudiantil UNSAAC 2023.....	142
Tabla N° 5.21 Tabla de población objetivo del servicio.....	142
Tabla N° 5.22 Servicio que requerirá la población objetivo.....	143
Tabla N° 5.23 Demanda de transporte sin servicio.....	144
Tabla N° 5.24 Demanda de transporte con servicio.	144
Tabla N° 5.25 Oferta optimizada (oferta actual).	145
Tabla N° 5.26 Brecha de beneficiarios atendidos.....	145
Tabla N° 5.27 Brecha de servicio.	146
Tabla N° 5.28 Factores de corrección.....	147

Tabla N° 5.29 Resumen de inversión única a precios de mercado y sociales.	148
Tabla N° 5.30 Resumen de inversión única a precios de mercado y sociales	149
Tabla N° 5.31 Resumen de indicadores de evaluación social a precio de mercado.....	149
Tabla N° 5.32 Resumen de indicadores de evaluación social a precio social.	150
Tabla N° 5.33 Análisis de sensibilidad a precios sociales.	152

GLOSARIO

SEP	: Sistema Eléctrico de Potencia.
SE	: Sistema Eléctrico.
DO06	: Alimentador Número 06 Dolorespata.
CNE	: Código Nacional de Electricidad.
MINEM	: Ministerio de Energía y Minas.
SEIN	: Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.
DGE	: Dirección General de Electricidad.
ELSE	: Electro Sur Este.
COES	: Comité de Operación Económica del Sistema.
OSINERGMIN	: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.
IEEE	: Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos.
IEC	: Comisión Electrotécnica Internacional.
KAIST	: Instituto Coreano de Ciencia y Tecnología.
NTU	: Universidad Tecnológica Nanyang.
CCS	: Sistema de Carga Combinado.
VEHE	: Vehículos Eléctricos Híbridos Enchufables.
ZeEUS	: Sistema de Autobuses Urbanos Cero Emisiones.
OLEV	: Vehículo Eléctrico en Línea.
VEB	: Vehículos Eléctricos a Batería.
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
RNV	: Reglamento Nacional de Vehículos.
SNTT	: Sistema Nacional de Transporte Terrestre.
ISO	: Organización Internacional de Normalización.
OMS	: Organismo Mundial de la Salud.

COP21	: Conferencia Climática de las Naciones Unidas.
NAMA	: Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación.
OEA	: Organización de los Estados Americanos.
OEM	: Fabricante de Equipos Originales.
FDIS	: Proyecto final de norma internacional.
BT	: Baja Tensión.
MT	: Media Tensión.
AT	: Alta Tensión.
KV	: Kilo Volts.
KA	: Kilo Amperes.
KVA	: Kilo Volt Ampers.
KVAR	: Kilo Volt Amperes Reactivos.
MVA	: Mega Volt Amperes.
MVAR	: Mega Volt Ampers Reactivos.
KW	: Kilo Watts.
F.C.	: Factor de carga.
F.S.	: Factor de simultaneidad.
F.P.	: Factor de Potencia.
P.U.	: Por Unidad.

CAPÍTULO I

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

Este primer capítulo comprende todo el esquema utilizado en el proceso de la investigación, iniciando con la localización de la red estudiada, donde se insertará pequeños grupos de generadores distribuidos a la red de media tensión (10.5 kV), seguidamente, el planteamiento del problema, que es el “objeto” de la investigación; donde se muestra la justificación, los alcances y las limitaciones en el desarrollo de la investigación. Secuencialmente se muestran los objetivos que se persiguen al inicio de la investigación, así como las hipótesis, variables e indicadores. Este primer capítulo trata de englobar en síntesis de que trata el estudio, de manera secuencial, directa y amigable para el lector.

1.2. ÁMBITO DE ESTUDIO Y APLICACIÓN

La ubicación geográfica del presente estudio, se encuentra en la ciudad del Cusco, específicamente en la región o departamento de Cusco, indicado en la Figura 1.1 (Geográficamente) y en la Figura 1.3 (Diagrama Unifilar).

El ámbito de análisis y evaluación para este estudio, comprenderá las redes de media tensión para la distribución de energía en la Ciudad Universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Asociadas a las mismas se tendrá en consideración las subestaciones líneas aéreas y cargas, sobre las cuales se simula la integración de puntos de carga para vehículos y/o buses eléctricos, distribuidos estratégicamente en el campus universitario. (Ver fig. 1.2)

Cabe resaltar que para el presente estudio de investigación se tomó un horizonte de cinco años (Mediano Plazo). Tomándose como referencia (inicio) el año 2021 hasta el año 2025, tiempo que se considera razonable para la implementación de la electromovilidad para el transporte del alumnado, docentes y administrativos, que conforman el cuerpo universitario.

Tabla N° 1.1

Ubicación política y Geográfica.

UBICACIÓN			
POLITICA		GEOGRAFICA	
País	: Perú	Sistema	: UTM
Región	: Cusco	Este	: 179,780.12
Provincia	: Cusco	Sur	: 8,503,403.59
Ciudad	: Cusco	Elevación	: 3362 msnm
Referencia	: Ciudad Universitaria de Perayoc		

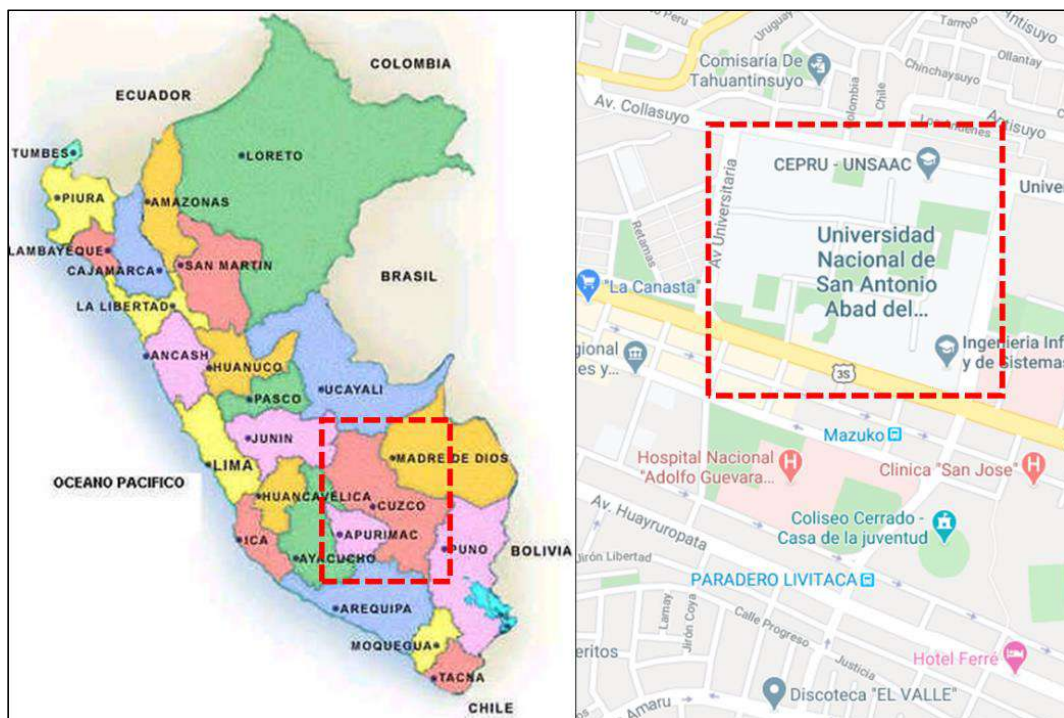
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 1.1

Muestra la ubicación política del presente estudio, en el cual se refiere explícitamente a la región del Cusco

Figura N° 1.2

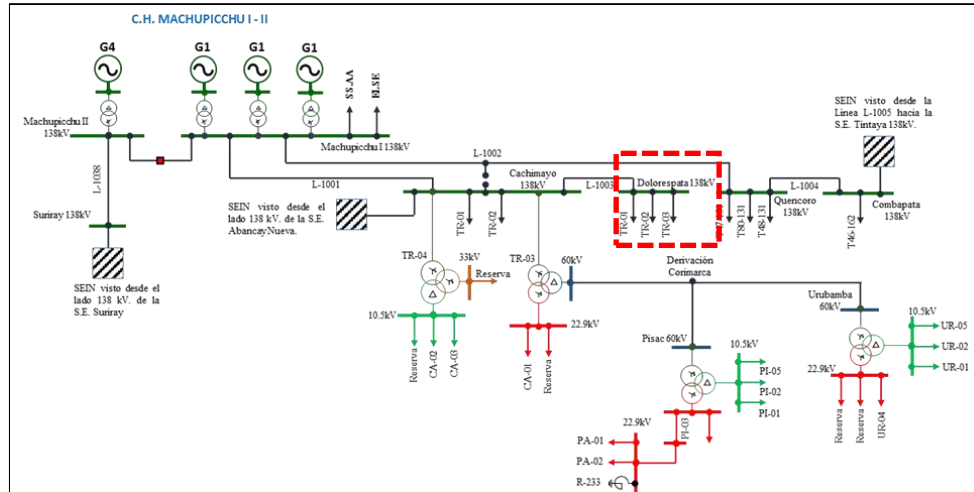
Ubicación política y geográfica del lugar de estudio.



Fuente: Mapa de centrales del COES 2018.

Figura N° 1.3

Diagrama unifilar referencial de la red a ser analizada (se observa la barra que alimenta al Sistema analizado). (Ver Anexo 17)



Fuente: Elaboración propia.

La figura 1.3 muestra un diagrama unifilar general simplificado del área operativa n. ° 14, en el cual es observable las centrales de generación, líneas de transmisión y redes de distribución principalmente asociadas al estudio, asimismo se resalta en color rojo la Subestación Eléctrica Dolorespata en 138kV, considerada como una Subestación de transformación, ello en merito a que reduce la tensión de la barra de 138kV a la barra de 10.5kV, tensión de distribución, del cual parte 9 alimentadores que suministran de energía a la parte noroeste de la ciudad del Cusco.

1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sistema de transporte masivo¹ (buses a diésel) de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, destinados al transporte local² de la población estudiantil,

¹ La Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, cuenta principalmente con dos sistemas de transporte básico, uno para recorridos largos, regionales o interprovinciales, y otro para recorridos cortos o locales.

² El transporte masivo de carácter local, está destinado a transportar a los alumnos, que lo requieran, desde distintos y remotos puntos de la ciudad hasta el campus universitario, y viceversa, esto como necesidad social para con los alumnos, cuya tecnología es a base de la combustión diésel.

actualmente, según datos proporcionados por la oficina de transportes, cuenta con 10 vehículos marca Mercedes Benz, color Rojo Crema, cuyas antigüedades van de entre 2022 y 2023³ (ver tabla n°1.2), teniendo el más antiguo, aproximadamente 2 años de servicio (ver imagen n°1.5). El consumo de combustible diésel mensual por unidad vehicular es de 60 galones y contempla un mantenimiento anual por unidad vehicular de 10 000.00 soles. (ver **Anexo 15**)

En ese sentido, los actores de la presente tesis, luego de haberse reunido y entrevistado de forma presencial, con los representantes de la Universidad (Área de Transportes), quienes manifestaron que la implementación de un transporte eléctrico en la universidad sería una alternativa viable⁴; asimismo, habiéndose realizado una nutrida encuesta al cuerpo estudiantil y docentes, con el fin de recabar información y opiniones fehacientes, sobre la instalación de sistemas de carga para autos y buses eléctricos, para el uso de los mismos; como consecuencia de las mismas se ha obtenido los siguientes resultados estadísticos⁵, los mismos pueden ser consultados en el **Anexo 11** “Encuesta de Investigación sobre implementación de electromovilidad en la UNSAAC”.

³ Información alcanzada por la oficina del área de transportes de la UNSAAC, cuyo representante Alberto Pezua Navarrete.

⁴ Indicar documento (**Anexo 13**).

⁵ La elaboración de las encuestas fue supervisada por la Doctora Celina Luizar Obregon, quien actualmente se encuentra como miembro del Registro Nacional de Científicos, Tecnológicos y de Innovación Tecnológica RENACYT; asimismo, el desarrollo, tratamiento y resultado estadístico de las encuestas fue supervisado por el Ingeniero Estadístico Doctor Wilson Jhon Mollocordo Flores con COESPE N° 1172. (**Anexo 11**)

Figura N° 1.4

Resultado de las Encuestas.

		n	%
Considera usted que la universidad debería adquirir nuevas tecnologías como buses eléctricos para el transporte de la población universitaria	Si	98	98,0
	No	2	2,0
	Total	100	100,0
<hr/>			
		n	%
Cuál crees usted que es el motivo por el cual la universidad no adquiere estas nuevas tecnologías	Si	94	94,0
	No	6	6,0
	Total	100	100,0
<hr/>			
		n	%
Respecto a los Cargadores Rápidos (Electrolinera) que se implementarían y utilizarían los buses eléctricos ¿Cree usted que deberían de estar al servicio también de vehículos particulares, es decir de docentes, estudiantes y administrativos?	Si	89	89,0
	No	11	11,0
	Total	100	100,0
<hr/>			
		n	%
Que opinión tendría si consideramos que el consumo de energía de los buses eléctricos es menor que el consumo de los buses a combustible.	Si	99	99,0
	No	1	1,0
	Total	100	100,0
<hr/>			
		n	%
¿Considera importante la reducción de CO2 y contaminación acústica al medio ambiente al adquirir buses eléctricos?	Si	100	100,0
	No	0	,0
	Total	100	100,0

Fuente: Elaboración Propia (Anexo 11)

En ese aspecto, dichos resultados, establecen que, innegablemente en un corto o mediano plazo, la Universidad, conforme a las políticas y visión de sostenibilidad, cambiara su actual parque automotor, por uno más amigable con el medio ambiente, es decir, un sistema de transporte eléctrico, en congruencia con la nueva tendencia por la electromobilidad⁶, tal y como se distingue en las ciudades y universidades de primer mundo.

⁶ Se hace referencia a la electromovilidad, como nueva tendencia, esto dentro del contexto nacional y local, por su ausencia o falta de inserción masiva en el país.

Tabla N° 1.2

Relación de Vehículos Destinados al Transporte Local del Alumnado de la UNSAAC.

VEHICULOS UNSAAC 2023												
CANT	CLASE	MARCA	MODELO	MOTOR	SERIE	PLACA	ASA	AÑO	COLOR	COMB	LUGAR	COD. PATRIM.
1	Omnibus	Mercedes Benz	O500RS1836	457908U1098718	9BM634011NB250384	EAI-326	44	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000025
2	Omnibus	Mercedes Benz	O500RS1836	457908U1098595	9BM634011NB250336	EAI-327	44	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000026
3	Omnibus	Mercedes Benz	O500RS1836	457908U1098338	9BM634011NB250264	EAI-325	44	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000024
4	Omnibus	Mercedes Benz	OF 1724/59	926998U10098595	9BM384076NB249893	EAI-402	52	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000028
5	Omnibus	Mercedes Benz	OF 1724/59	926998U1367589	9BM384076NB249888	EAI-345	52	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000027
6	Omnibus	Mercedes Benz	OF 1724/59	926998U1367626	9BM384076NB249898	EAI-401	52	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000030
7	Omnibus	Mercedes Benz	OF 1724/59	926998U1367830	9BM384076NB249908	EAI-344	52	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000029
8	Omnibus	Mercedes Benz	OF 1724/59	926998U1368314	9BM384076NB250190	EAI-346	52	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000031
9	Omnibus	Mercedes Benz	4D341	400928D0041556	MEC0024TLNP052840	EAI-370	33	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000032
10	Mini Bus	Mercedes Benz	Sprinter 416CDI/C4325	651958W0143554	8C907645PE222284	EAI-369	17	2023	Blanco	Diesel	Cusco	678261250005

Fuente: Área de Transportes UNSAAC. (ver anexo n°14)

Figura N° 1.5

Bus de Transporte Local del Alumnado de la Unsaac.

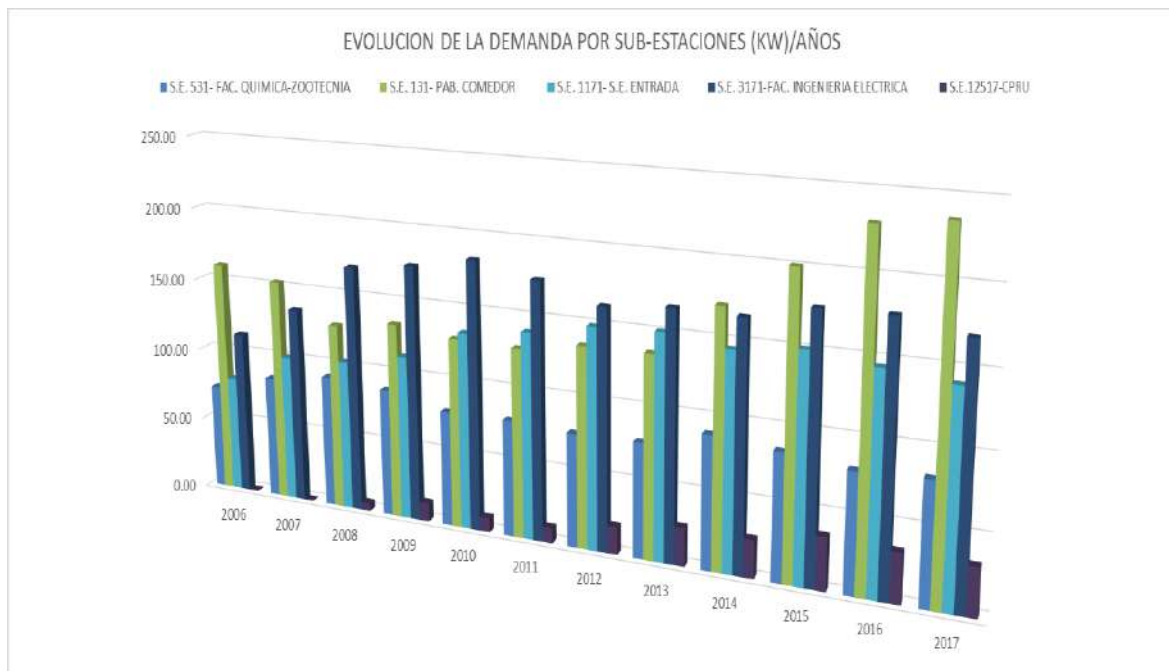


Fuente: elaboración propia. (ver anexo n°18)

Ante lo expuesto, en este punto, se advierte la necesidad, a nivel técnico de ingeniería, esto en cumplimiento de las normas de calidad y criterios de confiabilidad, y es conocer, si las actuales redes eléctricas en media tensión, aéreas y subterráneas, que actualmente operan a una tensión de 10.5 kV, dentro del Campus de la Ciudad Universitaria de Perayoc (ver figura n°1.3, que se extienden, desde el punto de alimentación, ubicado en la entrada principal al campus, hasta las subestaciones eléctricas) ver tabla n°1.3 , situadas en la mayoría de pabellones de la universidad, son capaces o tienen la capacidad de soportar el aumento de demanda, debido a la integración de buses eléctricos y sus respectivos puntos de carga, y ante dicha situación que medidas deberían tomarse en cuenta, ante esta posible y justificada eventualidad.

Figura N° 1.6

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



Fuente: Electro Sur Este S.A.A., recopilado de la Investigación 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” -2018.

Tabla N° 1.3

Sub - Estaciones Eléctricas Ubicadas en la Ciudad Universitaria de Perayoc.

N°	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	UBICACIÓN REFERENCIAL	KVA
1	SS.EE.0010019 CASETA PUERTA PRINCIPAL	SS.EE. 0010019 (PUERTA PRINCIPAL)	250
2	SS.EE. TIPO PEDESTAL ADMINISTRACIÓN	ADMINISTRACION	200
3	SS.EE. TIPO PESEDTAL CENTRO DE SALUD	CENTRO DE SALUD	315
4	SS.EE. 0010562 CASETA ING. ELÉCTRICA	ING. ELECTRICA	315
5	SS.EE. TIPO PEDESTAL BIBLIOTECA CENTRAL	BIBLIOTECA CENTRAL	315
6	SS.EE. 0010094 CASETA QUÍMICA	QUIMICA	400
7	SS.EE. TIPO PEDESTAL CENTRO PRE-UNIV.	CENTRO PRE-UNIV.	200
8	SS.EE. TIPO PEDESTAL ARQUITECTURA	ARQUITECTURA	315
9	SS.EE. CASETA COMEDOR UNIVERSITARIO	SS.EE. 0010078 (COMEDOR UNIV.)	315
10	SS.EE. TIPO PEDESTAL CIENCIAS SOCIALES	CIENCIAS SOCIALES	250
11	SS.EE. TIPO PEDESTAL INGENIERÍA ELECTRÓNICA	INGENERIA ELECTRONICA	160
12	SS.EE. TIPO PEDESTAL CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN	CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN	160
13	SS.EE. TIPO PEDESTAL BIOLOGÍA	BIOLOGIA	400
14	SS.EE. TIPO PEDESTAL COMEDOR UNIVERSITARIO	COMEDOR UNIVERSITARIO	500

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

De la tabla Anterior, es pertinente indicar que como parte del desarrollo de la tesis se solicitó el expediente técnico como construido del proyecto “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc” – 2018; en ese aspecto, no habiendo mayores modificaciones, y considerando que, de acuerdo con el reconocimiento de campo realizado según lo indicado, se corroboró las subestaciones existentes y sus ubicaciones. (ver Anexo 8).

Figura N° 1.7

Subestación Ingeniería Eléctrica.



Fuente: Visita en Campo, Instalaciones de la S.E. de Ingeniería Eléctrica.

Figura N° 1.8

Subestación Ciencia Sociales.



Fuente: Visita en Campo, Instalaciones de la S.E. de Ciencias Sociales.

1.3.2. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo afecta la integración de la electromovilidad visto como demanda, a las redes de media tensión en la Ciudad Universitaria de Perayoc de Cusco?

1.3.3. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a. ¿En qué condiciones se encuentran actualmente las redes eléctricas de media tensión, en la ciudad universitaria de Perayoc?
- b. ¿Cuál será la ingeniería básica adecuada, para la integración de la electromovilidad como carga, en las redes de media tensión en la Ciudad Universitaria de Perayoc?
- c. ¿Qué resultados se obtendrán, al analizar las redes eléctricas de media tensión, con la integración de la electromovilidad con diferentes tecnologías de carga, y horarios de consumo?

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

A mediados del 2018, ENEL publicaba, “El bús eléctrico llega a Lima para revolucionar el transporte público⁷”, en noviembre de 2019, El Comercio publicó que, “a mediados del 2019, inicio la circulación de un bus eléctrico en la flota de corredores rojos en Lima metropolitana⁸”, en mayo de 2021, la Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao (ATU) publicó una propuesta para incorporar buses eléctricos híbridos en sistema de transporte⁹, en setiembre de 2022, la revista Energía y Negocios, publicaba “Arequipa tendrá su primer bus eléctrico

⁷ Fuente: <https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/bus-electrico-revoluciona-el-transporte-publico.html>

⁸ Fuente: <https://elcomercio.pe/economia/transporte-publico-cuantos-buses-electricos-tiene-el-transporte-publico-del-peru-y-como-podemos-tener-mas-noticia/>

⁹ Fuente: <https://andina.pe/agencia/noticia-atu-publica-propuesta-para-incorporar-buses-electricos-hibridos-sistema-transporte-894728.aspx>

funcionando en el transporte público”, señalando que “Las empresas e instituciones que unieron fuerzas para lograr esta implementación, esperan que sea el punto de inicio para concretar un proyecto de una flota de más de 100 e-Buses en la ciudad”¹⁰, finalmente, un equipo de investigación de la Universidad Nacional de Ingeniería, UNI, crearon cargadores inteligentes para el funcionamiento con prototipos de autos eléctricos¹¹, En ese sentido, como se puede observar, en Perú, actualmente, los vehículos eléctricos se han convertido en una alternativa sustentable y sostenible con el medio ambiente y su implementación en el transporte urbano, así como en el transporte universitario, es cuestión de tiempo.

Ahora bien, la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, conforme a las políticas y visión de sostenibilidad medio ambiental, en congruencia con la nueva tendencia internacional de implementación de la Electromovilidad en el transporte de las principales Universidades, y aún más importante, si traemos nuevamente a colación lo manifestado por los representantes de la Universidad (Área de Transportes), y los resultados estadísticos de las encuestas realizadas al cuerpo estudiantil y docente de la Universidad; sumando todo ello es, un hecho que la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, adopte o determine cambiar su sistema de transporte masivo local de alumnos, actualmente a diésel, por el transporte, ecológicamente amigable, mediante buses eléctricos.

Finalmente es necesario comprender que, esta investigación, da a conocer, tanto a las autoridades Universitarias, como a los alumnos y demás personas involucradas o interesadas, el comportamiento de las instalaciones de media tensión con la incorporación de estaciones de carga rápida, como parte de la incorporación de la electromovilidad en el parque de buses de transporte de la Universidad; en ese aspecto, da a conocer si las actuales instalaciones, se

¹⁰ Fuente: <https://revistaenergiaynegocios.com/2022/09/28/arequipa-tendra-su-primer-bus-electrico-funcionando-en-el-transporte-publico/>

¹¹ Fuente: <https://elcomercio.pe/tecnologia/actualidad/investigadores-de-la-uni-crean-cargador-inteligente-asi-funciona-el-prototipo-para-autos-electricos-video-noticia/>

encuentran preparadas para el incremento de carga en las redes de media tensión. Caso contrario de no darse esta investigación, persistiría la incertidumbre si las redes de media tensión están preparadas o no para el incremento de demanda previamente mencionado.

En ese entender y abundando más en el tema, la presente investigación genera los siguientes aportes:

ASPECTO SOCIAL. – El presente trabajo de tesis permitirá la implementación de cargadores rápidos no solo en la ciudad Universitaria de Perayoc si no también en todo el ámbito regional y nacional lo que generara la adquisición de forma masiva de vehículos eléctricos, ya que por el momento no existe una cultura de compra de estos vehículos por la carencia de dicha infraestructura ya que solo existen 60 puntos de carga en todo el Perú de los cuales solo cuatro son cargadores rápidos; de esta manera la implementación de esta infraestructura y tecnologías se verá incentivada y sostenida, creando como principales cambios sociales y culturales en las personas, el empezar a tomar conciencia de que debemos cuidar el medio ambiente y nuestro espacio vital, siendo así la electromovilidad un medio importante y directo para dicho fin; ya que el transporte es el causante de la tercera parte del total de las emisiones de carbono al medio ambiente a nivel mundial logrando de esta manera un impacto .

Es evidente notar que nuestra región en los últimos años ha tenido un enorme crecimiento vehicular, por tal hecho acontecido tiene un incremento en la congestión, demoras y accidentes. Con la integración de la electromovilidad se incorpora la ciudad inteligente, para potenciar las tecnologías de la información y la comunicación, dando soluciones favorables a las necesidades de la congestión vehicular de la sociedad.

ASPECTO ECONOMICO. – En el aspecto económico el aporte del presente trabajo de tesis es muy notorio ya que se generara diversos beneficios económicos a las instituciones,

personas jurídicas y naturales que vienen incluso desde el mismo gobierno central, ya que en su intento de promover la electromovilidad y solucionar el problema de la contaminación ambiental a través de la comisión de economía del congreso debate diversos proyectos de ley de fomento y desarrollo del transporte verde y cero emisiones que incluye exoneraciones fiscales.

En dichos proyectos de ley se reiteran todos los beneficios tributarios a importadores y comercializadores de vehículos eléctricos, sin embargo, se mantienen únicamente los beneficios en impuestos a la renta y las inversiones de estaciones de carga y de mantenimiento de vehículos eléctricos, siempre que sus ingresos por esta actividad no superen el 70% del total.

También se señala que los beneficiarios podían ser las empresas de cualquier rubro, que con solo adquirir un vehículo eléctrico quedarían exoneradas por cinco años del impuesto a la renta (del 2023 al 2027), y luego pagarían por los siguientes cinco años (2028 al 2032) una tasa reducida de 5% del impuesto a la renta sobre la totalidad de sus ingresos (y no el 29.5% que se tributa actualmente).

Al margen de que dichos proyectos de ley se aprueben es clara la tendencia legislativa en su afán de impulsar dicho sector; pero a su vez el usuario final de por si tiene un impacto económico bien marcado respecto al transporte convencional versus el eléctrico, ya que hoy por hoy un auto eléctrico gasta aproximadamente unos 16 kWh (kilovatio hora) para recorrer 100 kilómetros mientras que uno convencional necesita cerca de 6 litros de combustible diésel para el mismo recorrido. De acuerdo con los precios promedio de electricidad en la ciudad de Cusco a estos 16 kWh cuestan 12,12 soles, mientras que el costo promedio del diésel B5 es de 17,02 soles por galón.

Comparando ambos por un consumo anual de 20 000 km, con el auto eléctrico se gastan 1760,00 soles, mientras que con el convencional el gasto es de 5389,00 soles. Esto supone un ahorro de 3629,00 soles al año. Si lo expresamos en porcentajes estamos hablando prácticamente del 32% del costo respecto al diésel, dicho de otro modo, el vehículo eléctrico

representa la tercera parte del gasto de su par con combustible convencional, todo esto sin contar el bajo costo por mantenimiento del vehículo eléctrico ya que su sistema es mucho más simple y con menos partes móviles respecto a su par a combustible, lo que aminora riesgo por fallas, repuestos, insumos y autopartes.

ASPECTO AMBIENTAL. – El trabajo de tesis se centra en la evaluación y análisis de las redes eléctricas en media tensión para la integración de la electromovilidad en la ciudad universitaria de PERAYOC con las nuevas tecnologías de cargadores rápidos, dicha implementación tiene grandes aportes a los aspectos ambientales con la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, los vehículos eléctricos tienen cero emisión, es fundamental analizar que durante el funcionamiento de la electromovilidad no producen emisiones de gases ni partículas lo que significa que no contribuyen al calentamiento global y a la contaminación atmosférica, cabe recalcar que la electromovilidad usa como fuente energética la energía eléctrica, siendo más eficiente en el uso de esta, es decir no ocurre combustión (gasolina, diésel, gas), dejando cero producción de emisiones directas de CO₂, entre otros aspectos que contribuye la electromovilidad, son los mecanismos y los componentes tecnológicos que contemplan ya que dichos componentes requieren de menos mantenimiento y llegan a tener una vida útil más larga.

Un análisis detallado de los grandes beneficios que contemplan la implementación de la electromovilidad a nivel ambiental en la ciudad universitaria de Perayoc, nos detalla que los transportes de las unidades vehiculares de la población universitaria emiten 68,4 gramos de CO₂ por viajero y kilómetro recorrido, considerando que las unidades vehiculares tienen un recorrido de 20 000 km anuales y una emisión de 41.04 toneladas de CO₂, a diferencia de cero emisión de la electromovilidad, es evidente notar que los vehículos eléctricos poseen beneficios que preservan el medio ambiente.

Es preciso que los estudiantes antonianos de esta nueva generación consideren los grandes beneficios que se obtienen al integrar estas nuevas tecnologías para el bienestar ambiental que se sufre a nivel local, nacional e internacional.

ASPECTO CIENTÍFICO. - En el aspecto científico el presente estudio de tesis utiliza los diversos avances en tecnología desarrollados para hacer posible la electromovilidad, así mismo dicho trabajo permitirá ampliar los horizontes de estudio de generaciones futuras de estudiantes de Ingeniería Eléctrica en nuestra escuela profesional generando e impulsando el desarrollo científico – tecnológico en esta especialidad que es la electromovilidad; así también el desarrollo de otras escuelas profesionales como la de Ingeniería Electrónica e Ingeniería de Sistemas ya que la electromovilidad como cualquier especialidad no está completamente desarrollada y siempre se necesitara mejorar, optimizar y perfeccionar el funcionamiento y/o desarrollo de los diversos sistemas que lo componen. El presente trabajo de tesis abre las puertas al desarrollo de nuevos avances científicos por ser material de inicio a un nuevo aspecto de desarrollo profesional especializado en el ámbito de la electromovilidad.

ASPECTO INGENIERÍA. – El estudio de la tesis está enfocado en la ingeniería básica adecuada para la integración futura de la electromovilidad como carga, dicho estudio tiene aportes a nivel de ingeniera por la creación de simulaciones con herramientas informáticas para el análisis e interpretación de información técnica.

El estudio de la ingeniería básica y la creación de estas simulaciones podrían contribuir posteriormente a nuevos análisis y considerar nuevas tecnologías, ya que dichas tecnologías están en constante crecimiento y mejora. La universidad San Antonio Abad del Cusco necesita impulsar la creación y el estudio de nuevas simulaciones para mejorar posteriores implementaciones de dichas tecnologías.

ASPECTO ACADÉMICO. - El trabajo de tesis permitirá que la institución universitaria contemple la implementación de nuevos cursos y especialidades a las distintas carreras de ingeniería, impartiendo ramas ligadas a la electromovilidad, así mismo dentro de los aportes de la integración de la electromovilidad se contempla fomentar alternativas de creación de nuevas carreras de corta duración, para poder desarrollar las capacidades profesionales de un perfil técnico. Estas características de nivel de educación están impartiendo ramas ligadas a la electromovilidad, a partir de la mecánica a desarrollos de la electrónica de potencia y telemática, es claro nombrar que la institución universitaria de San Antonio Abad del Cusco deberá implementar una serie de actividades como diplomados, cursos de especialización, congresos y seminarios que estarían siendo destinados a contemplar conocimientos de profesionales en las nuevas tecnologías que están ligadas a la electromovilidad, es evidente que, al aumentar el interés del estudio de nuevas tecnologías a las nuevas generaciones de estudiantes, contemplara nuevas especialidades o sub ramas ligada a dichas carrera.

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Para poder cumplir con los objetivos de este trabajo, la presente investigación evaluara, preliminarmente, las condiciones operativas que actualmente se presentan en las redes en media tensión (10.5kV), que suministran energía a los diferentes edificios, laboratorios y similares, en el interior de la ciudad universitaria de Perayoc; para posteriormente analizar el impacto que tiene la integración de la electromovilidad y su infraestructura electromecánica asociada en un escenario de máxima demanda, en un periodo de mediano plazo (5 años), en condiciones de operación en estado estacionario y bajo contingencias. Para ello, en la integración de la electromovilidad en el transporte universitario, se ha considerado tecnologías de carga rápida y lenta, integrados a las redes de distribución en media tensión en el interior del campus, de

uso privado, y consecuentemente las redes de llegada del alimentador N° D06, que suministra de energía a la UNSAAC.

Respecto a la Información de las redes de distribución en media tensión de uso privado y público se han solicitado, tanto a la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco como a Electro Sur Este S.A.A. en su condición de empresa distribuidora.

	OBJETIVOS	ALCANCES	LIMITACIONES
a.	Evaluar las actuales condiciones de las redes eléctricas de media tensión, en la Ciudad Universitaria de Perayoc, evaluándose los flujos de potencia, cargabilidad, niveles de tensión y corrientes.	Se realizará estudios eléctricos en estado estable, en el escenario de operación de máxima demanda, con datos proporcionados por ELSE SAA, obteniendo resultados como flujos de potencia, cargabilidad, niveles de tensión y corrientes. Los estudios eléctricos son realizados en Digsilent Power Factory 15.1.7, y procesados en el paquete office 2013.	La precisión de los resultados, estará directamente ligada a la antigüedad y exactitud de los datos proporcionados por ELSE SAA.
b.	Desarrollar la ingeniería básica, adecuada, para la integración de la electromovilidad como carga, en las redes de media tensión en la Ciudad Universitaria de Perayoc.	Se planteará la ubicación, dimensionamiento de las subestaciones y centros de carga, incluyendo los tipos de carga, y las capacidades de los buses, así como información técnica referencial.	Ausencia de normativa vigente en el Perú. Ausencia de información técnica, por parte de fabricantes de buses y cargadores eléctricos.
c.	Analizar las redes eléctricas de media tensión en la Ciudad Universitaria de Perayoc, al integrar la electromovilidad con diferentes tecnologías de carga y horarios de consumo, evaluándose las variaciones en los flujos de potencia, cargabilidad, niveles de tensión y corrientes en las redes de media tensión.	Se realizará estudios eléctricos en estado estable, en el escenario de operación de máxima demanda, con datos proporcionados por ELSE SAA, al integrar la electromovilidad como carga, en las redes de media tensión en la Ciudad Universitaria de Perayoc, con tecnologías de carga rápida y lenta, teniendo en consideración los horarios de consumo, obteniendo resultados como flujos de potencia, cargabilidad, niveles de tensión y corrientes. Los estudios eléctricos son realizados en Digsilent Power Factory 15.1.7, y procesados en el paquete office 2013.	La precisión de los resultados, estará directamente ligada a la antigüedad y exactitud de los datos proporcionados por ELSE SAA.

1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar y analizar las redes eléctricas en media tensión, al integrar la electromovilidad como carga, en la Ciudad Universitaria de Perayoc de Cusco.

1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Evaluar las actuales condiciones de las redes eléctricas de media tensión, en la Ciudad Universitaria de Perayoc, evaluándose los flujos de potencia, cargabilidad, niveles de tensión y corrientes.
- b. Desarrollar la ingeniería básica, adecuada, para la integración de la electromovilidad como carga, en las redes de media tensión en la Ciudad Universitaria de Perayoc.
- c. Analizar las redes eléctricas de media tensión en la Ciudad Universitaria de Perayoc, al integrar la electromovilidad con diferentes tecnologías de carga y horarios de consumo, evaluándose las variaciones en los flujos de potencia, cargabilidad, niveles de tensión y corrientes en las redes de media tensión.

1.7. HIPÓTESIS

1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL

Una temprana evaluación y análisis de las redes eléctricas en media tensión, al integrar la electromovilidad como carga, en la Ciudad Universitaria de Perayoc,

permitirá conocer las capacidades y brechas hacia el uso de esta tecnología en el transporte de la población universitaria.

1.7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a. Una adecuada evaluación de las actuales condiciones de las redes eléctricas de media tensión, en la ciudad universitaria de Perayoc, permitirá identificar las capacidades técnicas, en referencia a la integración de la electromovilidad.
- b. Al desarrollar la ingeniería básica necesaria, para la integración de la electromovilidad, en las redes de media tensión en la ciudad universitaria de Perayoc, permitirá dejar un precedente para una futura ejecución, principalmente de la tecnología, que se demostrará, será la adecuada.
- c. Al Analizar las redes eléctricas de media tensión, al integrar la electromovilidad, en la Ciudad Universitaria de Perayoc, con diferentes tecnologías de carga y horarios de consumo, nos permitirá identificar las brechas y limitaciones técnicas de las redes eléctricas, nos permitirá desarrollar un adecuado plan de consumos.

1.8. VARIABLES

1.8.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

En el presente estudio se considera las siguientes variables independientes:

- Electromovilidad.
- Tecnología de Cargadores.

Tabla N° 1.4

Variables independientes, indicadores y unidades.

VARIABLES INDEPENDIENTES			
N°	Variable	Indicador	UND
1	Electromovilidad	a. Potencia Instalada	[kW]
		b. Tensión Nominal	[kV]
		c. Potencia de Operación	[kW]
		d. Energía	[KWh]
2	Tecnología de Cargadores	a. Tiempo de Carga	[Hs]

Fuente: Elaboración Propia

1.8.2. VARIABLES DEPENDIENTES

En el presente estudio se considera la siguiente variable dependiente:

- Redes eléctricas en media tensión, en la ciudad universitaria de Perayoc.

Tabla N° 1.5

Variables dependientes, indicadores y unidades.

VARIABLES DEPENDIENTES				
N°	Variable	Indicador		UND
1	Redes eléctricas en media tensión, en la ciudad universitaria de Perayoc	a.	Cargabilidad	[%]
		b.	Flujos de Potencia	[kW]
		c.	Nivel de Tensiones	[kV]
		d.	Corrientes	[A]

Fuente: Elaboración Propia

1.8.3. VARIABLES INTERVINIENTES

En el presente estudio se considera las siguientes variables intervinientes:

- Escenario de Operación en estado estable; para esta variable solo consideramos como indicadores la máxima demanda del sistema asociado.

- Horarios de Consumo; para esta variable, el indicador considerado, es la potencia demandada en una determinada hora.

Tabla N° 1.6

Variables intervinientes, indicadores y unidades.

VARIABLES INTERVINIENTES				
N°	Variable	Indicador		UND
1	Escenarios de Operación	a.	Máxima Demanda	[kW]
2	Horarios de Consumo	a.	Potencia por Hora	[kW/Hs]

Fuente: Elaboración Propia

1.8.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES INTERVINIENTES

		VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL ¹²	DEFINICIÓN OPERACIONAL ¹³	INDICADOR		UNIDADES
INDEPENDIENTES	1	Electromovilidad	Es el transporte por medio de vehículos o similares, haciendo uso de la electricidad para generar el desplazamiento.	La incorporación de la electromovilidad en una sociedad, se traduce en el aumento de la demanda eléctrica en las redes que dan suministro eléctrico, dependiendo del tipo de tecnología de cargadores.	a.	Potencia Instalada	[kW]
					b.	Tensión Nominal	[kV]
					c.	Potencia de Operación	[kW]
					d.	Energía	[KWh]
	2	Tecnología de Cargadores	La tecnología de cargadores, por el tiempo de carga se divide en dos grupos, cargadores rápidos y cargadores lentos.	Los cargadores rápidos utilizan tiempos cortos de carga, pero con potencias de consumo bastante altas, por lo general con una infraestructura especial; lo contrario se da en el caso de los cargadores lentos, siendo los tiempos más prolongados con potencias relativamente bajas, pudiendo incluso realizarse en los domicilios.	a.	Tiempo de Carga	[Hs]
DEPENDIENTES	1	Redes eléctricas en media tensión, en la ciudad universitaria de Perayoc	El suministro de energía eléctrica a la ciudad universitaria de Perayoc se realiza a través de redes eléctricas en media tensión	Las redes eléctricas en media tensión, son diseñadas con una capacidad nominal, el aumento no planificado de la demanda genera el riesgo de que estas operen al límite o incluso sobrepasen su capacidad, generando problemas operativos e incluso la salida de las redes.	a.	Cargabilidad	[%]
					b.	Flujos de Potencia	[kW]
					c.	Nivel de Tensiones	[kV]
					d.	Corrientes	[A]
INTERVINIENTES	1	Escenarios de Operación	Los escenarios de operación de las redes eléctricas en media tensión son: en máxima, media y mínima demanda.	El escenario de mayor criticidad es el de máxima demanda, en cuyo caso, si se válida para este escenario, también para los de media y mínima demanda.	a.	Máxima Demanda	[kW]
	2	Horarios de Consumo	Los horarios de consumo pueden ser diurno o nocturno, y se dividen en franjas horarias.	La franja horaria a seleccionar puede o no coincidir con los escenarios de máxima demanda, para la investigación se selecciona el escenario pesimista en el cual si coincide.	a.	Potencia por hora	[kW/Hs]

¹² La definición conceptual es la que se obtiene de los textos, obras o diccionarios. Debe enunciar género y características. la diferenciación debe ser una característica o grupo de características que estén presentes.
 “RAE” <https://sites.google.com/site/maestriaitallerdeinvestigacion/unidad-5-marco-teorico/6-4-marco-conceptual/6-4-1-definicion-conceptula-y-operacional>

¹³ La definición operacional es la que construye o se adapta de otras, a partir de las características observables del fenómeno; indicando los elementos concretos, empíricos o indicadores del hecho que se investigará.
 “RAE” <https://sites.google.com/site/maestriaitallerdeinvestigacion/unidad-5-marco-teorico/6-4-marco-conceptual/6-4-1-definicion-conceptula-y-operacional>

1.9. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

1.9.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

- La presente investigación es de enfoque **Cuantitativo**, ya que es secuencial y probatorio, para lo cual recolectamos datos (numéricos), para probar nuestras hipótesis y establecer comportamientos. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).
- De acuerdo al **fin que persigue** esta investigación, es del tipo **Aplicada**, ya que busca evaluar, comparar, interpretar, establecer precedentes y determinar causalidad y sus implicaciones (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).
- De acuerdo con el **muestreo de los datos**, es de la clase **no probabilística**, ya que se escogieron casos concretos, venida en Máxima y Mínima demanda y Estiaje en Máxima y Mínima demanda, con el propósito de forzar el comportamiento del sistema en estos casos (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

1.9.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

- El diseño es de tipo **Cuasiexperimental**, ya que se manipula deliberadamente una o más variables independientes para observar su efecto y relación con una o varias dependientes (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Este diseño efectúa las siguientes etapas:

- a) Manejo de variables independientes

- b) Cálculo del efecto que produce la variable independiente en la variable dependiente.
- c) Control de la validez de los resultados obtenidos.

1.9.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

1.9.3.1. POBLACIÓN.

Para este estudio, la población objeto de investigación, son las redes eléctricas en media tensión en 10.5kV, en la ciudad del Cusco.

1.9.3.2. MUESTRA.

La muestra corresponde a las redes eléctricas en media tensión 10.5kV, en la ciudad universitaria de Perayoc, de uso particular por la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

1.9.4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

1.9.4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos, se revisó (Libros, Artículos, Papers), solicitó información (Visitas a la empresa, Pagina Web), recolectó y almacenó (medios magnéticos, laptop) la información de las empresas competentes (ELSE S.A.A., UNSAAC). Estos datos son:

- a) Documental (Normas, Antecedentes, Evolución de Demanda, Documentación de datos en medios escritos y magnéticos).
- b) Estadística (Proyecciones de demanda y proyectos de generación).

1.9.4.2. ANÁLISIS DE DATOS

Según (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014), el procedimiento para el análisis de nuestros datos es el siguiente:

- a) Selección del programa más adecuado para el análisis de datos y correr el Flujo de Potencia.
- b) Análisis y recolección de datos: Perfiles de Tensión y Flujos de Potencia.
- c) Análisis de la Estabilidad de Tensión mediante el algoritmo propuesto.
- d) Validación de resultados con un software comercial.
- e) Análisis estadístico descriptivo mediante gráficas.
- f) Presentación de Resultados Finales.

En referencia al análisis de datos se procede de la siguiente manera:

- Análisis e interpretación de datos correspondiente a la red en estudio, en escenarios de máxima y mínima demanda, proporcionado por Electro Sur Este S.A.A.
- Análisis e interpretación de información técnica e ingeniería básica y de detalle respecto a transportes eléctricos (autos y buses), tipos de cargas e infraestructura eléctrica involucrada. Todo esto de libre divulgación por los fabricantes y comercializadores, en forma de catálogos, data sheets, manuales, etc.
- Análisis e interpretación de informes de revisiones técnicas de los buses a diésel de propiedad de la UNSAAC, proporcionados por la oficina encargada.

- Análisis e interpretación de estadísticas de emisiones de gases de efecto invernadero proporcionados por la OMS, OEA, o similares, que sean de carácter oficial a nivel nacional e internacional.
- Recopilación y análisis de valores de costos de los combustibles promedios actuales, así como el costo de la energía, ambos proporcionados por instituciones de carácter oficial en el Perú.

1.9.4.3. HERRAMIENTAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS

Las herramientas informáticas a utilizarse son: Programas como: Digsilent Power Factory 15.1.7, Microsoft Office, Autocad, ArcGis, Google Earth, etc.

1.9.5. MATRIZ DE CONSISTENCIAS

MATRIZ DE CONSISTENCIAS								
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES			METODOLOGIA	CONCLUSIONES	
PROBLEMA GENERAL ¿Cómo afecta la integración de la electromovilidad visto como demanda, a las redes de media tensión en la Ciudad Universitaria de Perayoc de Cusco?	OBJETIVO GENERAL Evaluar y analizar las redes eléctricas en media tensión, al integrar la electromovilidad como carga, en la Ciudad Universitaria de Perayoc de Cusco.	HIPÓTESIS GENERAL Una temprana evaluación y análisis de las redes eléctricas en media tensión, al integrar la electromovilidad como carga, en la Ciudad Universitaria de Perayoc, permitirá conocer las capacidades y brechas hacia el uso de esta tecnología en el transporte de la población universitaria.	VARIABLES E INDICADORES			TIPO DE LA INVESTIGACIÓN Por la naturaleza del estudio, esta investigación es del tipo Cuantitativo, ya que se realizará la recolección de datos, se probará las hipótesis y medirá las variables planteadas, se realizará el análisis y la evaluación de los resultados obtenidos.		
			Variable	Indicador	UND			
PROBLEMAS ESPECÍFICOS a) ¿En qué condiciones, se encuentran actualmente las redes eléctricas de media tensión, en la ciudad universitaria de Perayoc? b) ¿Cuál será la ingeniería básica adecuada, para la integración de la electromovilidad como carga, en las redes de media tensión en la Ciudad Universitaria de Perayoc? c) ¿Qué resultados se obtendrán, al analizar las redes eléctricas de media tensión, con la integración de la electromovilidad con diferentes tecnologías de carga, y horarios de consumo?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS a) Evaluar las actuales condiciones de las redes eléctricas de media tensión, en la Ciudad Universitaria de Perayoc, evaluándose los flujos de potencia, cargabilidad, niveles de tensión y corrientes. b) Desarrollar la ingeniería básica, adecuada, para la integración de la electromovilidad como carga, en las redes de media tensión en la Ciudad Universitaria de Perayoc. c) Analizar las redes eléctricas de media tensión en la Ciudad Universitaria de Perayoc, al integrar la electromovilidad con diferentes tecnologías de carga y horarios de consumo, evaluándose las variaciones en los flujos de potencia, cargabilidad, niveles de tensión y corrientes en las redes de media tensión.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS a) Una adecuada evaluación de las actuales condiciones de las redes eléctricas de media tensión, en la ciudad universitaria de Perayoc, permitirá identificar las capacidades técnicas, en referencia a la integración de la electromovilidad. b) Al desarrollar la ingeniería básica necesaria, para la integración de la electromovilidad, en las redes de media tensión en la ciudad universitaria de Perayoc, permitirá dejar un precedente para una futura ejecución, principalmente de la tecnología, que se demostrara, será la adecuada. c) Al analizar las redes eléctricas de media tensión, al integrar la electromovilidad, en la Ciudad Universitaria de Perayoc, con diferentes tecnologías de carga y horarios de consumo, nos permitirá identificar las brechas y limitaciones técnicas de las redes eléctricas, nos permitirá desarrollar un adecuado plan de consumos.	INDEPENDIENTE	Electromovilidad	Potencia Instalada	[kW]	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN. DISEÑO TRANSECCIONAL DESCRIPTIVO.- Es el diseño en el cual se requiere indagar la incidencia de las modalidades, categorías o niveles de una o más variables en una población, son estudios puramente descriptivo.	a) Se concluye que las redes fueron repotenciadas, también las tensiones en las barras de las S.E. no superan +-5%, los tramos con mayor flujo de carga son, (1) el nodo de S.E. de la Puerta Principal, con un flujo 3,646.7KW, 632.1KVA, una carga de línea de 91.4%;(2) nodo de S.E. Biología y la S.E. comedor Antiguo, con un flujo 1,730.70 KW, 494.10 KVA, una carga de línea de 57.6%. b) Se concluye de la investigación la ingeniería básica de los súper cargadores, como parte de la implementación de la electromovilidad en el sistema de transporte de la UNSAAC, los cuales serán ubicados en el estacionamiento principal de la UNSAAC y el estacionamiento del pabellón de Ingeniería Eléctrica por ser los óptimos para dicho fin; instalando dos súper cargadores tipo Plug-in de carga rápida y lenta, con capacidad para un Bus Eléctrico o dos autos. c) Se determinó que los valores de tensión disminuyen en las S.E. próximos de los súper cargadores sin transgredir el +-5% de variación de tensión, los flujos de las líneas donde se incorporó los súper cargadores ninguno sobrepasa la cargabilidad, no obstante, es imperativo indicar que, el tramo de red entre la Barra los Incas - S.E. Puerta Principal, alcanza un flujo de potencia activa de 4,153.7KW, 654.7KVA, 240Amp., logrando una carga del 104.2% de la capacidad del tramo de línea. Por consiguiente, en el escenario de máxima demanda (escenario más severo), este tramo de línea sobrepasaría el 100% de capacidad de diseño; en ese aspecto, si correspondría la repotenciación de este tramo de línea.
					Tensión Nominal	[kV]		
					Potencia de Operación	[kW]		
			Energía	[KWh]				
			Tecnología de Cargadores	Tiempo de Carga	[Hs]			
			DEPENDIENTES	Redes eléctricas en media tensión, en la ciudad universitaria de Perayoc	Cargabilidad	[%]		
					Flujos de Potencia	[kW]		
					Nivel de Tensiones	[kV]		
			INTERVINIENTE	Escenarios de Operación	Máxima Demanda	[kW]		
					Horarios de Consumo	Potencia vs Horario		

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. INTRODUCCIÓN

Un sistema eléctrico de potencia es un conjunto de elementos, que tiene como fin: generar, transformar, transmitir y distribuir, siendo esta última la encargada de llevar la energía eléctrica al consumidor final, cumpliendo los estándares de calidad al menor costo posible.

2.2. DEFINICIONES BÁSICAS.

- a) **Grupo generador.** - Grupo de máquinas rotativas que transforman la energía mecánica o térmica en energía eléctrica (MINEM-DGE, 2002).
- b) **Transformador.** - Los transformadores son enlaces entre los generadores del sistema de potencia y las líneas de transmisión y entre líneas de diferentes niveles de voltaje (Grainger & Stevenson, Jr, 1996).
- c) **Línea de Transmisión.** - Medio por el cual se transporta la energía eléctrica, esta puede ser aérea o subterránea y de diferentes niveles de tensión, dependiendo de las características del sistema de potencia (Grainger & Stevenson, Jr, 1996).
- d) **Barra.** - Terminales de unión entre la generación, transformación, transmisión y distribución (Saadat, 1999).
- e) **Carga.** - Es el modelo matemático de la demanda (inductiva o capacitiva) en un determinado instante o lapso de tiempo (Saadat, 1999).
- f) **Demanda.** - Es el requerimiento de energía eléctrica por parte de los usuarios.

- g) **Escenario de operación.** – Se asocia a la proyección de tipo tendencial de las cargas y posibles consecuencias que conlleven al sistema eléctrico de potencia (Saadat, 1999).
- h) **Periodo de estudio.** - Es un lapso de tiempo, según su clasificación pueden ser: Corto plazo (1 día – 1 semana), Mediano Plazo (1 año – 5 años), largo plazo (5 – 25 años) (Vizcarra Cifuentes, 2014).
- i) **Ingeniería Básica Conceptual.** – Modelo primigenio a nivel de ingeniería, con el cual se establecen los fundamentos y conceptos clave que darán forma al diseño y desarrollo del proyecto.
- j) **Evaluación de las redes eléctricas.** – Proceso fundamental destinado a estimar cualitativa y/o cuantitativamente el estado operativo de las redes eléctricas.

2.3. ANTECEDENTES.

Desde el nacimiento de la tecnología automotriz basado en combustibles fósiles y sus derivados, los autos y similares se han convertido en una fuente de contaminación ambiental a nivel mundial, (Campatelli et al., 2014) [IEEE 2019-05 - Electromobility and Climate Change]. En los últimos decenios, la humanidad, tomo tardíamente conciencia, sobre el impacto climático que se había causado. Reducir el consumo de energía primaria no renovable y las emisiones tanto de gases de efecto invernadero, como de contaminantes tóxicos atmosféricos, de una manera económicamente sostenible, es hoy en día uno de los problemas más graves que afectan a nuestras sociedades (Liberto et al., 2018) [IEEE 2018-05 - The Impact of Electric Mobility Scenarios in Large Urban Areas: The Rome Case Study & IEEE 2017-01 - Study of Electric Vehicles Penetration in Singapore and its potential Impact on Distribution Grid].

En el afán de remediar esta problemática, todas las miradas se dirigen hacia los vehículos eléctricos (Campatelli et al., 2014) [IEEE 2019-04 - New business models for electric mobility]. En los últimos años, los vehículos eléctricos se han convertido en la alternativa más plausible al sistema de transporte convencional, basado en combustibles fósiles, las ventajas de la movilidad eléctrica son claras en términos de emisiones hacia la atmosfera y consumo de energía (Campatelli et al., 2014) [IEEE 2019-04 - New business models for electric mobility].

La introducción de vehículos eléctricos requiere adaptaciones en varios tipos de infraestructura, sistemas relacionados (generación, transmisión, distribución utilización e instrumentación, etc.), esquemas y tipos de carga, así como sus impactos, los que han sido objeto de una intensa investigación durante la última década, de lo cual concluyó que, los principales problemas se han concentrado más al lado de la distribución de la red eléctrica (Bonnema et al., 2015) [IEEE 2015-07 - Electric Mobility and Charging: Systems of Systems and Infrastructure Systems & IEEE 2017-01 - Study of Electric Vehicles Penetration in Singapore and its potential Impact on Distribution Grid].

Alrededor del globo, son muchos los países, en especial, los europeos, asiáticos y en norte América, que viene incorporando la tecnología de electromovilidad, en las ciudades de mayor población, en el sistema masivo de transporte, de ello se reconoce casos específicos, como el de la incorporación en el transporte en los campus de las principales universidades del mundo (ver tabla n°2.1).

Tabla N° 2.1

Incorporación de Buses Eléctricos en Universidades del Mundo.

La Universidad de Georgia, una de las más grandes de los EE.UU., a principios de abril de 2019, firma un contrato para la adquisición de 20 buses " Proterra Catalyst E2", para el transporte en el campus (i), mientras que a finales del 2021 incorpora 33 nuevas unidades (ii)
La Universidad de Duke, de Carolina del Norte en los EE.UU. Incorporo en enero del 2021, dos unidades adicionales a su flota de 24 buses eléctricos (iii).
La Universidad del Sur de Florida, incorporo en abril del 2021, en el Campus de Tampa, su nuevo auto bus eléctrico, a miras de migrar su sistema de transporte por uno eléctrico. (iv)
La prestigiosa Universidad de Harvard, en 2018 cambia 4 buses a bio-diésel por 4 buses eléctricos, para el transporte, en su campus (v).
La Universidad de Lille I, en la ciudad universitaria de Villeneuve-d'Ascq, en Francia incorpora buses eléctricos para el transporte de la población universitaria (vi)
La Universidad Tecnológica Nanyang (NTU) de Singapur y Volvo Buses, en 2019 presentaron un autobús eléctrico autónomo, para el transporte, con una visión a futuro de incorporar más unidades a futuro (vii).

(i) Fuente: UGA Today, <https://news.uga.edu/electric-buses-to-arrive-on-campus/>

(ii) Fuente: UGA Today, <https://news.uga.edu/electric-buses-transform-ugas-transit-system/>

(iii) Fuente: DUKE <https://today.duke.edu/2021/01/new-electric-buses-roll-campus-roads>

(iv) Fuente: Universidad del Sur de Florida <https://www.usf.edu/administrative-services/news/2021/2021-04-usf-rolls-out-first-electric-bus.aspx>

(v) Fuente: Unviersidad de Harvard <https://news.harvard.edu/gazette/story/2021/02/electric-buses-put-harvard-on-road-to-fossil-fuel-free-future/>

(vi) Fuente: smartcitiesworld.net <https://www.smartcitiesworld.net/news/news/autonomous-service-launched-at-second-french-university-3688>

(vii) Fuente: <https://www.zdnet.com/article/singapore-university-partners-volvo-to-pilot-full-size-autonomous-electric-bus/>

El 2019 mediante resolución ministerial N° 250-2019-MINEM/DM – se autoriza la publicación de proyecto de Decreto Supremo que aprueba “Disposiciones para facilitar el desarrollo del mercado de vehículos eléctricos e híbridos y su infraestructura de Abastecimiento”, en merito a ello, es preciso señalar la postura del estado a través del Ministerio de Energía y Minas, en el objetivo de incorporar la electromovilidad en el contexto nacional.

En 2017, Julio Lucas Warthon Ascarza profesor del departamento académico de física, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, en su libro “Energía Limpia y Cero Emisión”, postula una posible alternativa de solución a la contaminación por monóxido de carbono derivado del transporte automotor, el cual sería el uso de energía eléctrica como fuente de potencia para el transporte urbano, siendo su propuesta, emplear energía limpia o energía renovable en el transporte urbano de pasajeros (Warthon-Ascarza, 2017) [Julio Warthon, 2017] ,

Mientras que, en 2019, Diego Vera y Glenhs Puma, bachilleres de la UNSAAC, presentan la tesis denominada “Estudio de la cargabilidad en las redes del AMT QU04 con la incorporación de vehículos eléctricos en la ciudad del Cusco, proyectado desde el año 2018 al 2022”, cuya investigación se enfoca en estudiar el incremento de la demanda de potencia, producto de la incorporación de vehículos eléctricos, en los sistemas de distribución, teniendo como muestra el alimentador en media tensión QU04 (López & Polanco, 2018) [Diego Vera y Glenhs Puma, 2019].

Es oportuno señalar que, el presente trabajo de investigación, aborda un problema realista, al evaluar el aumento de la demanda en las redes eléctricas de media tensión, en la Ciudad Universitaria de Perayoc, ante la incorporación de buses eléctricos, como resultados del cambio de este sistema de transporte, mientras que la investigación realizada por Diego Vera y Glenhs Puma, 2019, aborda un problema ficticio evaluado temporalmente a corto plazo, en cuyo caso no sustenta la capacidad adquisitiva y la motivación de la sociedad cusqueña para adquirir vehículos eléctricos entre los años 2018 y 2022.

2.4. MARCO NORMATIVO

2.4.1. NORMATIVA NACIONAL

Dentro del marco normativo a nivel nacional se tiene lo siguiente:

- RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 250-2019-MINEM/DM - Autorizan publicación de proyecto de Decreto Supremo que aprueba “Disposiciones para facilitar el desarrollo del mercado de vehículos eléctricos e híbridos y su infraestructura de Abastecimiento”.
- Código Nacional de Electricidad - Utilización, aprobado con resolución ministerial N° 037-2006-MEM/DM, vigente a partir del 1 de julio de 2006.
- Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011, aprobado con Resolución Ministerial N° 214-2011-MEM/DM, vigente a partir del 6 de mayo de 2011.
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, aprobado con Decreto Supremo N° 020-97-EM, el 10 de octubre de 1997.
- Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad – 2013, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 111-2013-MEM/DM.
- D.L. N° 757 - Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada.
- Ley N° 27446 - Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Ley N° 28245 - Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.
- Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente.
- D.S. N° 014-2019-EM - Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas.
- D.S. N° 019-2009-MINAM - Reglamento de la Ley N° 27446, Ley de Evaluación de Impacto Ambiental.

2.4.2. **NORMATIVA INTERNACIONAL**

A nivel internacional se tienen la siguiente normativa que estandariza la electromovilidad en los siguientes aspectos o áreas.

ACCESORIOS

- IEC 62196 - Enchufes, conectores de vehículos y entradas de vehículos. Carga conductiva de vehículos eléctricos.

COMUNICACIÓN

- ISO 15118-1,2,3 - Vehículos de carretera: interfaz de comunicación vehículo a la red.
- IEC 61850 - Redes y sistemas de comunicación para la automatización de servicios de energía.
- IEC 61851-24 - Sistema de carga de vehículos eléctricos.

TOPOLOGÍA DE CARGA

- IEC 61439-7 - Conjuntos de aparamenta de baja tensión.
- IEC 61980 - Sistemas de transferencia de energía inalámbrica para vehículos eléctricos.
- IEC 61851-1 - Sistema de carga conductora de vehículos eléctricos.

SEGURIDAD

- IEC 61140 – Protección contra descargas eléctricas. Aspectos comunes para la instalación y el equipamiento.
- IEC 62040 - Sistemas de energía ininterrumpida (UPS).
- IEC 60529 -am2 – Adenda 2: Grados de protección proporcionados por los recintos (Código IP).
- IEC 60364-7-722 - Instalaciones eléctricas de baja tensión.
- ISO 6469-3 - Vehículos de carretera con propulsión eléctrica. Especificaciones de seguridad.

- ISO/FDIS 17409 - Vehículos de carretera de propulsión eléctrica. Conexión a una fuente de alimentación eléctrica externa. Requisitos de seguridad.

2.5. ESTRUCTURA DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

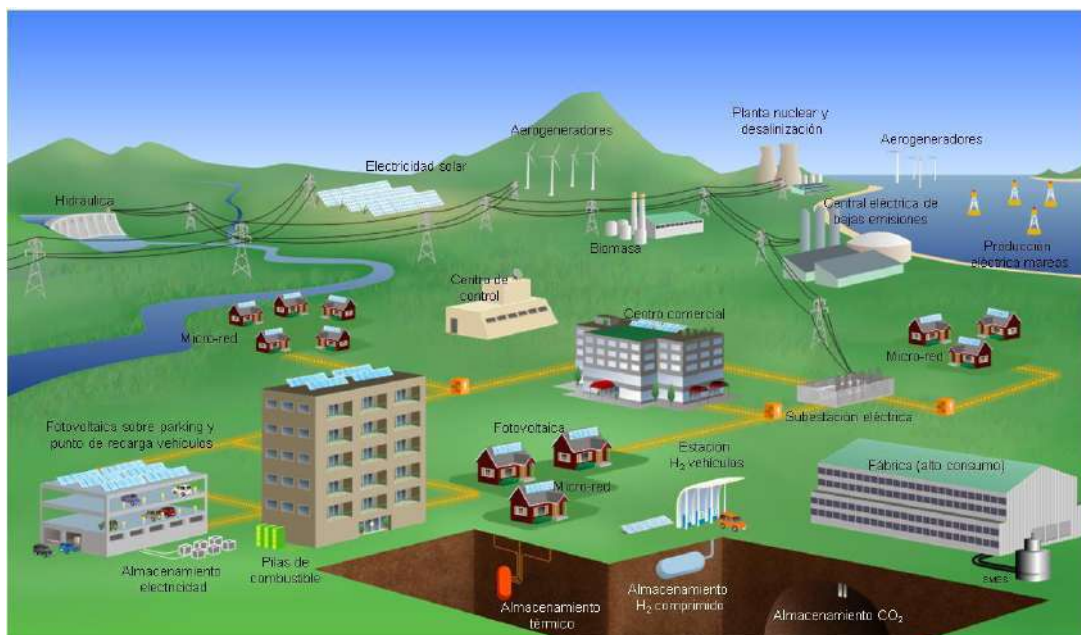
Un Sistema Eléctrico de Potencia (SEP), es el conjunto de instalaciones y dispositivos para producir transportar y distribuir energía eléctrica a los usuarios de una zona, ciudad, región, o país.

Según (MINEM-DGE, 2002) El sistema de energía de hoy es una red interconectada compleja como se muestra en la Figura (2.1). Un sistema de energía se puede subdividir en cuatro partes principales:

- Generación
- Transmisión
- Distribución
- Utilización

Figura N° 2.1

Estructura de un Sistema Eléctrico de Potencia con generación distribuida integrada.



Fuente: Google Imágenes (2019).

En la figura 2.1 se muestra un Sistema Eléctrico de Potencia (SEP) actual, en el cual se puede apreciar las nuevas tendencias de generación eléctrica, las cuales por su tecnología e impacto que tienen con el medio ambiente, se ven de manera atractiva para su implementación en el mercado eléctrico.

2.5.1. SISTEMAS DE GENERACIÓN

Un sistema de generación, es un conjunto de dispositivos técnicamente acoplados para producir energía eléctrica. En general, la generación de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía (química, cinética, térmica, lumínica, nuclear, solar entre otras), en energía eléctrica (MINEM-DGE, 2002).

2.6. SISTEMAS DE TRANSMISIÓN

Un sistema de transmisión eléctrico es el conjunto de elementos debidamente acoplados para transferir la corriente eléctrica. Básicamente está conformada por el conductor (aéreo o subterráneo), las estructuras de soporte (Estructuras metálicas, madera), los aisladores y dispositivos para asegurar la continuidad de flujo eléctrico. Para ello según (Código Nacional de Electricidad-Utilización, 2006) se tienen diferentes niveles de tensión:

Muy Alta Tensión	500 kV.
Alta Tensión	220, 138, 60 kV.
Media tensión	33, 22.9, 20, 13.8, 10.5 kV.
Baja tensión	440, 380, 220 kV.

2.6.1. SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

El sistema de distribución es la parte que conecta las subestaciones de distribución con el equipo de entrada de servicio de los consumidores (medidores). Las líneas de distribución primaria generalmente están en el rango de 10.5 a 22.9 kV y suministran la carga en un área geográfica bien definida. Algunos alimentadores primarios atienden directamente a algunos pequeños clientes industriales. La red de distribución secundaria reduce el voltaje para la utilización por parte de los consumidores comerciales y residenciales. La distribución secundaria sirve a la mayoría de los clientes a niveles de 380/220 V y 440/220 V. La energía para un hogar típico se deriva de un transformador que reduce el voltaje del alimentador primario a 380/220 V usando una línea de tres cables. Los sistemas de distribución son tanto aéreos como subterráneos (Saadat, 1999).

2.6.2. SISTEMAS DE UTILIZACIÓN

Es un conjunto de instalaciones destinado a llevar energía eléctrica suministrada a cada usuario, desde el punto de entrega hasta los diversos artefactos eléctricos en los que se produzca su transformación en otras formas de energía (Código Nacional de Electricidad-Utilización, 2006).

2.7. FLUJO DE POTENCIA

2.7.1. INTRODUCCIÓN

Los estudios de flujo de potencias son de gran importancia en la planeación y diseño de la expansión futura de los sistemas de potencia, así como también en la determinación de las mejores condiciones de operación de los sistemas existentes. La información principalmente

que se obtiene de un estudio de flujos de potencia es la magnitud y el ángulo de fase del voltaje en cada barra y las potencias real y reactiva que fluyen en cada línea (Grainger & Stevenson, Jr, 1996, p.309). El flujo de potencia, comprende un análisis de estado estable de un sistema de potencia interconectado durante una operación normal. Se supone que el sistema de energía funciona en condiciones equilibradas y se puede representar mediante un diagrama unifilar. La red del sistema de energía contiene cientos de barras y redes con impedancias especificadas en valores P.U. con una base común en MVA (Das, 2006, p.147).

2.7.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ECUACIONES DE FLUJO DE POTENCIA

- a) Las ecuaciones de flujo de potencia son no lineales porque, no se pueden obtener relaciones analíticas directas para su solución, siendo necesario utilizar técnicas numéricas.
- b) Las ecuaciones de potencias son de tipo algebraicas, esto es resultado de considerar que el sistema de potencia se encuentra operando en circunstancias estables de carga.
- c) La solución de las ecuaciones de flujo de carga debe satisfacer la condición energética del sistema esto es:

$$\begin{aligned} \sum P_{Gen} &= \sum P_{load} + losses_p \\ \sum Q_{Gen} &= \sum Q_{load} + losses_p \end{aligned} \tag{2.1}$$

Donde P_{Gen} y Q_{Gen} , son las potencias generadas y P_{load} y Q_{load} las potencias de carga.

Los flujos de potencias en las Líneas de transmisión son función de las tensiones en las barras y del ángulo $(\delta_j - \delta_k)$ el cuál es el ángulo de transmisión de carga.

En el estudio de flujo de carga se observan (3) clases de variables:

VARIABLES NO CONTROLABLES: Aquellas que dependen de los usuarios, tales como las potencias de las cargas P_{load} y Q_{load} .

VARIABLES DE CONTROL (INDEPENDIENTES): Son aquellas que pueden ser sujetas a manipulaciones para el control efectivo y económico del sistema de potencia. Las potencias generadas P_{Gen} y Q_{Gen} son las variables controlables.

VARIABLES DEPENDIENTES: Estas variables son las variables que dependen de las variaciones de la potencia, como lo son los valores de tensión en las partes del sistema de potencia en modulo y ángulo.

Existen diferentes métodos matemáticos para resolver el problema de flujo de potencia. Para este estudio en particular escogimos la solución del problema de flujo de potencia por el Método de Newton Raphson.

2.7.3. CLASIFICACIÓN DE BARRAS.

Se asocian cuatro cantidades a cada barra. Estas son magnitudes de tensión $|V|$, ángulo de fase δ , potencia activa P y potencia reactiva Q . En un estudio de flujo de carga, se especifican dos de las cuatro cantidades y las dos cantidades restantes se obtienen a través de las soluciones de ecuaciones. Las barras del sistema se clasifican generalmente en tres categorías (Das, 2006).

BARRA SLACK: También conocido como barra oscilante, es tomada como barra de referencia donde se especifican la magnitud y el ángulo de fase de la tensión. Esta barra proporciona la potencia activa y reactiva adicional para suplir las pérdidas de transmisión, ya que se desconocen hasta que se obtiene la solución final (Das, 2006, p.147).

BARRAS DE CARGA: También conocidos como barras PQ. En estas barras se especifican las potencias activas y reactivas. La magnitud y el ángulo de fase de la tensión de la barra son desconocidos hasta que se obtiene la solución final (Das, 2006, p.147).

BARRAS DE TENSIÓN CONTROLADA: También conocidas como barras de generación o P-|V|. En estas barras, se especifican la potencia activa y la magnitud del voltaje. Los ángulos de fase de los voltajes y la potencia reactiva son desconocidos hasta que se obtiene la solución final. También se especifican los límites en el valor de la potencia reactiva (Das, 2006, p.147).

Tabla N° 2.2

Clasificación de barras.

Tipo de barra	Datos conocidos	Datos desconocidos
Barra de Referencia	$ V , \delta$	P, Q $ V , \delta$
Barra de Carga	P, Q	
Barra controlada por Voltaje	$P, V $	Q, δ

Fuente: (Das, 2006)

2.7.4. MATRIZ ADMITANCIAS DE BARRAS

La construcción de la Matriz Admitancias se origina con el reconocimiento de las impedancias propias y asociadas a cada una de las barras de la red o sistema.

$$y_{ik} = \frac{1}{Z_{ik}} = \frac{1}{r_{ik} + j x_{ik}} \quad (2.2)$$

$$Y_{ii} = \sum_{k=0}^n y_{ik}, \quad j \neq i \quad (2.3)$$

$$Y_{ik} = Y_{ki} = -y_{ik} \quad (2.4)$$

2.7.5. FLUJO DE POTENCIA POR EL MÉTODO DE NEWTON RAPHSON.

El método de Newton-Raphson es un método iterativo que aproxima el conjunto de ecuaciones simultáneas no lineales a un conjunto de ecuaciones lineales utilizando la expansión de la serie de Taylor y los términos están restringidos a la aproximación de primer orden. (Das, 2006, p.169).

El método de Newton-Raphson (NR) es más eficiente y práctico para sistemas de gran potencia. La principal ventaja de este método es que el número de iteraciones necesarias para obtener una solución es independiente del tamaño del problema y computacionalmente es muy rápido. Aquí el problema del flujo de carga está formulado en forma polar.

$$P_i = \sum_{k=1}^n |V_i| \cdot |V_k| \cdot |Y_{ik}| \cos(\theta_{ik} - \delta_i + \delta_k) \quad (2.5)$$

$$Q_i = - \sum_{k=1}^n |V_i| \cdot |V_k| \cdot |Y_{ik}| \sin(\theta_{ik} - \delta_i + \delta_k) \quad (2.6)$$

Donde:

P_i : Potencia activa en la Barra i

Q_i : Potencia reactiva en la Barra i

$|V_i|$: Valor absoluto de la tensión en la barra i

$|V_k|$: Valor absoluto de la tensión en la barra k

$|Y_{ik}|$: Valor absoluto de la admitancia entre las barras i-k

θ_{ik} : Angulo de la admitancia

δ_i : Angulo de la tensión V_i

δ_k : Angulo de la tensión V_k

Las ecuaciones (2.5) y (2.6) constituyen un conjunto de ecuaciones algebraicas no lineales en términos de las variables independientes, la magnitud del voltaje en unidades y los ángulos de fase en radianes, podemos observar fácilmente que hay dos ecuaciones para cada

barra de carga dadas por las ecuaciones (2.5) y (2.6) y una ecuación para cada barra controlado por tensión, dada por ecuación (2.5).

Expansión de ecuaciones. (2.5) y (2.6) en la Serie de Taylor y despreciando los términos de orden superior. Obtenemos:

$$\begin{bmatrix} \Delta P_2^{(p)} \\ \vdots \\ \Delta P_n^{(p)} \\ \Delta Q_2^{(p)} \\ \vdots \\ \Delta Q_n^{(p)} \end{bmatrix} = \frac{\begin{bmatrix} \left(\frac{\partial P_2}{\partial \delta_2}\right)^{(p)} & \dots & \left(\frac{\partial P_2}{\partial \delta_n}\right)^{(p)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \left(\frac{\partial P_n}{\partial \delta_2}\right)^{(p)} & \dots & \left(\frac{\partial P_n}{\partial \delta_n}\right)^{(p)} \\ \left(\frac{\partial Q_2}{\partial \delta_2}\right)^{(p)} & \dots & \left(\frac{\partial Q_2}{\partial \delta_n}\right)^{(p)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \left(\frac{\partial Q_n}{\partial \delta_2}\right)^{(p)} & \dots & \left(\frac{\partial Q_n}{\partial \delta_n}\right)^{(p)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \left(\frac{\partial P_2}{\partial |V_2|}\right)^{(p)} & \dots & \left(\frac{\partial P_2}{\partial |V_n|}\right)^{(p)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \left(\frac{\partial P_n}{\partial |V_2|}\right)^{(p)} & \dots & \left(\frac{\partial P_n}{\partial |V_n|}\right)^{(p)} \\ \left(\frac{\partial Q_2}{\partial |V_2|}\right)^{(p)} & \dots & \left(\frac{\partial Q_2}{\partial |V_n|}\right)^{(p)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \left(\frac{\partial Q_n}{\partial |V_2|}\right)^{(p)} & \dots & \left(\frac{\partial Q_n}{\partial |V_n|}\right)^{(p)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta_2^{(p)} \\ \vdots \\ \Delta \delta_n^{(p)} \\ \Delta |V_2|^{(p)} \\ \vdots \\ \Delta |V_n|^{(p)} \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

En la ecuación (2.7), la barra 1 es asumida como la barra slack

La ecuación (2.7) puede ser escrita en su forma corta:

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

Donde:

ΔP : Variación de la potencia activa

ΔQ : Variación de la potencia reactiva

$\Delta \delta$: Variación del ángulo δ

$\Delta |V_i|$: Variación absoluta de la tensión $|V_i|$

J_1 : representa la matriz de la derivada de la potencia activa P_i respecto del ángulo δ

J_2 : representa la matriz de la derivada de la potencia activa P_i respecto del ángulo $|V_i|$

J_3 : representa la matriz de la derivada de la potencia reactiva Q_i respecto del ángulo δ

J_4 : representa la matriz de la derivada de la potencia reactiva Q_i respecto del ángulo $|V_i|$

La solución del problema de flujo de potencia mediante el método de Newton Rapshon sigue la siguiente secuencialidad:

La ecuación 2.8 se divide en cuatro bloques. Las derivadas parciales de cada bloque, obtenidas de las ecuaciones 2.5 y 2.6.

Ahora se aplican al problema de flujos de potencia los cuatro pasos del método Newton-Raphson, empezando con:

$$x(i) = \begin{bmatrix} \delta(i) \\ |V|(i) \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

a) Paso I: Utilice las ecuaciones 3.1 y 3.2 para calcular:

$$\begin{bmatrix} \Delta P(i) \\ \Delta Q(i) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P - P[x(i)] \\ Q - Q[x(i)] \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

a) Paso II: Desarrollar la matriz jacobiana

b) Por medio de la eliminación de Gauss y la sustitución hacia atrás se resuelve

$$\begin{bmatrix} \Delta P(i) \\ \Delta Q(i) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1(i) & J_2(i) \\ J_3(i) & J_4(i) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta(i) \\ \Delta |V|(i) \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

Despejando se obtiene:

$$\begin{bmatrix} J_1(i) & J_2(i) \\ J_3(i) & J_4(i) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \Delta P(i) \\ \Delta Q(i) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta \delta(i) \\ \Delta |V|(i) \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

a) Paso IV: Calcular

$$\begin{bmatrix} \delta(i+1) \\ |V|(i+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta(i) \\ |V|(i) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta \delta(i) \\ \Delta |V|(i) \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

Empezando con el valor inicial $x(0)$, el procedimiento continuo hasta que se obtiene la convergencia o hasta que el número de iteraciones supera un máximo especificado.

2.7.6. MODELADO DE CARGA

2.7.6.1. MODELADO DE CARGAS.

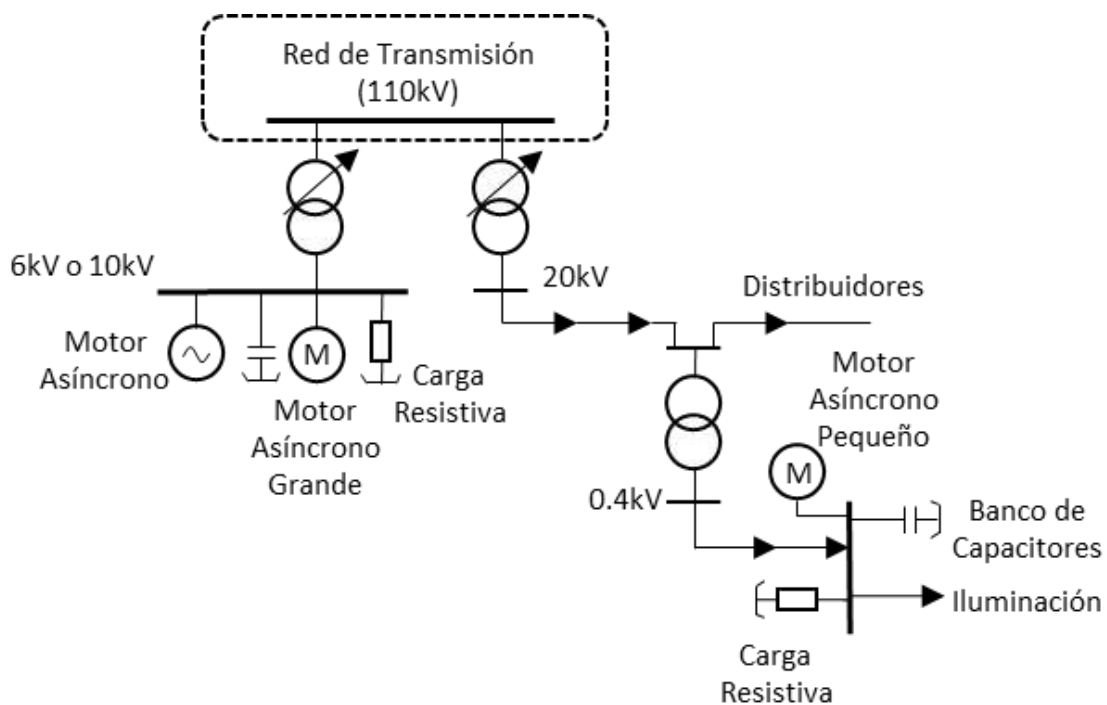
La estabilidad de tensión, también conocida como "estabilidad de carga", está fuertemente influenciada por las características estáticas y la respuesta dinámica de la carga. Generalmente, el modelado de carga es un problema importante, ya que en un sistema de

potencia las cargas conectadas, tienen diferentes usos (Eremia & Shahidehpour, 2013, p.660,661).

Para el estudio de la estabilidad de tensión, la carga, se conceptualiza como aquella parte del sistema de potencia, que no se encuentra definida explícitamente, y que está representado como un dispositivo conectado al sistema, capaz de consumir potencia activa y reactiva. Por lo tanto, la carga, también conocida como carga compleja, puede representar una red de distribución que recibe energía de una red de transmisión a través de una barra de una subestación, también representa consumidores individuales (motores síncronos y asíncronos, cargas resistivas) (Eremia & Shahidehpour, 2013). En la figura 2.2, se representa la jerarquía estructural de las cargas, incorporadas a una red de transmisión.

Figura N° 2.2

Estructura de distintas cargas, en una barra de una red de transmisión.



Fuente: (Eremia & Shahidehpour, 2013).

Las características de la carga, son un conjunto de parámetros, como el factor de potencia o la variación de las potencias activas y reactivas con el voltaje y la frecuencia, que caracterizan el comportamiento específico de la carga en estados estáticos o dinámicos (Eremia & Shahidehpour, 2013).

2.7.6.1.1. MODELOS ESTÁTICOS.

En estado estable, las características de carga, llamadas características de carga estática, representan la dependencia, en un momento dado, de las potencias activa y reactiva, a la tensión de la barra de conexión y la frecuencia del sistema en estado cuasi estático. Este estado se caracteriza por modificaciones muy lentas de las condiciones de operación, y la transición de un estado a otro puede considerarse una serie de estados estables (una serie de puntos de equilibrio) (Eremia & Shahidehpour, 2013, p.661). Por ende, los modelos estáticos, representan matemáticamente las características de carga estática, solo, a través de ecuaciones algebraicas. Dentro de los modelos estáticos de carga, se tienen los siguientes modelos:

- a) Carga como Potencia
- b) Carga como fuente
- c) Carga fuente de corriente

2.8. ELECTROMOVILIDAD.

La electromovilidad es un concepto relativamente reciente que desafía la forma en la que entendemos hoy el transporte. La electromovilidad implica el cambio de un estándar tecnológico que ha dominado la industria automotriz por años, por uno nuevo que todavía tiene espacio para desarrollarse, pero ya ofrece ventajas técnicas y ambientales (Solís Sosa et al., 2019) [Osinergmin 2019].

Conceptualmente, la electromovilidad hace referencia al uso de vehículos eléctricos, siendo entendido como aquellos que hacen uso de combustibles y/o energía alternativa impulsado por uno o más motores eléctricos.

Pese a lo anterior, la electromovilidad es un concepto más amplio que incluyen una serie de tipologías: aquellos con batería eléctrica (battery-electric vehicle) o 100% eléctricos, los PHEV o híbridos enchufables (plug-in hybrid) y con celdas de combustible (fuel cell vehicles) que incluyen vehículos de dos y tres ruedas, automóviles, camionetas comerciales ligeras, autobuses, camiones y otros.

En definitiva, en electromovilidad hay dos tipos de tecnología: está el auto con batería de ion-litio, y está el auto de fuel cell, donde uno genera la electricidad con el combustible que es hidrógeno, y eso permite mover el motor eléctrico. Mientras que el primero requiere una recarga eléctrica que toma varias horas, el fuel cell de hidrógeno se recarga en dos minutos y tiene una autonomía mayor al auto eléctrico.

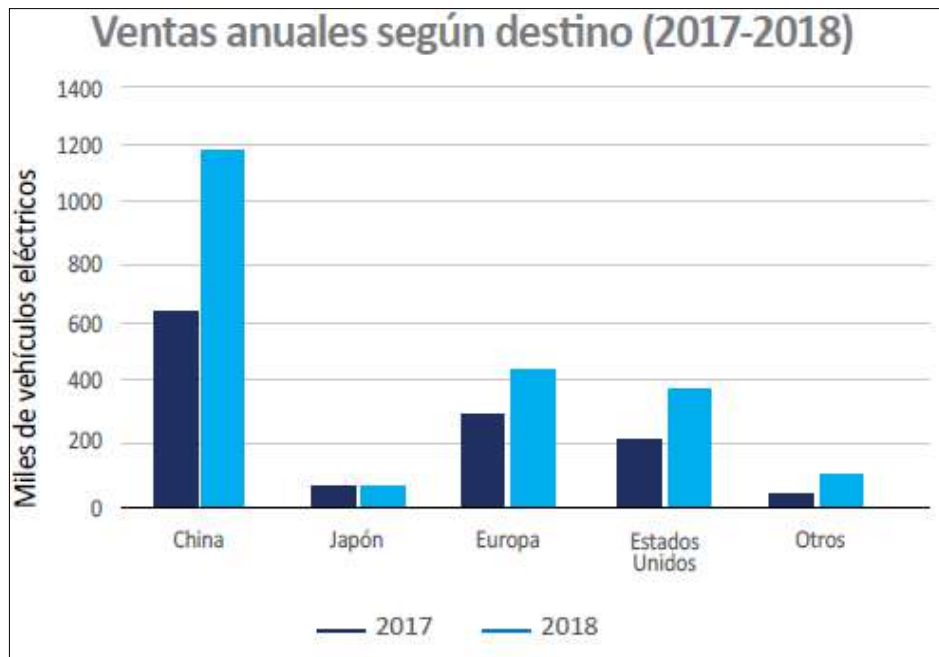
2.8.1. EXPERIENCIA INTERNACIONAL

VENTA MUNDIAL DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

La distribución de vehículos eléctricos superó los dos millones de unidades durante 2018, lo que significó un incremento de 64% con respecto al año anterior (EV Data Center2). Dentro de los tipos de vehículos vendidos se encuentran no solo los vehículos eléctricos a batería (VEB) y los vehículos eléctricos híbridos enchufables (VEHE), sino también los camiones y vehículos comerciales livianos, cuyos principales destinos fueron Estados Unidos, Europa y China.

Figura N° 2.3

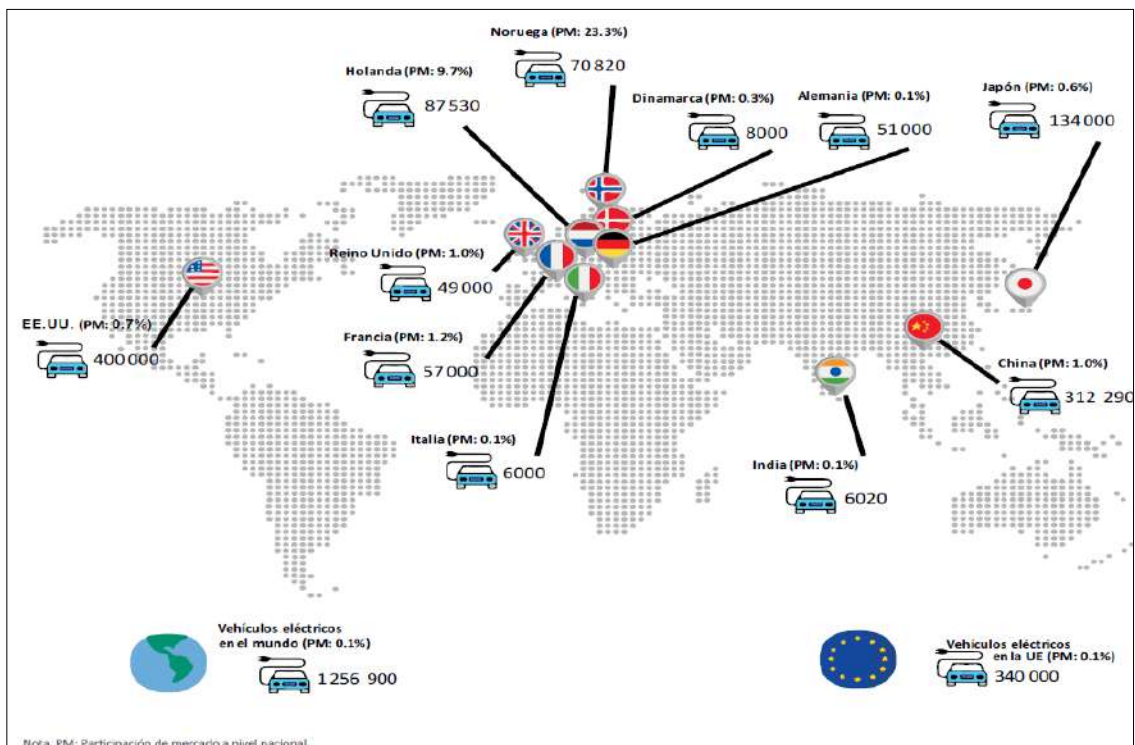
Venta Anual de Vehículos Eléctricos.



Fuente: EV Data Center.

Figura N° 2.4

Participación de Mercado y Stock Global de Vehículos Eléctricos Livianos (2016).



Fuente: Galarza y López 2016.

2.8.2. LA ELECTROMOVILIDAD EN EL PERÚ.

OSINERGMIN, en su publicación del 2019 (Solís Sosa et al., 2019), detalla parte de la política nacional en referencia a la promoción de la electromovilidad, según se cita a continuación:

PROMOCIÓN DEL TRANSPORTE ELÉCTRICO TERRESTRE.

Como parte de los compromisos adoptados por el Perú, en la edición número 21 de la Conferencia Climática de las Naciones Unidas (COP 21), llevada a cabo entre noviembre y diciembre de 2015, el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) lanzó el proyecto de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés) para el sector generador de energía. De los cuatro planteados, aquel publicado en julio de 2017 tiene como objetivo: “Promover la elaboración de políticas de alcance público que establezcan mecanismos que permitan masificar el uso de tecnologías energéticamente sostenibles, a través de la masificación de vehículos eléctricos”.

MODIFICACIÓN DE LA TASA DE IMPUESTOS PARA COMBUSTIBLES Y VEHÍCULOS.

En diciembre de 2018, mediante el DS N° 019- 2018-MTC, el gobierno peruano modificó el Reglamento Nacional de Vehículos (RNV) con el objetivo de integrar al parque automotor a los vehículos fabricados con tecnología novedosa y que usen energía innovadora, como los autos eléctricos y bicicletas de pedaleo asistido. Asimismo, se propone contar con un Sistema Nacional de Homologación Vehicular, el cual se apoyará en el Registro Nacional de Homologación Vehicular. La norma detalla que dicho registro será un instrumento importante para que el Estado verifique si los modelos nuevos, ya sean importados, fabricados o ensamblados en el país, cumplen con los estándares ambientales, de eficiencia energética y seguridad vial. Esta medida debe implementarse, a más tardar, el 31 de diciembre de 2020. El objetivo es modelar una norma común y viabilizar los mecanismos para un control competente

del registro, tránsito y operación en el Sistema Nacional de Transporte Terrestre (SNTT) de los vehículos importados antes de que ingresen en el país.

2.8.3. CARGADORES ELÉCTRICOS PARA BUSES ELÉCTRICOS

2.8.3.1. NORMATIVA

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos conocido por sus siglas en inglés como IEEE, publicó el 2015 el “Estándar IEEE para Especificaciones Técnicas de un Cargador Rápido y Bidireccional de Corriente Continua para uso con Vehículos Eléctricos”, asimismo esta normativa fue actualizada en el 2021, es decir hace poco menos de un año, siendo esta la única normativa próxima y relacionada con cargadores eléctricos para buses eléctricos. En ese entender respecto a la normativa internacional, se acredita que aún no se tiene definido las tecnologías y especificaciones respecto de esta área.

2.8.3.2. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de buses eléctricos para el transporte público están incorporando principalmente tecnologías conductivas, es decir, mediante el contacto de un conductor para la transferencia eléctrica. Sin embargo, es posible identificar en las principales ciudades de Europa varios proyectos pilotos utilizando tecnologías inductivas, (ZeEUS, 2016) (ZeEUS, 2018), es decir, transferencia eléctrica sin contacto y por medio de campos magnéticos.

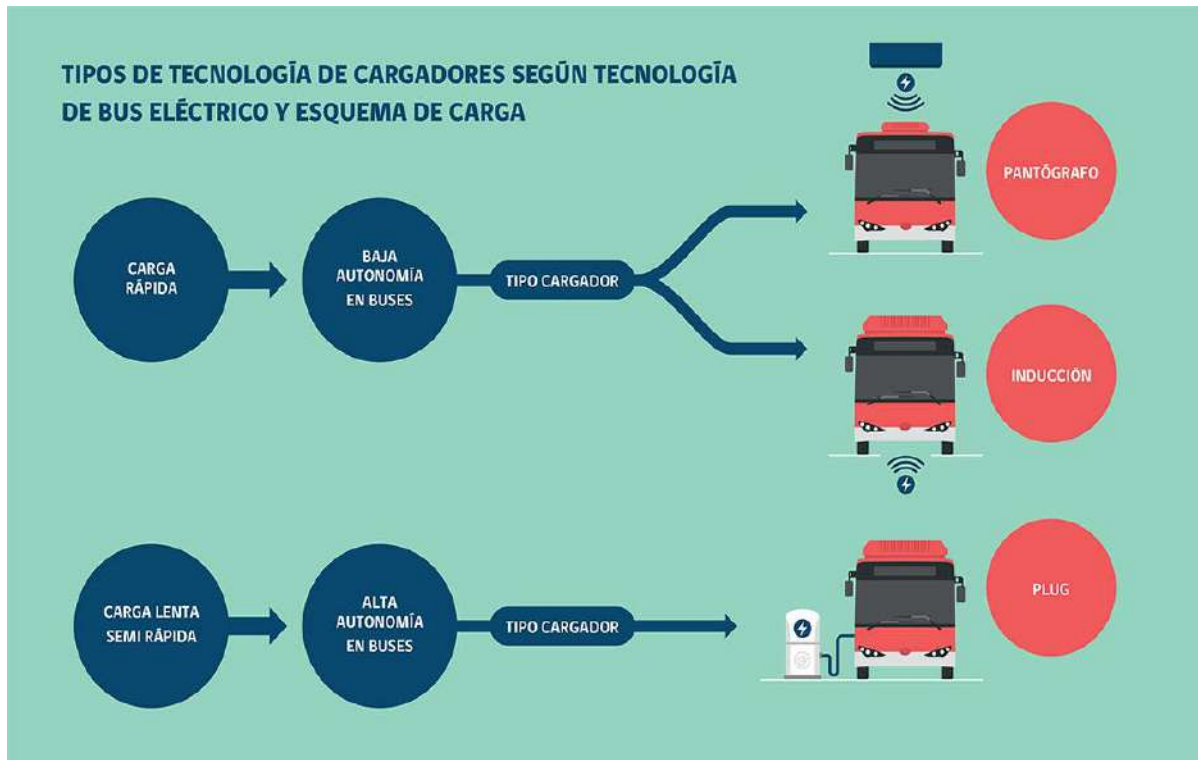
Considerando el esquema operacional de buses del transporte público, se resume los esquemas de carga para tecnologías eléctricas: rápida o también conocido como de oportunidad; y lenta o semi - rápida, conocido como carga nocturna. Los esquemas de carga de oportunidad instalan la infraestructura (conductor tipo pantógrafo o cargadores inductivos) en

paraderos y los buses cargan electricidad a sus baterías mientras los pasajeros ingresan o se bajan del bus. Los esquemas de carga larga, o también conocido como nocturna, se instalan en los terminales de buses, donde las recargas ocurren durante la noche, cuando no se está en servicio o en horarios valles (BID, 2015). Cada esquema de carga y tecnología asociada presenta ventajas y desventajas.

Los esquemas de carga de oportunidad requieren buses con menor autonomía, menor capacidad en baterías, por lo que implica reducir los costos de inversión. Sin embargo, la circulación de los buses eléctricos queda confinado a donde existan paraderos con pantógrafos o sistemas inductivos, es decir, es poco flexible. Otro punto relacionado particularmente a los cargadores tipo pantógrafo es la disponibilidad de espacio público para su instalación pues requieren además de espacio para una subestación, a disponibilidad de potencias elevadas para conectarse, a la aceptación social de este elemento en la ciudad que impacta el espacio público. De los tres (3) tipos de cargadores mencionados para buses, los sistemas inductivos son los menos utilizados ya que son tecnología en desarrollo y de alto costo.

Figura N° 2.5

Tipos de Tecnología de Cargadores Según Tecnología de Buses Eléctricos y Esquema de Carga.



Fuente: *Energia.gob,*

<https://energia.gob.cl/electromovilidad/recursos-e-informacion-tecnica/cargadores-para-buses-electricos>

2.8.3.3. TIPOS DE CARGADORES

2.8.3.3.1. CARGADOR TIPO PLUG-IN¹⁴

El cargador tipo plug-in sigue siendo por lejos el cargador más popular y utilizado por los buses eléctricos en la actualidad. La mayor autonomía que presentan las baterías actuales y la poca accesibilidad a otros tipos de cargadores por parte de los operadores ayuda a la proliferación de esta tecnología.

¹⁴ Fuente: Plataforma de Electromovilidad: <https://energia.gob.cl/electromovilidad/recursos-e-informacion-tecnica/cargadores-para-buses-electricos>

Uno de los grandes avances que ha tenido la tecnología tipo plug-in es su estandarización hacia modelos compatibles con distintos modelos de fabricantes. En el inicio de su desarrollo, cada fabricante de cada país adoptaba una configuración del plug-in según los estándares que lo regían. El sistema de plug-in de carga rápida es el gran avance de la tecnología, la cual permite cargar el 80% de una batería en tan sólo 30 minutos, acortando los tiempos de 5[h] y 2[h] de sus predecesores.

La mayor ventaja de los sistemas plug-in es su utilización sencilla en los terminales de los buses. A diferencia de los cargadores tipo pantógrafo o por inducción, no requieren de espacio en la vía pública (en este caso paraderos) y su instalación no exige una gran obra civil. Los requerimientos de potencias dependerán de cuántos cargadores se instalen en un determinado terminal. El mercado ofrece cargadores tipo plug-in de 40 (kW), 80 (kW) a 150-200 (kW).

Figura N° 2.6

Bus eléctrico y su estación de carga tipo enchufe o plug.



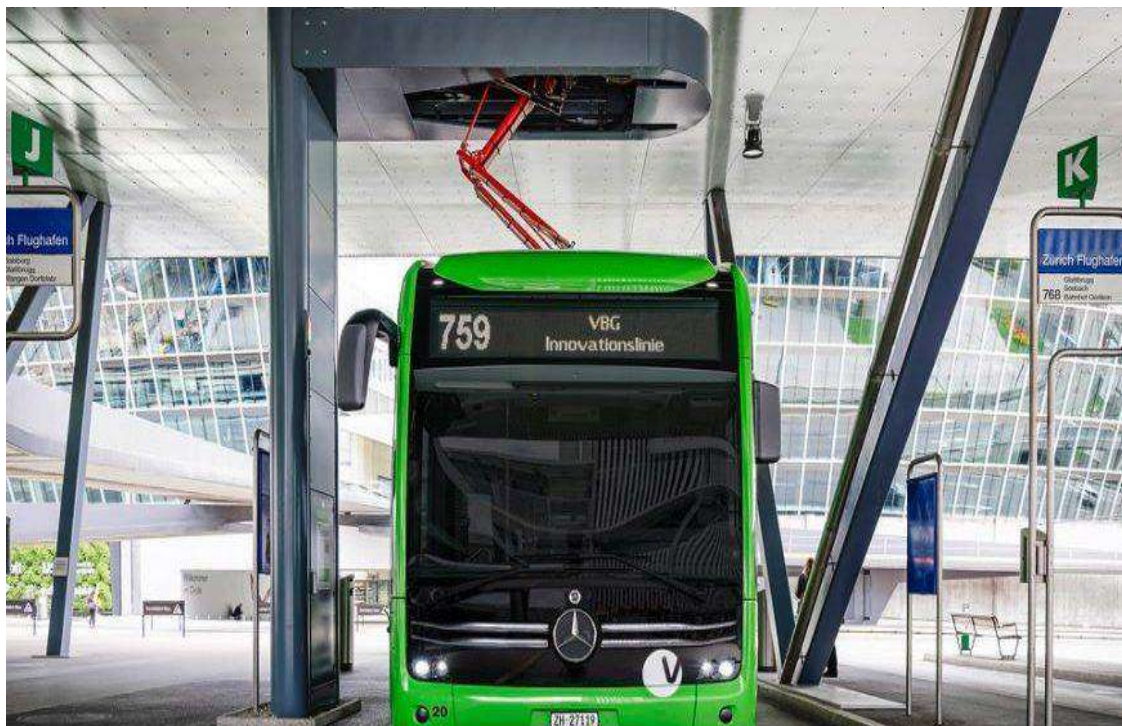
Fuente: <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/buses-electricos-en-el-transporte-publico-una-opcion-realista-para-avanzar-los-compromisos-climaticos-en-lac/>.

2.8.3.3.2. CARGADOR TIPO PANTÓGRAFO¹⁵

Este tipo de cargador aún no tiene presencia masiva para el uso de buses eléctricos. Si bien se ofreció como una tecnología que permite gestionar la autonomía operacional de un bus con menor cantidad de baterías, lo que implica que es un bus con menor costo de inversión y más liviano, la velocidad con que se está avanzando en el desarrollo de baterías más eficientes, de menor peso y costo, ha implicado que los pantógrafos no sean la opción preferida. En general, la obra civil – eléctrica es más compleja, ya que requieren una cantidad de espacio en la vía pública para ser instalados, lo cual trae otros inconvenientes asociados a permisos, seguridad y aceptación de la sociedad.

Figura N° 2.7

Bus eléctrico y cargador tipo pantógrafo.



Fuente: <https://diariodetransporte.com/2021/09/el-autobus-electrico-ecitaro-de-mercedes-con-un-sistema-de-pantografo-invertido-fotos/>

¹⁵ Fuente: Plataforma de Electromovilidad: <https://energia.gob.cl/electromovilidad/recursos-e-informacion-tecnica/cargadores-para-buses-electricos>

En síntesis, el desarrollo de cargadores tipo pantógrafo es posible encontrar en la actualidad versiones de carga rápida, dispuestos en las paradas y con tiempos de carga entre 3 a 5 minutos, y de carga lenta, dispuestos en los terminales que cargan las baterías en 30 minutos. Este avance va de la mano con la mejora en las baterías para aceptar ciclos de carga rápida a lo largo de la vida útil del bus y de la oferta de OEMs que desarrollen buses que permitan carga por pantógrafo. Todo lo anterior permite configurar el sistema según el requerimiento del cliente en términos de “hacer a la medida” el bus eléctrico con más o menos capacidad de batería. Sin embargo, la implementación condice a recorridos fijos donde se instale estos pantógrafos, cuyas potencias van de los 150 a 350 (kW), incluso mayores.

2.8.3.3.3. CARGADOR POR INDUCCIÓN¹⁶

El desarrollo y despliegue del cargador por inducción no ha crecido notoriamente desde el 2014, donde se observa a un proveedor principal: Bombardier Primove, de origen alemán y que ha implementado del orden de 7 paradas de buses con tecnología de carga por inducción. Los modelos más eficientes de baterías permiten que la carga por inducción sea más rápida y eficiente aún. Cargadores inductivos tienen potencias entre 100 y 200 (kW).

El despliegue de esta tecnología requiere además que los buses eléctricos dispongan de este sistema para cargarse. Existen muy pocos OEMs que han lanzado modelos de buses eléctricos capaces de cargar con este tipo de tecnología inalámbrica. En el año 2014, la oferta era asociada al OEM Solaris, al 2018 es posible ver modelos de buses del fabricante Van Hool y Hess Swiss.

Una nueva aplicación para los cargadores por inducción ha sido desarrollada en Corea del Sur bajo el nombre de Online Electric Vehicle (OLEV, por sus siglas en inglés) por el

¹⁶ Fuente: Plataforma de Electromovilidad: <https://energia.gob.cl/electromovilidad/recursos-e-informacion-tecnica/cargadores-para-buses-electricos>

Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST). Consiste en un vehículo eléctrico que se carga inalámbricamente mientras se mueve utilizando inducción electromagnética. Funciona utilizando una carretera segmentada de recarga que induce corriente en los módulos pick-up del vehículo. Esto elimina la necesidad de detener el bus en una estación de carga y no necesita de pantógrafo. El OLEV recibe la energía inalámbricamente a través de la aplicación de la tecnología "Campo magnético en forma de resonancia" (SMFIR por sus siglas en inglés)". El SMFIR es una nueva tecnología desarrollada por KAIST que permite a los vehículos eléctricos recibir electricidad inalámbricamente desde la superficie de la calle mientras se mueve. El bus recibirá 20 kHz y 100 kW (136 hp) de electricidad y una eficiencia de transmisión máxima del 85% mientras se mantenga una banda de aire de 17 cm entre la base del bus y la calle.

Figura N° 2.8

Bus eléctrico y su estación de carga inalámbrica.

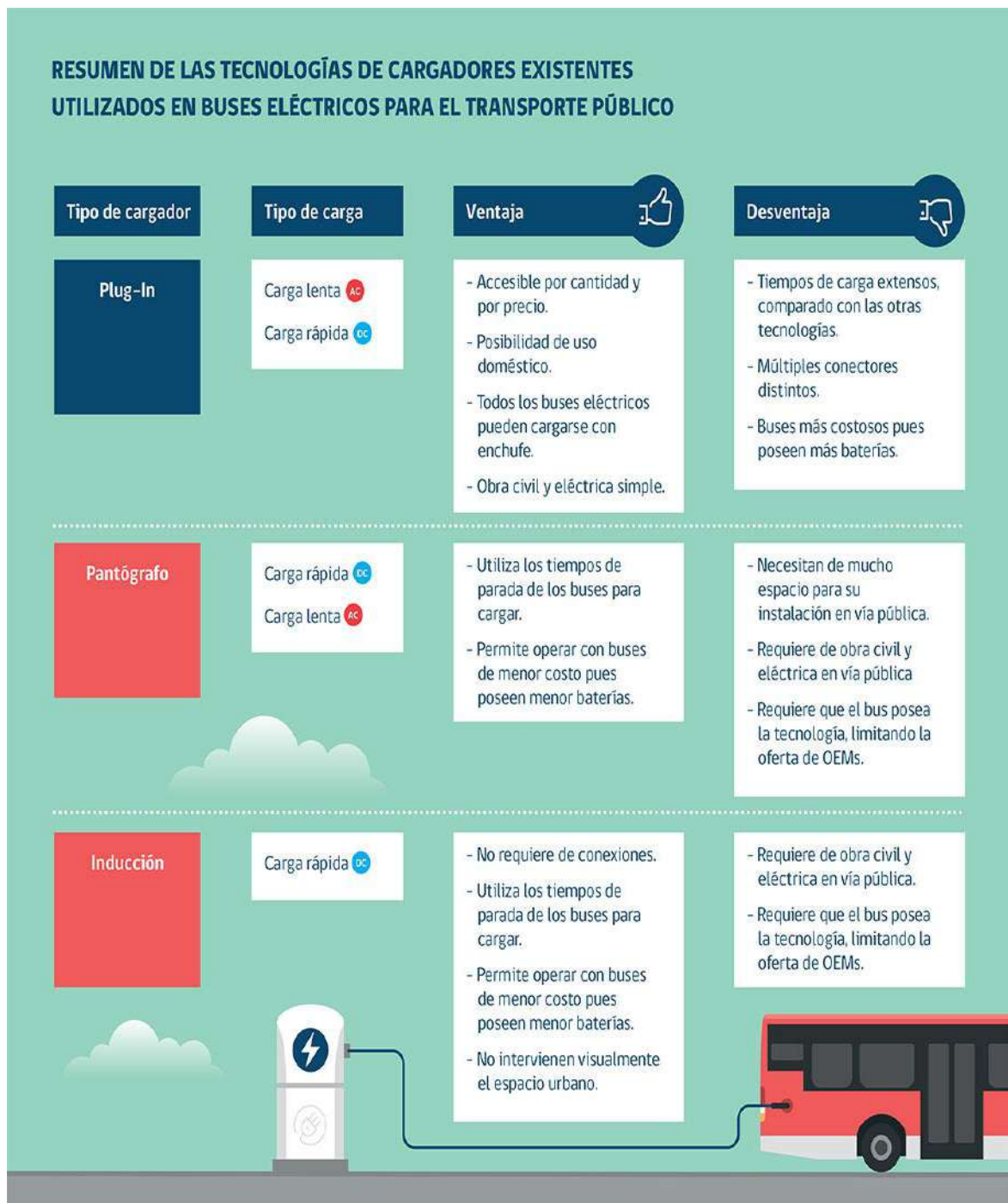


Fuente: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/carga-inalambrica-autobuses-electricos-tan-solo-minutos-es-realidad/20180420135910018925.html>.

2.8.3.4. RESUMEN DE LAS TECNOLOGÍAS DE CARGADORES EXISTENTES USADOS EN BUSES.

Figura N° 2.9

Resumen de las tecnologías de cargadores existentes utilizados en buses.



Fuente: *Energía.gob*, <https://energia.gob.cl/electromovilidad/recursos-e-informacion-tecnica/cargadores-para-buses-electricos>

2.9. ANTECEDENTES AMBIENTALES RESPECTO A LA ELECTROMOVILIDAD.

IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE VEHÍCULOS ELECTRIFICADOS VS. VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN INTERNA

Según el Plan Nacional de Electromovilidad¹⁷, el año 2019, el parque automotor eléctrico emitió 51 millones de toneladas de CO₂ a nivel global, siendo un 50% menor que si esos vehículos hubieran sido de combustión interna, según estimaciones de la Agencia Internacional de Energía (IEA). La electromovilidad se destaca como una solución clave para reducir el consumo de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Los vehículos eléctricos emiten un 60% menos de CO₂ por kilómetro recorrido en comparación con los vehículos a gasolina y un 40% menos que los híbridos no enchufables, aunque el potencial de mitigación varía según la matriz de energía eléctrica de cada país. En Perú, con una matriz energética principalmente hidroeléctrica, se presenta un mayor potencial de reducción de emisiones. El análisis considera emisiones "well-to-wheel" (WTW), que incluyen desde la producción de energía hasta la operación del vehículo. Mientras que los vehículos de combustión interna emiten una variedad de contaminantes que afectan principalmente al sistema respiratorio y pueden tener efectos nocivos en otros sistemas corporales, los vehículos eléctricos presentan ventajas significativas en términos de emisiones y salud pública.

Ahora bien, en el Plan Nacional de Electromovilidad, se menciona que, según el Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía (OSMAN, 2016), la contaminación sonora, aunque no afecta directamente al clima, tiene múltiples impactos en la salud humana.

¹⁷ PLAN NACIONAL DE ELECTROMOVILIDAD, Estudio elaborado para la Asociación Automotriz del Perú, publicado en el 2021.

Los efectos incluyen deterioro auditivo, como tinnitus, perturbación del sueño que puede conducir a cambios de humor, disminución del rendimiento cognitivo e insomnio, y alteración de la homeostasis en sistemas como el cardiovascular, endocrino e inmune. Estas alteraciones pueden generar estrés en las personas, según lo indicado por OSINERGMIN en 2019.

CAPITULO III

3. ESTADO SITUACIONAL DE LAS REDES ELÉCTRICAS

3.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo del presente trabajo de investigación, se tiene por objeto evaluar las capacidades de las redes eléctricas en media tensión de la UNSAAC, ante la incorporación de cargadores para buses y autos eléctricos, esto en el marco de la propuesta de implementación de la electromovilidad (sustentada - refrendada) para el transporte de la población estudiantil de la UNSAAC. En ese sentido para poder comparar las posibles afectaciones de las redes eléctricas, en un inicio es necesario medir y cuantificar las condiciones en las cuales se encuentran dichas redes para poder establecer un punto de comparación entre el antes y el después de la implementación de buses eléctricos con súper cargadores.

3.2. ACTIVIDADES DE DISTRIBUCIÓN.

Las actividades de distribución, en el contexto nacional, son un monopolio natural regulado por el estado peruano, con el afán de minimizar las tarifas eléctricas que el consumidor llega a pagar por cada unidad de energía que consume en un determinado periodo.

En ese entender, la red que se pretende evaluar es suministrada por las redes en media tensión concesionada a la empresa Electro Sur Este SAA, cuyo ámbito de concesión se

encuentra en los departamentos de Cusco, Apurímac, Madre de Dios, y algunas zonas de Ayacucho y Arequipa, en ese contexto, la distribuidora, se encarga del planeamiento, operación y mantenimiento de las redes eléctricas en media y baja tensión, como ya se dejó entendido, en su zona de concesión.

3.3. SUMINISTRO DE ENERGÍA HACIA LA ZONA DEL PROYECTO.

Como es de conocimiento para el lector del presente trabajo de investigación, la ubicación geográfica se encuentra en la ciudad del Cusco; en ese enfoque, el ámbito de análisis y evaluación para este estudio, comprende las redes de media tensión que distribuyen la energía en la Ciudad Universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco; al respecto es preciso señalar que técnicamente la energía es suministrada desde el SEIN, a través de la subestación de Dolorespata, desde la barra de 10.5 kV.

3.3.1. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DOLORESPATA.

La Subestación Eléctrica Dolorespata, es una subestación eléctrica de Transformación, esta se encuentra interconectada con el SEIN, a través de un anillo, capaz de suministrar energía desde el Complejo de Machupicchu¹⁸, pasando por la subestación de Cachimayo 138kV; de la misma forma es capaz de suministrar energía proveniente de la zona sur este o sur oeste del SEIN, donde se encuentran las Centrales San Gabán II, y Charcani, respectivamente, pasando por la SE Tintaya y Combapata; no siendo estos los únicos, ya que se encuentra interconectado con el SEIN, pudiendo tomar energía del sistema; es decir la Subestación Dolorespata 138kV

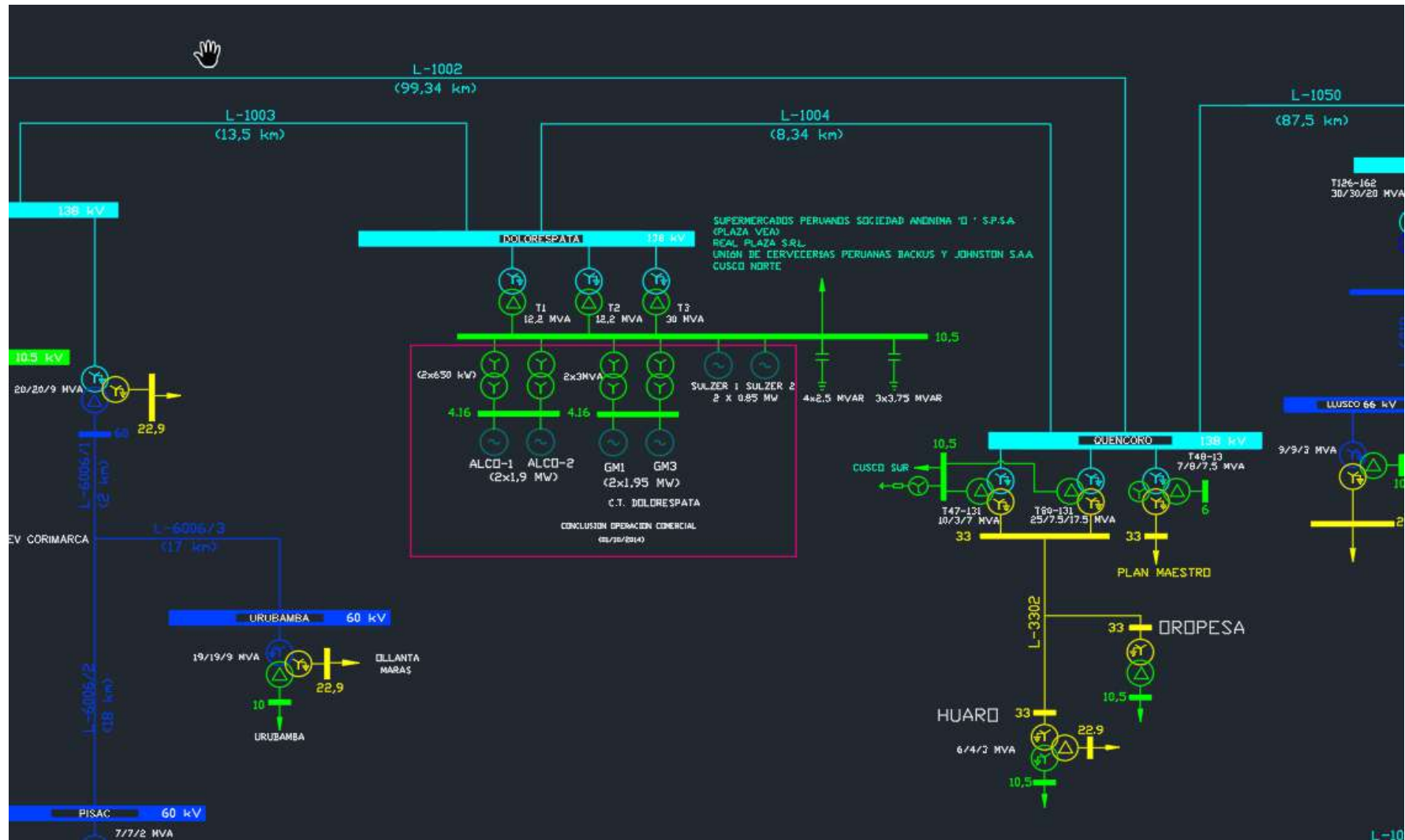
¹⁸ Un complejo hidroenergético es un conjunto de instalaciones y estructuras diseñada para aprovechar la energía del agua a través de la generación de energía eléctrica, el complejo hidroenergético suele estar compuesto por más de una central hidroeléctrica, así mismo el término hidroenergético no es un término estandarizado, más bien es un término de uso específico en la industria energética para referirse a instalaciones hidroeléctricas interconectadas.

El complejo hidroeléctrico Machupicchu está compuesto de dos centrales, primera etapa y segunda etapa, cada central cuenta con desarenadores, cámaras de carga, tuberías forzadas de gran presión y casa de máquinas subterráneas, así mismo los sistemas son independientes, actualmente el complejo cuenta con tres grupos Pelton de 30MW y un grupo Francis de 102 MW de potencia instalada, la energía eléctrica de las 4 turbinas conectadas a los generadores es transmitida a las subestaciones de Machupicchu, Cachimayo, Dolorespata y Surriray para la incorporación al interconectado nacional. <https://www.egemsa.com.pe/central-hidroelectrica-machupicchu>

que alimenta la zona urbana de gran parte de la ciudad del Cusco tiene un alto grado de seguridad y confiabilidad, la misma se ve limitada tan solo por las líneas de transmisión que la alimentan. Lo mencionado anteriormente se puede observar en el diagrama unifilar del SEIN, publicado por el COES el 2022, en el cual se puede observar la subestación Dolorespata y la subestación Quencoro, que se muestra a continuación.

Figura N° 3.1

Diagrama Unifilar del SEIN, actualizado a Setiembre de 2022.

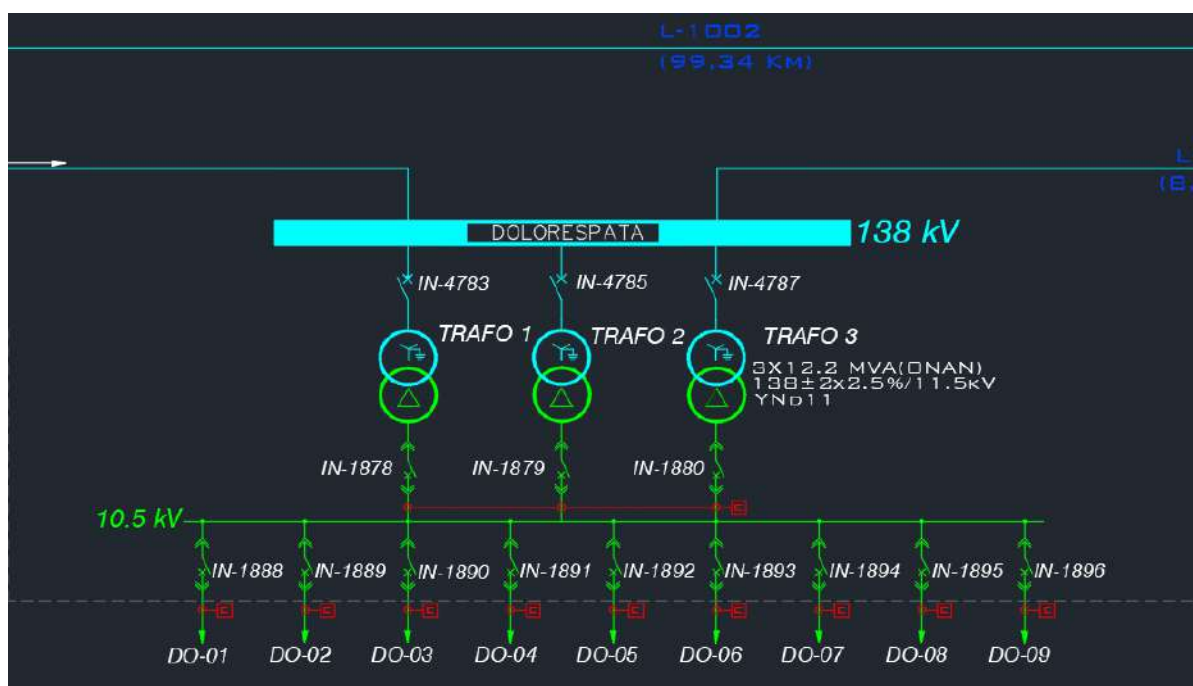


Fuente: COES - Diagrama Unifilar del SEIN 2022.

Por otra parte, la SE Dolorespata 138kV, cuenta con tres transformadores de potencia de dos devanados cada uno, dos transformadores de 12.2 MVA y uno de 30 MVA, con una capacidad en conjunto de 54.4 MVA aproximadamente, que reducen la tensión de niveles de transmisión a niveles de distribución en 10.5kV. Es así que la energía se concentra en una barra de 10.5kV, con nueve (9) alimentadores que satisfacen la demanda sectorizada, de una parte, de la ciudad del Cusco y periferias, lo descrito previamente, puede ser observado en el Diagrama Unifilar de la Subestación Eléctrica Dolorespata, actualizado a Setiembre de 2022, el cual se muestra en la siguiente figura:

Figura N° 3.2

Diagrama Unifilar Subestación Eléctrica Dolorespata, actualizado a Setiembre de 2022.

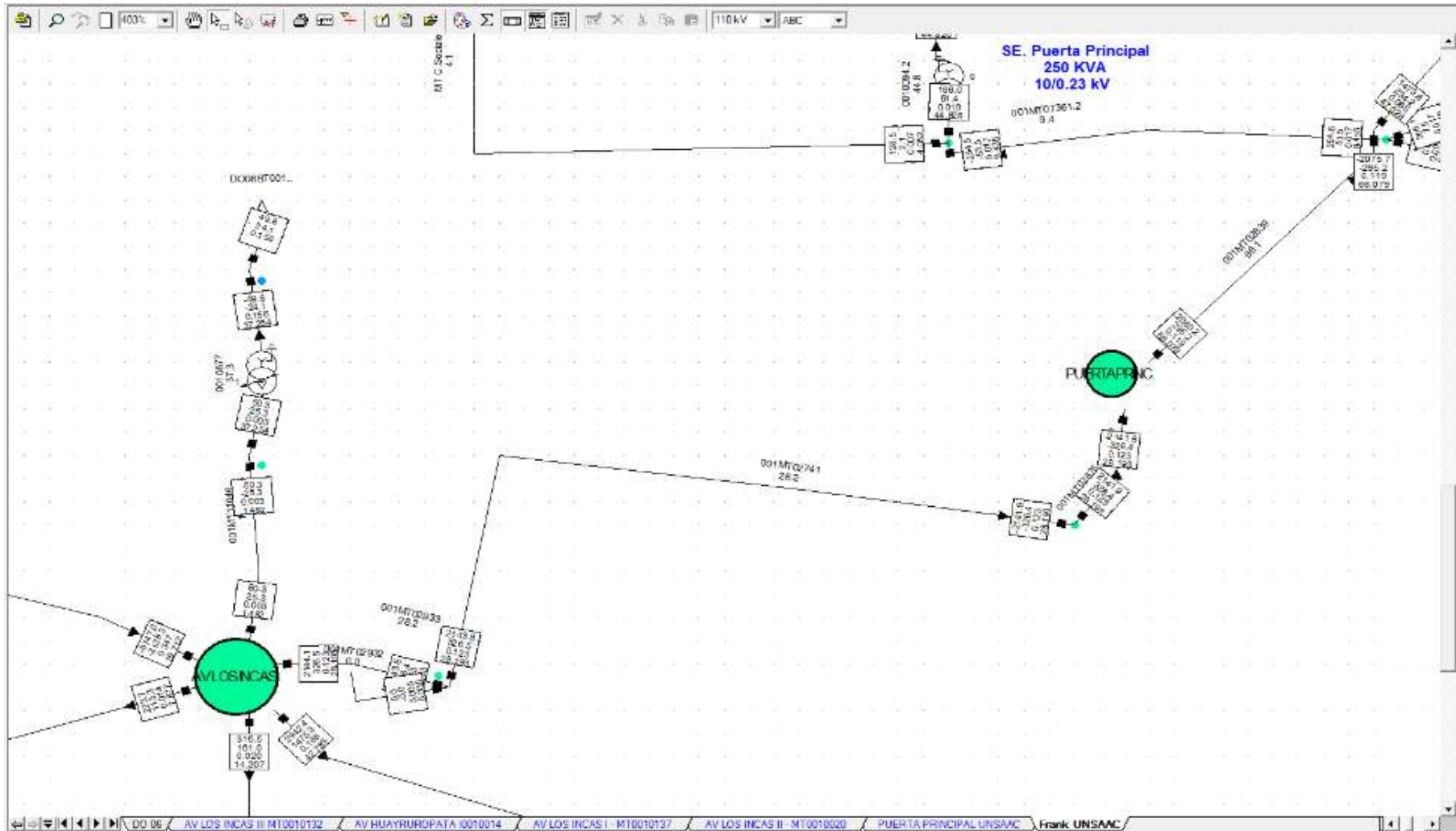


Fuente: COES

En particular, durante la investigación se identificó que el alimentador que suministra de energía a la ciudad universitaria de Perayoc es el alimentador con código DO-06, la misma se extiende hasta la Av. Los Incas continuando hasta el distrito de San Sebastián. En el nodo de la Av. Los Incas es de donde deriva un ramal que alimenta la ciudad universitaria de Perayoc, según se muestra en la siguiente imagen:

Figura N° 3.3

Alimentador DO-06, suministra de energía a la ciudad universitaria de Perayoc.



Fuente: Base de Datos Digsilent Power Factory, Electro Sur Este S.A.A. (ver Anexo 4)

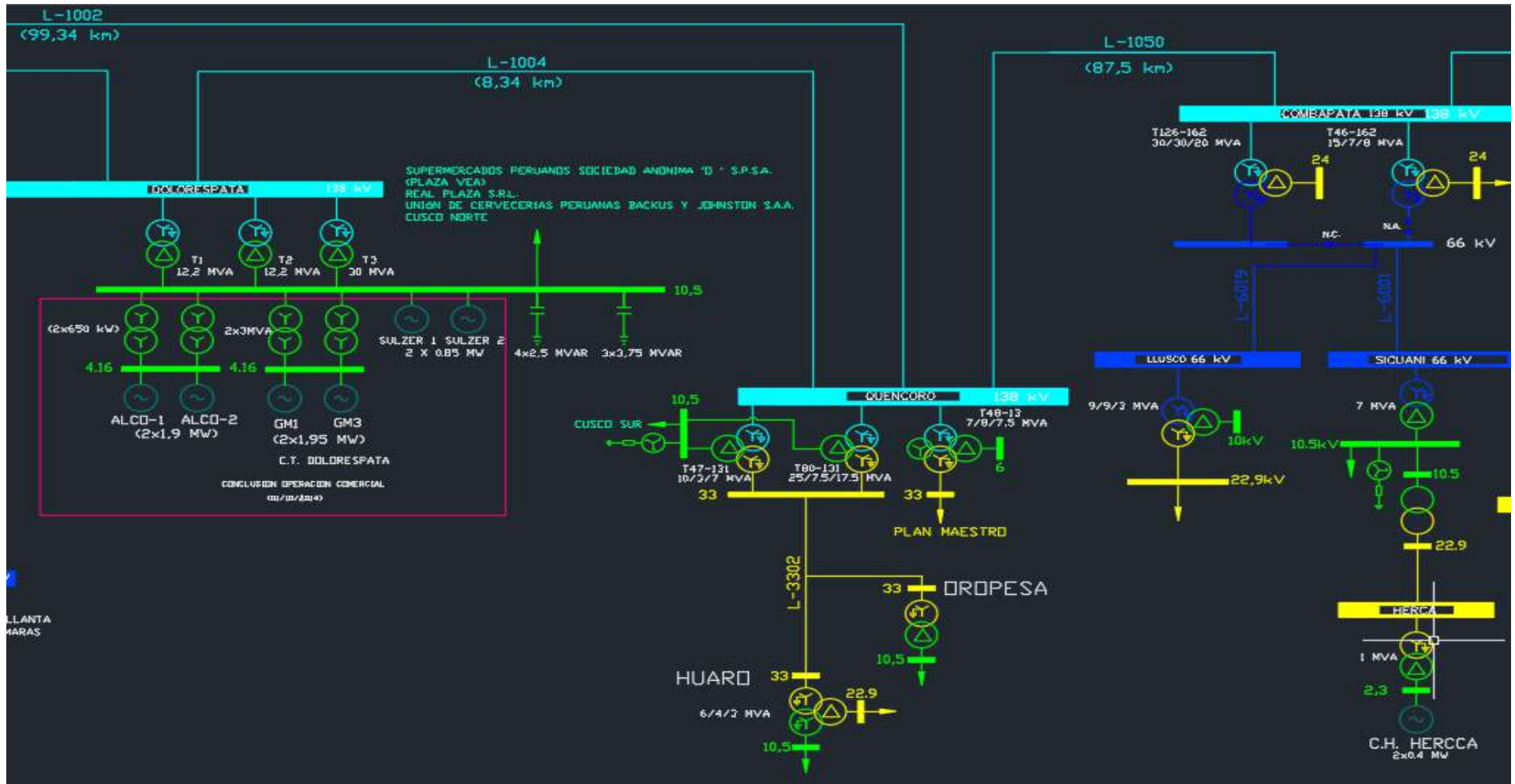
3.3.2. SUBESTACIÓN QUENCORO.

La Subestación Eléctrica Quencoro, al igual que la subestación Dolorespata, es una subestación eléctrica de Transformación, esta se encuentra interconectada con el SEIN, a través de un anillo, capaz de suministrar energía desde el Complejo de Machupicchu, directamente a través de la líneas L-1002 y pasando por la subestación de Dolorespata 138kV a través de la L-1004; de la misma forma es capaz de suministrar energía proveniente del resto del SEIN, pasando por la SE Tintaya y Combapata, pudiendo tomar energía del sistema; es decir la Subestación Quencoro 138kV que alimenta el resto de la zona urbana y parte de la zona sur de la ciudad del Cusco tiene un alto grado de seguridad y confiabilidad, la misma se ve limitada tan solo por las líneas de transmisión que la alimentan. Lo descrito puede observarse en la Figura 3.4.

Por otra parte, la SE Quencoro 138kV, cuenta con tres transformadores de potencia, dos de 3 devanados y uno de 4 devanados, el transformador T47-131 de 10/3/7 MVA y el transformador T80-131 de 25/7.5/17.5 MVA alimentan la barra de 10.5kV y de 33kV, esta última alimenta las subestaciones 33kV de Oropesa y de Huaró; asimismo el transformador de 4 devanados de código T48-13 de 7/8/7.5 MVA, alimenta una barra de 6kV y una barra de 33kV, de donde sale una línea de subtransmisión de 33kV hacia el Plan Maestro, cuya finalidad es la de alimentar el sistema de bombas que extraen agua subterránea del acuífero existente en la zona, que se transporta a través de un sistema de tuberías enterradas hasta a la ciudad del Cusco. En ese sentido la subestación eléctrica de Quencoro cuenta con nueve (9) alimentadores que satisfacen la demanda sectorizada, de la zona sur de la ciudad del Cusco y periferias, según se puede observar en el diagrama unifilar mostrado a continuación. Lo descrito puede observarse en la Figura 3.5.

Figura N° 3.4

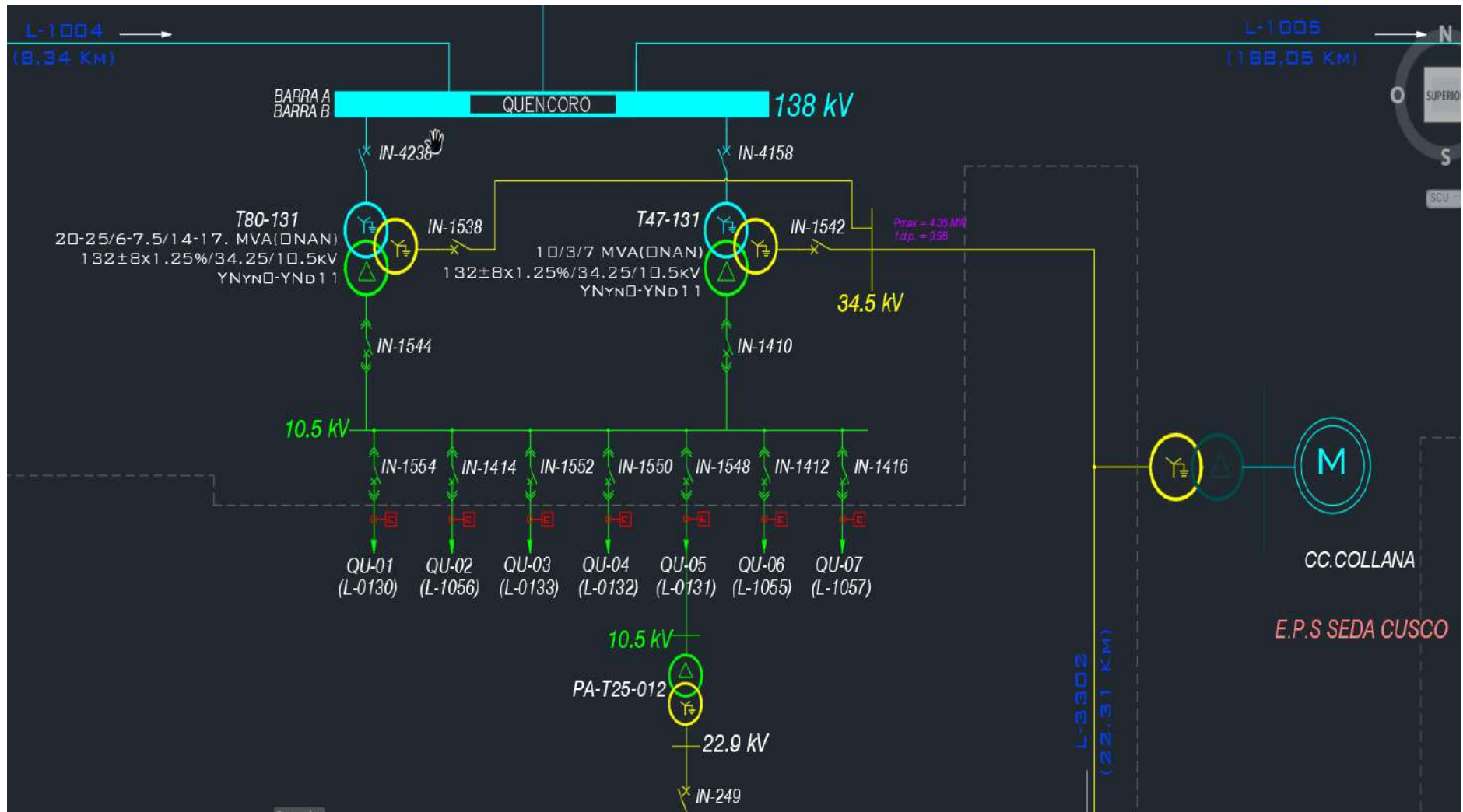
Diagrama Unifilar del SEIN, actualizado a Setiembre de 2022.



Fuente: COES - Diagrama Unifilar del SEIN, actualizado a Setiembre de 2022.

Figura N° 3.5

Diagrama Unifilar Subestación Eléctrica Quencoro, actualizado a Setiembre de 2022.



Fuente: Electro Sur Este S.A.A., Base de Datos CAD, departamento GIS.

El alimentador QU-06 es un alimentador que parte de la barra 10.5kV de la Subestación Quencoro, la misma alimenta principal y casi exclusivamente a el Mall Real Plaza de la ciudad de Cusco, cuya máxima demanda, según se pudo consultar al personal de Electro Sur Este S.A.A., estaría en orden de los 4MW, es así que la red, en caso de emergencia suscitada en el alimentador de Dolorespata, la demanda de la Ciudad Universitaria de Perayoc podría ser cubierta por esta, No obstante es oportuno mencionar que actualmente este punto de interconexión se encuentra desconectado, razón por la cual no será parte de la evaluación.

3.4. CONDICIONES DE LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN DE LA UNSAAC.

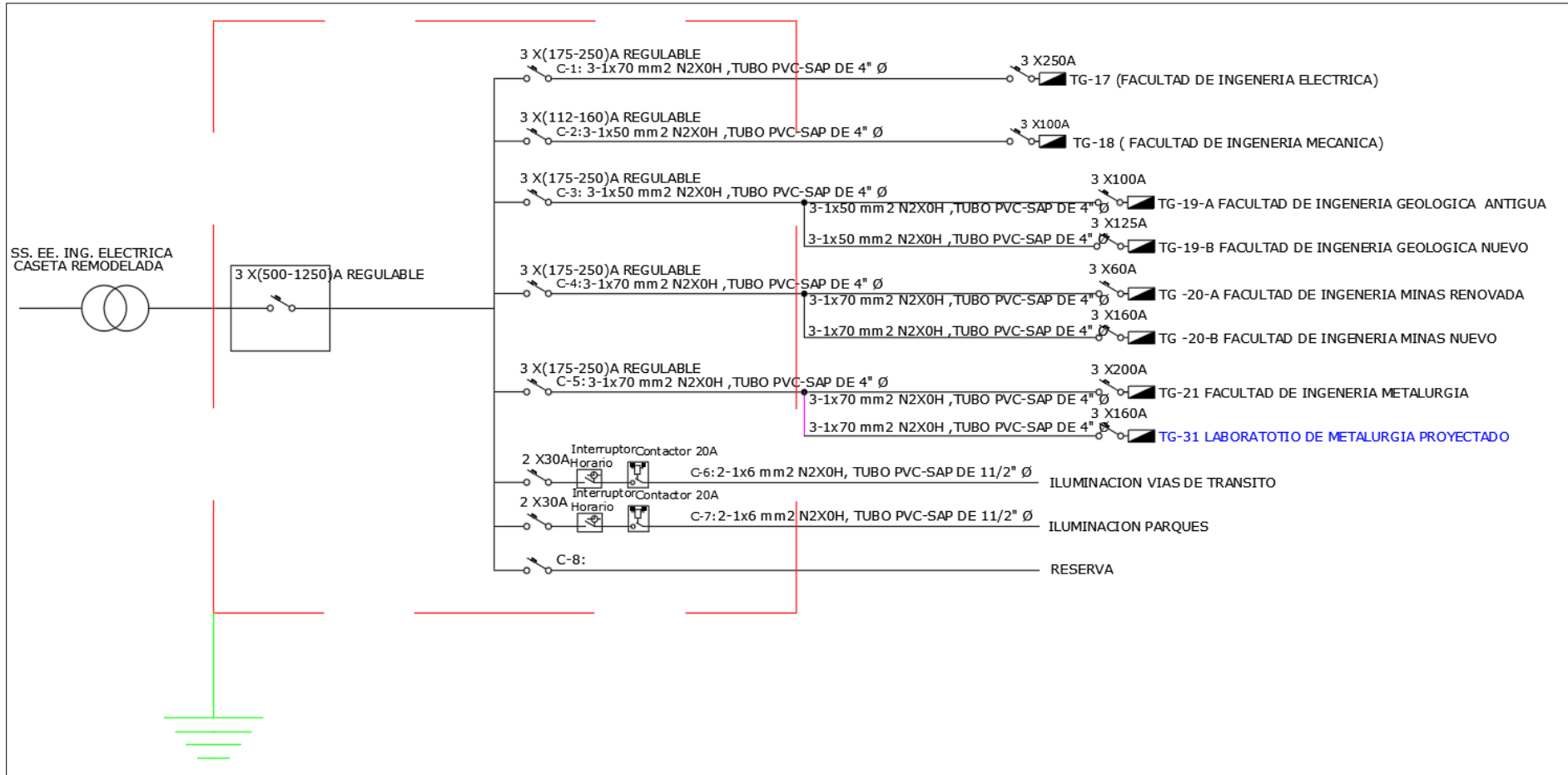
3.4.1. RECONFIGURACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DE LAS REDES ELÉCTRICAS DE LA UNSAAC.

La ciudad universitaria de Perayoc de la Tricentenario Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco recientemente ha sido repotenciada y reconfigurada, previo a esta intervención la misma contaba, principalmente, con redes aéreas en media tensión, subestaciones aéreas, pedestal y tipo caseta, las mismas por el crecimiento y la construcción de nuevos pabellones para atender los requerimientos propios de la universidad, como es el caso del Pabellón de Cs. Sociales, Ing. Electrónica, Derecho, Comedor (Nuevo), entre otros; las redes eléctricas en media tensión como son líneas y subestaciones fueron reemplazadas, repotenciadas, reconfiguradas y en su mayoría sufrieron ampliaciones, las mismas concluyendo el 2018.

Al respecto, como actividades propias de la investigación, se solicitó a la UNSAAC, se proporcione la información técnica respecto a este proyecto de mejoramiento de las redes eléctricas en media tensión, las mismas fueron alcanzadas en parte, en ese sentido a continuación se muestra el diagrama de redes eléctricas sobre el plano de distribución.

Figura N° 3.6

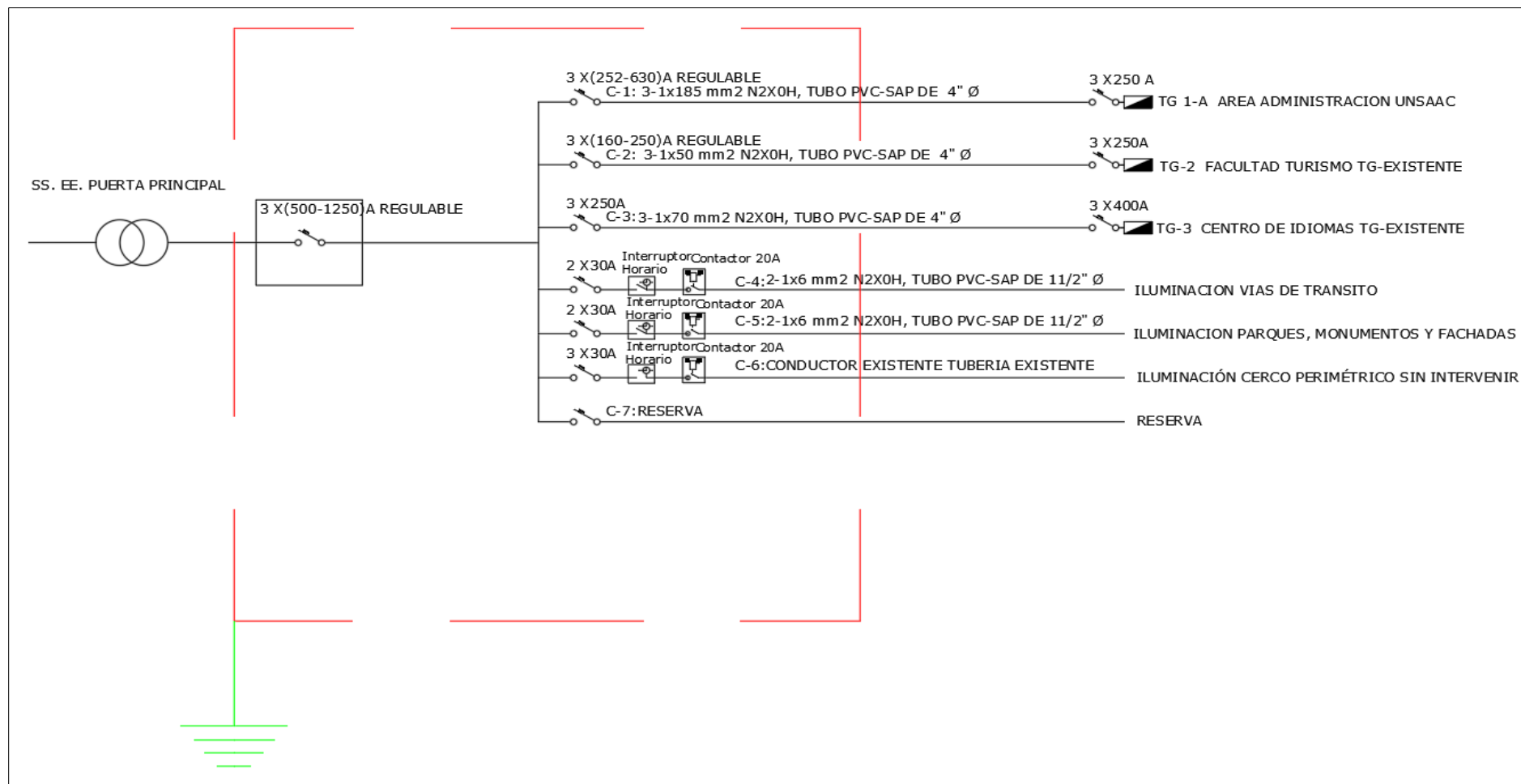
Diagrama SS.EE. Ing. Eléctrica, ciudad universitaria de Perayoc.



Fuente: Expediente de Liquidación, Proyecto de Renovación y Mejoramiento de las Redes Eléctricas UNSAAC (Ver Anexo 5)

Figura N° 3.7

Diagrama SS.EE. Puerta Principal (Sociales), ciudad universitaria de Perayoc.



Fuente: Expediente de Liquidación, Proyecto de Renovación y Mejoramiento de las Redes Eléctricas UNSAAC, (Ver Anexo 5)

3.4.2. INSTALACIONES EXISTENTES.

Según se recopila la información de las instalaciones que conforman la Infraestructura Eléctrica de la UNSAAC, estaría conformada por las siguientes subestaciones:

Tabla N° 3.1

Características de las Subestaciones Eléctricas en la UNSAAC.

N°	Detalle	Equipamiento	Devanados	Sistema	Pn	Relación Transformación	Grupo
1	S.E. Puerta Principal	Transformador	2 Dev.	3f	250 KVA	10.5/0.23 kV	Dyn5
2	S.E. Administración	Transformador	2 Dev.	3f	200 KVA	10.5/0.23 kV	Dyn5
3	S.E. Centro de Salud	Transformador	2 Dev.	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	Dyn5
4	S.E. Ciencias Sociales	Transformador	2 Dev.	3f	250 KVA	10.5/0.23 kV	Dyn5
5	S.E. Biología	Transformador	2 Dev.	3f	400 KVA	10.5/0.23 kV	Dyn5
6	S.E. Comedor Antiguo	Transformador	2 Dev.	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	Dyn5
7	S.E. Ing. Química	Transformador	2 Dev.	3f	400 KVA	10.5/0.23 kV	Dyn5
8	S.E. Arquitectura	Transformador	2 Dev.	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	Dyn5
9	S.E. Comedor Nuevo	Transformador	2 Dev.	3f	500 KVA	10.5/0.23 kV	Dyn5
10	S.E. Centro Pre-U	Transformador	2 Dev.	3f	160 KVA	10.5/0.23 kV	Dyn5
11	S.E. Ing. Eléctrica	Transformador	2 Dev.	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	Dyn5
12	S.E. Ing. Electronica	Transformador	2 Dev.	3f	160 KVA	10.5/0.23 kV	Dyn5
13	S.E. Cs. Comunicación	Transformador	2 Dev.	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	Dyn5
14	S.E. Cs. Biblioteca	Transformador	2 Dev.	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	Dyn5

Fuente: Expediente técnico como construido del Proyecto de “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”.

En la tabla anterior, se muestra la principal información respecto a las subestaciones eléctricas que se encuentran en la ciudad universitaria de Perayoc; esto, como resultado de la investigación y recopilación de datos llevada a cabo; en consecuencia se logró obtener el expediente técnico como construido del Proyecto de “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”, cuya obra culmino el mes de enero del 2020 y cuya liquidación se formalizo después de la emergencia sanitaria, por lo que los datos de las subestaciones son reales.

Tabla N° 3.2*Detalle de las Tramos de Líneas en MT en la UNSAAC.*

N°	Punto Inicio	Punto Llegada	Tipo de Línea	Sistema	Conductor	Sección	Longitud
1	Punto de Diseño	S.E. Puerta Principal	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm ²	296.61 mts
2	Nodo. S.E. Puerta Principal	S.E. Administración	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm ²	220.34 mts
3	Nodo. S.E. Puerta Principal	S.E. Centro de Salud	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm ²	360.18 mts
4	Nodo. S.E. Puerta Principal	S.E. Cs Sociales	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm ²	102.25 mts
5	Nodo. S.E. Puerta Principal	S.E. Biología	Aéreo	3f	AAAC	36 mm ²	115.83 mts
6	Nodo S.E. Biología	S.E. Comedor Antiguo	Aéreo	3f	AAAC	35 mm ²	293.82 mts
7	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Química	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm ²	071.50 mts
8	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Arquitectura	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm ²	105.00 mts
9	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Comedor Nuevo	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm ²	237.00 mts
10	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Centro Pre-U	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm ²	228.60 mts
11	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm ²	208.80 mts
12	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Ing. Electrónica	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm ²	055.4 mts
13	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Cs. Comunicación	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm ²	122.4 mts
14	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Biblioteca	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm ²	127.8 mts

Fuente: Expediente técnico como construido del Proyecto de “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”.

En la tabla anterior, se muestra los principales datos técnicos de los tramos en media tensión que conforman las redes eléctricas de 10.5kV en la UNSAAC, obtenidos del expediente técnico como construido del Proyecto de “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”, cuyo relevamiento de información se muestra en la tabla en cuestión.

Tabla N° 3.3*Plantas de Generación Pico Fotovoltaica.*

N°	Detalle	Sistema	Pi
1	CSF Ingeniería Eléctrica	3f	15 KWp
2	CSF Ingeniería Electrónica	3f	5 KWp

Fuente: Expediente técnico como construido del Proyecto de “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”.

Respecto a la tabla anterior, se muestra la potencia instalada de las instalaciones solares ubicadas en Ingeniería Eléctrica y en Ingeniería Electrónica, respectivamente. Respecto a la primera, la información fue corroborada por el Dr. Wilfredo Callasi Quispe, mediante Carta N° 179-2023-EPIE-FIEEIM-UNSAAC, quien al 25 de julio de 2023 se desempeñaba como director de la Escuela de Profesional de Ingeniería Eléctrica.

Figura N° 3.8

Características Técnicas del Sistema Fotovoltaico.



Fuente: *Informe de Datos Técnicos del Sistema Fotovoltaico, Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica. (ver Anexo 10)*

Tabla N° 3.4

Cuadro de Demandas por Subestación.

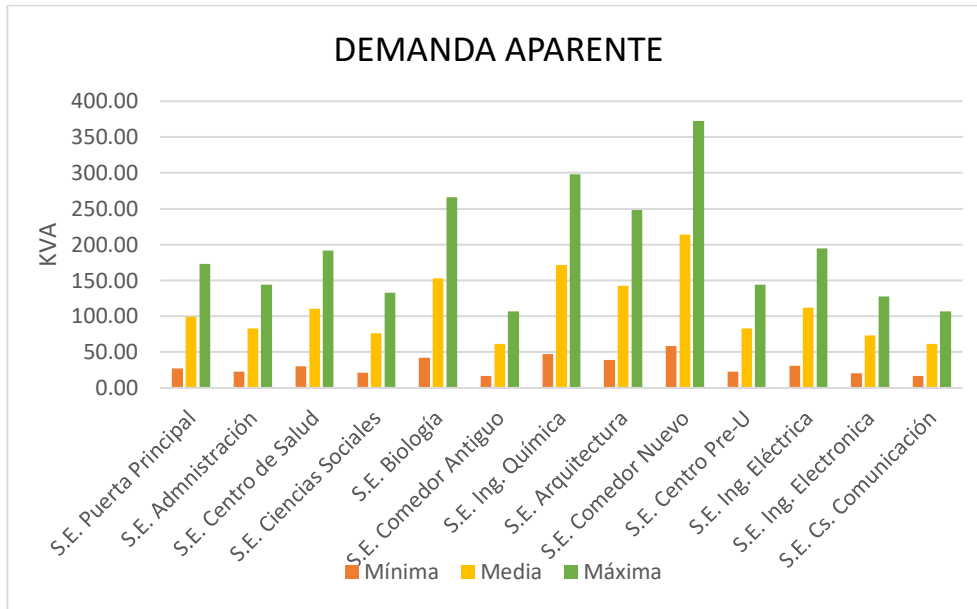
N°	DETALLE	SISTEMA	Pn	RELACIÓN TRANSFORMACIÓN	DEMANDA								
					MÍNIMA			MÉDIA			MÁXIMA		
					KW	KVAR	KVA	KW	KVAR	KVA	KW	KVAR	KVA
1	S.E. Puerta Principal	3f	250 KVA	10.5/0.23 KV	22.6	3.2	22.8	113.0	16.1	114.1	226.0	32.2	228.3
2	S.E. Administración	3f	200 KVA	10.5/0.23 KV	18.4	2.6	18.6	92.0	13.1	92.9	184.0	26.2	185.9
3	S.E. Centro de Salud	3f	315 KVA	10.5/0.23 KV	28.1	4.0	28.4	140.5	20.0	141.9	281.0	40.0	283.8
4	S.E. Ciencias Sociales	3f	250 KVA	10.5/0.23 KV	22.0	3.1	22.2	110.0	15.7	111.1	220.0	31.3	222.2
5	S.E. Biología	3f	400 KVA	10.5/0.23 KV	35.8	5.1	36.2	179.0	25.5	180.8	358.0	51.0	361.6
6	S.E. Comedor Antiguo	3f	315 KVA	10.5/0.23 KV	28.7	4.1	29.0	143.5	20.5	144.9	287.0	40.9	289.9
7	S.E. Ing. Química	3f	400 KVA	10.5/0.23 KV	34.0	4.8	34.3	170.0	24.2	171.7	340.0	48.4	343.4
8	S.E. Arquitectura	3f	315 KVA	10.5/0.23 KV	29.1	4.2	29.4	145.5	20.8	147.0	291.0	41.5	293.9
9	S.E. Comedor Nuevo	3f	500 KVA	10.5/0.23 KV	45.4	6.5	45.9	227.0	32.4	229.3	454.0	64.7	458.6
10	S.E. Centro PRE-U	3f	160 KVA	10.5/0.23 KV	16.2	2.3	16.4	81.0	11.6	81.8	162.0	23.1	163.6
11	S.E. Ing. Eléctrica	3f	315 KVA	10.5/0.23 KV	28.1	4.0	28.4	140.5	20.0	141.9	281.0	40.0	283.8
12	S.E. Ing. Electrónica	3f	160 KVA	10.5/0.23 KV	13.0	1.9	13.1	65.0	9.3	65.7	130.0	18.5	131.3
13	S.E. Cs. Comunicación	3f	160 KVA	10.5/0.23 KV	14.6	2.1	14.7	73.0	10.4	73.7	146.0	20.8	147.5
14	S.E. Biblioteca Central	3f	315 KVA	10.5/0.23 KV	28.4	4.1	28.7	142.0	20.3	143.4	284.0	40.5	286.9

Fuente: Expediente técnico como construido del Proyecto de “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”.

De la tabla anterior, como resultado de investigación y recopilación de datos llevada a cabo, se logró obtener el expediente técnico como construido del Proyecto de “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”, cuya obra culminó el mes de enero del 2020 y cuya liquidación se formalizó después de la emergencia sanitaria, por lo que los datos de carga obtenidos, para un escenario de máxima demanda, son valores realistas y recientes.

Figura N° 3.9

Demandas Aparente.

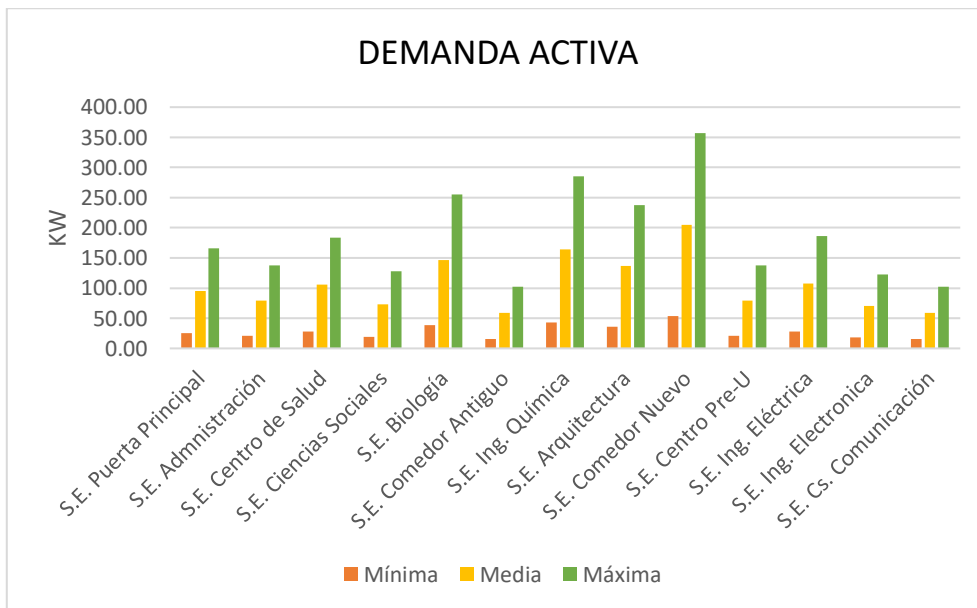


Fuente: Elaboración propia.

La figura anterior, describe mediante diagrama de barras, las demandas de potencia aparente para cada subestación ubicada en la ciudad universitaria de Perayoc.

Figura N° 3.10

Demanda Activa.

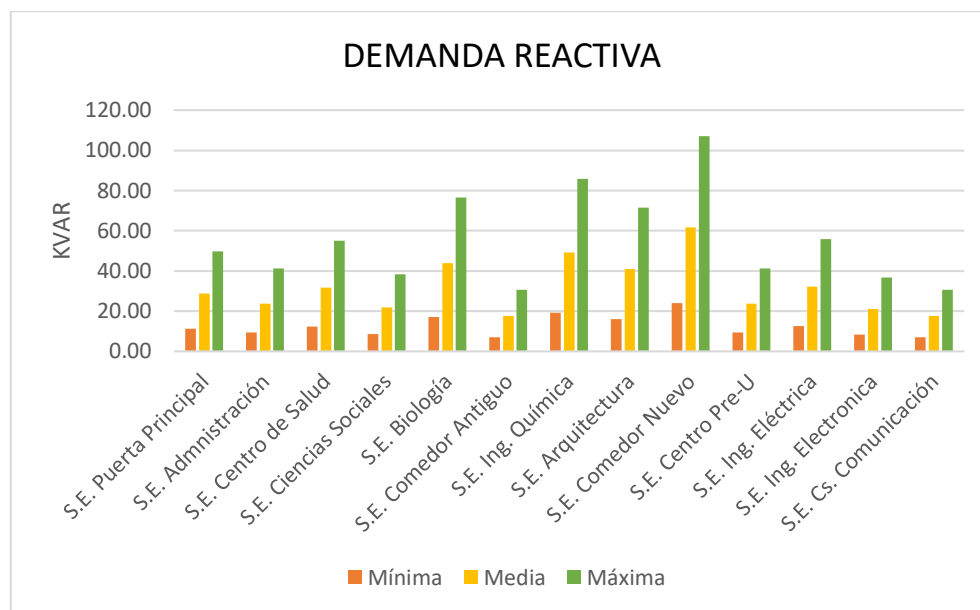


Fuente: Elaboración propia.

La figura anterior, describe mediante diagrama de barras, las demandas de potencia activa para cada subestación ubicada en la ciudad universitaria de Perayoc.

Figura N° 3.11

Cuadro de Demanda Reactiva.



Fuente: Elaboración propia.

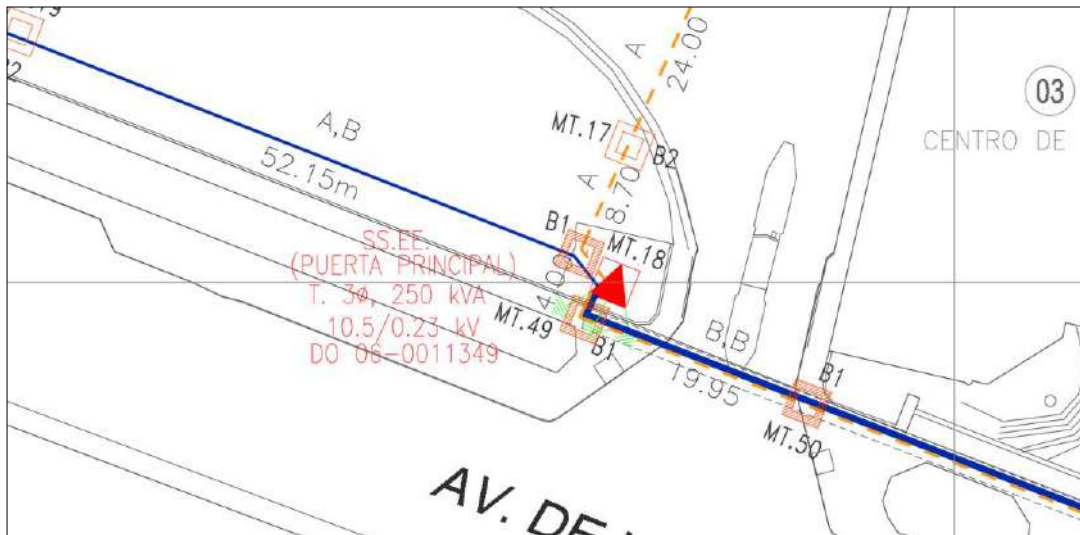
La figura anterior, describe mediante diagrama de barras, las demandas de potencia reactiva para cada subestación ubicada en la ciudad universitaria de Perayoc.

3.4.2.1. PUNTO DE DISEÑO O SUMINISTRO DE LA UNSAAC.

La Ciudad Universitaria de Perayoc tiene un punto de suministro principal y un punto de suministro alternativo, según se ve a continuación:

Figura N° 3.12

Punto de diseño o Suministro Principal.



Fuente: Planos As Built UNSAAC.

La figura anterior muestra la subestación eléctrica Puerta Principal, la cual cuenta con un transformador de distribución de 250KVA, una relación de transformación de 10.5/0.23kV, la misma es alimentada por un circuito trifásico subterráneo con cable N2XS_Y 3-1X70 mm², proveniente desde la barra de la S.E. Los Incas, de titularidad de ELSE. S.A.A.

Figura N° 3.13

Punto de diseño o suministro principal.



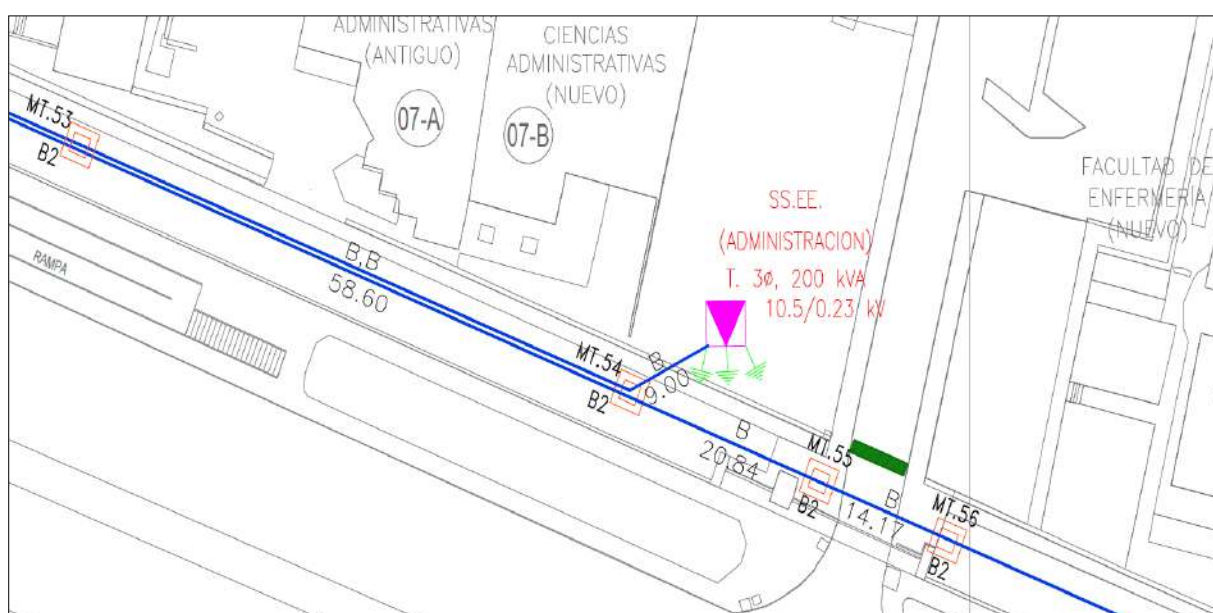
Fuente: Planos As Built UNSAAC.

La figura anterior muestra el punto de suministro alternativo a la Ciudad Universitaria de Perayoc del alimentador D04, que, por razones operativas, los circuitos de enlace se encuentran abiertos.

3.4.2.2. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ADMINISTRACIÓN.

Figura N° 3.14

Ubicación Subestación Eléctrica Administración.



Fuente: Planos As Built UNSAAC.

La figura anterior muestra la Subestación Eléctrica de Administración, la cual cuenta con un transformador de distribución de 200KVA, una relación de transformación de 10.5/0.23kV, la misma es alimentada por un circuito trifásico subterráneo con cable N2XSY 3-1X35 mm², proveniente desde la barra de la S.E. Puerta Principal.

3.4.2.3. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CENTRO DE SALUD.

Figura N° 3.15

Ubicación Subestación Eléctrica Centro de Salud.



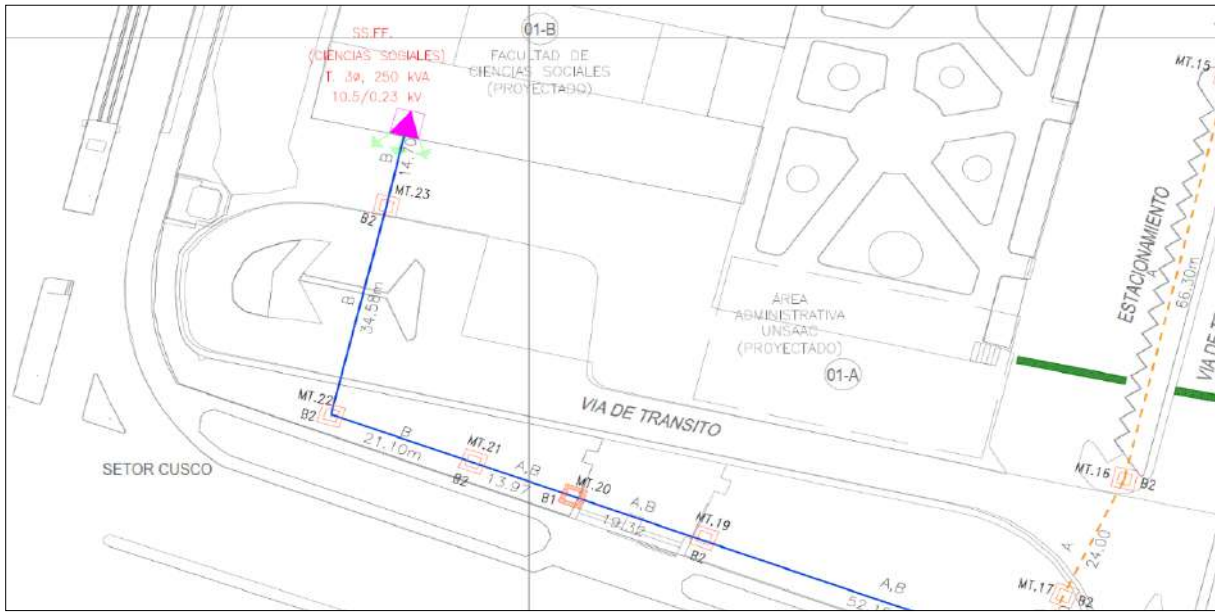
Fuente: Planos As Built UNSAAC.

La figura anterior muestra la Subestación Eléctrica de Centro de Salud, la cual cuenta con un transformador de distribución trifásico de 315KVA, una relación de transformación de 10.5/0.23kV, la misma es alimentada por un circuito trifásico subterráneo con cable N2XSY 3-1X35 mm², proveniente desde la barra de la S.E. Puerta Principal.

3.4.2.4. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CIENCIAS SOCIALES.

Figura N° 3.16

Ubicación Subestación Eléctrica Ciencias Sociales.



Fuente: Planos As Built UNSAAC.

La figura anterior muestra la Subestación Eléctrica de Ciencias Sociales, la cual cuenta con un transformador de distribución trifásico de 250KVA, una relación de transformación de 10.5/0.23kV, la misma es alimentada por un circuito trifásico subterráneo con cable N2XSy 3-1X35 mm2, proveniente desde la barra de la S.E. Puerta Principal.

3.4.2.5. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA BIOLOGÍA.

Figura N° 3.17

Ubicación Subestación Eléctrica Biología.



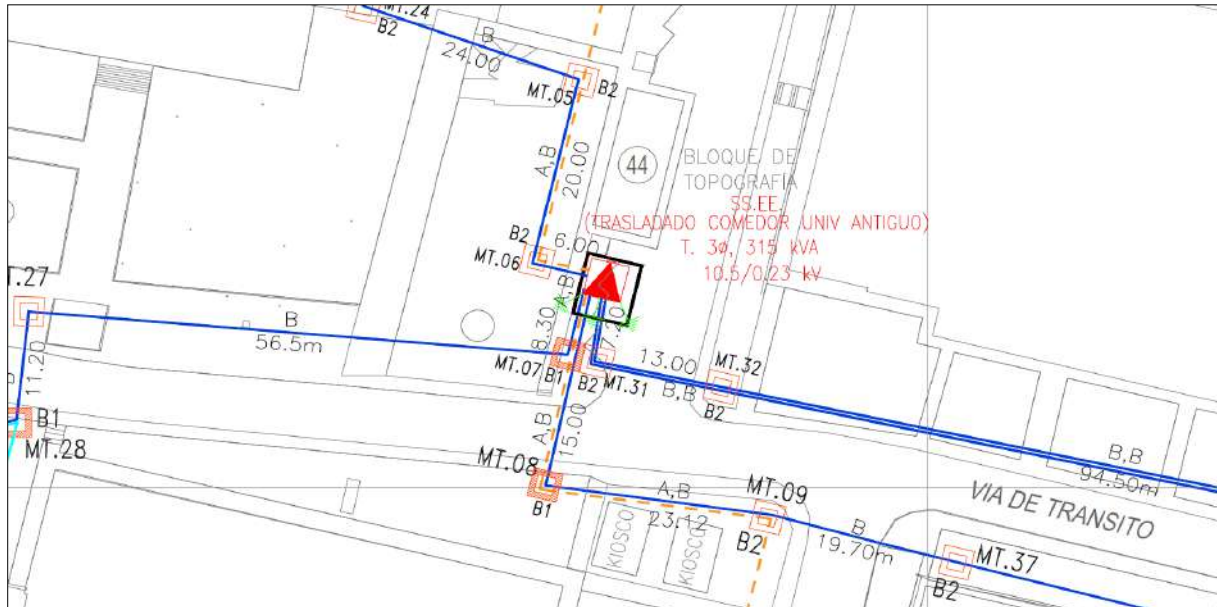
Fuente: Planos As Built UNSAAC.

La figura anterior muestra la Subestación Eléctrica de Biología, la cual cuenta con un transformador de distribución trifásico de 400KVA, una relación de transformación de 10.5/0.23kV, la misma es alimentada por un circuito trifásico subterráneo con cable N2XSY 3-1X70 mm², proveniente desde la barra de la S.E. Puerta Principal.

3.4.2.6. SUBESTACIÓN COMEDOR ANTIGUO.

Figura N° 3.18

Ubicación Subestación Eléctrica Comedor Antiguo.



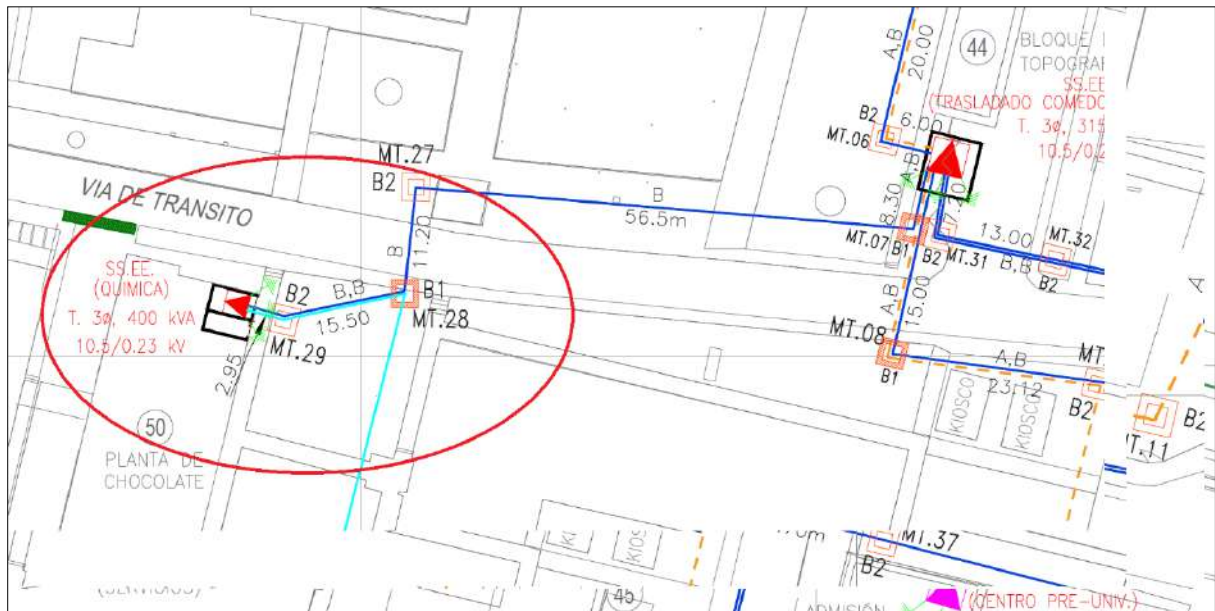
Fuente: Planos As Built UNSAAC.

La figura anterior muestra la Subestación Eléctrica Comedor Antiguo, la cual cuenta con un transformador de distribución trifásico de 315KVA, una relación de transformación de 10.5/0.23kV, la misma es alimentada por un circuito trifásico subterráneo con cable N2XSY 3-1X70 mm², proveniente desde la barra de la S.E. de Biología.

3.4.2.7. SUBESTACIÓN COMEDOR INGENIERÍA QUÍMICA.

Figura N° 3.19

Ubicación Subestación Eléctrica Comedor Antiguo.



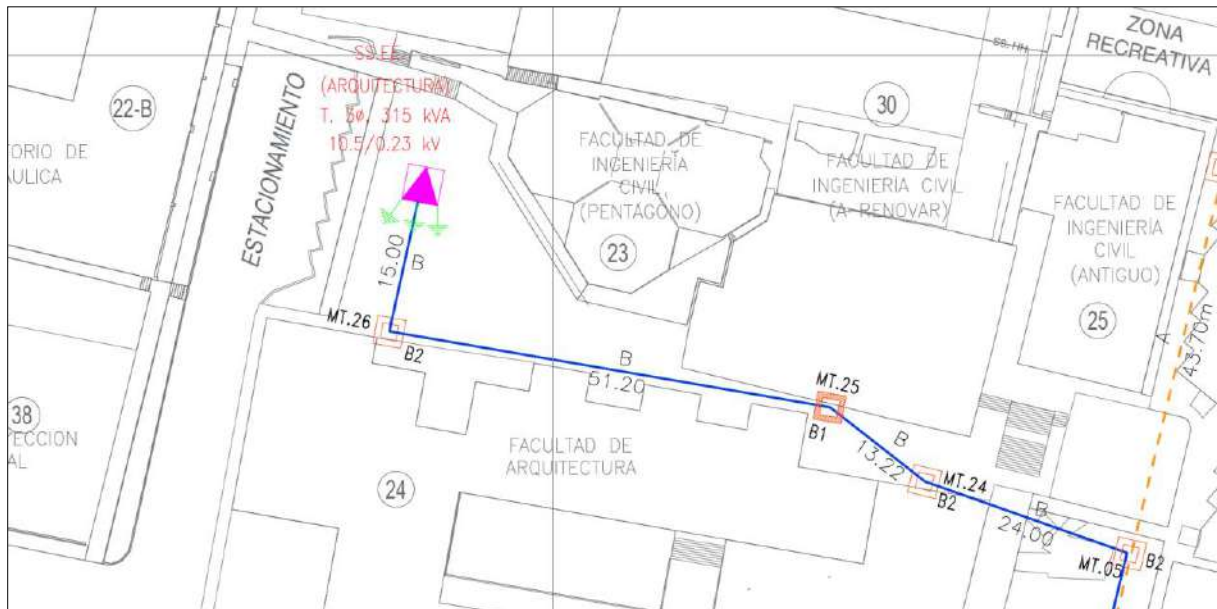
Fuente: Planos As Built UNSAAC.

La figura anterior muestra la Subestación Eléctrica Química, la cual cuenta con un transformador de distribución trifásico de 400KVA, una relación de transformación de 10.5/0.23kV, la misma es alimentada por un circuito trifásico subterráneo con cable N2XSY 3-1X35 mm², proveniente desde la barra de la S.E. de Comedor Antiguo.

3.4.2.8. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ARQUITECTURA.

Figura N° 3.20

Ubicación Subestación Eléctrica Arquitectura.



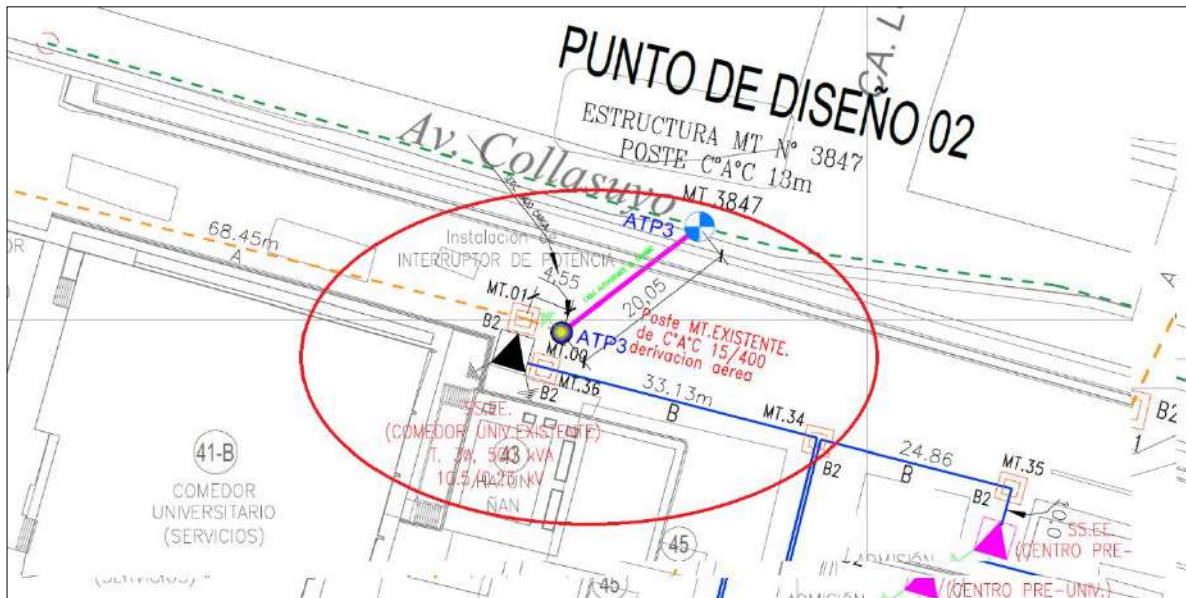
Fuente: Planos As Built UNSAAC.

La figura anterior muestra la Subestación Eléctrica Comedor Antiguo, la cual cuenta con un transformador de distribución trifásico de 315KVA, una relación de transformación de 10.5/0.23kV, la misma es alimentada por un circuito trifásico subterráneo con cable N2XSJ 3-1X35 mm², proveniente desde la barra de la S.E. de Comedor Antiguo.

3.4.2.9. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA COMEDOR NUEVO.

Figura N° 3.21

Ubicación Subestación Eléctrica Comedor Nuevo.



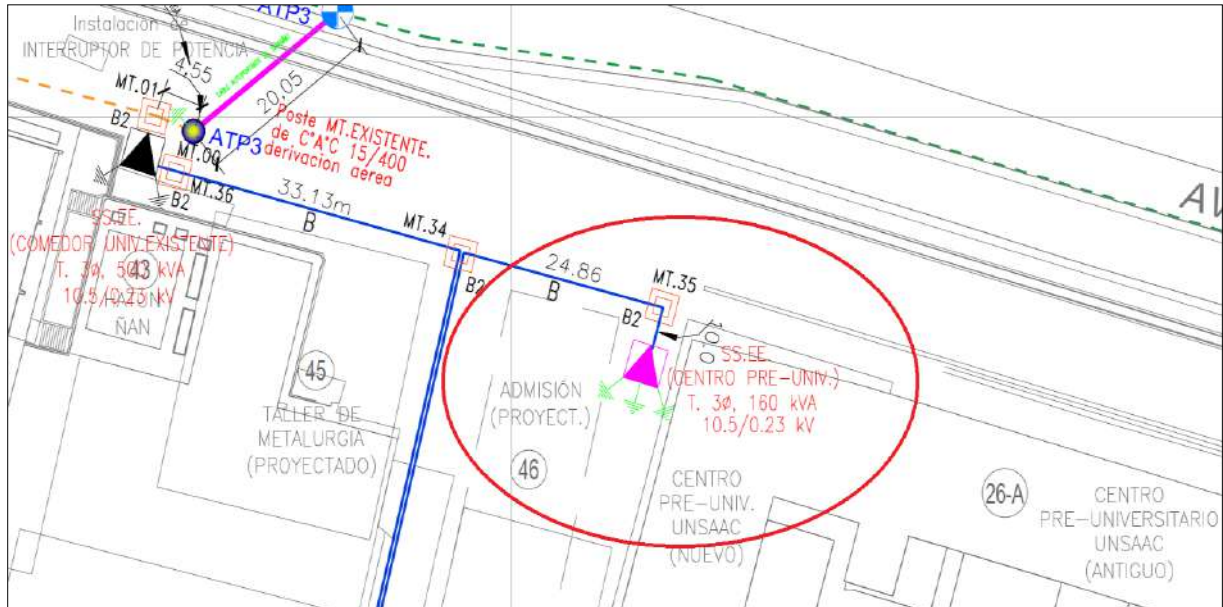
Fuente: Planos As Built UNSAAC.

La figura anterior muestra la Subestación Eléctrica Comedor Antiguo, la cual cuenta con un transformador de distribución trifásico de 500KVA, una relación de transformación de 10.5/0.23kV, la misma es alimentada por un circuito trifásico subterráneo con cable N2XSY 3-1X35 mm², proveniente desde la barra de la S.E. Comedor Antiguo.

3.4.2.10. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CENTRO PRE UNIVERSITARIO.

Figura N° 3.22

Ubicación Subestación Eléctrica Centro Pre universitario.



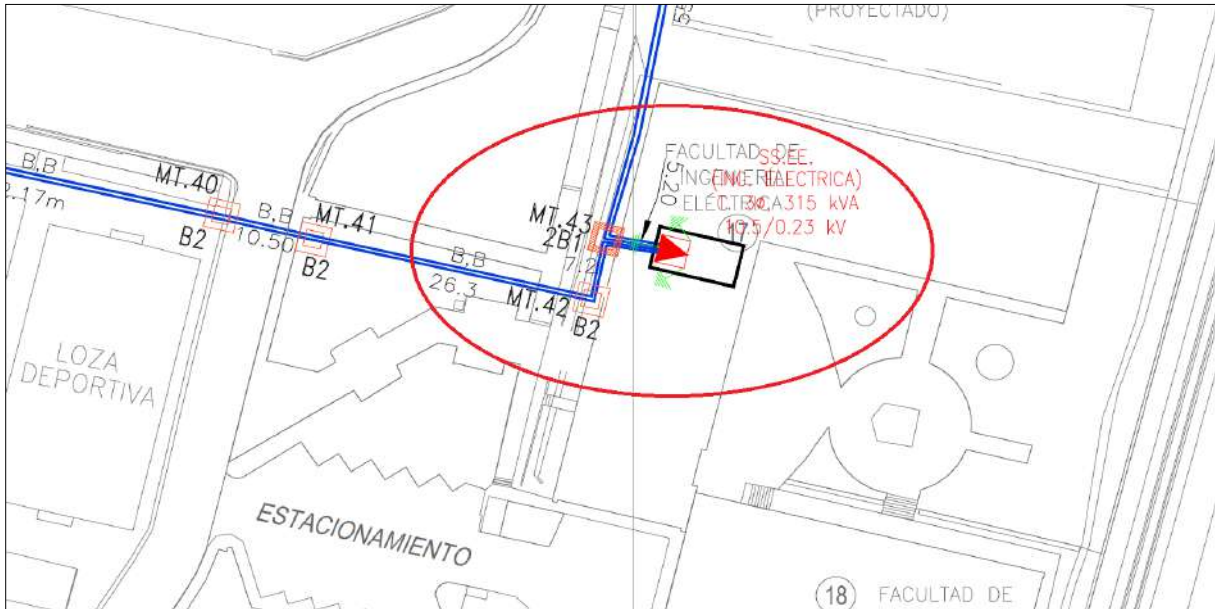
Fuente: Planos As Built UNSAAC.

La figura anterior muestra la Subestación Eléctrica Comedor Antigo, la cual cuenta con un transformador de distribución trifásico de 160KVA, una relación de transformación de 10.5/0.23kV, la misma es alimentada por un circuito trifásico subterráneo con cable N2XSY 3-1X35 mm², proveniente desde la barra de la S.E. Comedor Antigo.

3.4.2.11. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA INGENIERÍA ELÉCTRICA.

Figura N° 3.23

Ubicación Subestación Eléctrica Ingeniería Eléctrica.



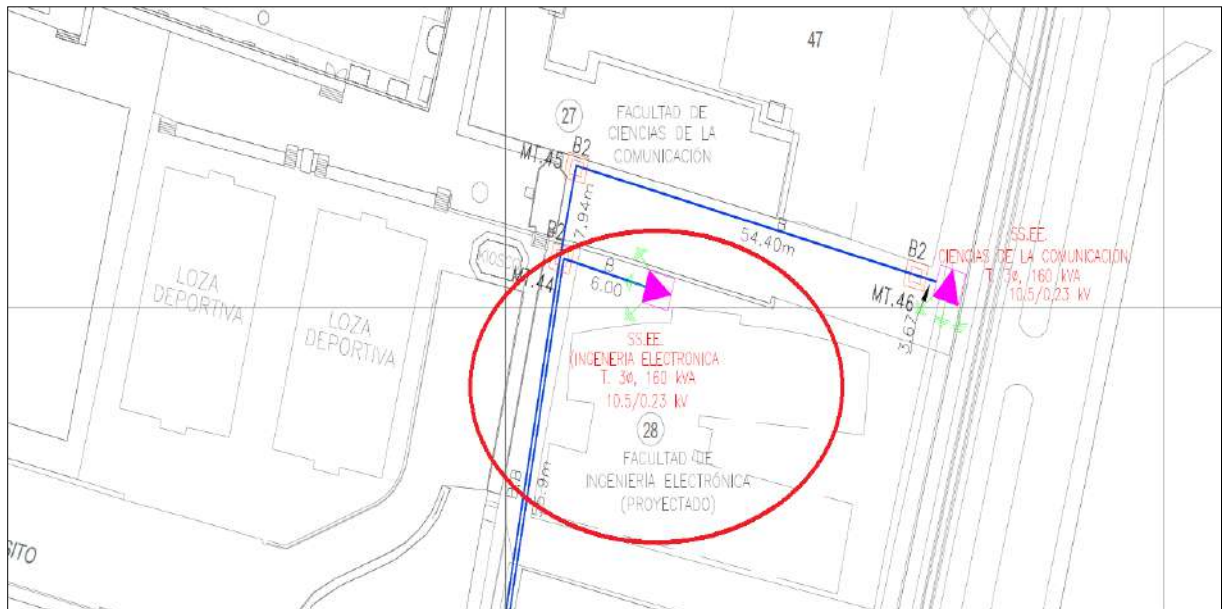
Fuente: Planos As Built UNSAAC.

La figura anterior muestra la Subestación Eléctrica Comedor Antiguo, la cual cuenta con un transformador de distribución trifásico de 350KVA, una relación de transformación de 10.5/0.23kV, la misma es alimentada por un circuito trifásico subterráneo con cable N2XSY 3-1X35 mm², proveniente desde la barra de la S.E. Comedor Antiguo.

3.4.2.12. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

Figura N° 3.24

Ubicación Subestación Eléctrica Ingeniería Electrónica.



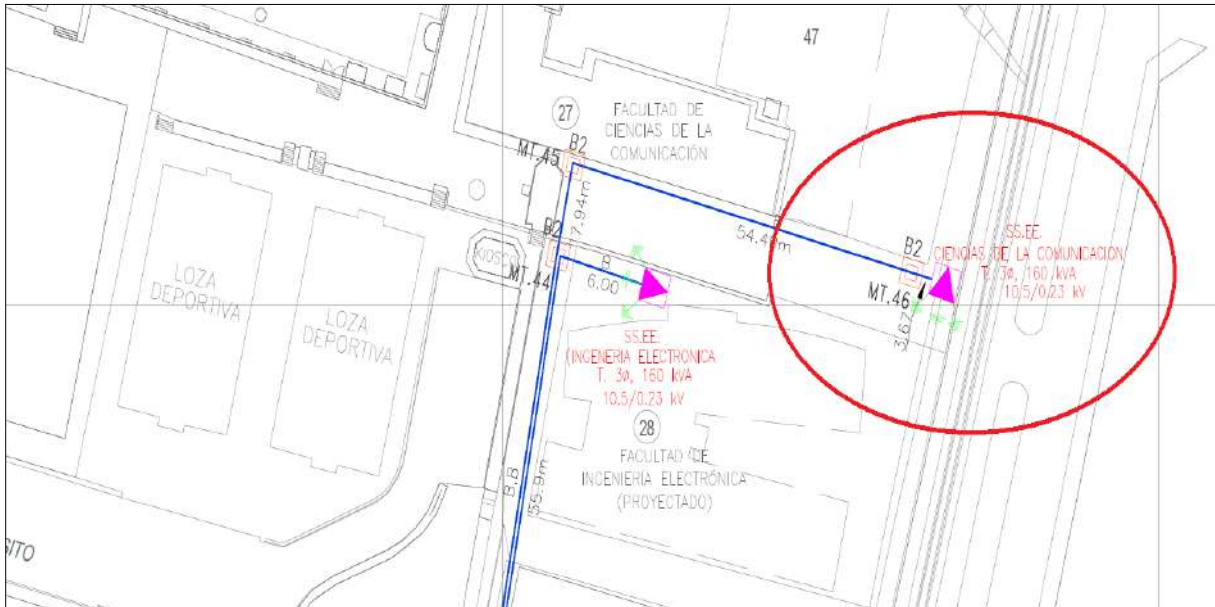
Fuente: Planos As Built UNSAAC.

La figura anterior muestra la Subestación Eléctrica Comedor Antiguo, la cual cuenta con un transformador de distribución trifásico de 160KVA, una relación de transformación de 10.5/0.23kV, la misma es alimentada por un circuito trifásico subterráneo con cable N2XSY 3-1X35 mm², proveniente desde la barra de la S.E. Ing. Eléctrica.

3.4.2.13. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA INGENIERÍA CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN.

Figura N° 3.25

Ubicación Subestación Eléctrica Ciencias de la Comunicación.



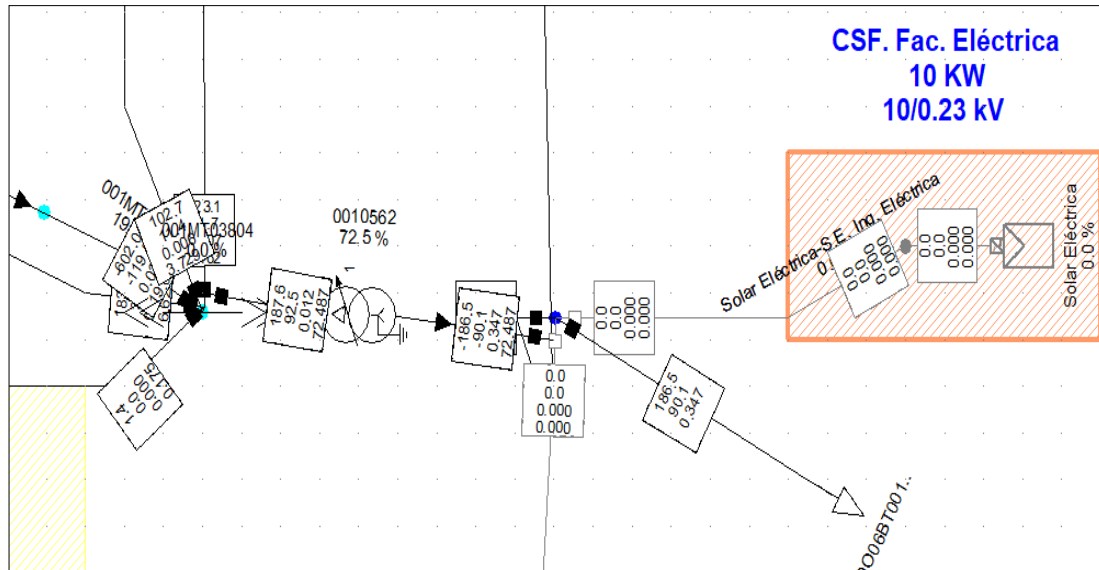
Fuente: Planos As Built UNSAAC.

La figura anterior muestra la Subestación Eléctrica Comedor Antiguo, la cual cuenta con un transformador de distribución trifásico de 160KVA, una relación de transformación de 10.5/0.23kV, la misma es alimentada por un circuito trifásico subterráneo con cable N2XSY 3-1X35 mm², proveniente desde la barra de la S.E. Ing. Eléctrica.

3.4.2.14. PLANTA PICO FOTOVOLTAICA INGENIERÍA ELÉCTRICA.

Figura N° 3.26

Planta Pico Fotovoltaica Ingeniería Eléctrica.

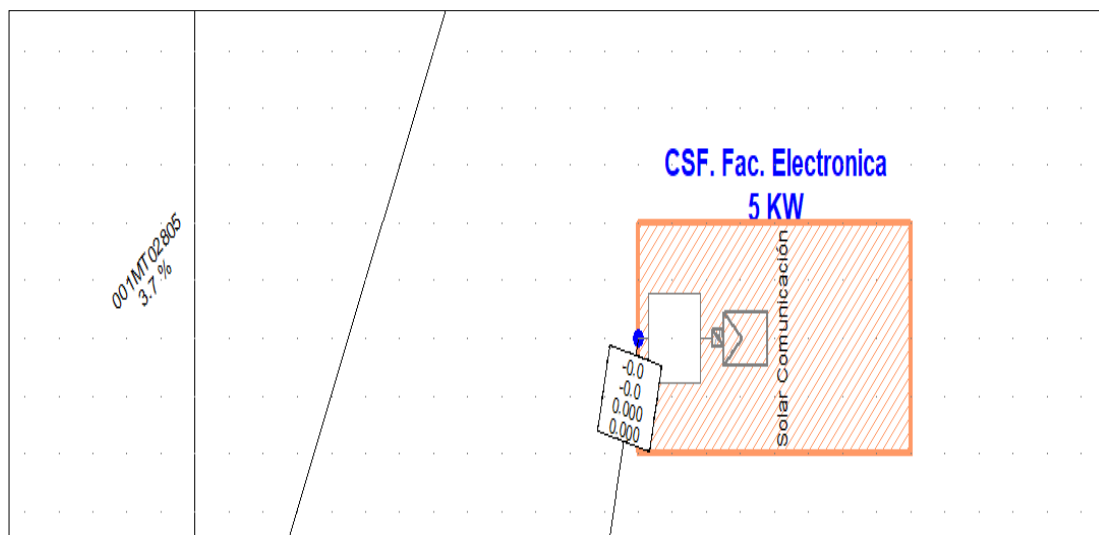


Fuente: Planos As Built UNSAAC.

3.4.2.15. PLANTA PICO FOTOVOLTAICA INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

Figura N° 3.27

Planta Pico Fotovoltaica Ingeniería Electrónica.



Fuente: Planos As Built UNSAAC.

3.5. CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN ESCENARIO DE MÁXIMA DEMANDA.

Se considera el escenario de máxima demanda, al ser caso de mayor severidad para las redes eléctricas en evaluación, en ese entender, a continuación, se simulan los flujos de potencia, y corto circuito.

3.5.1. CARGA PORCENTUAL EN LAS SUBESTACIONES - ESCENARIO MÁXIMA DEMANDA.

Tabla N° 3.5

Carga en las Subestaciones – Escenario mínima, media y máxima demanda.

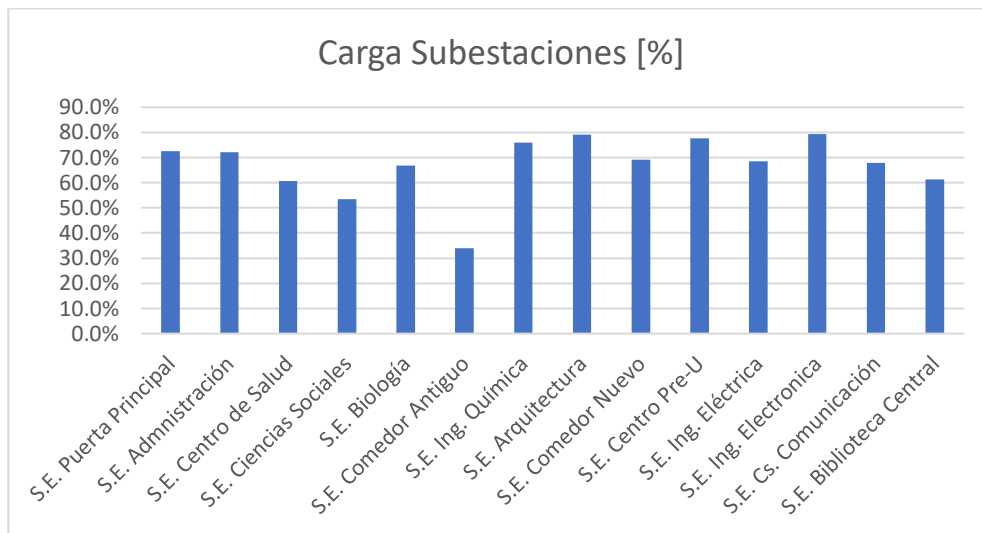
N°	Detalle	Equipamiento	Sistema	Pn	Relación	Carga [%]		
					Transformación	MIN	MED	MAX
1	S.E. Puerta Principal	Transformador	3f	250 KVA	10.5/0.23 kV	10.0%	50.1%	100.2%
2	S.E. Administración	Transformador	3f	200 KVA	10.5/0.23 kV	10.2%	51.0%	102.0%
3	S.E. Centro de Salud	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	9.4%	47.1%	94.2%
4	S.E. Ciencias Sociales	Transformador	3f	250 KVA	10.5/0.23 kV	9.8%	48.8%	97.6%
5	S.E. Biología	Transformador	3f	400 KVA	10.5/0.23 kV	9.9%	49.7%	99.3%
6	S.E. Comedor Antiguo	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	9.6%	48.2%	96.4%
7	S.E. Ing. Química	Transformador	3f	400 KVA	10.5/0.23 kV	9.5%	47.3%	94.5%
8	S.E. Arquitectura	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	9.8%	48.9%	97.8%
9	S.E. Comedor Nuevo	Transformador	3f	500 KVA	10.5/0.23 kV	9.6%	48.1%	96.1%
10	S.E. Centro Pre-U	Transformador	3f	160 KVA	10.5/0.23 kV	8.6%	42.9%	85.7%
11	S.E. Ing. Eléctrica	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	9.0%	44.8%	89.6%
12	S.E. Ing. Electrónica	Transformador	3f	160 KVA	10.5/0.23 kV	8.7%	43.5%	87.0%
13	S.E. Cs. Comunicación	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	10.2%	50.8%	101.6%
14	S.E. Biblioteca Central	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	9.6%	47.8%	95.5%

Fuente: Expediente técnico como construido del Proyecto de “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”.

De la tabla anterior, como resultado de investigación y recopilación de datos llevada a cabo, se logró obtener el expediente técnico como construido del Proyecto de “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”, cuya obra culminó el mes de enero del 2020 y cuya liquidación se formalizó después de la emergencia sanitaria, por lo que los datos de carga obtenidos, para un escenario de máxima demanda, son valores realistas y recientes.

Figura N° 3.28

Carga en las Subestaciones % – Escenario Máxima Demanda.



Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. VALORES DE BARRA EN LAS SUBESTACIONES- ESCENARIO MÁXIMA DEMANDA.

Tabla N° 3.6

Valores de Barra en las Subestaciones – Escenario Máxima Demanda.

N°	Detalle	Equipamiento	Sistema	Pn	Relación Transformación	Tensión [kV]	Tensión [PU]	Ángulo [deg°]
1	S.E. Puerta Principal	Transformador	3f	250 KVA	10.5/0.23 kV	10.10	0.96	0.55
2	S.E. Admnistración	Transformador	3f	200 KVA	10.5/0.23 kV	10.10	0.96	0.55
3	S.E. Centro de Salud	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	10.09	0.96	0.55
4	S.E. Ciencias Sociales	Transformador	3f	250 KVA	10.5/0.23 kV	10.10	0.96	0.55
5	S.E. Biología	Transformador	3f	400 KVA	10.5/0.23 kV	10.08	0.96	0.56
6	S.E. Comedor Antiguo	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	10.03	0.95	0.60
7	S.E. Ing. Química	Transformador	3f	400 KVA	10.5/0.23 kV	10.03	0.96	0.60
8	S.E. Arquitectura	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	10.03	0.95	0.60
9	S.E. Comedor Nuevo	Transformador	3f	500 KVA	10.5/0.23 kV	10.02	0.95	0.61
10	S.E. Centro Pre-U	Transformador	3f	160 KVA	10.5/0.23 kV	10.02	0.95	0.60
11	S.E. Ing. Eléctrica	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	10.01	0.95	0.62
12	S.E. Ing. Electronica	Transformador	3f	160 KVA	10.5/0.23 kV	10.01	0.95	0.62
13	S.E. Cs. Comunicación	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	10.01	0.95	0.62
14	S.E. Biblioteca Central	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	10.01	0.95	0.62

Fuente: Expediente técnico como construido del Proyecto de “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”.

Primero, es pertinente mencionar que, para fines de esta investigación, se solito mediante documento, a la Empresa concesionaria encargada de la distribución de electricidad en la ciudad del Cusco, la base de datos “Digsilent” del alimentador D-06 (base de datos más reciente) obteniéndose una respuesta positiva. Este alimentador inicia en la SET Dolorespata, asimismo, su representación unifilar muestra todas las instalaciones de media tensión asociadas a este alimentador con sus respectivos parámetros. No obstante, se solicitó al área de obras los datos del Proyecto de “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”, para que se compare y de ser necesario se actualice los valores y parámetros de las SED en la ciudad universitaria de Perayoc. En consecuencia, una vez actualizada la base de datos digsilent proporcionada por ELSE, se procedió con la simulación del alimentador D-06 en su totalidad, obteniéndose valores de tensión con sus respectivos ángulos, los mismos son mostrados en la tabla anterior. Ahora bien, de las simulaciones se puede observar que los valores de tensión, en el lado de media tensión en las diferentes subestaciones no sobre pasan el 5% de variación inferior, siendo los valores de tensión más bajos de 0.95PU.

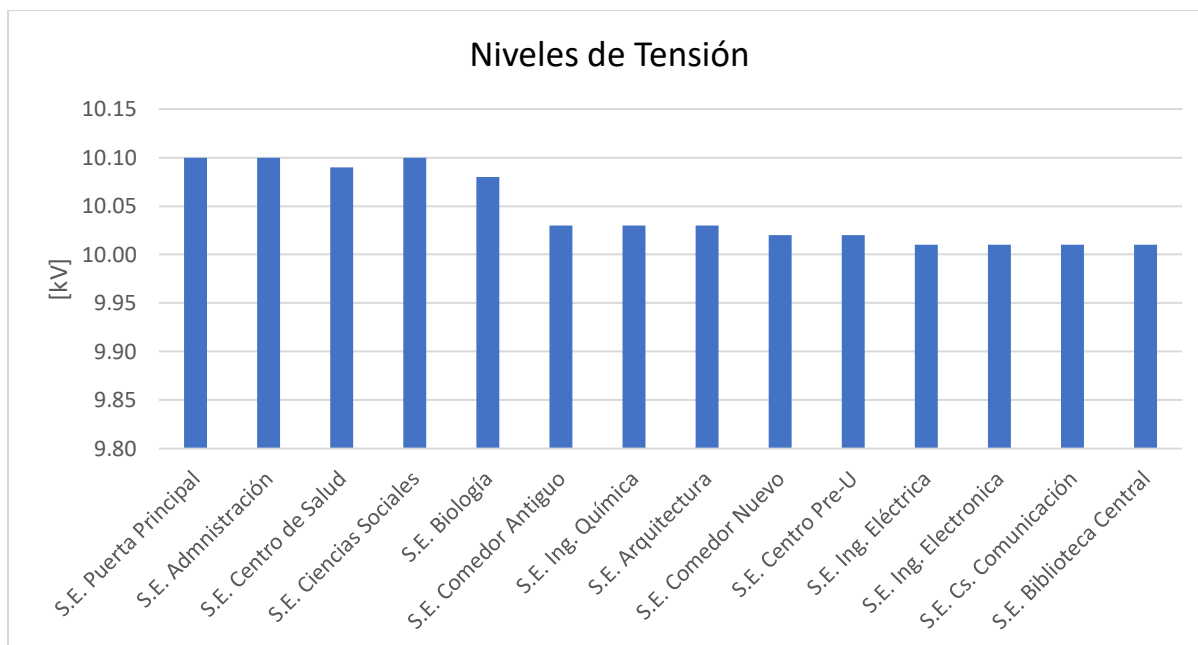
NOTA:

Respecto de este punto, solicitamos en primera instancia a Electro Sur Este S.A.A. la toma de datos eléctrico en las subestaciones de la UNSAAC, por lo menos en las dos subestaciones que serían materia de evaluación; al Respecto, si bien es cierto la Empresa concesionaria siempre tuvo la predisposición de apoyar con esta investigación, no obstante, debido a que ellos no son propietarios de las instalaciones y considerando que el equipamiento es de una empresa pública esto no sería factible. Por tanto, sería competencia de la UNSAAC apoyar en ese aspecto. Por otra parte, se solicitó al área de mantenimiento de la UNSAAC; la colocación de equipamiento de medición particular; no obstante, debido a los riesgos (deslinde de responsabilidades) existentes y los costos. no podría ser factible (**Ver Anexo 9**). Por consiguiente, se ha recurrido a los estudios

definitivos del proyecto “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”, como fuente de los datos eléctricos de las subestaciones y redes eléctricas de la UNSAAC.

Figura N° 3.29

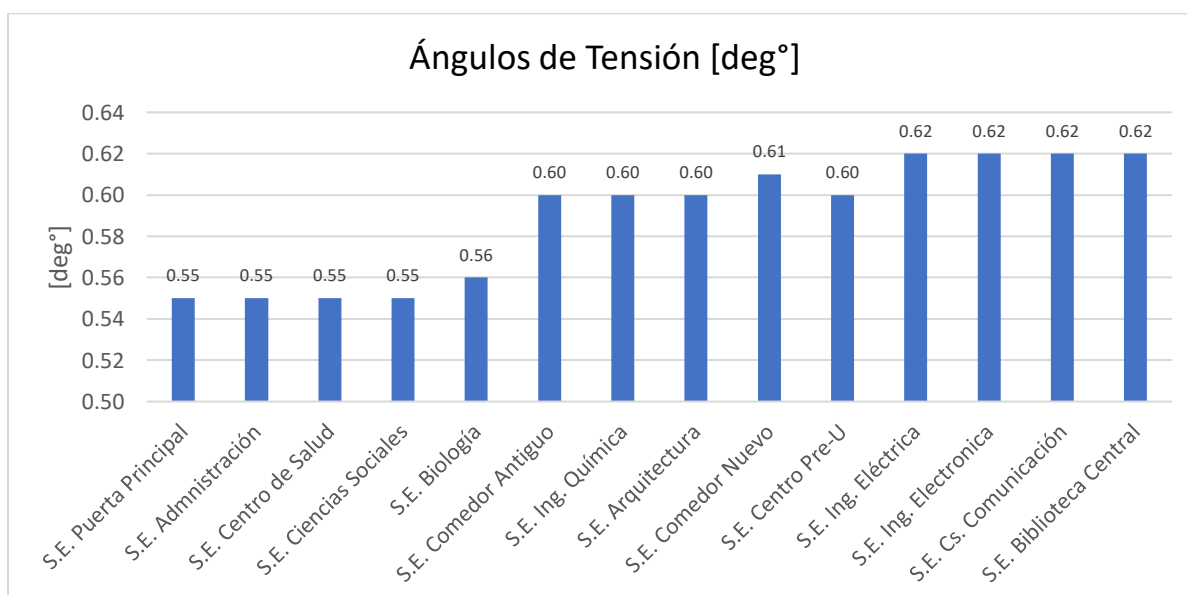
Valores de Tensiones en las Subestaciones – Escenario Máxima Demanda.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 3.30

Valores de Ángulos de Tensión en las Subestaciones – Escenario Máxima Demanda.



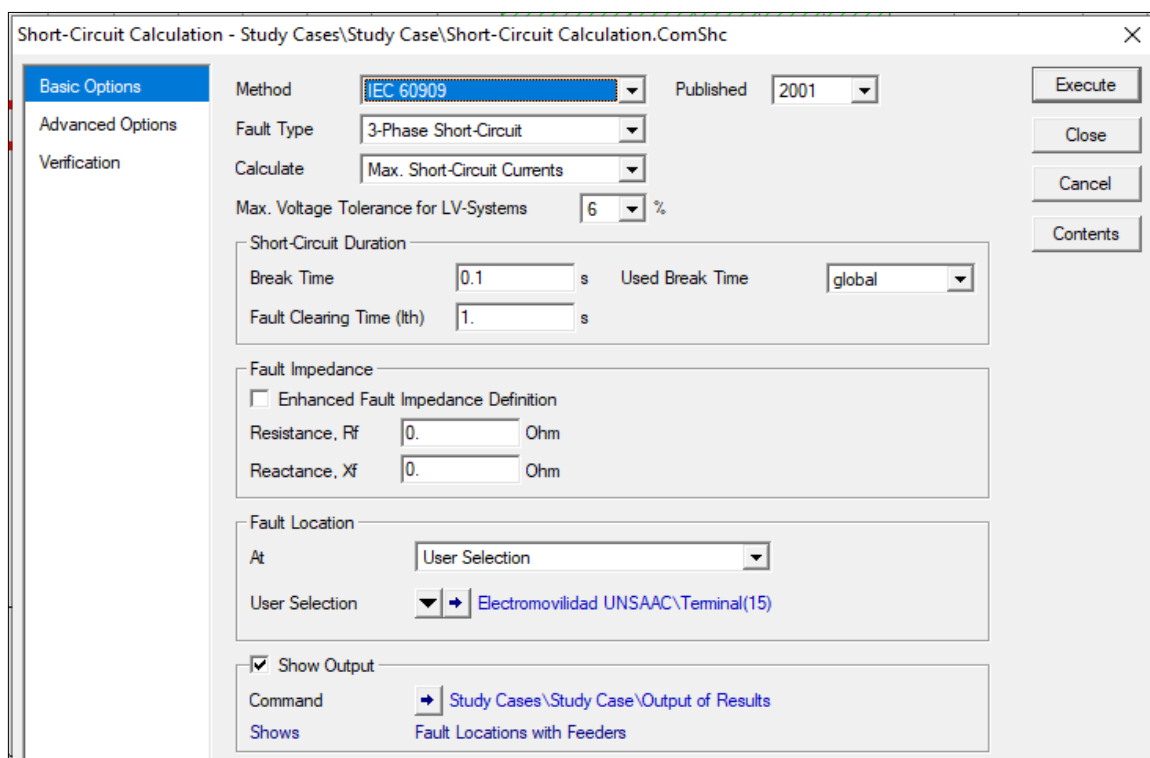
Fuente: Elaboración propia.

3.5.3. CORTO CIRCUITO – ESCENARIO DE MÁXIMA DEMANDA.

Se considera el cálculo de cortocircuito de mayor severidad (trifásico), con impedancia de franca, la simulación se da según estándar IEC 60909 publicación de 2001, según se deja ver en la siguiente imagen.

Figura N° 3.31

Seteo de Parámetros de Corto Circuito – Escenario Máxima Demanda.



Fuente: Cálculo de Corto Circuito, Digilent Power.

Para fines de la presente investigación, se ha considerado simular una falla trifásica con impedancia franca en cada subestación de la UNSAAC, en un escenario de máxima demanda, justificado en el hecho que:

- La falla trifásica es la falla convencional de mayor severidad, no obstante, en casos de muy baja probabilidad, las fallas monofásicas a tierras pueden llegar a superar este tipo

de falla simétrica, no obstante, no se está evaluando este caso especial, por ser improbable.

- En la simulación se ha considerado utilizar el método del estándar IEC 60909, por ser el método americano de mayor uso en este tipo de simulaciones.
- Se calcula la máxima corriente de corto circuito, simulando la falla de mayor severidad, en el escenario de máxima demanda, considerando que los resultados no serán superados por los demás tipos de fallas, haciendo innecesario su simulación y garantizando el estudio. De esta forma se puede evaluar la máxima corriente de corto circuito y si esta no supera los 15KA, ya que este es el valor estándar de diseño del equipamiento de protección, barras y otros.

Tabla N° 3.7

Resultados de Simulaciones de Corto Circuito – Trifásico Max – Escenario Máxima Demanda.

N°	Detalle	Equipamiento	Sistema	Pn	Relación Transformación	Skss [kVA]	Ikss [KA]	Ip [kA]
1	S.E. Puerta Principal	Transformador	3f	250 KVA	10.5/0.23 kV	94,772.50	5.211	7.598
2	S.E. Administración	Transformador	3f	200 KVA	10.5/0.23 kV	83,572.30	4.595	6.660
3	S.E. Centro de Salud	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	77,284.00	4.250	6.147
4	S.E. Ciencias Sociales	Transformador	3f	250 KVA	10.5/0.23 kV	89,030.30	4.895	7.113
5	S.E. Biología	Transformador	3f	400 KVA	10.5/0.23 kV	88,783.00	4.882	7.092
6	S.E. Comedor Antiguo	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	73,548.20	4.044	5.845
7	S.E. Ing. Química	Transformador	3f	400 KVA	10.5/0.23 kV	72,474.40	3.985	5.758
8	S.E. Arquitectura	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	71,238.90	3.917	5.659
9	S.E. Comedor Nuevo	Transformador	3f	500 KVA	10.5/0.23 kV	65,353.10	3.593	5.188
10	S.E. Centro Pre-U	Transformador	3f	160 KVA	10.5/0.23 kV	65,615.10	3.608	5.208
11	S.E. Ing. Eléctrica	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	62,935.70	3.461	4.995
12	S.E. Ing. Electronica	Transformador	3f	160 KVA	10.5/0.23 kV	60,347.00	3.318	4.788
13	S.E. Cs. Comunicación	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	59,565.90	3.275	4.726
14	S.E. Biblioteca Central	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	59,425.00	3.268	4.715

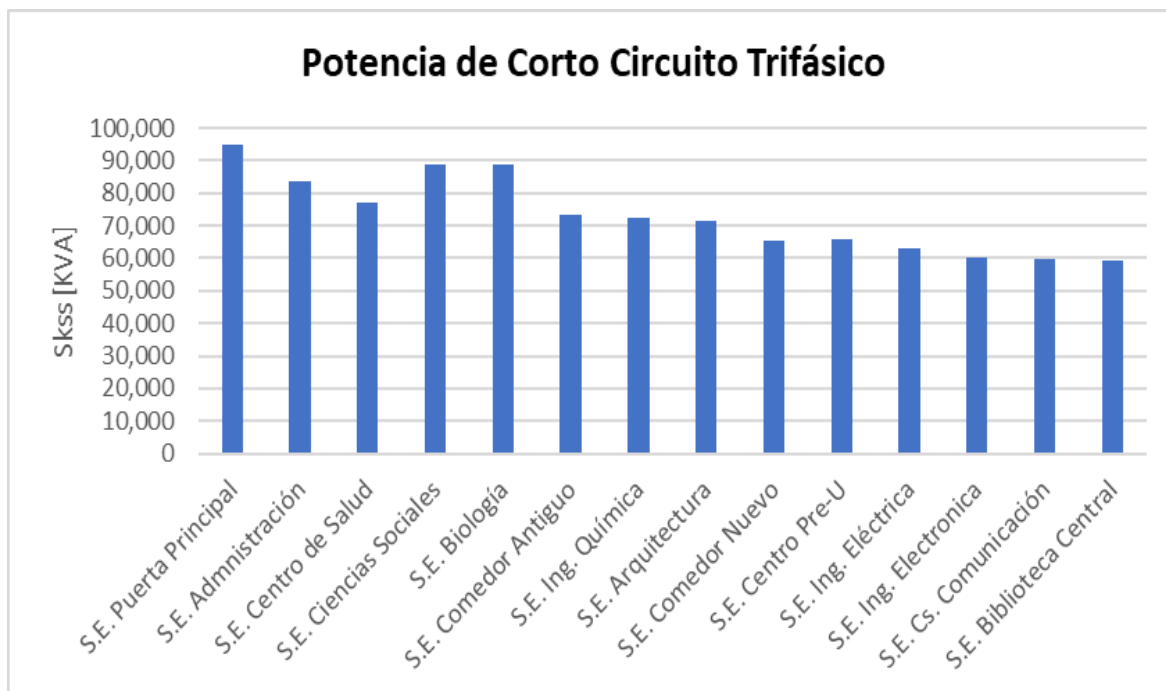
Fuente: Elaboración propia.

En la imagen anterior, se resume los resultados de los valores máximos de potencia, corriente, y corriente pico de corto circuito, resultado de la simulación de una falla trifásica en

cada una de las barras, visto del lado del primario de los transformadores, en las subestaciones de los diferentes pabellones de la Ciudad Universitaria de Perayoc, cuyo cálculo se da en un escenario de máxima demanda; para la simulación se usó impedancias de francas, las simulaciones se calcularon mediante software Digsilent Power factory 15.1.7, según el estándar IEC 60909 publicación de 2001, según las condiciones actuales de las redes de media tensión en la ciudad Universitaria de Perayoc. De estos resultados es importante hacer notar que las corrientes de corto circuito, no superan los 15KA, cuyo valor es el valor de corto circuito de diseño estandarizado para el equipamiento en media tensión.

Figura N° 3.32

Potencias de Corto Circuito en Barras MT de Subestaciones – Trifásico Máximo – Escenario Máxima Demanda.



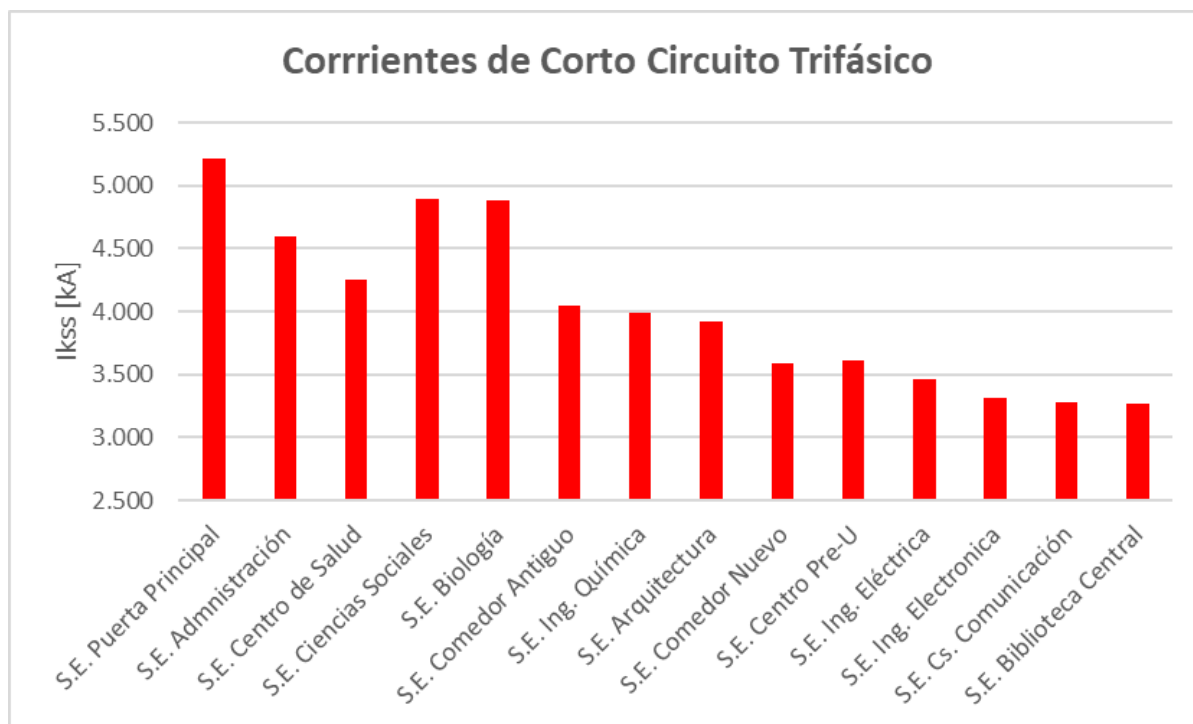
Fuente: Elaboración propia.

En la imagen anterior, se puede observar un diagrama de barras que compara la máxima potencia de corto circuito, resultado de la simulación de una falla trifásica en las barras del lado del primario de los transformadores en las subestaciones de los diferentes pabellones de la Ciudad Universitaria de Perayoc, visto en un escenario de máxima demanda; para la simulación

se usó impedancias de francas, la simulación se da según estándar IEC 60909 publicación de 2001.

Figura N° 3.33

Corrientes de Corto Circuito en Barras MT de Subestaciones – Trifásico Máximo – Escenario Máxima Demanda.



Fuente: Elaboración propia.

En la imagen anterior, se puede observar un diagrama de barras que compara la máxima corriente de corto circuito, resultado de la simulación de falla trifásica en las barras del lado del primario de los transformadores en las subestaciones de los diferentes pabellones de la Ciudad Universitaria de Perayoc, visto en un escenario de máxima demanda; para la simulación se usó impedancias de francas, la simulación se da según estándar IEC 60909 publicación de 2001.

3.5.4. FLUJOS DE POTENCIA – ESCENARIO DE MÍNIMA DEMANDA.

El presente estudio ha contemplado simular el flujo de potencia de las redes eléctricas de media tensión de la UNSAAC, en el escenario de mínima demanda, haciendo uso de la base

de datos Digsilent Power Factory, proporcionado por ELSE S.A.A., cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla N° 3.8

Valores de Flujo de Potencia – Escenario Máxima Demanda. (visto desde la barra emisora)

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	Flujo de Potencia (->)			
				P	Q	I	Load
				KW	KVAR	KA	%
1	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	S.E. Puerta Principal	Subterráneo	364.7	63.2	0.021	9.1
2	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Administración	Subterráneo	18.5	3.2	0.001	0.7
3	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Centro de Salud	Subterráneo	28.1	4.6	0.002	1.0
4	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Cs. Sociales	Subterráneo	22.1	4.0	0.001	0.8
5	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Biología	Subterráneo	272.4	47.2	0.016	6.8
6	Nodo S.E. Biología	S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	236.3	40.6	0.014	5.9
7	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Química	Subterráneo	34.1	6.2	0.002	1.2
8	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Arquitectura	Subterráneo	29.1	5.0	0.002	1.1
9	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Comedor Nuevo	Subterráneo	45.4	7.7	0.003	1.7
10	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Centro Pre-U	Subterráneo	16.2	2.6	0.001	0.6
11	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	82.3	14.3	0.005	3.5
12	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Ing. Electrónica	Subterráneo	12.6	2.3	0.001	0.5
13	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Cs. Comunicación	Subterráneo	14.7	2.6	0.001	0.5
14	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Biblioteca	Subterráneo	28.4	4.8	0.002	1.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 3.9

Valores de Flujo de Potencia – Escenario Máxima Demanda. (visto desde la barra receptora)

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	Flujo de Potencia (<-)			
				P	Q	I	Load
				KW	KVAR	KA	%
1	S.E. Puerta Principal	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	Subterráneo	363.8	63.1	0.021	9.1
2	S.E. Administración	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	18.4	3.4	0.001	0.7
3	S.E. Centro de Salud	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	28.1	4.8	0.002	1.0
4	S.E. Cs. Sociales	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	22.1	4.0	0.001	0.8
5	S.E. Biología	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	272.2	47.2	0.016	6.9
6	S.E. Comedor Antiguo	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	235.9	40.7	0.014	5.9
7	S.E. Ing. Química	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	34.1	6.2	0.002	1.2
8	S.E. Arquitectura	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	29.1	5.0	0.002	1.1
9	S.E. Comedor Nuevo	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	45.4	7.8	0.003	1.7
10	S.E. Centro Pre-U	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	16.2	2.8	0.001	0.6
11	S.E. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	82.2	14.5	0.005	3.5
12	S.E. Ing. Electrónica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	12.8	2.3	0.001	0.5
13	S.E. Cs. Comunicación	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	14.7	2.7	0.001	0.5
14	S.E. Biblioteca	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	28.4	4.9	0.016	1.0

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas anteriores, los tramos de red que presenta mayor flujo de potencia es el Tramo entre la Barra los Incas - S.E. Puerta Principal, alcanzando un flujo de potencia activa de 364.7KW, 63.2KVA, 21Amp., alcanzando una carga de 9.1% de su capacidad. Por consiguiente, es preciso indicar que, en el escenario de mínima demanda, los flujos de potencia, no llegan a sobrepasar el 10% de su capacidad, lo cual representa una operación dentro de los rangos nominales de diseño de las redes eléctricas de media tensión.

Tabla N° 3.10

Valores de Perdidas – Escenario Máxima Demanda.

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	PERDIDAS			
				ΔP	ΔQ	$\Delta P\%$	$\Delta Q\%$
				KW	KVAR	%	%
1	S.E. Puerta Principal	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	Subterráneo	0.9	0.1	0.23%	0.19%
2	S.E. Administración	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.1	-0.2	0.49%	-6.60%
3	S.E. Centro de Salud	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.0	-0.3	0.04%	-5.68%
4	S.E. Cs. Sociales	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.0	-0.1	0.00%	-1.76%
5	S.E. Biología	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.2	0.0	0.08%	-0.03%
6	S.E. Comedor Antiguo	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	0.4	-0.1	0.17%	-0.20%
7	S.E. Ing. Química	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	0.0	0.00%	-0.81%
8	S.E. Arquitectura	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	-0.1	0.00%	-1.41%
9	S.E. Comedor Nuevo	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	-0.2	0.07%	-2.08%
10	S.E. Centro Pre-U	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	-0.2	0.00%	-6.18%
11	S.E. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.1	-0.1	0.09%	-0.91%
12	S.E. Ing. Electrónica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	-0.2	0.0	-1.59%	-1.75%
13	S.E. Cs. Comunicación	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.0	-0.1	0.00%	-3.46%
14	S.E. Biblioteca	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.0	-0.1	0.04%	-1.87%

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a este escenario de mínima demanda, se puede observar que el tramo entre la S.E. de Administración y el Nodo de la S.E. Puerta principal, es la que presente el valor más alto de pérdida de potencia activa, alcanzando el 0.49% de la carga en dicho tramo. Este valor se encuentra dentro de lo técnicamente razonable.

3.5.5. FLUJOS DE POTENCIA – ESCENARIO DE DEMANDA MEDIA.

El presente estudio ha contemplado simular el flujo de potencia de las redes eléctricas de media tensión de la UNSAAC, en el escenario de demanda media, haciendo uso de la base

de datos Digsilent Power Factory, proporcionado por ELSE S.A.A., cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla N° 3.11

Valores de Flujo de Potencia – Escenario Demanda Media. (visto desde la barra emisora)

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	Flujo de Potencia (->)			
				P	Q	I	Load
				KW	KVAR	KA	%
1	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	S.E. Puerta Principal	Subterráneo	1,823.4	316.1	0.105	45.7
2	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Administración	Subterráneo	92.5	15.9	0.006	3.3
3	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Centro de Salud	Subterráneo	140.6	22.9	0.008	5.1
4	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Cs. Sociales	Subterráneo	110.5	19.9	0.007	4.0
5	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Biología	Subterráneo	1,362.2	236.0	0.079	34.2
6	Nodo S.E. Biología	S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	1,181.4	203.1	0.069	29.7
7	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Química	Subterráneo	170.7	30.9	0.010	6.2
8	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Arquitectura	Subterráneo	145.5	24.9	0.009	5.3
9	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Comedor Nuevo	Subterráneo	227.2	38.4	0.013	8.3
10	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Centro Pre-U	Subterráneo	81.0	13.0	0.005	3.0
11	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	411.6	71.7	0.024	17.4
12	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Ing. Electrónica	Subterráneo	62.9	11.5	0.004	2.3
13	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Cs. Comunicación	Subterráneo	73.4	13.0	0.005	2.7
14	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Biblioteca	Subterráneo	142.1	24.1	0.008	5.2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 3.12

Valores de Flujo de Potencia – Escenario Demanda Media. (visto desde la barra receptora)

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	Flujo de Potencia (<-)			
				P	Q	I	Load
				KW	KVAR	KA	%
1	S.E. Puerta Principal	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	Subterráneo	1,819.1	315.5	0.105	45.7
2	S.E. Administración	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	92.0	17.0	0.006	3.3
3	S.E. Centro de Salud	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	140.5	24.2	0.008	5.1
4	S.E. Cs. Sociales	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	110.5	20.2	0.007	4.0
5	S.E. Biología	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	1,361.0	236.1	0.079	34.3
6	S.E. Comedor Antiguo	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	1,179.4	203.5	0.069	29.7
7	S.E. Ing. Química	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	170.7	31.1	0.010	6.2
8	S.E. Arquitectura	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	145.5	25.2	0.009	5.3
9	S.E. Comedor Nuevo	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	227.0	39.2	0.013	8.3
10	S.E. Centro Pre-U	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	81.0	13.8	0.005	3.0
11	S.E. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	411.2	72.3	0.024	17.4
12	S.E. Ing. Electrónica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	63.9	11.7	0.004	2.3
13	S.E. Cs. Comunicación	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	73.4	13.5	0.005	2.7
14	S.E. Biblioteca	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	142.0	24.5	0.080	5.2

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas anteriores, los tramos de red que presenta mayor flujo de potencia es el Tramo entre la Barra los Incas - S.E. Puerta Principal, alcanzando un flujo de potencia activa de 1,823.4KW, 316.1KVA, 105Amp., alcanzando una carga de 45.7% de su capacidad. Por consiguiente, es preciso indicar que, en el escenario de demanda media, los flujos de potencia, no llegan a sobrepasar el 50% de su capacidad, lo cual representa una operación dentro de los rangos nominales de diseño de las redes eléctricas de media tensión.

Tabla N° 3.13

Valores de Perdidas – Escenario Demanda Media.

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	PERDIDAS			
				ΔP	ΔQ	$\Delta P\%$	$\Delta Q\%$
				KW	KVAR	%	%
1	S.E. Puerta Principal	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	Subterráneo	4.3	0.6	0.23%	0.19%
2	S.E. Administración	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.5	-1.1	0.49%	-6.60%
3	S.E. Centro de Salud	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.1	-1.3	0.04%	-5.68%
4	S.E. Cs. Sociales	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.0	-0.3	0.00%	-1.76%
5	S.E. Biología	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	1.2	-0.1	0.08%	-0.03%
6	S.E. Comedor Antiguo	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	1.9	-0.4	0.17%	-0.20%
7	S.E. Ing. Química	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	-0.3	0.00%	-0.81%
8	S.E. Arquitectura	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	-0.3	0.00%	-1.41%
9	S.E. Comedor Nuevo	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.2	-0.8	0.07%	-2.08%
10	S.E. Centro Pre-U	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	-0.8	0.00%	-6.18%
11	S.E. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.4	-0.6	0.09%	-0.91%
12	S.E. Ing. Electrónica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	-1.0	-0.2	-1.59%	-1.75%
13	S.E. Cs. Comunicación	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.0	-0.4	0.00%	-3.46%
14	S.E. Biblioteca	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.1	-0.4	0.04%	-1.87%

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a este escenario de mínima demanda, se puede observar que el tramo entre la S.E. de Ingeniería Electrónica y S.E. Ing. Eléctrica, es la que presente el valor más alto de pérdida de potencia activa, alcanzando el 1.59% de la carga en dicho tramo. Este valor se encuentra dentro de lo técnicamente razonable.

3.5.6. FLUJOS DE POTENCIA – ESCENARIO DE MÁXIMA DEMANDA.

El presente estudio ha contemplado simular el flujo de potencia de las redes eléctricas de media tensión de la UNSAAC, en el escenario de máxima demanda, haciendo uso de la base

de datos Digsilent Power Factory, proporcionado por ELSE S.A.A., cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla N° 3.14

Valores de Flujo de Potencia – Escenario Máxima Demanda. (visto desde la barra emisora)

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	Flujo de Potencia (->)			
				P	Q	I	Load
				KW	KVAR	KA	%
1	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	S.E. Puerta Principal	Subterráneo	3,646.7	632.1	0.210	91.4
2	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Administración	Subterráneo	184.9	31.8	0.011	6.6
3	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Centro de Salud	Subterráneo	281.1	45.8	0.016	10.2
4	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Cs. Sociales	Subterráneo	220.9	39.7	0.013	8.0
5	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Biología	Subterráneo	2,724.3	472.0	0.157	68.5
6	Nodo S.E. Biología	S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	2,362.7	406.2	0.137	59.4
7	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Química	Subterráneo	341.3	61.7	0.020	12.4
8	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Arquitectura	Subterráneo	291.0	49.7	0.017	10.5
9	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Comedor Nuevo	Subterráneo	454.3	76.8	0.026	16.5
10	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Centro Pre-U	Subterráneo	162.0	25.9	0.009	5.9
11	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	823.1	143.3	0.048	34.8
12	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Ing. Electrónica	Subterráneo	125.7	22.9	0.007	4.6
13	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Cs. Comunicación	Subterráneo	146.7	26.0	0.009	5.3
14	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Biblioteca	Subterráneo	284.1	48.1	0.016	10.3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 3.15

Valores de Flujo de Potencia – Escenario Máxima Demanda. (visto desde la barra receptora)

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	Flujo de Potencia (<-)			
				P	Q	I	Load
				KW	KVAR	KA	%
1	S.E. Puerta Principal	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	Subterráneo	3,638.2	630.9	0.210	91.4
2	S.E. Administración	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	184.0	33.9	0.011	6.7
3	S.E. Centro de Salud	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	281.0	48.4	0.016	10.2
4	S.E. Cs. Sociales	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	220.9	40.4	0.013	8.0
5	S.E. Biología	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	2,722.0	472.2	0.158	68.5
6	S.E. Comedor Antiguo	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	2,358.8	407.0	0.137	59.4
7	S.E. Ing. Química	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	341.3	62.2	0.020	12.4
8	S.E. Arquitectura	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	291.0	50.4	0.017	10.5
9	S.E. Comedor Nuevo	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	454.0	78.4	0.026	16.5
10	S.E. Centro Pre-U	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	162.0	27.5	0.009	5.9
11	S.E. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	822.4	144.6	0.048	34.8
12	S.E. Ing. Electrónica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	127.7	23.3	0.007	4.6
13	S.E. Cs. Comunicación	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	146.7	26.9	0.009	5.3
14	S.E. Biblioteca	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	284.0	49.0	0.160	10.3

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas anteriores, los tramos de red que presenta mayor flujo de potencia es el Tramo entre la Barra los Incas - S.E. Puerta Principal, alcanzando un flujo de potencia activa de 3,646.7KW, 632.11KVA, 210Amp., alcanzando una carga de 91.4% de su capacidad. Por consiguiente, es preciso indicar que, en el escenario de máxima demanda, los flujos de potencia, no llegan a sobrepasar el 100% de su capacidad. No obstante, en este escenario, se puede observar que este tramo se encuentra cerca de la capacidad nominal, lo cual deja poco margen a una variación positiva en la demanda dentro de la Ciudad Universitaria de Perayoc.

Tabla N° 3.16

Valores de Perdidas – Escenario Máxima Demanda.

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	PERDIDAS			
				ΔP	ΔQ	$\Delta P\%$	$\Delta Q\%$
				KW	KVAR	%	%
1	S.E. Puerta Principal	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	Subterráneo	8.5	1.2	0.23%	0.19%
2	S.E. Administración	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.9	-2.1	0.49%	-6.60%
3	S.E. Centro de Salud	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.1	-2.6	0.04%	-5.68%
4	S.E. Cs. Sociales	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.0	-0.7	0.00%	-1.76%
5	S.E. Biología	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	2.3	-0.2	0.08%	-0.03%
6	S.E. Comedor Antiguo	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	3.9	-0.8	0.17%	-0.20%
7	S.E. Ing. Química	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	-0.5	0.00%	-0.81%
8	S.E. Arquitectura	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	-0.7	0.00%	-1.41%
9	S.E. Comedor Nuevo	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.3	-1.6	0.07%	-2.08%
10	S.E. Centro Pre-U	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	-1.6	0.00%	-6.18%
11	S.E. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.7	-1.3	0.09%	-0.91%
12	S.E. Ing. Electrónica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	-2.0	-0.4	-1.59%	-1.75%
13	S.E. Cs. Comunicación	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.0	-0.9	0.00%	-3.46%
14	S.E. Biblioteca	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.1	-0.9	0.04%	-1.87%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior, se puede observar los flujos de potencia activa, reactiva, flujos de corriente, y porcentaje de carga de la red, según sea el tramo evaluado; es preciso señalar que para fines de la presente investigación se ha visto por conveniente, mostrar los flujos vistos desde el lado emisor. Al respecto, en la tabla se puede observar que los mayores flujos se dan en los tramos de las troncales principales entre la S.E. Puerta Principal – S.E. Biología, y entre la S.E. Biología y la S.E. Comedor antiguo, cuyos flujos llegan al 66.2% y 57% de sus capacidades respectivamente, siendo los valores más altos, en las redes evaluadas.

3.6. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO III.

En el presente capítulo se ha evaluado mediante simulación las capacidades de las redes eléctricas de media tensión de la UNSAAC (14 S.E. y 14 tramos de red en MT), ante la incorporación de cargadores para buses y autos eléctricos, esto en el marco de la propuesta de la implementación de la electromovilidad para el transporte de la población estudiantil de la UNSAAC (sustentada, validada y refrendada, con la información recopilada de la UNSAAC, Electro Sur Este S.A.A., al proceso de relevamiento técnico realizado en campo, incluyendo a la toma de encuestas realizadas, al público, alumnos y personal clave de la unidad de transportes de la UNSAAC). En ese sentido, en relación a las condiciones en la cuales se encuentran actualmente las redes eléctricas de media tensión en la ciudad universitaria de Perayoc; como resultado de la investigación, se ha determinado que. (1) las redes han sido repotenciadas, reemplazadas y/o reconfiguradas en su mayoría, cuyas obras culminaron el año 2018; en consecuencia, del análisis y simulaciones en el **caso de mayor severidad** (máxima demanda), se concluye lo siguiente: (2) la carga en las SS.EE. van desde el 85.7% hasta el 100.2% de su capacidad, (3) los valores de las tensiones en las barras de las subestaciones eléctricas no superan una variación de $\pm 5\%$ siendo los valores de tensión más bajos de 0.95PU, (4) para un escenario de máxima demanda, simulación de corto circuito trifásico, la barra con mayor valor de corto circuito se encuentra en la S.E. Puerta Principal con un valor de 94.7MVA; (5) respecto a las simulaciones de flujo de carga en un escenario de máxima demanda, el tramo de red con mayor valor de flujo de potencia es entre la barra de la S.E. Los Incas y la S.E. Puerta Principal (tramo de red que alimenta al campus de la UNSAAC), con un flujo de 3,646.7KW, 632.1KVA, 210Amp., con una carga en la línea de 91.4%. Si bien es cierto, no sobrepasa el 100% de su capacidad; no obstante, se encuentra cerca de la capacidad nominal, lo cual deja poco margen a una variación positiva en la demanda dentro de la Ciudad Universitaria de Perayoc.

CAPITULO IV

4. DISEÑO DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL PARA LA INCORPORACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD EN LA UNSAAC

4.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo de esta investigación, se ha dispuesto determinar la ubicación óptima de los cargadores para los buses y autos eléctricos localizados en el Campus de la UNSAAC, asimismo se evalúan la tecnología de cargadores disponibles en el Mercado y su Selección, de esta misma forma, se realizó el modelamiento en el software Digsilent Power Factory, sobre la base de datos que se ha venido actualizando para dicho fin; en ese entender, se calculó los valores de tensión y sus ángulos en cada nodo o barra de cada subestación de la UNSAAC, las corrientes y potencias de Corto Circuito, finalmente los flujos de potencia y las capacidades de las redes de la UNSAAC .

4.2. UBICACIÓN ÓPTIMA DE LOS CARGADORES EN LA UNSAAC.

Para seleccionar la ubicación óptima de los cargadores, se ha considerado los lugares que principalmente sirvan de estacionamiento, que estén próximos a las redes eléctricas en media tensión, y que tengan un adecuado espacio para su emplazamiento; con esos factores a considerar, luego de una evaluación, se ha determinado que las ubicaciones óptimas en las cuales se pueden localizar las estaciones de carga para los buses y autos eléctricos de la UNSAAC, sean los siguientes:

- **Estacionamiento Puerta Principal:** cuya ubicación se encuentra muy próxima a los pabellones de Turismo y Ciencias Sociales, cuenta con espacio suficiente y adecuado para la instalación de Cargadores, como se puede observar en la siguiente imagen:

Figura N° 4.1

Vista Satelital Estacionamiento Principal de la UNSAAC.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estacionamiento Ingeniería Eléctrica:** cuya ubicación se encuentra muy próxima a los pabellones de Ingeniería Eléctrica y Mecánica, cuenta con espacio suficiente y adecuado para la instalación de Cargadores, como se puede observar en la siguiente imagen:

Figura N° 4.2

Vista Satelital Estacionamiento Ingeniería Eléctrica - UNSAAC.



Fuente: Elaboración propia.

4.3. INGENIERÍA BÁSICA RESPECTO A LOS SUPER CARGADORES.

4.3.1. TIPO DE CARGADOR.

Por sus costos de inversión de operación y mantenimiento, el más adecuado sería el Tipo Plug-In, cuya conexión es física, de este tipo cargador pudiendo ser de carga rápida o lenta.

Figura N° 4.3

Tipos de Cargador Seleccionado.

Tipo de cargador	Tipo de carga	Ventaja	Desventaja
Plug-In	Carga lenta Carga rápida	<ul style="list-style-type: none">- Accesible por cantidad y por precio.- Posibilidad de uso doméstico.- Todos los buses eléctricos pueden cargarse con enchufe.- Obra civil y eléctrica simple.	<ul style="list-style-type: none">- Tiempos de carga extensos, comparado con las otras tecnologías.- Múltiples conectores distintos.- Buses más costosos pues poseen más baterías.

Fuente: Energia.gob



<https://energia.gob.cl/electromovilidad/recursos-e-informacion-tecnica/cargadores-para-buses-electricos>.

4.3.2. TIPO DE SEÑAL.


Respecto al tipo de señal de la carga, se ha determinado que sea en corriente continua, ya que la tecnología permite una carga rápida, no obstante, ya que se pretende que el centro de carga también atienda a autos, y ya que la mayoría usan la carga en corriente continua es conveniente que estos sean de carga en corriente continua. Asimismo, se ha propuesto la utilización del estándar americano CCS1/CCS2.

Figura N° 4.4

Tipos o Estándares de Carga Normalizados por Tipo de Señal y Rapidez de Carga.

TIPOS DE CARGADORES DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS					
CARACTERÍSTICAS					
CARGADOR/ CARACTERÍSTICAS	CCS1/CCS2	CHADEMO	GB/T	TIPO 1/ TIPO 2	TESLA
TIPO DE CORRIENTE	CC	CC	CA	CA	CC
TIPO DE CARGA*	RÁPIDA	RÁPIDA	SEMI-RÁPIDA	SEMI-RÁPIDA	ULTRA-RÁPIDA
TIEMPO DE CARGA (80%)	40 - 60 MINUTOS	40 - 60 MINUTOS	1-6 HORAS**	1-6 HORAS**	30 MINUTOS
IMAGEN					

*Clasificación según la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC):
Carga Semi-rápida: 3kW <P ≤ 22kW; Carga Rápida: 22kW <P ≤ 50kW; Carga Ultra-rápida: 50kW <P
** Tiempo de carga dependerá de la potencia del cargador



Fuente: enerlink.com

<https://enerlink.com/guia-de-iniciacion-a-la-electromovilidad>

Figura N° 4.5

Tipos o Estándares de Carga Normalizados Según la Región de Uso.

Current type	Region			
	Japan	America	Europe, rest of world	China
AC				
Plug name:	J1772 (or Type 1)	J1772 (or Type 1)	Mennekes (or Type 2)	GB/T
DC				
Plug name:	CHAdeMO	CCS1	CCS2	GB/T

Fuente: tridenstechnology.com

<https://tridenstechnology.com/es/tipos-de-cargadores-ev/>

4.3.3. SELECCIÓN DE FABRICANTE.

En el mercado existe una gran diversidad de fabricantes, pero son pocos los que cumplen con los estándares de fabricación; en ese aspecto el INJET, dentro de su diversidad de sistemas de carga posee el Sistema Ampax De 240 KW.

4.3.4. CARACTERÍSTICAS DE CARGA.

La estación de carga rápida CC comercial Ampax de 240 kW, cuyo Hub Pro puede equiparse con 1 o 2 pistolas de carga, con una potencia de salida de 60 kW a 240 kW, que pueden cargar la mayoría de los vehículos eléctricos con el 80 % del kilometraje en 30 minutos, incluyendo buses eléctricos, los cuales demoran dependiendo del fabricante.

4.3.5. DATOS TÉCNICOS RELEVANTES.

A continuación, se muestra los datos técnicos relevantes del sistema Ampax De 240 KW:

Tabla N° 4.1

Especificaciones de Energía – Sistema Ampax De 240 KW.

Conector de carga/tipo de enchufe	CCS 1+CCS1/CCS2+CCS2/CCS1+CCS2
Longitud del cable de carga	5 metros; Personalizable con una longitud máxima de 7,5 metros.
Cableado de alimentación	3P+N+PE
Clasificación de voltaje de entrada	480 VCA \pm 10 %, 50/60 Hz
Salida de voltaje CC	150~1000 VCC
Clasificación de salida de energía CC	60~240kW
Rango de potencia constante	300~1000 VCC
Factor de potencia	> 0.98 (Carga mayor o igual al 50%)
La corriente de salida máxima	250A
THD	Menos o igual al 5% (entrada de voltaje nominal, carga mayor o igual al 50%)
Máxima eficiencia	Mayor o igual al 96%

Precisión de voltaje estabilizado	Menor o igual a $\pm 0.5\%$
Precisión estabilizada actual	Menor o igual a $\pm 1\%$
Error de voltaje de salida	$\pm 0.5\%$
Error de corriente de salida	Menos o igual a $\pm 1\%$ (cuando la corriente de salida es mayor o igual a 30A); Menos o igual a $\pm 0,3\%$ (cuando la corriente de salida es menor o igual a 30A);
Factor de ondulación	Menor o igual a $\pm 0.5\%$ (RMS)
Vida útil del conector mecánico	Menor o igual a 10000 veces, sin carga
Método de medición de energía eléctrica	Medición de energía eléctrica de salida CC

Fuente: es.weeyuevse.com

<http://es.weeyuevse.com/dc-ev-charger/ampax-us-series-dc-charging-station/the-hub-pro.html>

Tabla N° 4.2

Especificaciones Mecánicas – Sistema Ampax De 240 KW.

Clasificaciones de protección	Tipo 3R/IP54
Dimensión (W*D*H) mm	1040*580*2200
Peso neto	Menor o igual a 500 kg.
Material del recinto	Metal
Color	RAL 7032 (Gris)

Fuente: es.weeyuevse.com

<http://es.weeyuevse.com/dc-ev-charger/ampax-us-series-dc-charging-station/the-hub-pro.html>

Tabla N° 4.3

Especificaciones de interfaz de usuario y control: – Sistema Ampax De 240 KW.

Control de carga	Aplicación, RFID
Interfaz hombre-máquina	Pantalla táctil de alto contraste de 10-pulgadas
Indicadores	Luces LED multicolores de alto brillo.
Protocolo de comunicación	OCPP 1.6J
Interfaz de red	Ethernet(RJ-45)/4G(Opcional)

Fuente: es.weeyuevse.com

<http://es.weeyuevse.com/dc-ev-charger/ampax-us-series-dc-charging-station/the-hub-pro.html>

Figura N° 4.6

Sistema Ampax De 240 KW.



Fuente: es.weeyuevse.com

<http://es.weeyuevse.com/dc-ev-charger/ampax-us-series-dc-charging-station/the-hub-pro.html>

4.3.6. UBICACIÓN.

Figura N° 4.7

Estación de carga estacionamiento entrada a la UNSAAC.



Fuente: Elaboración propia – Estación de Carga.

Figura N° 4.8

Estación de carga estacionamiento Ingeniería Eléctrica - UNSAAC



Fuente: Elaboración propia – Estación de Carga.

4.3.7. SELECCIÓN DE TRANSFORMADOR

Teniendo en consideración la demanda de cada súper cargador equivalente a 240kW, y teniendo en consideración el consumo adicional de las instalaciones conexas se ha determinado que el transformador sea de 300KVA.

4.4. HORARIOS DE CONSUMO.

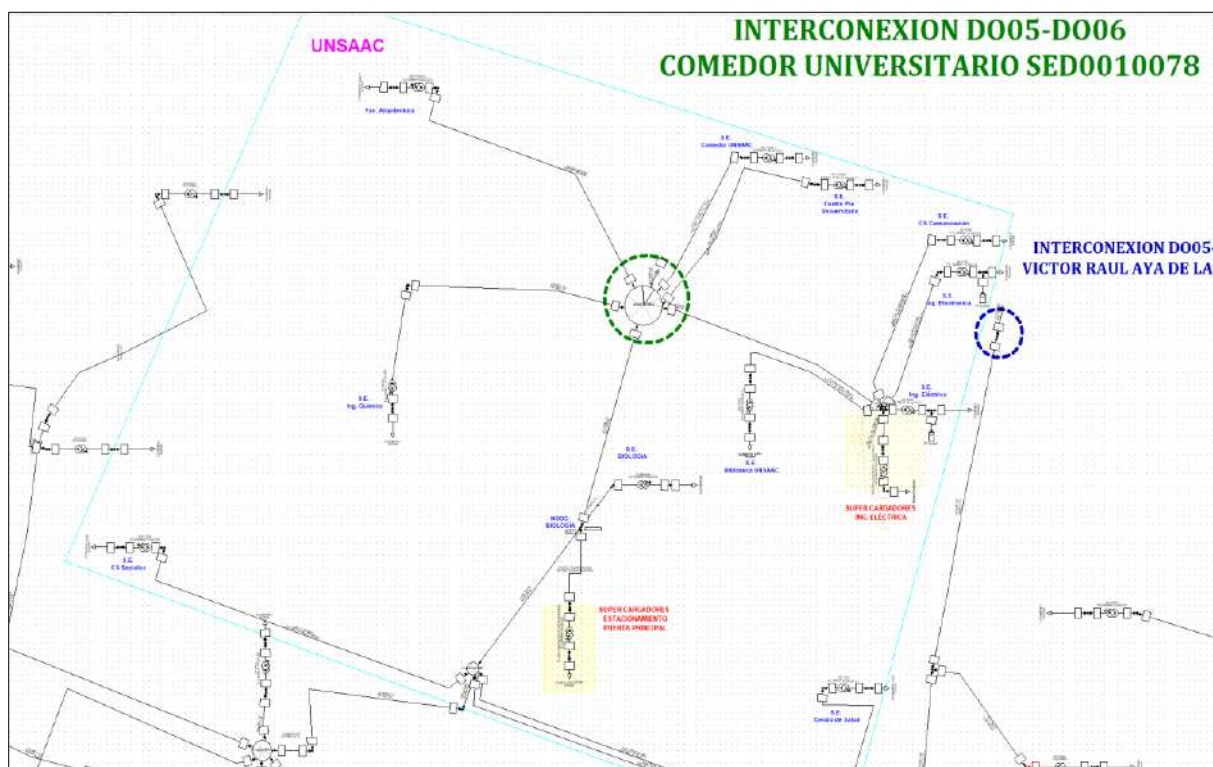
Respecto a este punto se ha determinado que en la UNSAAC tiene dos horarios de consumo o de demanda, el primero se da durante el día, la tarde y la noche, en específico entre las 7 horas y las 22 horas, en este periodo de tiempo se presentan máxima demanda y demanda media; por otra parte, entre las 22 horas y las 7 horas se presenta un escenario de mínima demanda, por tanto, es parte de esta investigación evaluar el caso de mayor criticidad, que

corresponde a un escenario de máxima demanda, debido a que en este escenario es donde se lleva al límite las capacidades de las redes eléctricas.

4.5. MODELAMIENTO EN DIGSILENT POWER FACTORY.

Figura N° 4.9

Vista general de las redes eléctricas de media tensión de la UNSAAC, representadas en Digsilent Power Factory.



Fuente: Base de Datos Digsilent Power Factory con Súper Cargadores, UNSAAC. (ver Anexo 1)

En la figura anterior se muestra la representación unifilar de las redes de media tensión en la UNSAAC, asimismo, las nuevas subestaciones con los súper cargadores se encuentran representadas en color amarillo. Para una mejor observación del lector, el presente diagrama unifilar representado, ha sido adjuntado en el anexo N° 5.

Ahora bien, respecto a las simulaciones, primero es pertinente mencionar que, para fines de esta investigación, se solito mediante documento, a la Empresa concesionaria encargada de

la distribución de electricidad en la ciudad del Cusco, la base de datos “Digsilent” del alimentador D-06 (base de datos más reciente) obteniéndose una respuesta positiva. Este alimentador inicia en la SET Dolorespata, asimismo, su representación unifilar muestra todas las instalaciones de media tensión asociadas a este alimentador con sus respectivos parámetros. No obstante, se solicitó al área de obras los datos del Proyecto de “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”, para que se compare y de ser necesario se actualice los valores y parámetros de las SED en la ciudad universitaria de Perayoc.

4.6. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO IV.

En el presente capítulo de esta investigación, se ha determinado que, **(1)** la ubicación óptima de los cargadores para los buses y autos eléctricos se encuentren ubicadas en el estacionamiento de la puerta principal, cuya localización se encuentra muy próxima a los pabellones de Turismo y Ciencias Sociales, y en el estacionamiento contiguo al pabellón de ingeniería eléctrica y mecánica, esto considerando el criterio de disponibilidad de espacio, el fin o uso de estos (estacionamiento), siendo estas las más óptimas; asimismo en cada ubicación se ha considerado la instalación o el montaje de 1 súper cargador de la marca INJET, modelo Ampax, de 240KW tipo Plug-In, de carga tanto rápida, como lenta, cada cargador con 1 o 2 pistolas, con capacidad desde 60KW (Autos) hasta los 240KW (Bus Eléctrico), tensión de carga de 480VAC, 3P+N+PT; considerando la demanda de cada súper cargador equivalente a 240kW, y teniendo en consideración el consumo adicional de las instalaciones conexas se ha determinado que el transformador sea de 300KVA, **(2)** Respecto al horario de consumo, en la UNSAAC se tienen dos horarios de consumo o de demanda, el primero se da durante el día, la tarde y la noche, en específico entre las 7 horas y las 22 horas, en este periodo de tiempo se presentan máxima demanda y demanda media; por otra parte, entre las 22 horas y las 7 horas se presenta un escenario de mínima demanda, por tanto, en esta investigación se ha evaluado el caso de mayor criticidad, que corresponde a un escenario de máxima demanda, debido a que en este escenario es donde se lleva al límite las capacidades de las redes eléctricas. **(3)** Respecto al modelamiento en Digsilent Power Factory, se solicitó y obtuvo de ELSE la base de datos “Digsilent” del alimentador D-06 (base de datos más reciente), con la información recopilada del proyecto de “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”, y el diseño de la ingeniería conceptual planteada, se realizó el modelamiento final para las simulaciones en Digsilent Power Factory, en su versión de prueba.

CAPITULO V

5. ANÁLISIS ELÉCTRICO DE LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN DE LA UNSAAC INCORPORANDO TECNOLOGÍA DE ELECTROMOVILIDAD.

5.1. CARGA PORCENTUAL EN LAS SUBESTACIONES - ESCENARIO MÁXIMA, MEDIA Y MÍNIMA DEMANDA.

Tabla N° 5.1

Carga en las Subestaciones – Escenario Máxima Demanda.

N°	Detalle	Equipamiento	Sistema	Pn	Relación	Carga [%]		
					Transformación	MIN	MED	MAX
1	S.E. Puerta Principal	Transformador	3f	250 KVA	10.5/0.23 kV	10.0%	50.1%	100.2%
2	S.E. Administración	Transformador	3f	200 KVA	10.5/0.23 kV	10.2%	51.0%	102.0%
3	S.E. Centro de Salud	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	9.4%	47.1%	94.2%
4	S.E. Ciencias Sociales	Transformador	3f	250 KVA	10.5/0.23 kV	9.8%	48.8%	97.6%
5	S.E. Biología	Transformador	3f	400 KVA	10.5/0.23 kV	9.9%	49.7%	99.3%
6	S.E. Comedor Antigo	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	9.6%	48.2%	96.4%
7	S.E. Ing. Química	Transformador	3f	400 KVA	10.5/0.23 kV	9.5%	47.3%	94.5%
8	S.E. Arquitectura	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	9.8%	48.9%	97.8%
9	S.E. Comedor Nuevo	Transformador	3f	500 KVA	10.5/0.23 kV	9.6%	48.1%	96.1%
10	S.E. Centro Pre-U	Transformador	3f	160 KVA	10.5/0.23 kV	8.6%	42.9%	85.7%
11	S.E. Ing. Eléctrica	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	9.0%	44.8%	89.6%
12	S.E. Ing. Electrónica	Transformador	3f	160 KVA	10.5/0.23 kV	8.7%	43.5%	87.0%
13	S.E. Cs. Comunicación	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	10.2%	50.8%	101.6%
14	S.E. Biblioteca Central	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	9.6%	47.8%	95.5%
15	S.E. S.C. Puerta Principal	Transformador	3f	300 KVA	10.5/0.23 kV	9.1%	45.6%	91.1%
16	S.E. S.C. Ing. Eléctrica	Transformador	3f	300 KVA	10.5/0.23 kV	9.1%	45.6%	91.1%

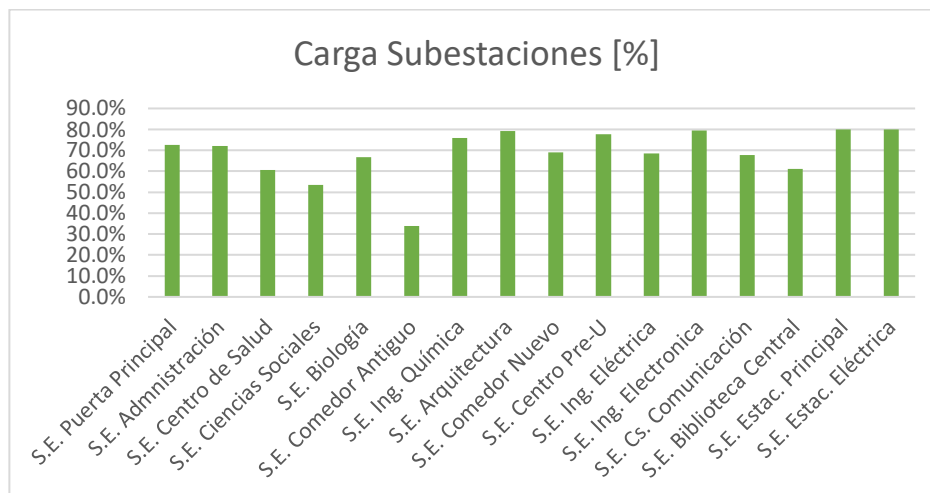
Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior muestra las cargas en las subestaciones, en un escenario de máxima, media y mínima demanda, los datos mostrados se obtuvieron como resultado de investigación y recopilación de datos llevada a cabo, los mismos se lograron obtener del expediente técnico como construido del Proyecto de “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”, y que ya fueron presentados en la Tabla 3.5, no obstante a esta se ha añadido las cargas y principales características de las nuevas subestaciones que alimentarían los centros de carga para los vehículos y buses eléctrico,

llegando a una demanda 250KW con FP de 1, que representan el 91.1% de la capacidad de la subestación.

Figura N° 5.1

Carga en las Subestaciones % – Escenario Máxima Demanda.



Fuente: Elaboración propia.

5.2. REDES ELÉCTRICAS DE LA UNSAAC.

Tabla N° 5.2

Características Eléctricas de las Redes de la UNSAAC.

N°	Punto Inicio	Punto Llegada	Tipo de	Sistema	Conductor	Sección	Longitud
			Línea				
1	Punto de Diseño	S.E. Puerta Principal	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm2	296.61 mts
2	Nodo. S.E. Puerta Principal	S.E. Administración	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm2	220.34 mts
3	Nodo. S.E. Puerta Principal	S.E. Centro de Salud	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm2	360.18 mts
4	Nodo. S.E. Puerta Principal	S.E. Cs Sociales	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm2	102.25 mts
5	Nodo. S.E. Puerta Principal	S.E. Biología	Aéreo	3f	AAAC	36 mm2	115.83 mts
6	Nodo S.E. Biología	S.E. Comedor Antiguo	Aéreo	3f	AAAC	35 mm2	293.82 mts
7	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Química	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm2	071.50 mts
8	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Arquitectura	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm2	105.00 mts
9	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Comedor Nuevo	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm2	237.00 mts
10	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Centro Pre-U	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm2	228.60 mts
11	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm2	208.80 mts
12	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Ing. Electrónica	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm2	055.4 mts
13	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Cs. Comunicación	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm2	122.4 mts
14	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Biblioteca	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm2	127.8 mts
15	Nodo Entrada Principal	S.E. Estac. Principal	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm2	50.0 mts
16	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Estac. Eléctrica	Subterráneo	3f	N2XSY	35 mm2	35.00 mts

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior identifica las principales características técnicas de los tramos y equipamiento de las redes de media tensión en la UNSAAC, como son: el punto de inicio, el punto de llegada, tipo de línea, el sistema de fases, tipo de conductor, la sección y la longitud del tramo. Es oportuno mencionar que las características técnicas de los tramos 1 al 14 se obtuvieron del expediente técnico como construido del Proyecto de “Renovación y Mejoramiento del Sistema de Energía Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc”, asimismo para los tramos 15 y 16 tanto los conductores, como las demás características son propuestas como parte de este estudio, ya que en estos puntos se instalaría los puntos de carga para los vehículos y buses eléctricos.

5.3. VALORES DE BARRA EN LAS SUBESTACIONES- ESCENARIO MÁXIMA DEMANDA.

Tabla N° 5.3

Valores de Barra en las Subestaciones – Escenario Máxima Demanda.

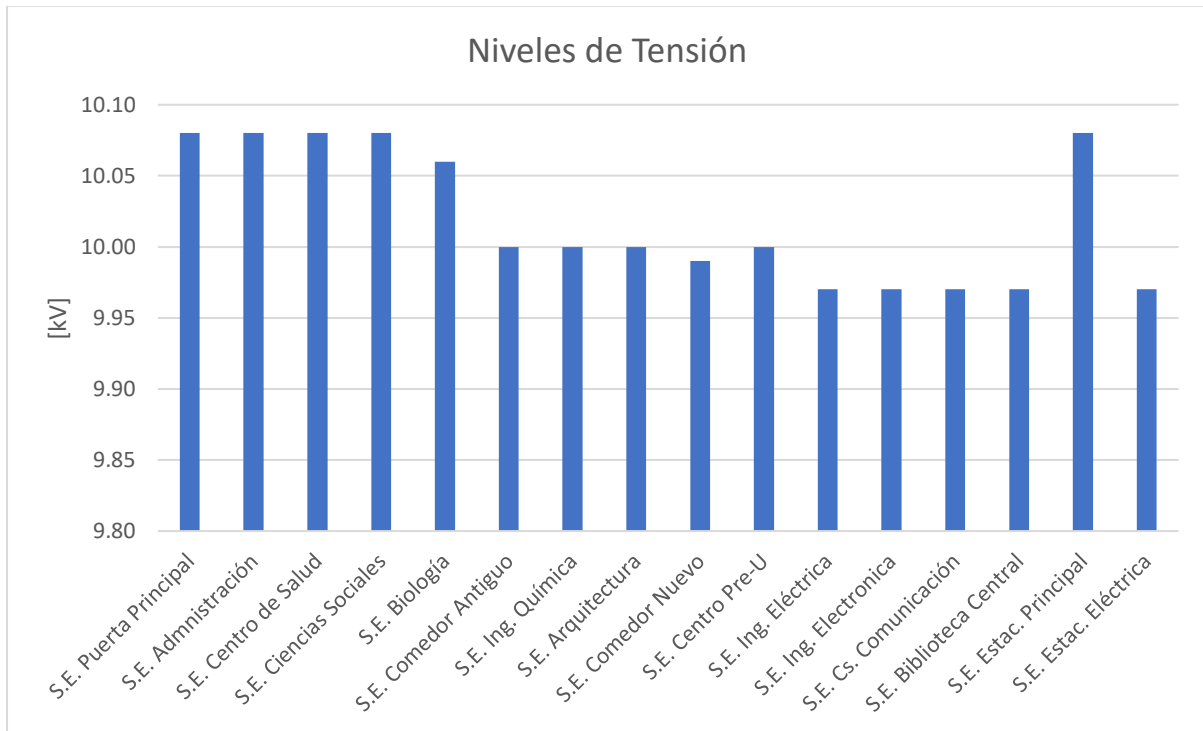
N°	Detalle	Equipamiento	Sistema	Pn	Relación Transformación	Tensión [kV]	Tensión [PU]	Ángulo [deg°]
1	S.E. Puerta Principal	Transformador	3f	250 KVA	10.5/0.23 kV	10.08	0.96	0.72
2	S.E. Administración	Transformador	3f	200 KVA	10.5/0.23 kV	10.08	0.96	0.73
3	S.E. Centro de Salud	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	10.08	0.96	0.73
4	S.E. Ciencias Sociales	Transformador	3f	250 KVA	10.5/0.23 kV	10.08	0.96	0.72
5	S.E. Biología	Transformador	3f	400 KVA	10.5/0.23 kV	10.06	0.96	0.76
6	S.E. Comedor Antiguo	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	10.00	0.95	0.84
7	S.E. Ing. Química	Transformador	3f	400 KVA	10.5/0.23 kV	10.00	0.95	0.83
8	S.E. Arquitectura	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	10.00	0.95	0.84
9	S.E. Comedor Nuevo	Transformador	3f	500 KVA	10.5/0.23 kV	9.99	0.95	0.86
10	S.E. Centro Pre-U	Transformador	3f	160 KVA	10.5/0.23 kV	10.00	0.95	0.85
11	S.E. Ing. Eléctrica	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	9.97	0.95	0.87
12	S.E. Ing. Electrónica	Transformador	3f	160 KVA	10.5/0.23 kV	9.97	0.95	0.87
13	S.E. Cs. Comunicación	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	9.97	0.95	0.88
14	S.E. Biblioteca Central	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	9.97	0.95	0.88
15	S.E. Estac. Principal	Transformador	3f	300 KVA	10.5/0.23 kV	10.08	0.96	0.72
16	S.E. Estac. Eléctrica	Transformador	3f	300 KVA	10.5/0.23 kV	9.97	0.95	0.87

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior muestra los valores reales y por unidad de las tensiones, así como lo valores de ángulos, como resultado de las simulaciones realizadas en Digsilent, esto, con la incorporación de las cargas en las subestaciones que alimentaran los cargadores de los vehículos y buses eléctricos. Al respecto, se puede observar que los valores de tensión no superan el rango de variación de $\pm 5\%$, incluso en los tramos troncales como son: Tramo S.E. Puerta Principal – S.E. Biología, y Tramo S.E. Biología y la S.E. Comedor antiguo, siendo esto algo positivo para lo propuesto en esta investigación.

Figura N° 5.2

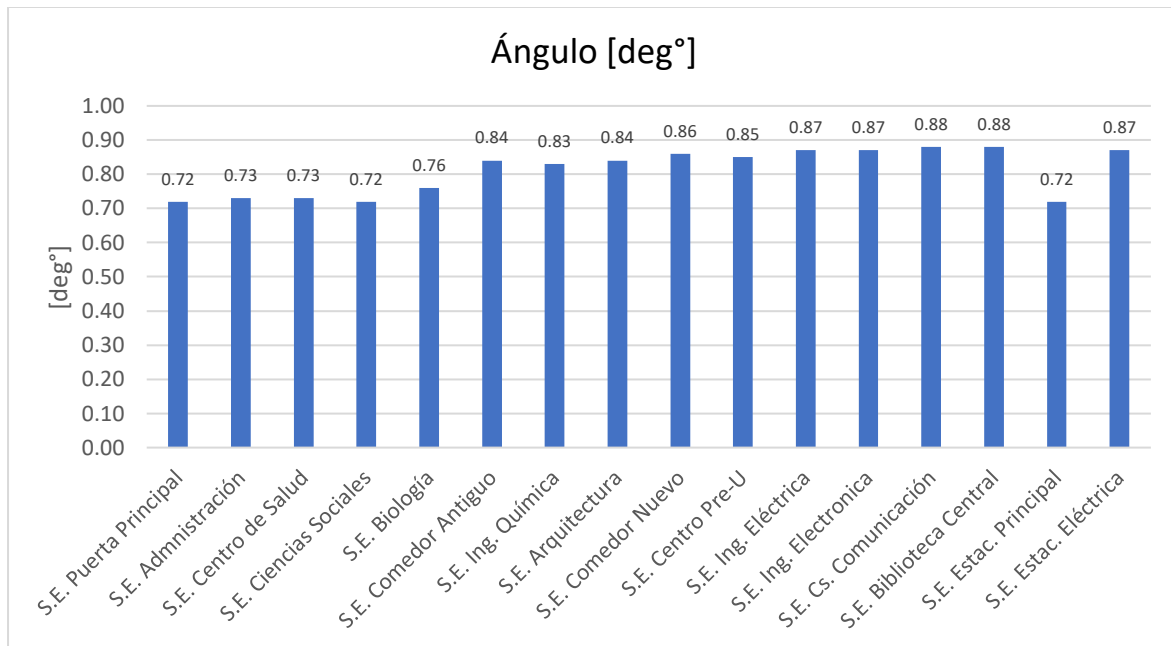
Valores de Tensiones en las Subestaciones – Escenario Máxima Demanda.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 5.3

Valores de Ángulos de Tensión en las Subestaciones – Escenario Máxima Demanda.



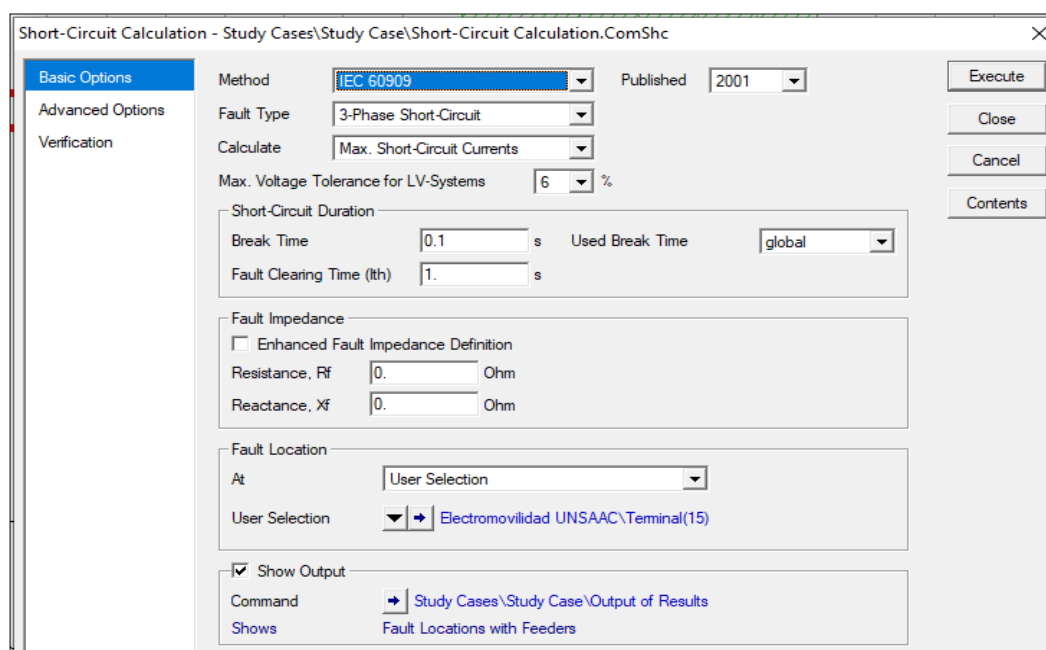
Fuente: Elaboración propia.

5.4. CORTO CIRCUITO – ESCENARIO DE MÁXIMA DEMANDA.

Se considera el cálculo de cortocircuito de mayor severidad (trifásico), con impedancia de franca, la simulación se da según estándar IEC 60909 publicación de 2001, según se deja ver en la siguiente imagen.

Figura N° 5.4

Seteo de Parámetros de Corto Circuito – Escenario Máxima Demanda.



Fuente: Calculo de Corto Circuito, Digsilent Power.

Para el cálculo de los máximos valores de Corto Circuito, en el lado de alta tensión en las barras de las subestaciones, en un Escenario de Máxima Demanda, se ha tomado el mismo criterio que en el numeral 3.5.3 de la Sección III de esta investigación.

Tabla N° 5.4

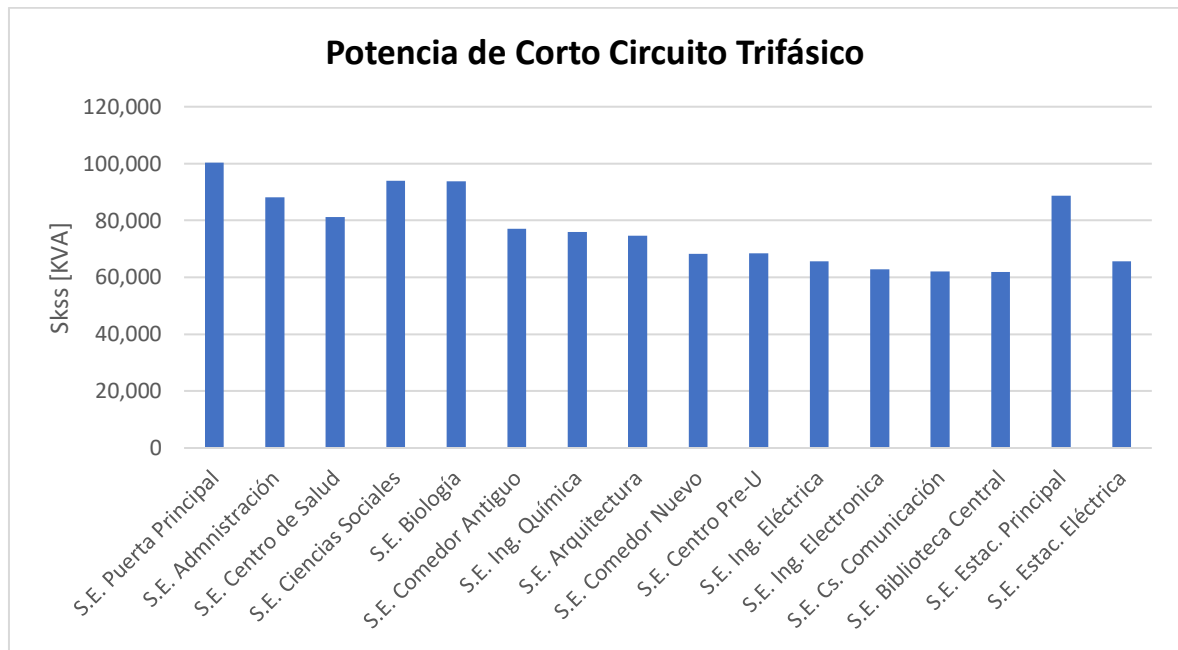
Resultados de Simulaciones de Corto Circuito – Trifásico Max – Escenario Máxima Demanda.

N°	Detalle	Equipamiento	Sistema	Pn	Relación Transformación	Skss [kVA]	Ikss [KA]	Ip [kA]
1	S.E. Puerta Principal	Transformador	3f	250 KVA	10.5/0.23 kV	100,280.10	5.514	8.077
2	S.E. Administración	Transformador	3f	200 KVA	10.5/0.23 kV	88,061.00	4.842	7.032
3	S.E. Centro de Salud	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	81,205.00	4.465	6.466
4	S.E. Ciencias Sociales	Transformador	3f	250 KVA	10.5/0.23 kV	94,017.10	5.170	7.534
5	S.E. Biología	Transformador	3f	400 KVA	10.5/0.23 kV	93,747.30	5.155	7.511
6	S.E. Comedor Antiguo	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	77,138.90	4.242	6.135
7	S.E. Ing. Química	Transformador	3f	400 KVA	10.5/0.23 kV	75,971.50	4.117	6.040
8	S.E. Arquitectura	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	74,629.10	4.104	5.932
9	S.E. Comedor Nuevo	Transformador	3f	500 KVA	10.5/0.23 kV	68,247.80	3.753	5.419
10	S.E. Centro Pre-U	Transformador	3f	160 KVA	10.5/0.23 kV	68,531.30	3.768	5.442
11	S.E. Ing. Eléctrica	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	65,634.40	3.609	5.210
12	S.E. Ing. Electrónica	Transformador	3f	160 KVA	10.5/0.23 kV	62,841.30	3.455	4.987
13	S.E. Cs. Comunicación	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	61,999.80	3.409	4.920
14	S.E. Biblioteca Central	Transformador	3f	315 KVA	10.5/0.23 kV	61,848.00	3.401	4.908
15	S.E. Estac. Principal	Transformador	3f	300 KVA	10.5/0.23 kV	88,667.30	5.119	7.482
16	S.E. Estac. Eléctrica	Transformador	3f	300 KVA	10.5/0.23 kV	65,634.40	3.609	5.210

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 5.5

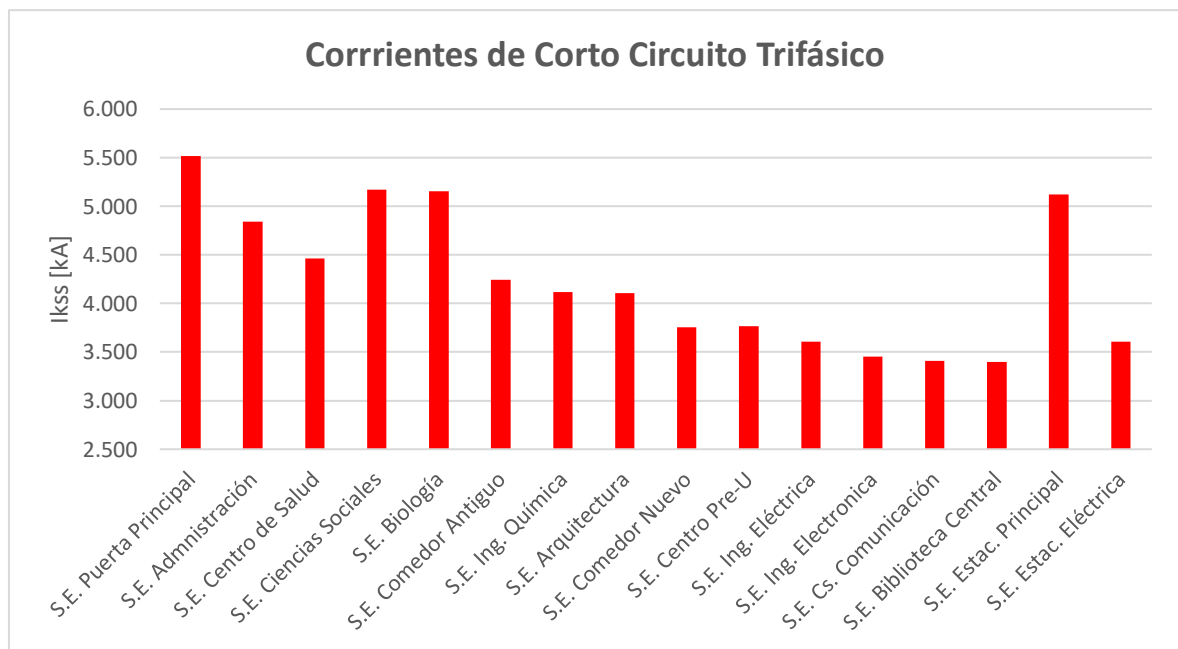
Potencias de Corto Circuito en Barras MT de Subestaciones – Trifásico Máximo – Escenario Máxima Demanda.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 5.6

Corriente de Corto Circuito en Barras MT de Subestaciones – Trifásico Máximo – Escenario Máxima Demanda.



Fuente: Elaboración propia.

5.5. EVALUACIÓN DE LAS PROTECCIONES.

Tabla N° 5.5

Resultado Tiempo de Disparo de los Equipos de Protección.

ID	Nombre	Desde Nodo	Elemento	Tipo	Nodo en Falla	Tiempo de disp. [seg]	V L-T (RST) [kV]	AV L-T (RST) [°]	Ik" (RST) [kA]	AIk" (RST) [°]	Descripción	Zona	Área	Red Parcial
NODO EN FALLA : BARRA SED COMEDOR UNIV. NUEVO														
797582	QM CN	N178994	E-756966	Fusible	B-756915	0	6.096	182.36	3.489	-46.6		DO05	UNSAAC	2
797572	QM 02	N178994	E-179020	Fusible	B-756915	0.004	6.096	182.36	3.489	133.4		DO05	UNSAAC	2
NODO EN FALLA : BARRA SED CENTRO PRE UNIVERSITARIO														
797587	QM CP	N178994	E-756971	Fusible	B-756948	0	6.122	182.25	3.503	-46.7		DO05	UNSAAC	2
797572	QM 02	N178994	E-179020	Fusible	B-756948	0.004	6.122	182.25	3.503	133.3		DO05	UNSAAC	2
NODO EN FALLA : BARRA SED COMEDOR UNIV. ANTIGUO														
797572	QM 02	N178994	E-179020	Fusible	N178994	0.003	6.668	180	3.816	131.04		DO05	UNSAAC	2
NODO EN FALLA : BARRA SED ARQUITECTURA														
797597	QM AR	N178994	E-757009	Fusible	B-757000	0	6.352	181.31	3.635	-47.65		DO05	UNSAAC	2
797572	QM 02	N178994	E-179020	Fusible	B-757000	0.003	6.352	181.31	3.635	132.35		DO05	UNSAAC	2
NODO EN FALLA : BARRA SED QUIMICA														

797557	QM IQ1	N178994	E-757080	Fusible	B-757038	0	6.438	180.95	3.684	-48		DO05	UNSAAC	2
797572	QM 02	N178994	E-179020	Fusible	B-757038	0.003	6.438	180.95	3.684	132		DO05	UNSAAC	2
NODO EN FALLA : BARRA SED ING. ELECTRICA														
797642	QM IE1	N178994	E-757085	Fusible	B-757071	0	6.041	182.58	3.457	-46.37		DO05	UNSAAC	2
797572	QM 02	N178994	E-179020	Fusible	B-757071	0.004	6.041	182.58	3.457	133.63		DO05	UNSAAC	2
NODO EN FALLA : BARRA SED BIBLIOTECA CENTRAL														
797617	QM BC	B-757071	E-757123	Fusible	B-757114	0	6.241	181.57	3.235	-44.8		DO05	UNSAAC	2
797642	QM IE1	N178994	E-757085	Fusible	B-757114	0	5.654	184.16	3.235	-44.8		DO05	UNSAAC	2
797572	QM 02	N178994	E-179020	Fusible	B-757114	0.005	5.654	184.16	3.235	135.2		DO05	UNSAAC	2
NODO EN FALLA : BARRA SED PUERTA PRINCIPAL														
797542	QM 01	ESE001SED0019	E-777527	Fusible	ESE001SED0019	0.001	6.668	180	5.947	122.01		DO06	UNSAAC	1
NODO EN FALLA : BARRA SED ADMINISTRACION														
797744	QM AD	B-757223	E-757233	Fusible	B-757223	0	6.668	180	5.294	126.29		DO06	UNSAAC	1
797542	QM 01	ESE001SED0019	E-777527	Fusible	B-757223	0.001	5.936	184.28	5.294	126.29		DO06	UNSAAC	1
NODO EN FALLA : BARRA SED CENTRO DE SALUD														
797547	QM CS	ESE001SED0019	E-757237	Fusible	B-757190	0	5.442	187.06	4.854	-50.93		DO05	UNSAAC	1
797542	QM 01	ESE001SED0019	E-777527	Fusible	B-757190	0.002	5.442	187.06	4.854	129.07		DO06	UNSAAC	1
NODO EN FALLA : BARRA SED CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN														
799277	QM CC	B-757071	E-799262	Fusible	B-799247	0	6.423	180.9	3.33	-45.47		DO06	UNSAAC	2
797642	QM IE1	N178994	E-757085	Fusible	B-799247	0	5.819	183.49	3.33	-45.47		DO05	UNSAAC	2
797572	QM 02	N178994	E-179020	Fusible	B-799247	0.004	5.819	183.49	3.33	134.53		DO05	UNSAAC	2

NODO EN FALLA : BARRA SED BIOLOGIA														
797557	QM IQ1	N178994	E-757080	Fusible	B-799337	0	6.123	182.25	3.504	-46.71		DO05	UNSAAC	2
799363	QM BI	B-757038	E-799340	Fusible	B-799337	0	6.342	181.29	3.504	-46.71		DO05	UNSAAC	2
797572	QM 02	N178994	E-179020	Fusible	B-799337	0.004	6.123	182.25	3.504	133.29		DO05	UNSAAC	2
NODO EN FALLA : BARRA SED CIENCIAS SOCIALES														
799358	QM SO	ESE001SED0019	E-799352	Fusible	B-799349	0	6.108	183.3	5.447	-54.7		DO05	UNSAAC	1
797542	QM 01	ESE001SED0019	E-777527	Fusible	B-799349	0.001	6.108	183.3	5.447	125.3		DO06	UNSAAC	1
NODO EN FALLA : BARRA SED ING. ELECTRONICA														
799272	QM IE3	B-757071	E-799260	Fusible	B-799244	0	6.45	180.81	3.344	-45.57		DO05	UNSAAC	2
797642	QM IE1	N178994	E-757085	Fusible	B-799244	0	5.843	183.39	3.344	-45.57		DO05	UNSAAC	2
797572	QM 02	N178994	E-179020	Fusible	B-799244	0.004	5.843	183.39	3.344	134.43		DO05	UNSAAC	2

5.6. FLUJOS DE POTENCIA – ESCENARIO DE MÍNIMA DEMANDA.

El presente estudio ha contemplado simular el flujo de potencia de las redes eléctricas de media tensión de la UNSAAC, en el escenario de mínima demanda, haciendo uso de la base de datos Digsilent Power Factory, proporcionado por ELSE S.A.A., añadiendo la infraestructura eléctrica correspondiente a los súper cargadores implementados en el nodo de Biología y del estacionamiento de Ing. Eléctrica. Cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla N° 5.6

Resultados de Flujo de Potencia – Escenario Mínima Demanda. (Visto desde el lado emisor)

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	Flujo de Potencia (->)			
				P	Q	I	Load
				KW	KVAR	KA	%
1	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	S.E. Puerta Principal	Subterráneo	415.4	65.5	0.024	10.4
2	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Administración	Subterráneo	18.5	3.2	0.001	0.7
3	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Centro de Salud	Subterráneo	28.1	4.6	0.002	1.0
4	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Cs. Sociales	Subterráneo	22.1	4.0	0.001	0.8
5	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Biología	Subterráneo	322.9	49.3	0.019	8.1
6	Nodo S.E. Biología	S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	261.5	41.7	0.015	6.6
7	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Química	Subterráneo	34.1	6.2	0.002	1.2
8	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Arquitectura	Subterráneo	29.1	5.0	0.002	1.1
9	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Comedor Nuevo	Subterráneo	45.4	7.7	0.003	1.7
10	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Centro Pre-U	Subterráneo	16.2	2.6	0.001	0.6
11	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	107.5	15.4	0.006	4.5
12	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Ing. Electrónica	Subterráneo	12.6	2.3	0.001	0.5
13	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Cs. Comunicación	Subterráneo	14.7	2.6	0.001	0.5
14	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Biblioteca	Subterráneo	28.4	4.8	0.002	1.0
15	Nodo S.E. Biología	S.E. S.C. Puerta Principal	Subterráneo	25.1	0.9	0.001	0.9
16	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. S.C. Ing. Eléctrica	Subterráneo	25.1	1.0	0.001	0.9

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, el tramo de red que presenta mayor flujo de potencia es el Tramo entre la Barra los Incas - S.E. Puerta Principal, alcanzando un flujo de potencia activa de 415.4KW, 65.5KVA, 24Amp., alcanzando una carga de 10.4% de su capacidad. Por consiguiente, es preciso indicar que, en el escenario de mínima demanda, los flujos de

potencia, no llegan a sobrepasar el 11% de su capacidad, lo cual representa una operación dentro de los rangos nominales de diseño de las redes eléctricas de media tensión.

Tabla N° 5.7

Resultados de Flujo de Potencia – Escenario Mínima Demanda. (Visto desde el lado receptor)

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	Flujo de Potencia (->)			
				P	Q	I	Load
				KW	KVAR	KA	%
1	S.E. Puerta Principal	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	Subterráneo	414.3	65.2	0.024	10.4
2	S.E. Administración	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	18.5	3.4	0.001	0.7
3	S.E. Centro de Salud	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	28.1	4.8	0.002	1.0
4	S.E. Cs. Sociales	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	22.1	4.0	0.001	0.8
5	S.E. Biología	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	322.6	49.3	0.017	8.1
6	S.E. Comedor Antiguo	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	261.0	41.8	0.015	6.6
7	S.E. Ing. Química	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	34.1	6.2	0.002	1.2
8	S.E. Arquitectura	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	29.1	5.1	0.002	1.1
9	S.E. Comedor Nuevo	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	45.4	7.9	0.003	1.7
10	S.E. Centro Pre-U	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	16.2	2.8	0.001	0.6
11	S.E. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	107.3	15.5	0.006	4.5
12	S.E. Ing. Electrónica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	12.6	2.3	0.001	0.5
13	S.E. Cs. Comunicación	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	14.7	2.7	0.001	0.5
14	S.E. Biblioteca	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	28.4	4.9	0.002	1.0
15	S.E. S.C. Puerta Principal	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	25.1	1.0	0.001	0.5
16	S.E. S.C. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	25.1	1.0	0.001	0.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5.8

Resultados de Pérdidas – Escenario Mínima Demanda.

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	PERDIDAS			
				ΔP	ΔQ	$\Delta P\%$	$\Delta Q\%$
				KW	KVAR	%	%
1	S.E. Puerta Principal	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	Subterráneo	1.1	0.2	0.27%	0.37%
2	S.E. Administración	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.0	-0.2	0.00%	-6.27%
3	S.E. Centro de Salud	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.0	-0.3	0.07%	-5.45%
4	S.E. Cs. Sociales	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.0	-0.1	0.00%	-1.76%
5	S.E. Biología	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.3	0.0	0.10%	0.06%
6	S.E. Comedor Antiguo	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	0.5	0.0	0.19%	-0.10%
7	S.E. Ing. Química	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	-0.1	0.03%	-0.81%
8	S.E. Arquitectura	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	-0.1	0.00%	-1.41%
9	S.E. Comedor Nuevo	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	-0.2	0.07%	-2.08%
10	S.E. Centro Pre-U	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	-0.2	0.00%	-6.18%
11	S.E. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.1	-0.1	0.12%	-0.72%
12	S.E. Ing. Electrónica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.0	0.0	0.00%	-1.75%
13	S.E. Cs. Comunicación	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.0	-0.1	0.00%	-3.46%
14	S.E. Biblioteca	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.0	-0.1	0.04%	-1.87%
15	S.E. S.C. Puerta Principal	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	0.0	0.0	0.00%	-4.26%
16	S.E. S.C. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.0	0.0	0.00%	-2.08%

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a este escenario de mínima demanda, se puede observar que el tramo entre la S.E. de la Puerta Principal y el Nodo de los Incas, es la que presenta el valor más alto de pérdida de potencia activa, alcanzando el 0.27% de la carga en dicho tramo. Este valor se encuentra dentro de lo técnicamente razonable.

5.7. FLUJOS DE POTENCIA – ESCENARIO DE DEMANDA MEDIA.

El presente estudio ha contemplado simular el flujo de potencia de las redes eléctricas de media tensión de la UNSAAC, en el escenario de demanda media, haciendo uso de la base de datos Digsilent Power Factory, proporcionado por ELSE S.A.A., añadiendo la infraestructura eléctrica correspondiente a los super cargadores implementados en el nodo de Biología y del estacionamiento de Ing., Eléctrica. Cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla N° 5.9*Resultados de Flujo de Potencia – Escenario Demanda Media. (Visto desde el lado emisor)*

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	Flujo de Potencia (->)			
				P	Q	I	Load
				KW	KVAR	KA	%
1	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	S.E. Puerta Principal	Subterráneo	2,076.9	327.4	0.120	52.1
2	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Administración	Subterráneo	92.5	16.0	0.006	3.4
3	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Centro de Salud	Subterráneo	140.6	23.0	0.008	5.1
4	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Cs. Sociales	Subterráneo	110.5	19.9	0.007	4.0
5	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Biología	Subterráneo	1,614.4	246.6	0.094	40.6
6	Nodo S.E. Biología	S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	1,307.6	208.6	0.076	33.0
7	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Química	Subterráneo	170.7	30.9	0.010	6.2
8	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Arquitectura	Subterráneo	145.5	24.9	0.009	5.3
9	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Comedor Nuevo	Subterráneo	227.2	38.5	0.013	8.3
10	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Centro Pre-U	Subterráneo	81.0	13.0	0.005	3.0
11	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	537.4	76.8	0.031	22.5
12	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Ing. Electrónica	Subterráneo	62.9	11.5	0.004	2.3
13	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Cs. Comunicación	Subterráneo	73.4	13.0	0.005	2.7
14	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Biblioteca	Subterráneo	142.1	24.1	0.009	5.2
15	Nodo S.E. Biología	S.E. S.C. Puerta Principal	Subterráneo	125.6	4.7	0.007	4.5
16	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. S.C. Ing. Eléctrica	Subterráneo	125.6	4.8	0.007	4.5

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, el tramo de red que presenta mayor flujo de potencia es el Tramo entre la Barra los Incas - S.E. Puerta Principal, alcanzando un flujo de potencia activa de 2,076.9KW, 327.4KVA, 120Amp., alcanzando una carga de 52.1% de su capacidad. Por consiguiente, es preciso indicar que, en el escenario de demanda media, los flujos de potencia, no llegan a sobrepasar el 53% de su capacidad, lo cual representa una operación dentro de los rangos nominales de diseño de las redes eléctricas de media tensión.

Tabla N° 5.10

Resultados de Flujo de Potencia – Escenario Demanda Media. (Visto desde el lado receptor)

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	Flujo de Potencia (->)			
				P	Q	I	Load
				KW	KVAR	KA	%
1	S.E. Puerta Principal	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	Subterráneo	2,071.3	326.2	0.120	52.0
2	S.E. Administración	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	92.5	17.0	0.006	3.4
3	S.E. Centro de Salud	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	140.5	24.2	0.008	5.1
4	S.E. Cs. Sociales	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	110.5	20.2	0.007	4.0
5	S.E. Biología	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	1,612.8	246.5	0.087	40.6
6	S.E. Comedor Antiguo	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	1,305.2	208.8	0.076	33.0
7	S.E. Ing. Química	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	170.6	31.2	0.010	6.2
8	S.E. Arquitectura	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	145.5	25.3	0.009	5.3
9	S.E. Comedor Nuevo	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	227.0	39.3	0.013	8.3
10	S.E. Centro Pre-U	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	81.0	13.8	0.005	3.0
11	S.E. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	536.7	77.3	0.031	22.5
12	S.E. Ing. Electrónica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	62.9	11.7	0.004	2.3
13	S.E. Cs. Comunicación	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	73.4	13.5	0.005	2.7
14	S.E. Biblioteca	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	142.0	24.6	0.009	5.2
15	S.E. S.C. Puerta Principal	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	125.6	4.9	0.007	2.3
16	S.E. S.C. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	125.6	4.9	0.007	2.3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5.11

Resultados de Pérdidas – Escenario Demanda Media.

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	PERDIDAS			
				ΔP	ΔQ	$\Delta P\%$	$\Delta Q\%$
				KW	KVAR	%	%
1	S.E. Puerta Principal	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	Subterráneo	5.5	1.2	0.27%	0.37%
2	S.E. Administración	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.0	-1.0	0.00%	-6.27%
3	S.E. Centro de Salud	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.1	-1.3	0.07%	-5.45%
4	S.E. Cs. Sociales	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.0	-0.3	0.00%	-1.76%
5	S.E. Biología	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	1.6	0.1	0.10%	0.06%
6	S.E. Comedor Antiguo	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	2.4	-0.2	0.19%	-0.10%
7	S.E. Ing. Química	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.1	-0.3	0.03%	-0.81%
8	S.E. Arquitectura	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	-0.4	0.00%	-1.41%
9	S.E. Comedor Nuevo	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.2	-0.8	0.07%	-2.08%
10	S.E. Centro Pre-U	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.0	-0.8	0.00%	-6.18%
11	S.E. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	0.6	-0.5	0.12%	-0.72%
12	S.E. Ing. Electrónica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.0	-0.2	0.00%	-1.75%
13	S.E. Cs. Comunicación	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.0	-0.4	0.00%	-3.46%
14	S.E. Biblioteca	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.1	-0.4	0.04%	-1.87%
15	S.E. S.C. Puerta Principal	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	0.0	-0.2	0.00%	-4.26%
16	S.E. S.C. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.0	-0.1	0.00%	-2.08%

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a este escenario de mínima demanda, se puede observar que el tramo entre la S.E. de Puerta Principal y el Nodo de los Incas, es la que presente el valor más alto de pérdida de potencia activa, alcanzando el 0.27% de la carga en dicho tramo. Este valor se encuentra dentro de lo técnicamente razonable.

5.8. FLUJOS DE POTENCIA – ESCENARIO DE MÁXIMA DEMANDA.

El presente estudio ha contemplado simular el flujo de potencia de las redes eléctricas de media tensión de la UNSAAC, en el escenario de máxima demanda, haciendo uso de la base de datos Digsilent Power Factory, proporcionado por ELSE S.A.A., añadiendo la infraestructura eléctrica correspondiente a los super cargadores implementados en el nodo de Biología y del estacionamiento de Ing., Eléctrica. Cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla N° 5.12

Resultados de Flujo de Potencia – Escenario Máxima Demanda. (Visto desde el lado emisor)

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	Flujo de Potencia (->)			
				P	Q	I	Load
				KW	KVAR	KA	%
1	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	S.E. Puerta Principal	Subterráneo	4,153.7	654.7	0.240	104.2
2	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Administración	Subterráneo	184.9	31.9	0.011	6.7
3	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Centro de Salud	Subterráneo	281.2	45.9	0.016	10.2
4	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Cs. Sociales	Subterráneo	220.9	39.7	0.013	8.0
5	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Biología	Subterráneo	3,228.7	493.2	0.187	81.2
6	Nodo S.E. Biología	S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	2,615.2	417.1	0.152	65.9
7	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Química	Subterráneo	341.3	61.8	0.020	12.4
8	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Arquitectura	Subterráneo	291.0	49.8	0.017	10.6
9	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Comedor Nuevo	Subterráneo	454.3	77.0	0.026	16.5
10	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Centro Pre-U	Subterráneo	162.0	25.9	0.009	5.9
11	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	1,074.7	153.5	0.062	44.9
12	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Ing. Electrónica	Subterráneo	125.7	22.9	0.007	4.6
13	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Cs. Comunicación	Subterráneo	146.7	26.0	0.009	5.3
14	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Biblioteca	Subterráneo	284.1	48.2	0.017	10.3
15	Nodo S.E. Biología	S.E. S.C. Puerta Principal	Subterráneo	251.1	9.4	0.014	9.0
16	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. S.C. Ing. Eléctrica	Subterráneo	251.1	9.6	0.014	9.0

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, el tramo de red que presenta mayor flujo de potencia es el Tramo entre la Barra los Incas - S.E. Puerta Principal, alcanzando un flujo de potencia activa de 4,153.7KW, 654.7KVA, 240Amp., alcanzando una carga de 104.2% de su capacidad. Por consiguiente, es preciso indicar que, en el escenario de máxima demanda, al menos este tramo de línea, que alimenta la UNSAAC, sobrepasaría el 100% de capacidad, por consiguiente, los rangos nominales de diseño; en ese aspecto, si correspondería la repotenciación de este tramo de línea.

Tabla N° 5.13

Resultados de Flujo de Potencia – Escenario Máxima Demanda. (Visto desde el lado receptor)

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	Flujo de Potencia (<-)			
				P	Q	I	Load
				KW	KVAR	KA	%
1	S.E. Puerta Principal	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	Subterráneo	4,142.6	652.3	0.240	104.0
2	S.E. Administración	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	184.9	33.9	0.011	6.7
3	S.E. Centro de Salud	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	281.0	48.4	0.016	10.2
4	S.E. Cs. Sociales	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	220.9	40.4	0.013	8.0
5	S.E. Biología	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	3,225.5	492.9	0.173	81.2
6	S.E. Comedor Antiguo	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	2,610.3	417.5	0.152	65.9
7	S.E. Ing. Química	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	341.2	62.3	0.020	12.4
8	S.E. Arquitectura	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	291.0	50.5	0.017	10.6
9	S.E. Comedor Nuevo	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	454.0	78.6	0.026	16.5
10	S.E. Centro Pre-U	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	162.0	27.5	0.009	5.9
11	S.E. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	1,073.4	154.6	0.062	44.9
12	S.E. Ing. Electrónica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	125.7	23.3	0.007	4.6
13	S.E. Cs. Comunicación	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	146.7	26.9	0.009	5.3
14	S.E. Biblioteca	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	284.0	49.1	0.017	10.3
15	S.E. S.C. Puerta Principal	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	251.1	9.8	0.014	4.6
16	S.E. S.C. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	251.1	9.8	0.014	4.6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5.14

Resultados de Pérdidas – Escenario Máxima Demanda.

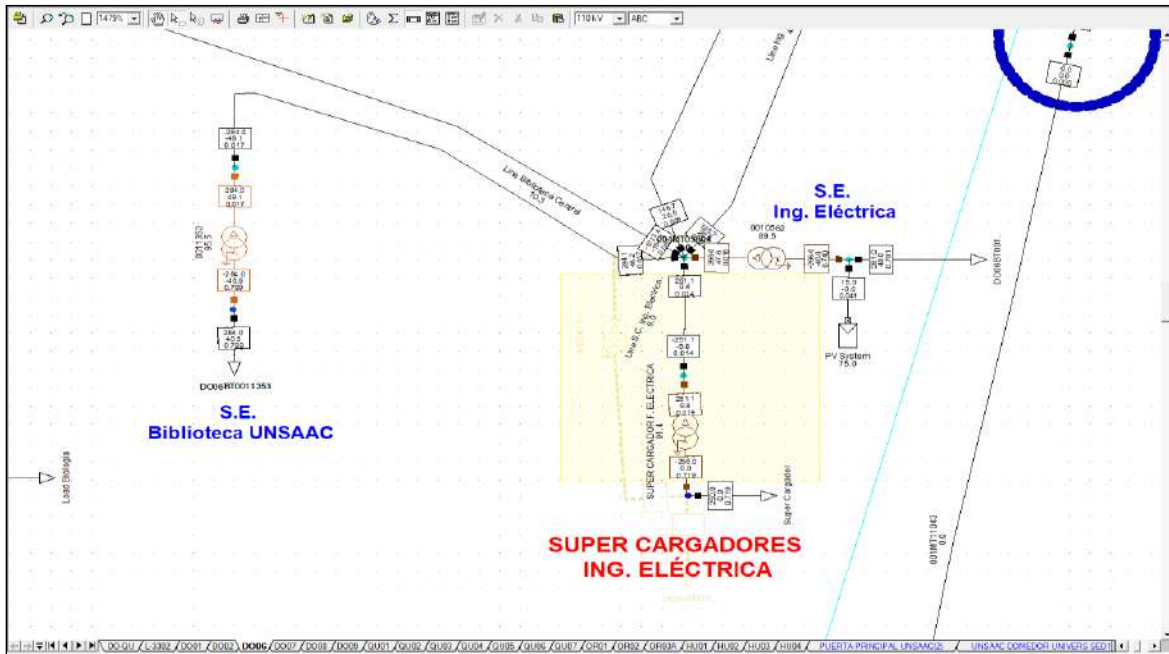
N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	PERDIDAS			
				ΔP	ΔQ	$\Delta P\%$	$\Delta Q\%$
				KW	KVAR	%	%
1	S.E. Puerta Principal	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	Subterráneo	11.1	2.4	0.27%	0.37%
2	S.E. Administración	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.0	-2.0	0.00%	-6.27%
3	S.E. Centro de Salud	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.2	-2.5	0.07%	-5.45%
4	S.E. Cs. Sociales	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	0.0	-0.7	0.00%	-1.76%
5	S.E. Biología	Nodo S.E. Puerta Principal	Subterráneo	3.2	0.3	0.10%	0.06%
6	S.E. Comedor Antigo	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	4.9	-0.4	0.19%	-0.10%
7	S.E. Ing. Química	Nodo S.E. Comedor Antigo	Subterráneo	0.1	-0.5	0.03%	-0.81%
8	S.E. Arquitectura	Nodo S.E. Comedor Antigo	Subterráneo	0.0	-0.7	0.00%	-1.41%
9	S.E. Comedor Nuevo	Nodo S.E. Comedor Antigo	Subterráneo	0.3	-1.6	0.07%	-2.08%
10	S.E. Centro Pre-U	Nodo S.E. Comedor Antigo	Subterráneo	0.0	-1.6	0.00%	-6.18%
11	S.E. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Comedor Antigo	Subterráneo	1.3	-1.1	0.12%	-0.72%
12	S.E. Ing. Electrónica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.0	-0.4	0.00%	-1.75%
13	S.E. Cs. Comunicación	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.0	-0.9	0.00%	-3.46%
14	S.E. Biblioteca	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.1	-0.9	0.04%	-1.87%
15	S.E. S.C. Puerta Principal	Nodo S.E. Biología	Subterráneo	0.0	-0.4	0.00%	-4.26%
16	S.E. S.C. Ing. Eléctrica	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	0.0	-0.2	0.00%	-2.08%

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a este escenario de mínima demanda, se puede observar que el tramo entre la S.E. de Puerta Principal y el Nodo de los Incas, es la que presente el valor más alto de pérdida de potencia activa, alcanzando el 0.27% de la carga en dicho tramo. Este valor se encuentra dentro de lo técnicamente razonable.

Figura N° 5.7

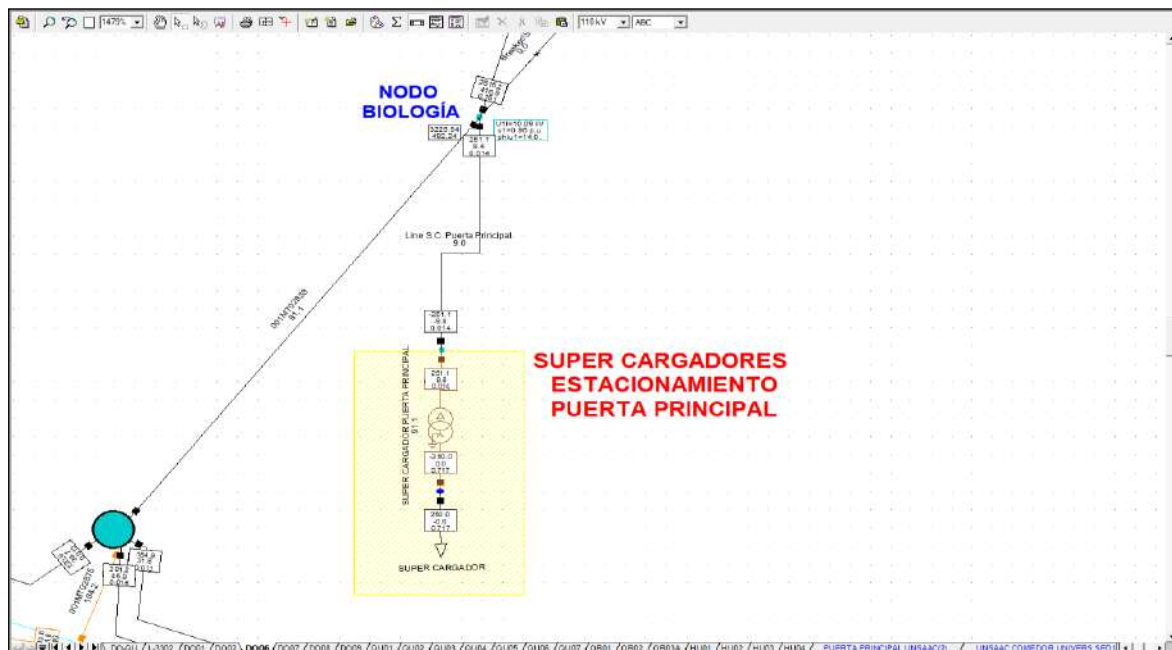
Flujo de Potencia Súper Cargador Estacionamiento de Ingeniería Eléctrica.



Fuente: Simulación Digilent Power Factory-Súper Cargadores, UNSAAC. (ver Anexo 1)

Figura N° 5.8

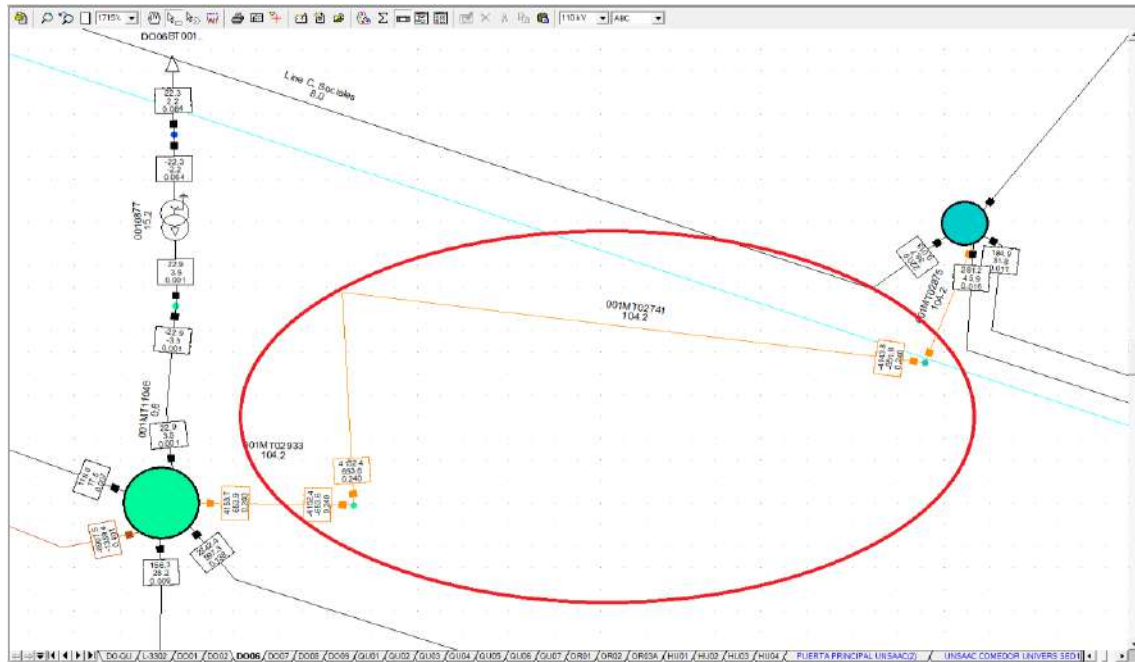
Flujo de Potencia Super Cargador Estacionamiento Principal.



Fuente: Simulación Digilent Power Factory- Súper Cargadores, UNSAAC. (ver Anexo 1)

Figura N° 5.9

Sobrecarga en Tramo Subterráneo.



Fuente: Simulación Digsilent Power Factory- Sobrecarga en Tramo, UNSAAC. (ver Anexo 1)

Finalmente, respecto a la integración de la electromovilidad en la ciudad universitaria de Perayoc, se ha identificado que, en un escenario de máxima demanda, el tramo de red en media tensión entre la S.E. Los Incas y las S.E. Puerta Principal, experimentaría una sobrecarga, por encima de su valor nominal, asimismo respecto a nivel de tensión el mismo no sobrepasa el rango de +/- 5%. Ahora bien, respecto a los demás escenarios de mínima y media demanda, no se observa la trasgresión de los valores de diseño, por tanto, se ha cumplido con identificar la brecha existente respecto a la integración de la electromovilidad como carga, en las redes de la UNSAAC.

5.9. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

5.9.1. EXTERNALIDADES ECONÓMICAS DEL SERVICIO DE TRANSPORTE ESTUDIANTIL CON BUSES ELÉCTRICOS.

Externalidades: Las externalidades económicas se refieren a efectos secundarios o consecuencias involuntarias de la producción o consumo de bienes y servicios que afectan a terceros que no están directamente involucrados en la transacción. Estas externalidades pueden ser positivas o negativas y no están reflejadas en los precios de mercado. (Stiglitz, 2015)

1. Reducción de Emisiones Contaminantes:

- Contribuir activamente a la reducción de la contaminación del aire y mejorar la calidad ambiental en el entorno universitario y en las rutas de transporte.

2. Modelo a Seguir:

- Servir como un ejemplo y modelo a seguir para la comunidad estudiantil, incentivando prácticas más sostenibles y promoviendo la conciencia ambiental.

3. Responsabilidad Social:

- Manifiestar el compromiso de la institución educativa con la responsabilidad social y la adopción de prácticas respetuosas con el medio ambiente.

4. Ahorro de Costos a Largo Plazo:

- A pesar de la inversión inicial en la infraestructura y vehículos eléctricos, a largo plazo, puede haber ahorros significativos en costos operativos y mantenimiento.

5. Mejora de la Experiencia Estudiantil:

- Ofrecer a los estudiantes un servicio de transporte más silencioso y cómodo, mejorando la experiencia general de movilidad dentro del campus.

6. Alineación con Objetivos Institucionales:

- Cumplir con metas y objetivos institucionales relacionados con la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente, lo que puede ser fundamental para la reputación y la imagen de la universidad.

En resumen, el servicio de transporte estudiantil con buses eléctricos no solo tiene el objetivo de facilitar la movilidad, sino también de posicionarse como una alternativa sostenible y responsable, promoviendo valores ecológicos y contribuyendo al bienestar ambiental a largo plazo.

5.9.2. HORIZONTE DE EVALUACIÓN.

Horizonte de evaluación del servicio planteado, es el periodo establecido para evaluar los beneficios y costos atribuibles a un determinado PI que interviene a un servicio. Comprende el periodo de ejecución más el periodo de funcionamiento. (MEF, 2019)

En el presente caso, para poder concretar la idea del presente trabajo de investigación se debe considerar la implementación de un proyecto de inversión pública para mejorar el servicio de transporte estudiantil de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, así se tomó como referencia la tipología B de horizonte de evaluación, planteado por el ministerio de economía y finanzas, puesto que la implementación dada por la concepción técnica tendrá un horizonte de 12 años considerando 2 años de ejecución y 10 años de funcionamiento, por la naturaleza de la concepción técnica (servicio de transporte mediante buses eléctricos).

Tabla N° 5.15

Horizonte de evaluación - TIPOLOGIA

TIPOLOGIA: B													AÑO I												AÑO II												AÑO III	AÑO IV	AÑO V	...	AÑO XI	AÑO XII				
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																						
Elaboración del expediente técnico o documento equivalente	X																																													
otros actos preparatorios	X																																													
EJECUCIÓN FÍSICA																																														
saneamiento físico legal de los espacios para estaciones de alimentación eléctrica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																																		
implementación de estación de super cargadores													X	X	X	X	X	X																												
adquisición de buses eléctricos																				X	X	X	X	X	X																					
FASE DE FUNCIONAMIENTO																																														
O&M																																				X	X	X	X	X	X					

Fuente: Elaboración propia.

5.9.3. PLANTEAMIENTO DEL SERVICIO.

El servicio que se pretende atender es el transporte del alumnado que residen en las periferias y/o cercanías del campus universitario, esto mediante la implementación de transporte por medio de buses eléctricos; incluyendo atender las necesidades de carga de los posibles autos eléctricos o híbridos con los que cuenten el personal universitario, esto siendo un piloto. En cuyo caso se tenga una buena acogida, se podría implementarse otras estaciones de carga, que no son parte de los alcances de esta investigación.

5.9.3.1. RESUMEN DE LA ALTERNATIVA PLANTEADA.

En el siguiente cuadro se detalla el costo de inversión por la adquisición de los buses de suministro eléctrico, así como los súper cargadores, se consideró también el porcentaje de los gastos de gestión de la implementación del servicio.

Tabla N° 5.16

Costo de inversión de implementación.

COSTOS DE INVERSIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN				
	UND	CANT	P/U	Sub Total
Super Cargadores	UND	2	S/ 180,000.00	S/ 360,000.00
Buses Electricos	UND	2	S/ 458,000.00	S/ 916,000.00
Gastos Administrativos	GLB	1	-	S/ 127,600.00
TOTAL				S/ 1,403,600.00

Fuente: Elaboración propia.

No Incluye IGV

Las Partidas, Incluyen, Suministro, Transporte, Montaje y Pruebas.

Tabla N° 5.17

Costo de operación.

COSTOS DE OPERACIÓN				
	UND	CANT	P/U	Sub Total
ENERGIA ANUAL	GLB	2	85,040.00	170,080.00
TOTAL				S/ 170,080.00

Fuente: Elaboración propia.

Incluido IGV

Las Partidas, Incluyen, Suministro, Transporte, Montaje y Pruebas.

No considera personal operativo, ya que en la actualidad se tiene personal asignado.

Tabla N° 5.18

Costo de mantenimiento.

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
	UND	CANT	P/U	Sub Total
MANTTO. BUS ANUAL	GLB	2	16,000.00	32,000.00
MANTTO. ESTACIONES ANUAL	GLB	2	5,500.00	11,000.00
TOTAL				S/ 32,000.00

Fuente: Elaboración propia.

5.9.4. DETERMINACIÓN DE LA BRECHA DE OFERTA Y DEMANDA

5.9.4.1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL SERVICIO.

Los servicios que se intervendrá con la implementación técnica planteada por el trabajo de investigación serán de “SERVICIO DE TRANSPORTE ESTUDIANTIL SOSTENIBLE”. Es decir, se brinda un servicio de transporte para el alumnado para el traslado inter sedes y a locaciones de aprendizaje.

La demanda del proyecto se encuentra enfocado en la población beneficiaria (estudiantes) que hará uso de los servicios; para ello es importante identificar a las poblaciones objetivo para así poder estimar los servicios demandados.

5.9.4.2. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DEL SERVICIO.

A partir de los capítulos propios de la investigación, se determina la población que demanda el servicio, la cual cumple la siguiente condición; estudiantes de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, conformada por todo el alumnado de la universidad, tanto en su sede central, como en las descentralizadas. La cual se estima para el 2023 un total de 21,218 estudiantes, para poder obtener la proyección de la demanda se tiene que hacer uso de las tasas de crecimiento establecidas por el INEI.

Según las publicaciones del Censo Nacional de Población y Vivienda 2017, del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, resultados definitivos de la Región Cusco, pudimos evidenciar tasas de crecimiento a nivel regional y provincial de 0.3 y 0.52 respectivamente, para el caso de la investigación, no se encontró información sobre dicha tasa. Para el presente estudio utilizamos la fórmula de tasa de crecimiento con el método geométrico $TC = ((Pt/Po)^{(1/T)}) - 1$, el

cual nos da los mismos resultados a nivel regional y provincial, aplicando la fórmula y utilizando indicadores del INEI de población censada rural del distrito de Cusco del 2017 y 2007 tenemos poblaciones de 108,798 y 114,630 respectivamente y un tiempo de 10 años por la diferencia de los censos, teniendo como resultado de 0.52, dicho resultado será utilizado para nuestras respectivas proyecciones por ser positivo.

Tabla N° 5.19

Tasa de crecimiento promedio anual.

Cuadro Cálculo de la tasa de Crecimiento			
AÑOS	DISTRITO DE CUSCO		
	TOTAL	URBANA	RURAL
2017	114,630		
2007	108,798		
TASA %	0.52%		

Fuente: INEI Censos Nacionales 2007 y 2017, estimación propia

Fuente: Elaboración propia- equipo consultor.

5.9.4.3. POBLACIÓN REFERENCIAL.

Comprende la población estudiantil de la UNSAAC, puesto que la ejecución de este servicio público-social estará beneficiando principalmente a los estudiantes de la UNSAAC según bienestar universitario, se tiene un total de alumnos al 2023 de 21,218.

Tabla N° 5.20

Población estudiantil UNSAAC 2023.

VARIABLE / INDICADOR	POBLACION UNIVERSITARIA	
	Cifras Absolutas	%
Población universitaria	21218.00	100
mujer	10715.09	50.5%
hombre	4209.00	19.8%

Fuente: Elaboración propia.

5.9.4.4. POBLACIÓN OBJETIVO.

Según las fuentes de información secundaria, se considera a la población afectada directa (población estudiantil). La población objetiva se ha identificado a aquella población que necesita servicios de transporte público para estudiantes, de manera gratuita.

El total de la población afectada asciende a beneficiarios, conformada por la población afectada directa en las diferentes sedes.

Tabla N° 5.21

Tabla de población objetivo del servicio.

POBLACIÓN OBJETIVO													
POBLACIÓN PROYECTADA DEL AMBITO DE OBJETIVO - POBLACION UNIVERSITARIA													
Año	Año 0 - 2023	Año 1- 2024	Año 2 - 2025	Año 3 - 2026	Año 4 - 2027	Año 5 - 2028	Año 6 - 2029	Año 7 - 2030	Año 8 - 2031	Año 9- 2032	Año 10 - 2033	Año 11 - 2034	Año 12 - 2035
Población Referencial	21,218	21,329	21,441	21,553	21,666	21,779	21,893	22,008	22,123	22,239	22,355	22,472	22,590

Fuente: Elaboración propia – equipo consultor.

5.9.4.5. DEMANDA DEL PROYECTO.

Para la estimación de la demanda de los servicios de transporte estudiantil

1. Existe interés de todos los estudiantes por los servicios transporte
2. Se ha obtenido la cantidad de jóvenes que necesitan moverse, al ser un servicio gratuito se debe considerar a toda la población estudiantil

Con esta información y en función a la población beneficiaria, se establece las necesidades de transporte estudiantil gratuito, promoviendo practicas sostenibles y eco amigables.

Tabla N° 5.22

Servicio que requerirá la población objetivo.

SERVICIO	POBLACIÓN OBJETIVO	UNIDAD DE MEDIDA
Servicio de transporte estudiantil	Jóvenes de todas las sedes de la UNSAAC	SERV. TRANSPOR X ALUMANO

Fuente: Elaboración propia.

5.9.4.6. DEMANDA SIN PROYECTO.

Es el nivel de demanda que existe para el servicio o recurso de transporte antes de que se haya implementado el proyecto específico, razón de la presente investigación. En el ámbito de la planificación de proyectos, es común realizar análisis de demanda para evaluar la viabilidad y la necesidad de llevar a cabo una iniciativa.

El presente trabajo de investigación presenta la proyección de la demanda de transporte de estudiantes universitarios de la UNSAAC, como se detalla a continuación.

Tabla N° 5.23

Demanda de transporte sin servicio.

Demanda													
Descripción	U.M.	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
SERVICIO DE TRANSPORTE ESTUDIANTIL	# DE SERVICIOS	42658	42881	43106	43332	43559	43787	44016	44246	44478	44711	44945	45180
	beneficiarios	21329	21441	21553	21666	21779	21893	22008	22123	22239	22355	22472	22590

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5.24

Demanda de transporte con servicio.

Demanda													
Descripción	U.M.	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
SERVICIO DE TRANSPORTE ESTUDIANTIL	# DE SERVICIOS	42658	42881	43106	43332	43559	43787	44016	44246	44478	44711	44945	45180
	beneficiarios	21329	21441	21553	21666	21779	21893	22008	22123	22239	22355	22472	22590

Fuente: Elaboración propia.

5.9.4.7. ANÁLISIS DE LA OFERTA DEL SERVICIO.

Evaluar la capacidad de la UNSAAC para proporcionar servicios relacionados con el transporte de estudiantes. Este tipo de análisis es crucial para asegurar que la entidad sea capaz de cumplir con los requisitos de la implementación del servicio de manera efectiva y eficiente. Actualmente, la UNSAAC implementó 10 buses para optimizar el servicio de transporte de estudiantes, el cual se proyectó a una capacidad de 10,609 en el presente año 2023 y considerando que la universidad cuenta con 21,218 estudiantes, la oferta de servicio de transporte solo cobertura un servicio de transporte público, cuando el mínimo por estudiante es de 2 servicios (ida y vuelta).

Durante este análisis, se debe de considerar la oferta optimizada es la misma oferta que se tiene en una situación sin proyecto, es decir el estado actual en el que se encuentra el transporte público de estudiantes, etc. que beneficia a 10,609, jóvenes de la UNSAAC. En la actualidad existe el servicio de oferta optimizada en el presente proyecto.

Tabla N° 5.25

Oferta optimizada (oferta actual).

OFERTA SIN PROYECTO													
Descripción	U.M.	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
SERVICIO DE TRANSPORTE ESTUDIANTIL	# DE SERVICIOS	10665	10720	10776	10833	10890	10947	11004	11062	11119	11178	11236	11295

Fuente: Elaboración propia.

5.9.4.8. BRECHA DEL SERVICIO.

Diferencia entre la oferta actual de servicios de transporte para estudiantes y las necesidades o expectativas percibidas de los estudiantes. Esta brecha se manifiesta específicamente en el número de servicios de transporte de los jóvenes dentro del periodo de 1 año al hacer uso de los servicios en traslado de ida y de vuelta, y su identificación es esencial para mejorar la calidad y la eficiencia del transporte estudiantil.

A lo largo del horizonte de la evaluación del proyecto existe una brecha tal como se muestra en el cuadro siguiente, donde se identifica una brecha de atención en servicio de transporte estudiantil según si el estudiante ha recibido # de servicio en el año, como se observa en el numeral 4.6.11.7. de la oferta.

Tabla N° 5.26

Brecha de beneficiarios atendidos.

	BALANCE DE OFERTA - DEMANDA SIN PROYECTO							# DE POR ALUMNOS					
	AÑOS							N° de Beneficiarios					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
OFERTA (CANTIDAD DE ALUMNOS QUE RECIBEN SERVICIO DE TRANSPORTE UNIVERSITARIO	10609	10665	10720	10776	10833	10890	10947	11004	11062	11119	11178	11236	11295
demanda	21218	21329	21441	21553	21666	21779	21893	22008	22123	22239	22355	22472	22590
brecha	-10609	-10665	-10720	-10776	-10833	-10890	-10947	-11004	-11062	-11119	-11178	-11236	-11295

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5.27

Brecha de servicio.

Demanda													
Descripción	U.M.	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
SERVICIO DE TRANSPORTE ESTUDIANTIL	# DE SERVICIOS	42658	42881	43106	43332	43559	43787	44016	44246	44478	44711	44945	45180
	beneficiarios	21329	21441	21553	21666	21779	21893	22008	22123	22239	22355	22472	22590

OFERTA SIN PROYECTO													
Descripción	U.M.	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
SERVICIO DE TRANSPORTE ESTUDIANTIL	# DE SERVICIOS	10665	10720	10776	10833	10890	10947	11004	11062	11119	11178	11236	11295

BALANCE OFERTA - DEMANDA													
Descripción	U.M.	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
SERVICIO DE TRANSPORTE ESTUDIANTIL	# DE SERVICIOS	-31994	-32161	-32329	-32499	-32669	-32840	-33012	-33185	-33358	-33533	-33709	-33885

Fuente: Elaboración propia.

5.9.5. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

5.9.5.1. BENEFICIOS SOCIALES

En la situación sin proyecto, el servicio de transporte estudiantil, actualmente se ha realizado acciones de implementación mediante la adquisición de buses para el transporte. Los beneficios sin proyecto son mínimos, debido a que los rendimientos son 1 a 1 es decir un estudiante durante un año universitario solo accede a 1 servicio de transporte (sea de ida o de vuelta de su punto de origen), mientras el mínimo óptimo debe ser 1 a 2 es decir un estudiante debe acceder durante un año universitario a por lo menos 2 servicios de transporte (ida y vuelta).

5.9.5.2. COSTOS SOCIALES.

Los montos de inversión a precios sociales han sido transformados por los factores de corrección utilizados, según la distribución de bienes transables, materiales de origen nacional o

insumos no transables, mano de obra calificada y no calificada. A ello también se suma la tasa social de descuento de 8%.

A continuación, se presenta un resumen de los costos a precios sociales, en función a los Anexos N° 11 – Parámetros de Evaluación Social y Formato 06A – Ficha Técnica General simplificada del MEF:

Tabla N° 5.28

Factores de corrección.

FACTORES DE CORRECCION - ANEXO 11			
TASA SOCIAL	0.08	GESTION DEL PROYECTO	0.85
MANO DE OBRA CALIFICADA	0.79	EXP. TECNICO	0.85
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	0.42	SUPERVICION	0.85
INSUMOS NO TRANSABLES	0.85	LIQUIDACION	0.85

Fuente: Formato 06 – A del INVIERTE.PE

A continuación, se presenta un resumen del monto total de la inversión a precios de mercado transformados a precios sociales de forma desagregada por mano de obra calificada, no calificada, insumos nacionales e importados, por cada uno de sus componentes, todo ello utilizando los factores de corrección mencionados líneas arriba; a continuación, se muestran los cuadros de Alternativa única.

Tabla N° 5.29

Resumen de inversión única a precios de mercado y sociales.

A PRECIOS DE MERCADO					A PRECIOS SOCIALES					
8					PRESUPUESTO					
	UND	CANT	P/U	Sub Total		UND	CANT	FC	P/U	Sub Total
Super Cargadores	UND	2	S/ 180,000.00	S/ 360,000.00	Super Cargad	UND	2	0.79	S/ 180,000.00	S/ 284,400.00
Buses Electricos	UND	2	S/ 458,000.00	S/ 916,000.00	Buses Electri	UND	2	0.79	S/ 458,000.00	S/ 723,640.00
Gastos Administrativos	GLB	1	-	S/ 127,600.00	Gastos Admi	GLB	1	0.79	-	S/ 100,804.00
			TOTAL	S/ 1,403,600.00					TOTAL	S/ 1,108,844.00
No Incluye IGV Las Partidas, Incluyen, Suministro, Transporte, Montaje y Pruebas					No Incluye IGV Las Partidas, Incluyen, Suministro, Transporte, Montaje y Pruebas					
COSTOS DE OPERACIÓN					COSTOS DE OPERACIÓN					
	UND	CANT	P/U	Sub Total		UND	CANT	FC	P/U	Sub Total
ENERGIA ANUAL	GLB	2	85,040.00	170,080.00	ENERGIA AN	GLB	2	0.75	85,040.00	127,560.00
			TOTAL	S/ 170,080.00					TOTAL	S/ 127,560.00
Incluido IGV Las Partidas, Incluyen, Suministro, Transporte, Montaje y Pruebas. No considera personal operativo, ya que en la actualidad se tiene personal asignado					Incluido IGV Las Partidas, Incluyen, Suministro, Transporte, Montaje y Pruebas. No considera personal operativo, ya que en la actualidad se tiene personal asignado					
COSTOS DE MANTENIMIENTO					COSTOS DE MANTENIMIENTO					
	UND	CANT	P/U	Sub Total		UND	CANT	FC	P/U	Sub Total
MANTTO. BUS ANUAL	GLB	2	16,000.00	32,000.00	MANTTO. BU	GLB	2	0.75	16,000.00	24,000.00
MANTTO. ESTACIONES ANUAL	GLB	2	5,500.00	11,000.00	MANTTO. ESTACIONES ANUAL	GLB	2		5,500.00	11,000.00
			TOTAL	S/ 32,000.00					TOTAL	S/ 24,000.00

Fuente: Elaboración propia.

El monto a precios de mercado de la alternativa es de s/. 1,403,600 soles, que multiplicados por los factores de corrección tenemos un monto a precios sociales de 1,108,844.00 soles; tal como se aprecian en los cuadros siguientes.

5.9.5.3. INDICADORES DE RENTABILIDAD SOCIAL.

Se estimarán los indicadores de rentabilidad con la metodología efectividad- costo por ser netamente un servicio orientado a mejorar el bienestar y comodidad del estudiante.

5.9.5.4. METODOLOGIA: COSTO EFECTIVIDAD

Se utilizará la presente metodología de costo efectividad para determinar la evaluación social de la alternativa única y se actualizará el flujo neto a una tasa de descuento del 8% para

proyectos relacionados con la creación de servicios de transporte público, validado con anexo N° 11 (parámetros de evaluación social) (MEF, 2023).

Tabla N° 5.30

Resumen de inversión única a precios de mercado y sociales

RUBROS	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SITUACIÓN CON PROYECTO											
FASE DE EJECUCIÓN	S/. 1,108,844.00										
FASE DE FUNCIONAMIENTO											
Costos de Operación y Mantenimiento a PM		S/ 152,353.46	S/ 153,151.08	S/ 153,952.88	S/ 154,758.87	S/ 155,569.08	S/ 156,383.53	S/ 157,202.25	S/ 158,025.26	S/ 158,852.57	S/ 159,684.21
Costos de operación		S/ 128,227.82	S/ 128,899.13	S/ 129,573.96	S/ 130,252.32	S/ 130,934.23	S/ 131,619.71	S/ 132,308.78	S/ 133,001.46	S/ 133,697.77	S/ 134,397.72
Costos de mantenimiento		S/ 24,125.65	S/ 24,251.95	S/ 24,378.92	S/ 24,506.55	S/ 24,634.85	S/ 24,763.82	S/ 24,893.47	S/ 25,023.79	S/ 25,154.80	S/ 25,286.49
SITUACION SIN PROYECTO											
Costos de Operación y Mantenimiento a PM		S/ 172,232.75	S/ 173,134.44	S/ 174,040.85	S/ 174,952.01	S/ 175,867.94	S/ 176,788.67	S/ 177,714.21	S/ 178,644.60	S/ 179,579.86	S/ 180,520.02
Costos de operación		S/ 116,934.00	S/ 117,546.18	S/ 118,161.58	S/ 118,780.19	S/ 119,402.04	S/ 120,027.15	S/ 120,655.53	S/ 121,287.20	S/ 121,922.18	S/ 122,560.48
Costos de mantenimiento		S/ 55,298.75	S/ 55,588.26	S/ 55,879.28	S/ 56,171.82	S/ 56,465.90	S/ 56,761.52	S/ 57,058.68	S/ 57,357.40	S/ 57,657.69	S/ 57,959.54
COSTOS INCREMENTALES											
COSTOS INCREMENTALES	S/. 1,108,844.00	-S/ 19,879.28	-S/ 19,983.36	-S/ 20,087.98	-S/ 20,193.14	-S/ 20,298.86	-S/ 20,405.13	-S/ 20,511.96	-S/ 20,619.35	-S/ 20,727.29	-S/ 20,835.81

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5.31

Resumen de indicadores de evaluación social a precio de mercado.

A PRECIOS DE MERCADO	
NOMBRE DEL INDICADOR/ COSTO EFECTIVIDAD	ALTERNATIVA UNICA
INVERSIÓN	1,403,600
VACTS	625,603.87
POBLACIÓN	22,590
ICE	4,292.56

Fuente: Equipo consultor

Tabla N° 5.32

Resumen de indicadores de evaluación social a precio social.

A PRECIOS SOCIALES	
NOMBRE DEL INDICADOR/ COSTO EFECTIVIDAD	ALTERNATIVA UNICA
INVERSIÓN	1,108,844.00
VACTS	972,713.61
POBLACIÓN	22,590
ICE	43.06

Fuente: equipo consultor

El Método de Costo-Efectividad nos permite medir la eficiencia de la inversión a realizar en función al impacto o beneficios finales que percibe la población a la cual queremos atender, su indicador es el “indicador costo efectividad” (ICE) es una herramienta utilizada en la evaluación de proyectos de inversión pública para determinar la eficiencia de asignación de recursos. El ICE se calcula dividiendo el valor actual de los costos totales de la alternativa de servicio a implementar entre sus efectos o beneficios totales, es decir entre la cantidad de población que podrá tener acceso al servicio de transporte estudiantil de la UNSAAC, indistintamente de si desean o no usarlo, al ser un servicio de naturaleza gratuita. La fórmula general del ICE es la siguiente:

$$ICE = \frac{v_{ACT_s}}{pB}$$

Donde:

VACTS : compara el valor presente de los beneficios y costos asociados con un proyecto durante su vida útil. La VAN de los costos totales sociales se enfoca específicamente en evaluar la rentabilidad de los costos sociales asociados con un proyecto.

PB: Población que será beneficiada por el servicio o en su defecto los beneficios cuantificados que serán generados en la implementación.

Como se detalla en el cuadro anterior a precios sociales se tiene un indicador de costo efectividad de 43.06 soles por estudiante al año en transporte tomando en consideración el total de población que el servicio debe de atender el último año de la etapa de funcionamiento, es decir de 22,590 estudiantes (este análisis nos permite ver que si la implementación soportara el total de demandantes del servicio en el último año de funcionamiento), un ICE bajo indica una mayor eficiencia en la asignación de recursos, ya que significa que se están logrando más efectos por unidad de costo.

5.9.5.5. ANALISIS DE SENSIBILIDAD.

En la posible viabilidad de la presente investigación como un servicio público sostenible existe un grado de incertidumbre sobre los costos de inversión y de funcionamiento, la afectación de estas variables son la adquisición del personal, bienes y servicios para el tema de inversión y el tema de los precios de bienes y gastos de operación en la etapa de operación y funcionamiento.

El proyecto al ser evaluado bajo una metodología de costo – Efectividad colocamos rangos de variación muy significativos, por lo que realizamos variaciones hasta el 20% y -20%, pero se realiza dicha evaluación como resultado de cambios en las variables que influyen sobre los costos y beneficios considerados para el análisis de la alternativa, como se detalla en el siguiente cuadro alcanzando un VACTS 1,330,612.80 soles considerando el 20 % más y un VACTS de 887,075.20 soles considerando un -20%.

Tabla N° 5.33

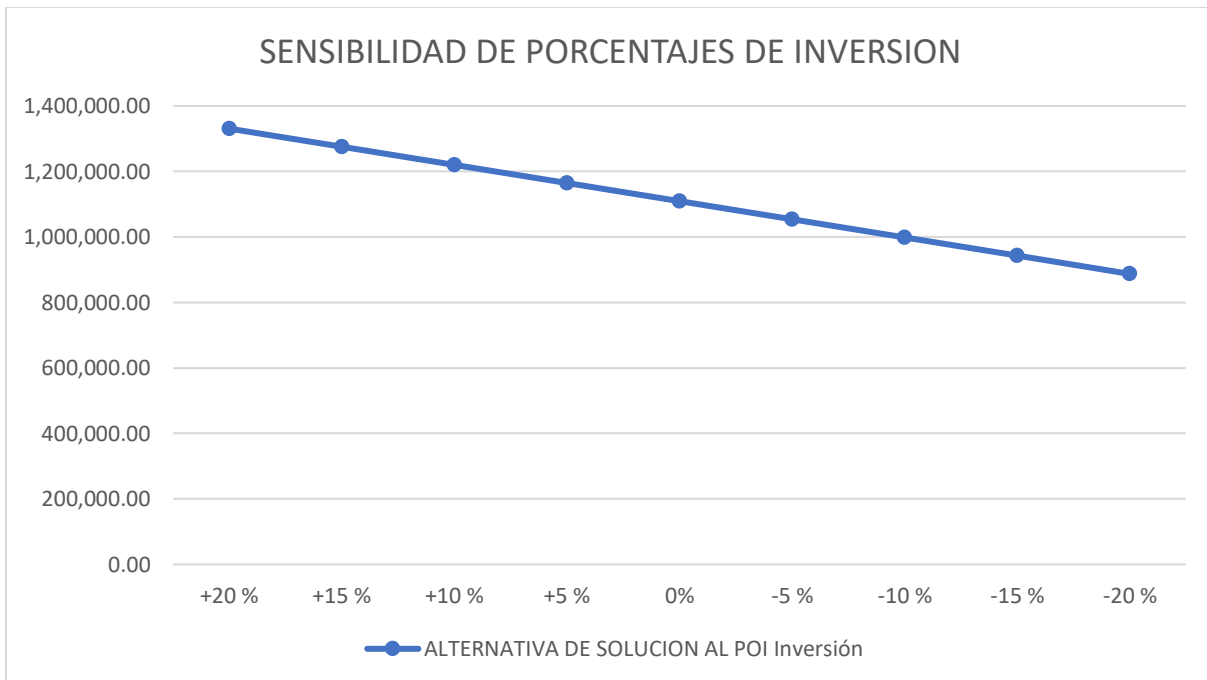
Análisis de sensibilidad a precios sociales.

ALTERNATIVA DE SOLUCION AL POI			
Variación %	Inversion	VACT	ICE
+20 %	1,330,612.80	903,301.77	39.99
+15 %	1,275,170.60	847,859.57	37.53
+10 %	1,219,728.40	792,417.37	35.08
+5 %	1,164,286.20	1,028,155.81	45.51
0%	1,108,844.00	972,713.61	43.06
-5 %	1,053,401.80	917,271.41	40.61
-10 %	997,959.60	570,648.57	25.26
-15 %	942,517.40	515,20637	22.81
-20 %	887,075.20	459,764.17	20.35

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 5.10

Sensibilidad de porcentajes de inversión.



Fuente: Elaboración propia.

5.9.6. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO V.

En el presente capítulo de esta investigación, respecto a la evaluación de las redes eléctricas de media tensión, se incluyó en las simulaciones dos SS.EE. ubicados en cada estacionamiento pre seleccionado, para el suministro de los Cargadores Eléctricos con una potencia instalada de 300KVA de acuerdo con el diseño conceptual; en ese aspecto se obtuvieron los siguientes resultados; **(1)** los valores de las tensiones en las barras de las subestaciones eléctricas no superan una variación de $\pm 5\%$ siendo los valores de tensión más bajos de 0.95PU; **(2)** para un escenario de máxima demanda, simulación de corto circuito trifásico, la barra con mayor valor de corto circuito se encuentra en la S.E. Puerta Principal con un valor de 102MVA; **(3)** respecto a las simulaciones de flujo de carga en un escenario de máxima demanda, el tramo de red con mayor valor de flujo de potencia es entre la barra de la S.E. Los Incas y la S.E. Puerta Principal (tramo de red que alimenta al campus de la UNSAAC), con un flujo de 4,153.7 KW, 654.7KVA, 240Amp., con una carga en la línea de 104.2%; al respecto, en este tramo de línea, en un escenario de máxima, se estaría sobrepasando el nivel de diseño de la red en un 4.2%, lo que representaría un riesgo de operación; por consiguiente, en caso se incorpore la electromovilidad en la UNSAAC, según las características de diseño indicadas, será pertinente la repotenciación de al menos este tramo de línea. Es menester precisar que este tipo de evaluaciones de diagnóstico previas, son necesarias e importantes, esto con el fin de incorporar en la elaboración de un futuro expediente técnico, acciones de mitigación o correctivas.

Ahora bien, respecto a la evaluación económica, se concluye lo siguiente: (1) se tomó como referencia la tipología B de horizonte de evaluación, planteado por el ministerio de economía y finanzas, puesto que la implementación dada por la concepción técnica tendrá un horizonte de 12 años, considerando 2 años de ejecución y 10 años de funcionamiento, por la naturaleza de la

concepción técnica (servicio de transporte mediante buses eléctricos), (2) El costo para la incorporación de la electromovilidad en el transporte de la UNSAAC, asciende a S/. 1,403,600.00, que incluyen 2 super cargadores, dos buses eléctricos, incluyendo obras complementarias y gastos administrativos; un gasto anual de energía de S/. 170,080.00; un OPEX de mantenimiento de S/. 32,000.00; una población universitaria objetivo bruta de entre 21 mil y 22 mil individuos. En ese aspecto se obtuvieron los siguientes resultados. (2) Haciendo uso del método Costo – Efectividad que permite determinar la evaluación social de la alternativa única y actualizando el flujo neto a una tasa de descuento del 8% para proyectos relacionados con la creación de servicios de transporte público, para una inversión de S/. 1,403,600 se obtuvieron los siguientes resultados: VACTS a precio de mercado 625,603.87, VACTS a precio social 972,713.61, indicador costo efectividad (ICE) a precio de mercado 4,292.56, (ICE) a precio social 43.06. En ese entender, a precios sociales se tiene un indicador de costo efectividad de 43.06 soles por estudiante al año en transporte, tomando en consideración el total de población que el servicio debe de atender el último año de la etapa de funcionamiento, es decir de 22,590 estudiantes (este análisis nos permite ver que si la implementación soportara el total de demandantes del servicio en el último año de funcionamiento), un ICE bajo indica una mayor eficiencia en la asignación de recursos, ya que significa que se están logrando más efectos por unidad de costo.

CONCLUSIONES GENERALES

- a) Respecto a las condiciones en la cuales se encuentran actualmente las redes eléctricas de media tensión en la ciudad universitaria de Perayoc; como resultado de la investigación, se ha determinado que las redes han sido repotenciadas, reemplazadas y/o reconfiguradas en su mayoría, cuyas obras culminaron el año 2018; al respecto, del análisis y simulaciones en el caso de mayor severidad (máxima demanda), se concluye que los valores de las tensiones en las barras de las subestaciones eléctricas no superan una variación de $\pm 5\%$, la barra con mayor valor de corto circuito se encuentra en la S.E. Puerta Principal; por otra parte, el tramo de red con mayor valor de flujo de carga es entre la barra de la S.E. Los Incas y la S.E. Puerta Principal, con un flujo de 3,646.7KW, 632.1KVA, 210Amp., con una carga en la línea de 91.4%. Si bien es cierto, no sobrepasa el 100% de su capacidad; no obstante, se encuentra cerca de la capacidad nominal, lo cual deja poco margen a una variación positiva en la demanda dentro de la Ciudad Universitaria de Perayoc.
- b) Como resultado de la presente investigación, se ha determinado la ingeniería básica conceptual respecto a los súper cargadores, como parte de la implementación de la electromovilidad en el sistema de transporte de la UNSAAC, los cuales estarán ubicados en tanto en el estacionamiento principal de la UNSAAC, cuya localización se encuentra muy próxima a los pabellones de Turismo y Ciencias Sociales, y la otra, contiguo al pabellón de Ingeniería Eléctrica, ya que ambas ubicaciones serían las más óptimas; asimismo en cada ubicación se ha considerado la instalación o el montaje de 2 súper cargadores de la marca INJET, modelo Ampax, de 240KW tipo Plug-In, de carga tanto rápida, como lenta, cada cargador con capacidad para un Bus Eléctrico, o para dos autos; en ese entender, el diseño servirá de precedente para una futura inversión, a nivel de idea o perfil.

c) Después de haber realizado el análisis y evaluación de las redes eléctricas en media tensión incorporando los súper cargadores, como resultado del mismo, se ha determinado que, las subestaciones con los valores o niveles de tensión bajos, se presentan en las subestaciones próximas a la ubicación eléctrica de los súper cargadores (SE Comedor Nuevo, SE Ing. Eléctrica, SE Ing. Electrónica, SE Ciencias de la Comunicación, SE Biblioteca Central), no obstante, no trasgreden el $\pm 5\%$ de variación de la tensión, encontrándose dentro del rango estipulado normativamente; respecto a la corriente de corto circuito, se observado un crecimiento de 94MVA a 100MVA, es decir de 6%, en la barra de referencia que corresponde a la barra de la subestación de la Puerta Principal. Asimismo, respecto a los flujos de potencia en los tramos de líneas, que alimentan las nuevas subestaciones donde se incorporó los súper cargadores, no se ha identificado que alguna sobrepase su cargabilidad de diseño; no obstante, es imperativo indicar que, el tramo de red entre la Barra los Incas - S.E. Puerta Principal, alcanza un flujo de potencia activa de 4,153.7KW, 654.7KVA, 240Amp., logrando una carga del 104.2% de la capacidad del tramo de línea. Por consiguiente, en el escenario de máxima demanda (escenario más severo), este tramo de línea sobrepasaría el 100% de capacidad de diseño; en ese aspecto, si correspondería la repotenciación de este tramo de línea.

Finalmente, respecto al análisis y evaluación de la redes eléctricas en media tensión de la UNSAAC, con la incorporación o integración de la electromovilidad en su sistema de transporte, se ha concluido que esta si afectaría la operación, sobrepasando capacidad de la red entre la Barra los Incas - S.E. Puerta Principal, todo ello visto en las tablas N° 4.5; en ese entender es factible su integración, no obstante, previa repotenciación del tramo que presenta problemas de sobre carga en máxima demanda; ahora bien, se ha presentado una evaluación económica – social del proyecto

para tal efecto, teniendo como referencia el presente estudio para formulación de la idea o perfil, en el marco del sistema Invierte.PE.

RECOMENDACIONES

- a) Es claro entender el crecimiento de la demanda de la carga eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc del Cusco, como el resultado del trabajo de tesis, se ha determinado que las redes han sido repotenciadas, reemplazadas y reconfiguradas en su mayoría por la demanda de carga eléctrica que actualmente requiere la Ciudad Universitaria de Perayoc. Por esta razón es recomendable la implementación o integración de la electromovilidad en su sistema de transporte universitario, se puede notar claramente que no afectaría las redes de media tensión por una sobrecarga, el estudio del trabajo de tesis demuestra que no sobrepasaría las capacidades de las redes eléctricas de media tensión y claramente la electromovilidad brindaría grandes beneficios a la población universitaria y docencia universitaria por la implementación de nuevas tecnologías.
- b) Por los resultados obtenidos en el presente trabajo de tesis, es conveniente poner atención a los resultados de flujo de potencia obtenidos en máxima demanda, por el cual se llega a la conclusión que el tramo de 70 mm² entre la Barra los Incas - S.E. Puerta Principal, habiendo alcanzado, (según las simulaciones) el 104.2% de capacidad de la línea. Por lo expuesto, sería recomendable repotenciar y/o reemplazar dicho tramo antes de la implementación de súper cargadores en la UNSAAC.
- c) Es necesario la implementación de los cargadores a mediano y si es posible a corto plazo en nuestra casa de estudios ya que la tecnología de la electromovilidad y los vehículos eléctricos ya son una realidad en nuestro país y región, es así que sería interesante e importante que la ciudad universitaria de Perayoc sea pionera en la implementación de estas tecnologías y así permitir el desarrollo de nuestra ciudad en este rubro del transporte

que es tan importante, más aún por el impacto económico que causaría en los usuarios finales.

- d) La autoridad universitaria debería de propender a la adquisición de vehículos eléctricos por todas las ventajas y facilidades demostradas en el presente trabajo de tesis, asegurando así la implementación de nuevas tecnologías, más aun tratándose de una institución de formación científica la cual está llamada a ser piloto en el desarrollo tecnológico de nuestra región y a su vez demostrar, disfrutar y probar las ventajas que nos brinda este nuevo sistema de transporte con el uso de la energía eléctrica denominado electromovilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] John J. Grainger - William D. Stevenson, Jr (1985) "ANÁLISIS DE SISTEMAS DE POTENCIA".
- [2] Ascarza, J. L. (2017). "Energía Limpia y Cero Emisión. Cusco: Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco".
- [3] Osinergmin. (2019). "ELECTROMOVILIDAD Conceptos, políticas y lecciones aprendidas para EL PERÚ".
- [4] Daniel Schmerler Vainstein Presidente de Osinergmin (2018). "Electromovilidad: Retos y Perspectivas".
- [5] Daniel Pérez Jaramillo - María Clara Gutiérrez (2019). "ELECTROMOVILIDAD - PANORAMA ACTUAL EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE".
- [6] ARDANUY INGENIERÍA, S.A. (2019). "La electromovilidad en el transporte público en América Latina".
- [7] Fernando Hugo Cerna Chorres Director General de la Dirección General de Políticas y Regulación en Transporte Multimodal (2019). "PANORAMA DE ELECTROMOVILIDAD EN EL PERÚ".
- [8] Gianni López - Sebastián Galarza Programa de las Naciones Unidas (2016). "MOVILIDAD ELÉCTRICA OPORTUNIDADES PARA LATINOAMÉRICA".
- [9] Nicolás García Bernal Comisión de Transporte (2019). "Electromovilidad Tendencias y experiencia nacional e internacional".
- [10] Prof Francisco Gonzalez-Longatt PhD (2020). "Programación usando DigSILENT Programming Language (DPL)".

- [11] Dr. Jairo Quirós Tortós coordina el EPER-Lab UCR (2019) "laboratorio en el que se desarrollan proyectos de investigación relacionados con la movilidad eléctrica".
- [12] Wilder Lenin Alvear Muevecela (2019) "Diseño del sistema eléctrico en baja tensión para estaciones de carga de autobuses eléctricos".
- [13] Matías Alejandro Molina Delgado (2018) "CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE BUSES ELÉCTRICOS BYD MODELO K9FE".
- [14] RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 026-2019-MINEM/DGEE (2019) "Disposiciones para Facilitar el Desarrollo del Mercado de Vehículos Eléctricos e Híbridos y su Infraestructura de Abastecimiento".
- [15] RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 250-2019-MINEM/DM (2019) "Autorizan publicación de proyecto de Decreto Supremo que aprueba “Disposiciones para facilitar el desarrollo del mercado de vehículos eléctricos e híbridos y su infraestructura de Abastecimiento”
- [16] Dr. Roberto Hernández Sampieri - Dr. Carlos Fernández Collado - Dra. María del Pilar Baptista Lucio " METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN".
- [17] Alex Kraus - IEEE (2011) "E-mobility - making the future safe".
- [18] Eline Kleiwegt and Zofia Lukszo – IEEE (2012) "Grid Impact Analysis of Electric Mobility on a Local Electricity Grid".
- [19] Matthias D. Galus, Rashid A. Waraich, Fabrizio Noembrini, Karel Steurs, Gil Georges, Konstantinos Boulouchos, Kay W. Axhausen, and Göran Andersson – IEEE (2012) "Integrating Power Systems, Transport Systems and Vehicle Technology for Electric Mobility Impact Assessment and Efficient Control".
- [20] Stephan Schickram, Marco Weber - Prof. Dr.-Ing. Markus Lienkamp – IEEE (2013) "Electromobility Potential Index".

- [21] G. Maarten Bonnema - Gerrit Muller - Lisette Schuddeboom – IEEE (2015) "Electric Mobility and Charging: Systems of Systems and Infrastructure Systems".
- [22] Sriram Vaisambhayana - Anshuman Tripathi – IEEE (2017) "Study of Electric Vehicles Penetration in Singapore and its potential Impact on Distribution Grid".
- [23] Carlo Liberto - Gaetano Valenti, - Silvia Orchi, Maria - Lelli, Marialisa Nigro - Marina Ferrara – IEEE (2018) "The Impact of Electric Mobility Scenarios in Large Urban Areas: The Rome Case Study".
- [24] Gianni Campatelli - Filippo Benesperi - Riccardo Barbieri - Andrea Meneghin – IEEE (2019) "New business models for electric mobility".
- [25] Nicolae GOLOVANOV - Andrei MARINESCU – IEEE (2019) "Electromobility and Climate Change".
- [26] Sociedad de Tecnología Vehicular – IEEE (2015) "Especificaciones técnicas estándar IEEE de un cargador rápido de CC para uso con vehículos eléctricos".
- [27] Campatelli et al. (2014) . "IEEE 2019-05 - Electromobility and Climate Change".
- [28] Jens Schmutzler - Claus Amtrup Andersen - Christian Wietfeld (2013) "Evaluation of OCPP and IEC 61850 for Smart Charging Electric Vehicles".
- [29] Prof. Henning Kagermann (2020) " The German Standardisation Roadmap Electric Mobility 2020".
- [30] Peter Van den Bossche - Noshin Omar - Joeri Van Mierlo (2010) "Trends and Development Status of IEC Global Electric Vehicle Standards".

WEBGRAFÍA

- https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_combusti%C3%B3n_interna#:~:text=La%20eficiencia%20o%20rendimiento%20medio,se%20transforma%20en%20energ%C3%ADa%20mec%C3%A1nica.
- <https://news.uga.edu/electric-buses-to-arrive-on-campus/>
- <https://news.uga.edu/electric-buses-transform-ugas-transit-system/>
- <https://today.duke.edu/2021/01/new-electric-buses-roll-campus-roads>
- <https://www.usf.edu/administrative-services/news/2021/2021-04-usf-rolls-out-first-electric-bus.aspx>
- <https://news.harvard.edu/gazette/story/2021/02/electric-buses-put-harvard-on-road-to-fossil-fuel-free-future/>
- <https://www.smartcitiesworld.net/news/news/autonomous-service-launched-at-second-french-university-3688>
- <https://www.zdnet.com/article/singapore-university-partners-volvo-to-pilot-full-size-autonomous-electric-bus/>
- <https://energia.gob.cl/electromovilidad/recursos-e-informacion-tecnica/cargadores-para-buses-electricos>
- [https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/buses-electricos-en-el-transporte-publico-una-opcion-realista-para-avanzar-los-compromisos-climaticos-en-lac/.](https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/buses-electricos-en-el-transporte-publico-una-opcion-realista-para-avanzar-los-compromisos-climaticos-en-lac/)
- <https://diariodetransporte.com/2021/09/el-autobus-electrico-ecitaro-de-mercedes-con-un-sistema-de-pantografo-invertido-fotos/>
- [https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/carga-inalambrica-autobuses-electricos-tan-solo-minutos-es-realidad/20180420135910018925.html.](https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/carga-inalambrica-autobuses-electricos-tan-solo-minutos-es-realidad/20180420135910018925.html)

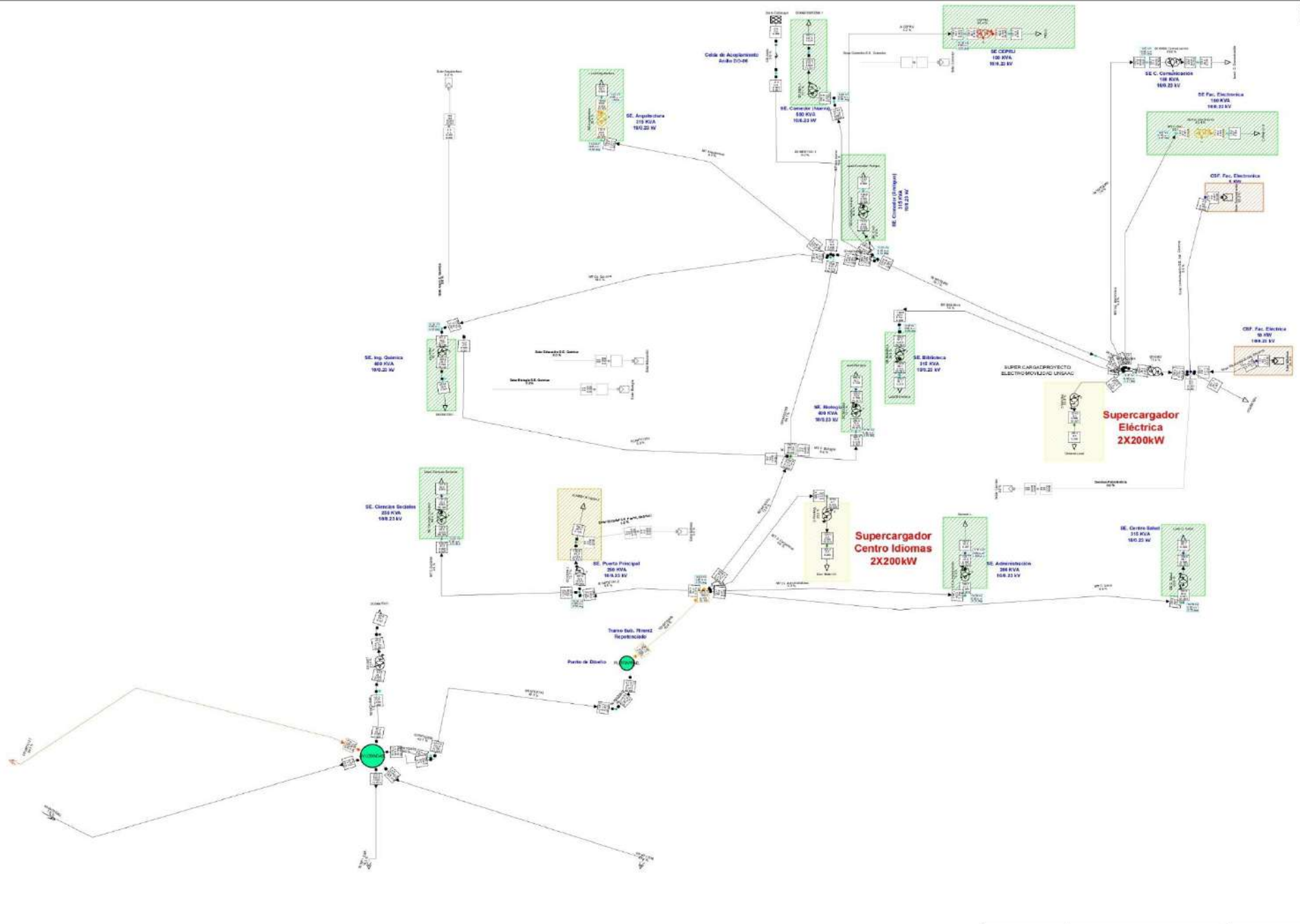
- <https://energia.gob.cl/electromovilidad/recursos-e-informacion-tecnica/cargadores-para-buses->
- <https://news.uga.edu/electric-buses-to-arrive-on-campus/>
- <https://news.uga.edu/electric-buses-transform-ugas-transit-system/>
- <https://today.duke.edu/2021/01/new-electric-buses-roll-campus-roads>
- <https://www.usf.edu/administrative-services/news/2021/2021-04-usf-rolls-out-first-electric-bus.aspx>
- <https://news.harvard.edu/gazette/story/2021/02/electric-buses-put-harvard-on-road-to-fossil-fuel-free-future/>
- <https://www.smartcitiesworld.net/news/news/autonomous-service-launched-at-second-french-university-3688>
- <https://www.zdnet.com/article/singapore-university-partners-volvo-to-pilot-full-size-autonomous-electric-bus/>

ANEXOS

- ANEXO 1: SIMULACIÓN EN DIGSILENT CON LA IMPLEMENTACIÓN DE SUPER CARGADORES – UNSAAC.
- ANEXO 2: RESULTADOS DE DIGSILENT DEL CÁLCULO DEL FLUJO DE CARGA - ELECTRO SUR S.A.A.
- ANEXO 3: RESULTADO DE MATLAB DEL CÁLCULO MANUAL DE FLUJO DE POTENCIA.
- ANEXO 4: SOLICITUD DE INFORMACIÓN DE DATOS TÉCNICOS - ELECTRO SUR S.A.A.
- ANEXO 5: PLANOS DE LA RED PRIMARIA Y SS.EE DE DISTRIBUCIÓN Y DIAGRAMAS UNIFILARES EN GABINETE DE BAJA TENSIÓN SS.EE TIPO CASETA – UNSAAC.
- ANEXO 6: PARÁMETROS DE CORTOCIRCUITO - S.E. DOLORESPATA Y UNSAAC.
- ANEXO 7: SOLICITUD DE INFORMACIÓN DE DATOS TÉCNICOS DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN– UNSAAC.
- ANEXO 8: PLANOS DE RENOVACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC – UNSAAC.
- ANEXO 9: SOLICITUD DE ACCESO A LAS SUBESTACIONES DEL PABELLÓN DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y CIENCIAS SOCIALES PARA SU MONITOREO Y TOMA DE DATOS MEDIANTE ANALIZADORES DE REDES – DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN – UNSAAC.
- ANEXO 10: SOLICITUD DE INFORMACIÓN Y DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA.
- ANEXO 11: ENCUESTA SUPERVISADA Y PROBADA POR DRA. CELINA LUIZAR OBREGÓN MIEMBRO DEL REGISTRO NACIONAL DE CIENTÍFICOS, TECNOLÓGICOS Y DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA RENACYT Y EL DESARROLLO, TRATAMIENTO Y RESULTADO ESTADÍSTICO DE LAS ENCUESTAS FUE SUPERVISADO POR EL INGENIERO ESTADISTICO DOCTOR WILSON JHON MOLLOCORDO FLORES CON COESPE N° 1172.

- ANEXO 12: ESTADO DE CUENTA DEL SUMINISTRO UNSAAC – ELECTRO SUR ESTE S.A.A.
- ANEXO 13: INFORME DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL TRANSPORTE ELÉCTRICO – UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES – EQUIPO DE TRANSPORTES.
- ANEXO 14: SOLICITUD DE INFORMACIÓN Y RELACIÓN DE VEHÍCULOS DE LA UNSAAC – ÁREA DE PATRIMONIO
- ANEXO 15: SOLICITUD DE COSTO DE MANTENIMIENTO Y COMBUSTIBLE DE UNIDADES VEHÍCULOS DE LA UNSAAC – ÁREA DE PATRIMONIO.
- ANEXO 16: SOLICITUD DE ADQUISICIÓN DE VEHÍCULOS PARA EL ÁREA DE TRANSPORTE – UNSAAC.
- ANEXO 17: MAPAS DE LA RED PRIMARIA DE DOLORES PATA Y DIAGRAMAS UNIFILARES DE DOLORESPATA Y QUENCORO - GERENCIA DE OPERACIONES ELSE.
- ANEXO 18: FOTOGRAFÍAS DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LOS - UNIDADES VEHICULARE - DIGA A.A.S.A. EQUIPO DE TRANSPORTE.

ANEXO-1



Load Flow Software	PowerFactory
Author	Frank UNSAAC
Software Version	16.1.7
Software Magnitude	[kVA] Active Power [kW]
Software Magnitude	[kV] Reactive Power [kVAr]
Software Magnitude	[kV] Voltage Magnitude [kV]

PowerFactory 16.1.7	INVESTIGACION - ELECTRO MOVILIDAD	Project: TESIS
	SUPER CARGADORES UNSAAC FLUJO DE POTENCIA	Graphic: Frank UNSAAC
	FRANK PAREJA & JAVIER UACAC	Date: 11/15/2023
		Author:

ANEXO-2

Flujo Con Super Cargadores

				DigSILENT PowerFactory 15.1.7	Project: date: 3/15/2024		
Load Flow Calculation				Total System Summary			
AC Load Flow, unbalanced, 3-phase (ABC) Automatic Tap Adjust Of Transformers Consider Reactive Power Limits			No No	Automatic Model Adaptation for Convergence Max. Acceptable Load Flow Error for Nodes Model Equations		No 1.00 kVA 0.10 %	
Total System Summary				Study Case: MXAVE18-Ajuste Tierra Actul		Annex: / 1	
No. of Substations	77	No. of Busbars	4402	No. of Terminals	631	No. of Lines	3098
No. of 2-w Trfs.	1463	No. of 3-w Trfs.	3	No. of syn. Machines	0	No. of asyn.Machines	2
No. of Loads	1456	No. of Shunts	2	No. of SVS	0		
Generation	=	0.00 kW	0.00 kvar	0.00 kVA			
External Infeed	=	0.00 kW	-0.00 kvar	0.00 kVA			
Load P(U)	=	0.00 kW	0.00 kvar	0.00 kVA			
Load P(Un)	=	0.00 kW	0.00 kvar	0.00 kVA			
Load P(Un-U)	=	0.00 kW	0.00 kvar				
Motor Load	=	0.00 kW	0.00 kvar	0.00 kVA			
Grid Losses	=	0.00 kW	0.00 kvar				
Line Charging	=		0.00 kvar				
Compensation ind.	=		0.00 kvar				
Compensation cap.	=		0.00 kvar				
Installed Capacity	=	0.00 kW					
Spinning Reserve	=	0.00 kW					
Total Power Factor:							
Generation	=	0.00	0.00 [-]				
Load/Motor	=	0.00 / 0.00	[-]				

				DigSILENT PowerFactory 15.1.7	Project: date: 3/15/2024					
Load Flow Calculation				Busbars/Terminals						
AC Load Flow, unbalanced, 3-phase (ABC) Automatic Tap Adjust Of Transformers Consider Reactive Power Limits			No No	Automatic Model Adaptation for Convergence Max. Acceptable Load Flow Error for Nodes Model Equations		No 1.00 kVA 0.10 %				
Grid: D0-QU				System Stage: D0-QU		Study Case: MXAVE18-Ajuste Tierra Actul Annex: / 1				
rated voltage [kv]	[p.u.]	Bus-voltage [kv]	[deg]	Active Power [kw]	Reactive Power [kvar]	Power Factor [-]	Current [kA]	Loading [%]	Additional data	
Double Busbar										
QUENCORO 138KV										
	0.94	75.17	-9.69							
	0.94	75.12	-129.69							
	0.94	75.14	110.35							
Cubicle/Coup CB0										
				A -10465.04	-4823.37	-0.91	0.15	0.00		
				B -10503.27	-5028.24	-0.90	0.16	0.00		
				C -10300.82	-4970.90	-0.90	0.15	0.00		
Cub_1 /Tr3 TR 01 138/34.										
				A 7381.66	3415.13	0.91	0.11	110.01	Tap: -2.00	Min: -8 Max: 8
				B 7407.34	3559.85	0.90	0.11	110.01		
				C 7264.98	3518.19	0.90	0.11	110.01		
Cub_1 /Tr3 TR 02 138/34.										
				A 3083.39	1408.25	0.91	0.05	144.89	Tap: -2.00	Min: -8 Max: 8
				B 3095.94	1468.39	0.90	0.05	144.89		
				C 3035.85	1452.72	0.90	0.04	144.89		
QUENCORO 138 KV										
	0.94	75.17	-9.69							
	0.94	75.12	-129.69							
	0.94	75.14	110.35							
Cub_1 /Vac QU										
				A -20326.17	3499.16	-0.99	0.27			
				B -20301.85	3523.51	-0.99	0.27			
				C -20338.81	3508.79	-0.99	0.27			
Cubicle/Coup CB0										
				A 10465.04	4823.37	0.91	0.15	0.00		
				B 10503.27	5028.24	0.90	0.16	0.00		
				C 10300.82	4970.90	0.90	0.15	0.00		
Cub_1 /Lne L 1002/2										
				A -19049.02	305.31	-1.00	0.25	72.43	Pv: 222.39 kw	cLOd:428.96 kvar L: 23.70 km
				B -19036.27	305.91	-1.00	0.25	72.43	Pv: 222.39 kw	cLOd:428.39 kvar

				DigSILENT PowerFactory 15.1.7	Project: date: 3/15/2024					
Grid: D0-QU				System Stage: D0-QU		Study Case: MXAVE18-Ajuste Tierra Actul Annex: / 2				
rated voltage [kv]	[p.u.]	Bus-voltage [kv]	[deg]	Active Power [kw]	Reactive Power [kvar]	Power Factor [-]	Current [kA]	Loading [%]	Additional data	
Cub_1 /Lne L 1004										
				C -19043.17	294.58	-1.00	0.25	72.43	Pv: 222.40 kw	cLOd:428.67 kvar
				A -6652.83	355.74	-1.00	0.09	29.55	Pv: 9.58 kw	cLOd:149.40 kvar L: 8.34 km
				B -6654.54	368.34	-1.00	0.09	29.55	Pv: 9.60 kw	cLOd:149.20 kvar
				C -6664.90	352.84	-1.00	0.09	29.55	Pv: 9.62 kw	cLOd:149.30 kvar
Cub_1 /zpu CA-QU										
				A -230.70	10.98	-1.00	0.00			
				B -244.58	-59.07	-0.97	0.00			
				C -176.94	-36.31	-0.98	0.00			
Cub_1 /zpu MA-QU										
				A -4858.68	-1996.25	-0.92	0.07			
				B -4869.75	-2119.92	-0.92	0.07			
				C -4754.64	-2073.22	-0.92	0.07			

ANEXO-3

CÁLCULO MANUAL DE FLUJO DE POTENCIA

Teniendo en consideración que el cálculo manual implica el cálculo de un sistema de al menos 15 barras contando las barras de las redes de la UNSAAC, en vez de utilizar un calculador como es el HP 50G, se ha utilizado el Matlab.

A continuación, se presenta el desarrollo del flujo de potencia validando el cálculo en digilent, en el escenario de máxima demanda, sin super cargadores.

Datos Generales

POTENCIA BASE	5 [MVA]
TENSIÓN BASE	10.5 [KV]
IMPEDANCIA BASE	22.05 [Ω]

MÉTODO: Newton Raphson

Datos de Barra

BARRA	DETALLE	TIPO	TENSIÓN	ÁNGULO	POTENCIA		
					ACTIVA (MW)	REACTIVA (MVAR)	APARENTE (MVA)
BUS 1	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	SLACK	10.5	0			
BUS 2	S.E. Puerta Principal	CARGA			0.226	0.032	0.228
BUS 3	S.E. Administración	CARGA			0.184	0.026	0.186
BUS 4	S.E. Centro de Salud	CARGA			0.281	0.040	0.284
BUS 5	S.E. Cs. Sociales	CARGA			0.220	0.031	0.222
BUS 6	S.E. Biología	CARGA			0.358	0.051	0.362
BUS 7	S.E. Comedor Antiguo	CARGA			0.287	0.041	0.290
BUS 8	S.E. Ing. Química	CARGA			0.340	0.048	0.343
BUS 9	S.E. Arquitectura	CARGA			0.291	0.042	0.294
BUS 10	S.E. Comedor Nuevo	CARGA			0.454	0.065	0.459
BUS 11	S.E. Centro Pre-U	CARGA			0.162	0.023	0.164
BUS 12	S.E. Ing. Eléctrica	CARGA			0.281	0.040	0.284
BUS 13	S.E. Ing. Electrónica	CARGA			0.130	0.019	0.131
BUS 14	S.E. Cs. Comunicación	CARGA			0.146	0.021	0.147
BUS 15	S.E. Biblioteca	CARGA			0.284	0.041	0.287

%	Bus	Type	Vsp	theta	PGi	QGi	PLi	QLi	Qmin	Qmax
%			pu	grados	MW	MVAR	MW	MVAR	MVAR	MVAR
busdat15 =	1	1	1.000	0	0	0	0	0	0	0
	2	3	1.000	0	0	0	0.226	0.0322	0	0
	3	3	1.000	0	0	0	0.184	0.0262	0	0
	4	3	1.000	0	0	0	0.281	0.0400	0	0
	5	3	1.000	0	0	0	0.220	0.0313	0	0
	6	3	1.000	0	0	0	0.358	0.0510	0	0
	7	3	1.000	0	0	0	0.287	0.0409	0	0
	8	3	1.000	0	0	0	0.340	0.0484	0	0
	9	3	1.000	0	0	0	0.291	0.0415	0	0
	10	3	1.000	0	0	0	0.454	0.0647	0	0
	11	3	1.000	0	0	0	0.162	0.0231	0	0
	12	3	1.000	0	0	0	0.281	0.0400	0	0
	13	3	1.000	0	0	0	0.130	0.0185	0	0
	14	3	1.000	0	0	0	0.146	0.0208	0	0
	15	3	1.000	0	0	0	0.284	0.0405	0	0

Datos de Línea Valores Reales

N°	BUS INICIO	BUS FIN	CÓDIGO DE RED	PARAMETROS DE LÍNEAS		
				R	X	Z
				OHM	OHM	OHM
1	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	S.E. Puerta Principal	RP-001	0.064457	0.025734	0.069408
2	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Administración	RP-002	0.155104	0.034332	0.158858
3	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Centro de Salud	RP-003	0.188640	0.041755	0.193206
4	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Cs. Sociales	RP-004	0.053448	0.011830	0.054741
5	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Biología	RP-005	0.030820	0.012305	0.033186
6	Nodo S.E. Biología	S.E. Comedor Antiguo	RP-006	0.070723	0.028237	0.076152
7	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Química	RP-007	0.037466	0.008293	0.038373
8	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Arquitectura	RP-008	0.055020	0.012179	0.056351
9	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Comedor Nuevo	RP-009	0.124188	0.027489	0.127194
10	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Centro Pre-U	RP-010	0.119472	0.026445	0.122364
11	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Eléctrica	RP-011	0.108992	0.024125	0.111630
12	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Ing. Electrónica	RP-012	0.028820	0.006379	0.029518
13	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Cs. Comunicación	RP-013	0.068120	0.015078	0.069769
14	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Biblioteca	RP-014	0.066548	0.014730	0.068159

Datos de Línea Valores P.U.

N°	BUS INICIO	BUS FIN	CÓDIGO DE RED	PARAMETROS DE LÍNEAS		
				R	X	Z
				P.U.	P.U.	P.U.
1	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	S.E. Puerta Principal	RP-001	0.002923	0.001167	0.003148
2	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Administración	RP-002	0.007034	0.001557	0.007204
3	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Centro de Salud	RP-003	0.008555	0.001894	0.008762
4	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Cs. Sociales	RP-004	0.002424	0.000537	0.002483
5	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Biología	RP-005	0.001398	0.000558	0.001505
6	Nodo S.E. Biología	S.E. Comedor Antiguo	RP-006	0.003207	0.001281	0.003454
7	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Química	RP-007	0.001699	0.000376	0.001740
8	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Arquitectura	RP-008	0.002495	0.000552	0.002556
9	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Comedor Nuevo	RP-009	0.005632	0.001247	0.005768
10	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Centro Pre-U	RP-010	0.005418	0.001199	0.005549
11	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Eléctrica	RP-011	0.004943	0.001094	0.005063
12	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Ing. Electrónica	RP-012	0.001307	0.000289	0.001339
13	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Cs. Comunicación	RP-013	0.003089	0.000684	0.003164
14	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Biblioteca	RP-014	0.003018	0.000668	0.003091

Datos de Línea en Matlab.

```
%      | From | To | R | X |
%      | Bus  | Bus| pu| pu|
linedat15 = [ 1  2  0.0029  0.0011
              2  3  0.0070  0.0015
              2  4  0.0085  0.0018
              2  5  0.0024  0.0005
              2  6  0.0013  0.0005
              6  7  0.0032  0.0012
              7  8  0.0016  0.0003
              7  9  0.0024  0.0005
              7 10  0.0056  0.0012
              7 11  0.0054  0.0011
              7 12  0.0049  0.0010
             12 13  0.0013  0.0002
             12 14  0.0030  0.0006
             12 15  0.0030  0.0006
```


Matriz Y Bus.

Y =

Columns 1 through 6

301.46 -	114.35i	-301.46 +	114.35i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
-301.46 +	114.35i	1620.1 -	508.38i	-136.59 +	29.268i	-112.6 +	23.844i	-399.33 +	83.195i	-670.1 +	257.73i
0 +	0i	-136.59 +	29.268i	136.59 -	29.268i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	-112.6 +	23.844i	0 +	0i	112.6 -	23.844i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	-399.33 +	83.195i	0 +	0i	0 +	0i	399.33 -	83.195i	0 +	0i
0 +	0i	-670.1 +	257.73i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	544.08 -	360.47i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	-273.97 +	102.74i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i

Columns 7 through 12

0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
-273.97 +	102.74i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
1821.5 -	411.93i	-603.77 +	113.21i	-399.33 +	83.195i	-170.73 +	36.585i	-177.81 +	36.22i	-195.92 +	39.984i
-603.77 +	113.21i	603.77 -	113.21i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
-399.33 +	83.195i	0 +	0i	399.33 -	83.195i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
-170.73 +	36.585i	0 +	0i	0 +	0i	170.73 -	36.585i	0 +	0i	0 +	0i
-177.81 +	36.22i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	177.81 -	36.22i	0 +	0i
-195.92 +	39.984i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	1588.4 -	283.8i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	-751.45 +	115.61i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	-320.51 +	64.103i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i	-320.51 +	64.103i

Columns 13 through 15

0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	0 +	0i
-751.45 +	115.61i	-320.51 +	64.103i	-320.51 +	64.103i
751.45 -	115.61i	0 +	0i	0 +	0i
0 +	0i	320.51 -	64.103i	0 +	0i
0 +	0i	0 +	0i	320.51 -	64.103i

JACOBIANO DE LA ULTIMA ITERACIÓN (3/3).

J =

Columns 1 through 13

508.38	-29.268	-23.844	-83.195	-257.73	0	0	0	0	0	0	0	0
-29.268	29.268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-23.844	0	23.844	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-83.195	0	0	83.195	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-257.73	0	0	0	360.47	-102.74	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-102.74	411.93	-113.21	-83.195	-36.585	-36.22	-39.984	0	0
0	0	0	0	0	-113.21	113.21	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-83.195	0	83.195	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-36.585	0	0	36.585	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-36.22	0	0	0	36.22	0	0	0
0	0	0	0	0	-39.984	0	0	0	0	283.8	-115.61	-64.103
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-115.61	115.61	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-64.103	0	64.103
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-64.103	0	0
-1620.1	136.59	112.6	399.33	670.1	0	0	0	0	0	0	0	0
136.59	-136.59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112.6	0	-112.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
399.33	0	0	-399.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
670.1	0	0	0	-944.08	273.97	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	273.97	-1821.5	603.77	399.33	170.73	177.81	195.92	0	0
0	0	0	0	0	603.77	-603.77	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	399.33	0	-399.33	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	170.73	0	0	-170.73	0	0	0	0
0	0	0	0	0	177.81	0	0	0	-177.81	0	0	0
0	0	0	0	0	195.92	0	0	0	0	-1588.4	751.45	320.51
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	751.45	-751.45	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320.51	0	-320.51
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320.51	0	0

Columns 14 through 26

0	1620.1	-136.59	-112.6	-399.33	-670.1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-136.59	136.59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-112.6	0	112.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-399.33	0	0	399.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-670.1	0	0	0	944.08	-273.97	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-273.97	1821.5	-603.77	-399.33	-170.73	-177.81	-195.92	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-603.77	603.77	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-399.33	0	399.33	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-170.73	0	0	170.73	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-177.81	0	0	0	177.81	0	0
-64.103	0	0	0	0	0	0	-195.92	0	0	0	0	1588.4	-751.45
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-751.45	751.45
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-320.51	0
64.103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-320.51	0
0	508.38	-29.268	-23.844	-83.195	-257.73	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-29.268	29.268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-23.844	0	23.844	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-83.195	0	0	83.195	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-257.73	0	0	0	360.47	-102.74	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-102.74	411.93	-113.21	-83.195	-36.585	-36.22	-39.984	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-113.21	113.21	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-83.195	0	83.195	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-36.585	0	0	36.585	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-36.22	0	0	0	36.22	0	0
320.51	0	0	0	0	0	0	-39.984	0	0	0	0	283.8	-115.61
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-115.61	115.61
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-64.103	0
-320.51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-64.103	0

FLUJOS DE POTENCIA (Barra Emisora)

FLUJO A TRAVES DE LAS LINEAS

lineas	Generacion	
	MW	Mvar

Sij =

(2,1)	-3.6443 -	0.51922i
(1,2)	3.6443 +	0.51937i
(3,2)	-0.184 -	0.0262i
(4,2)	-0.281 -	0.04i
(5,2)	-0.22 -	0.0313i
(6,2)	-2.7332 -	0.38948i
(2,3)	0.184 +	0.026201i
(2,4)	0.28101 +	0.040001i
(2,5)	0.22 +	0.0313i
(2,6)	2.7333 +	0.38952i
(7,6)	-2.3751 -	0.33841i
(6,7)	2.3752 +	0.33848i
(8,7)	-0.34 -	0.0484i
(9,7)	-0.291 -	0.0415i
(10,7)	-0.454 -	0.0647i
(11,7)	-0.162 -	0.0231i
(12,7)	-0.841 -	0.1198i
(7,8)	0.34 +	0.0484i
(7,9)	0.291 +	0.0415i
(7,10)	0.45401 +	0.064703i
(7,11)	0.162 +	0.0231i
(7,12)	0.84104 +	0.11981i
(13,12)	-0.13 -	0.0185i
(14,12)	-0.146 -	0.0208i
(15,12)	-0.284 -	0.0405i
(12,13)	0.13 +	0.0185i
(12,14)	0.146 +	0.0208i
(12,15)	0.284 +	0.0405i

Tabla N° 3.8 Valores de Flujo de Potencia (Digsilent) – Escenario Máxima Demanda. (visto desde la barra emisora)

N°	BUS INICIO	BUS FIN	TIPO DE RED	Flujo de Potencia (->)			
				P	Q	I	Load
				KW	KVAR	KA	%
1	Bus Los Incas (Pto. Diseño)	S.E. Puerta Principal	Subterráneo	3,646.7	632.1	0.210	91.4
2	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Administración	Subterráneo	184.9	31.8	0.011	6.6
3	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Centro de Salud	Subterráneo	281.1	45.8	0.016	10.2
4	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Cs. Sociales	Subterráneo	220.9	39.7	0.013	8.0
5	Nodo S.E. Puerta Principal	S.E. Biología	Subterráneo	2,724.3	472.0	0.157	68.5
6	Nodo S.E. Biología	S.E. Comedor Antiguo	Subterráneo	2,362.7	406.2	0.137	59.4
7	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Química	Subterráneo	341.3	61.7	0.020	12.4
8	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Arquitectura	Subterráneo	291.0	49.7	0.017	10.5
9	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Comedor Nuevo	Subterráneo	454.3	76.8	0.026	16.5
10	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Centro Pre-U	Subterráneo	162.0	25.9	0.009	5.9
11	Nodo S.E. Comedor Antiguo	S.E. Ing. Eléctrica	Subterráneo	823.1	143.3	0.048	34.8
12	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Ing. Electrónica	Subterráneo	125.7	22.9	0.007	4.6
13	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Cs. Comunicación	Subterráneo	146.7	26.0	0.009	5.3
14	Nodo S.E. Ing. Eléctrica	S.E. Biblioteca	Subterráneo	284.1	48.1	0.016	10.3

Según lo resaltado se puede observar la concordancia entre los valores calculados, por tanto, queda validado el cálculo manual y con software.

DATOS DE BARRA CALCULADOS MANUALMENTE.

Bus No	V pu	Angulo Degree	Inyeccion		Generacion		Carga	
			MW	MVar	MW	Mvar	MW	MVar
1	1.0000	0.0000	3.645	0.519	3.645	0.519	0.000	0.000
2	0.9999	-0.0014	-0.226	-0.032	-0.000	-0.000	0.226	0.032
3	0.9999	-0.0015	-0.184	-0.026	0.000	-0.000	0.184	0.026
4	0.9999	-0.0015	-0.281	-0.040	-0.000	0.000	0.281	0.040
5	0.9999	-0.0015	-0.220	-0.031	0.000	0.000	0.220	0.031
6	0.9999	-0.0019	-0.358	-0.051	-0.000	0.000	0.358	0.051
7	0.9998	-0.0029	-0.287	-0.041	-0.000	-0.000	0.287	0.041
8	0.9998	-0.0030	-0.340	-0.048	-0.000	-0.000	0.340	0.048
9	0.9998	-0.0030	-0.291	-0.042	0.000	-0.000	0.291	0.042
10	0.9997	-0.0030	-0.454	-0.065	0.000	-0.000	0.454	0.065
11	0.9998	-0.0030	-0.162	-0.023	-0.000	0.000	0.162	0.023
12	0.9997	-0.0031	-0.281	-0.040	-0.000	0.000	0.281	0.040
13	0.9997	-0.0031	-0.130	-0.019	0.000	-0.000	0.130	0.018
14	0.9997	-0.0031	-0.146	-0.021	-0.000	-0.000	0.146	0.021
15	0.9997	-0.0031	-0.284	-0.040	0.000	0.000	0.284	0.041
Total			0.001	0.000	3.645	0.519	3.644	0.519

ANEXO-4

Cusco 12 de Abril de 2022



Solicita: Información y Datos Técnicos.

Señor:

Ing. Oswaldo Bejar Alagón

Gerente de Operaciones – Electro Sur Este S.A.A.

Tengo el agrado de dirigirme a Ud., previo atento y cordial saludo, en mi calidad de Bachiller en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, para solicitarle tenga a bien proporcionarme Información y Datos Técnicos que detallo a continuación:

1. Plano de la red de media tensión del alimentador que suministra de energía a la UNSAAC y de ser el caso el punto donde cierra el anillo con otro alimentador. (De ser factible la ruta de las redes sobre una distribución catastral, el detalle técnico de los conductores, las longitudes de las redes, las subestaciones a las que la red suministra de energía, así como el detalle técnico de cada subestación y el consumo de energía en un escenario de máxima demanda.)
2. Plano de la red de media tensión de la UNSAAC. (De ser factible la ruta de las redes sobre una distribución catastral, el detalle técnico de los conductores, las longitudes de las redes, las subestaciones a las que la red suministra de energía, así como el detalle técnico de cada subestación y el consumo de energía en un escenario de máxima demanda.)
3. La potencia de corto circuito en la barra 10.5 Kv. de la Subestación Dolorespata, así como la demanda en cada alimentador 10.5kV, en un escenario de máxima demanda. De existir un nodo que cierre un anillo con otro alimentador, incluir la potencia de corto circuito en ese punto. Y el flujo de potencia a través del enlace en un escenario de máxima demanda.
4. La potencia de corto circuito, en el nodo que alimenta la red de la UNSAAC.

Mucho estimaré disponer se proceda a la atención de este requerimiento a razón de que la Información y Datos solicitados, son de carácter imprescindible para optar el Grado Académico de Ingeniero Electricista, dicha Información y Datos serán incluidos en la tesis denominada "INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD COMO CARGA EN LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC CUSCO" cuyo objetivo es el de Evaluar y analizar las redes eléctricas en media tensión, al integrar la electro movilidad como carga, en la Ciudad Universitaria de Perayoc de Cusco.

El Trabajo de Investigación cito en el párrafo anterior, será de gran utilidad y contribuirá con los estudiantes pre y post grado de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, al ser un trabajo realizado con Información fidedigna y Datos reales proporcionados por su despacho.

Agradeciendo la gentileza de su atención, quedo a la espera de su respuesta.

Atentamente,

Frank Roney Pareja Soria

DNI:41053964

*Para cualquier coordinación comunicarse al teléfono 997432915 ó al email: frankpsr@gmail.com *

*Adjunto al presente: Copia de Titulo de Bachillerato, Copia de DNI.

Cusco 19 de Junio de 2023

Solicito: Información y Datos Técnicos.

Señor:

Ing. Oswaldo Bejar Alagón

Gerente de Operaciones – Electro Sur Este S.A.A.



Tenemos el agrado de dirigirnos a Ud. previo atento y cordial saludo, en nuestra calidad de Bachilleres en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, para solicitarle tenga a bien proporcionarnos Información y Datos Técnicos que detallamos a continuación:

1. Corroborar que a la UNSAAC se suministra energía eléctrica desde el alimentador DO-06, en caso existiese otro alimentador brindarnos la información y los datos técnicos, punto de diseño, diagramas unifilares de dichos alimentadores y características de los equipamientos de conexión.
2. Datos Técnicos del alimentador o los alimentadores de ser el caso, que suministran a la UNSAAC (base de datos power factory digsilent del alimentador), caso contrario, tipos de conductores, secciones, longitudes (plano del alimentador o alimentadores).
3. Datos Técnicos del Sistema de Protección del o los alimentadores que suministran a la UNSAAC (en las Celdas en la S.E. Dolorespata) u otro de corresponder.
4. Datos operativos de los alimentadores que suministran de energía a la UNSAAC (medidos en las celdas de las SET's), potencias, tensiones, corrientes, armónicos y otros.
5. De existir, solicitar datos registrados por los analizadores de redes colocados en las subestaciones de la UNSAAC.
6. Datos técnicos de las subestaciones de la UNSAAC (tipos, sistemas, potencias, tensiones, corrientes, entre otros), conseguir los planos aprobados.
7. Datos técnicos de las redes de la UNSAAC (tipos de conductores, secciones, longitudes), conseguir los planos aprobados.

Mucho estaremos dispuestos a proceder a la atención de este requerimiento a razón de que la Información y Datos solicitados, son de carácter imprescindible para optar al Grado Académico de Ingeniero Electricista, dicha Información y Datos serán incluidos en la tesis denominada "INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD COMO CARGA EN LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC CUSCO" cuyo objetivo es el de Evaluar y Analizar las redes eléctricas en media tensión, al integrar la electromovilidad como carga, en la Ciudad Universitaria de Perayoc de Cusco.

El Trabajo de Investigación citamos en el párrafo anterior, será de gran utilidad y contribuirá con los estudiantes pre y post grado de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, al ser de un trabajo realizado con Información fidedigna y Datos reales proporcionados por su despacho.

Agradecemos la gentileza de su atención, quedamos a la espera de su respuesta.

Atentamente.

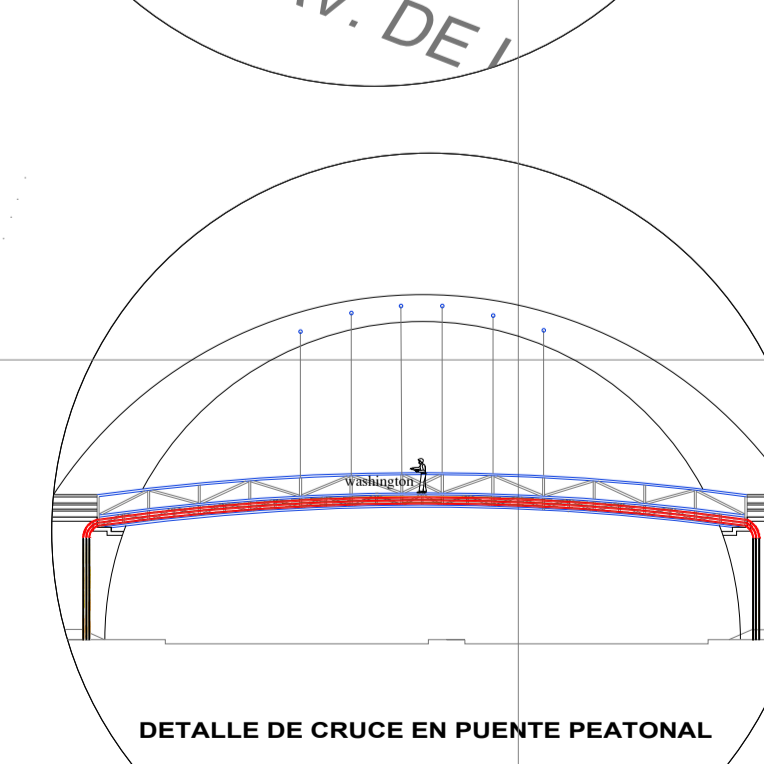
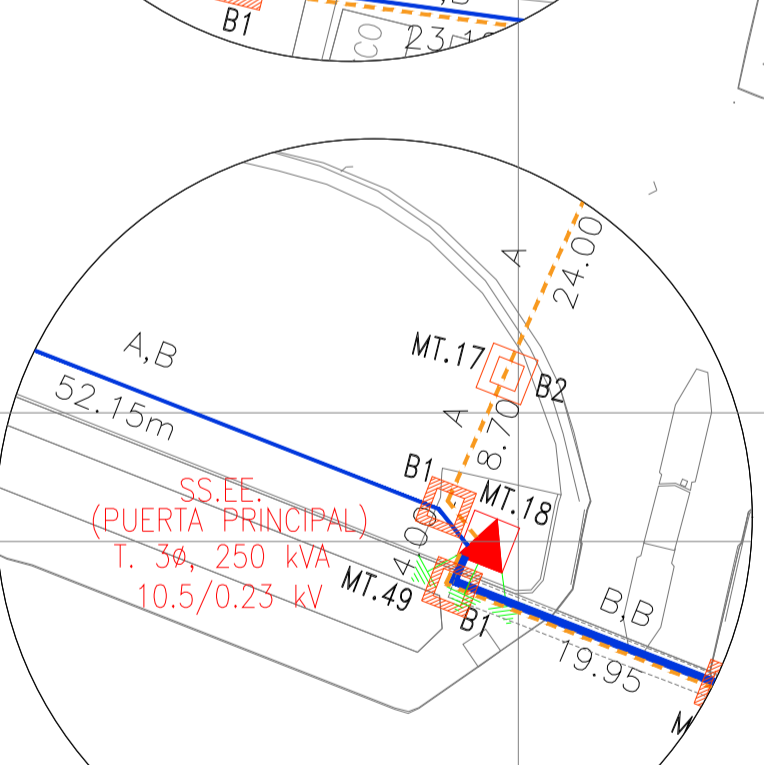
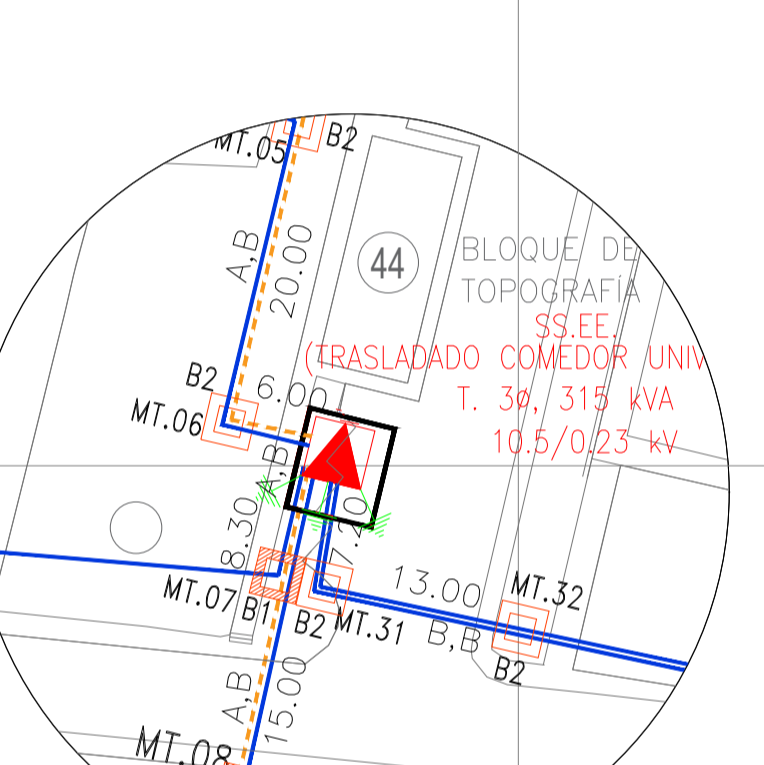
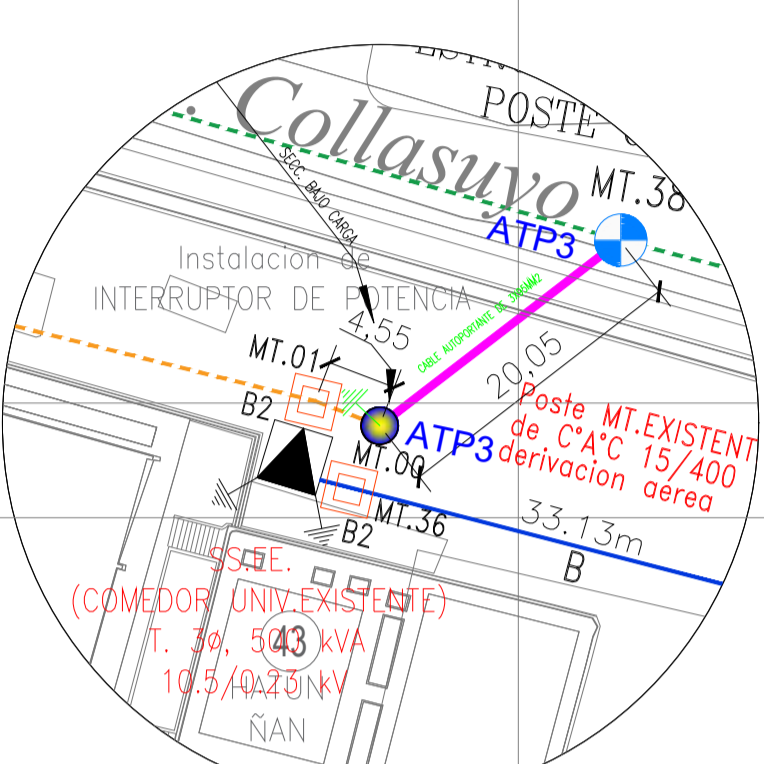
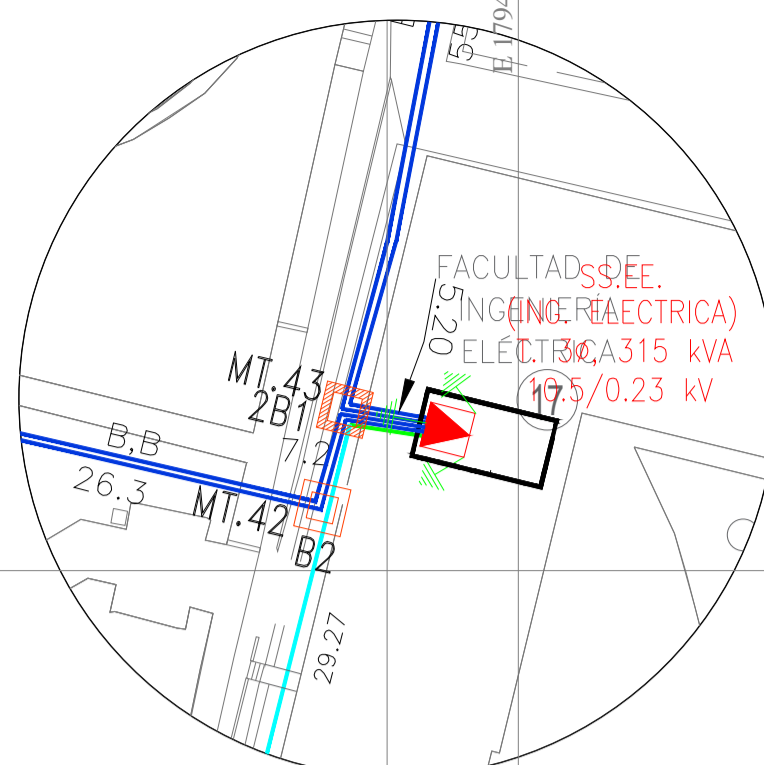
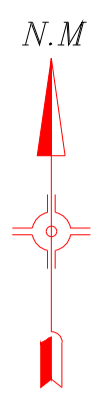


Frank Ronéy Pareja Soria
DNI:41053964



Javier Oscar Huacac Enriquez
DNI:47768554

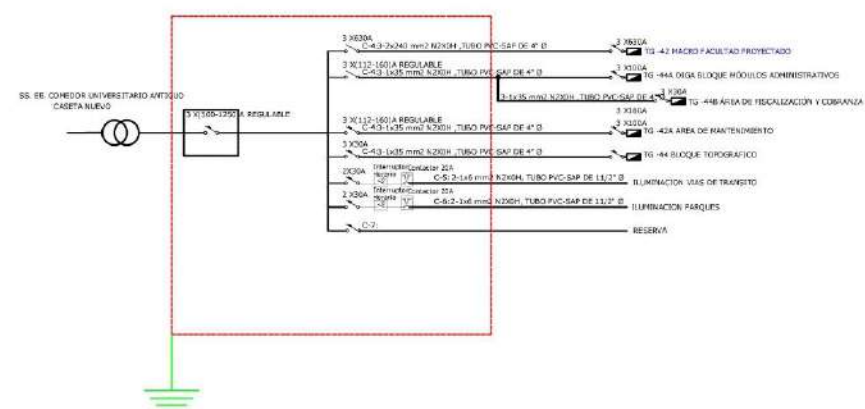
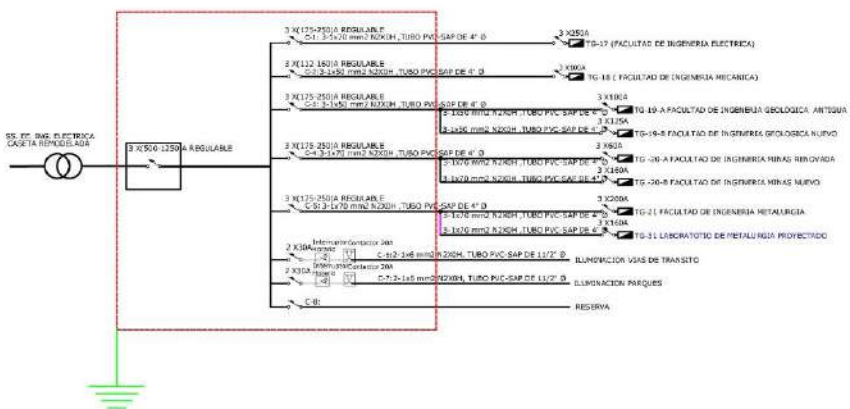
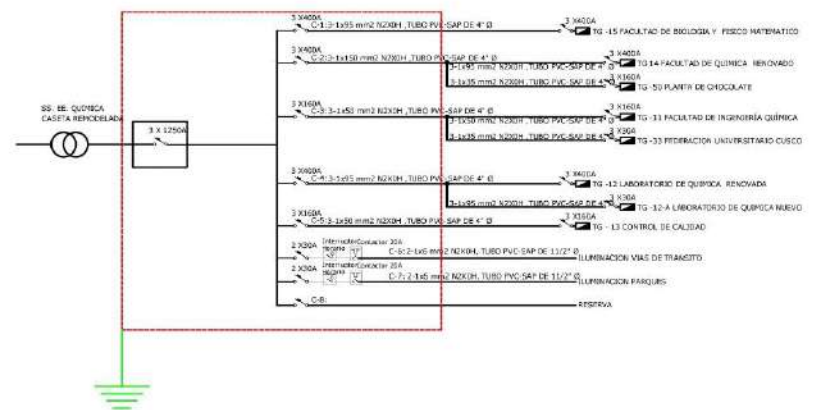
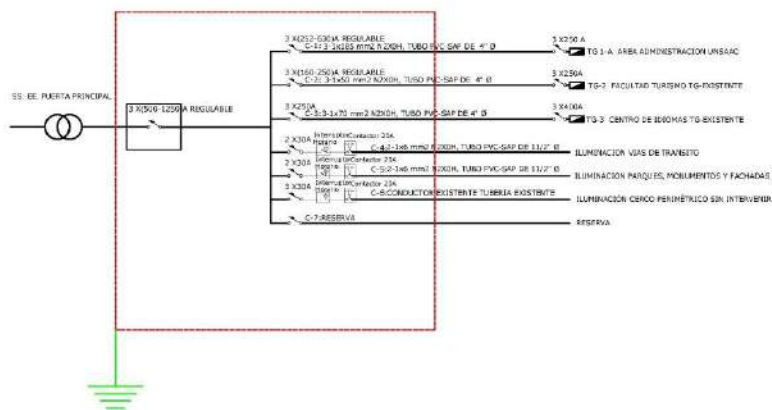
ANEXO-5





CANT.	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
04		Subestación Tipo Caseta (existente y proyectado)
08		Subestación Tipo Caseta Peatonal (proyectado)
02		Subestación Tipo Caseta Peatonal y Caseta (existente)
13		Buzón de Concreto Armado de 1.0x1.0x1.5m
51		Buzón de Concreto Armado de 1.0x1.0x1.2m
02		Puente o Trazo tipo PATI
39		Puente o Trazo tipo PATI Cylindric
24m		Conductor Subterráneo nuevo tipo de 70mm ²
0771.16m		Conductor Subterráneo nuevo tipo de 150mm ²
6929m		Trazo Conductor Subterráneo sin conductor
135.03m		Trazo Conductor Subterráneo sin conductor
13		Buzón tipo 1 de 1.0x1.0x1.5m
51		Buzón tipo 2 de 1.0x1.0x1.2m
01		POSTE DE C.A.C. DE 15/400/180/405 existente
01		POSTE DE C.A.C. EXISTENTE ELSE
		Retén de Hierro
		Retén de Acero

CONSORCIO ESQUIVEL INGENIEROS AV. COLLASUYO 1000 CUSCO	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAJ DEL CUSCO AV. COLLASUYO 1000 CUSCO	"RENOVACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC" RED PRIMARIA Y S.S.EE. DE DISTRIBUCIÓN BRB: CUSCO PROY: CUSCO DPTO: CUSCO EJE: AND DIR: C.A. ROL: DE MANEJO Y DISTRIBUCIÓN APE: DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO	PROYECTO: A1 ESCALA: 1:1000 FECHA: AGOSTO - 2018 HOJA: 1 / 1	PLANO Nº: RP-01
------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	---------------------------

DIAGRAMA UNIFILAR TABLEROS AUTOSOPORTADOS EN SUBESTACIONES TIPO CASETA DE BAJA TENSION



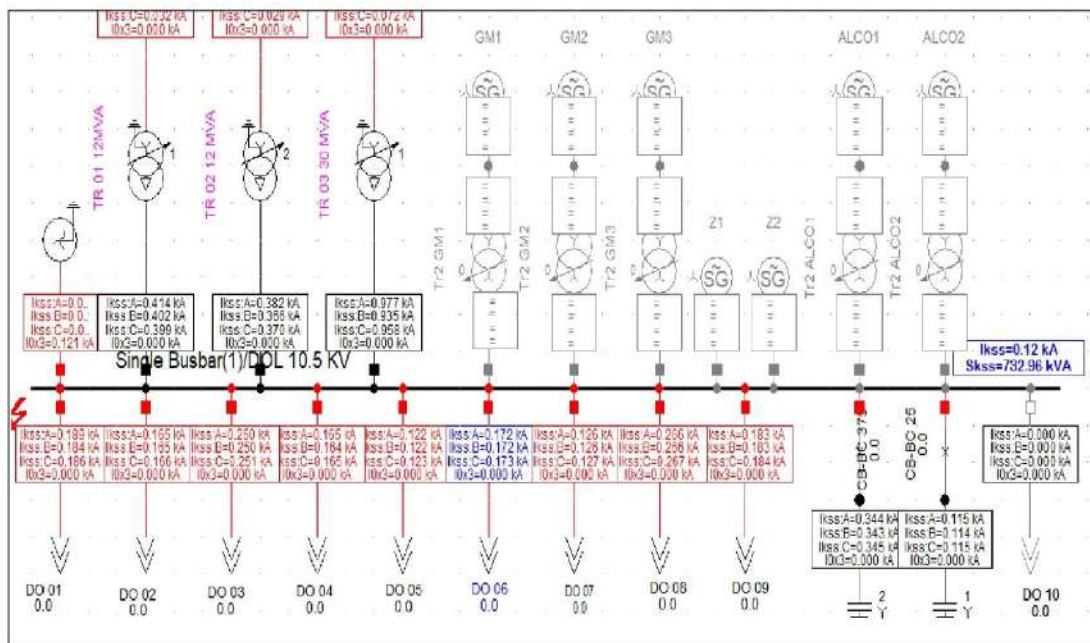
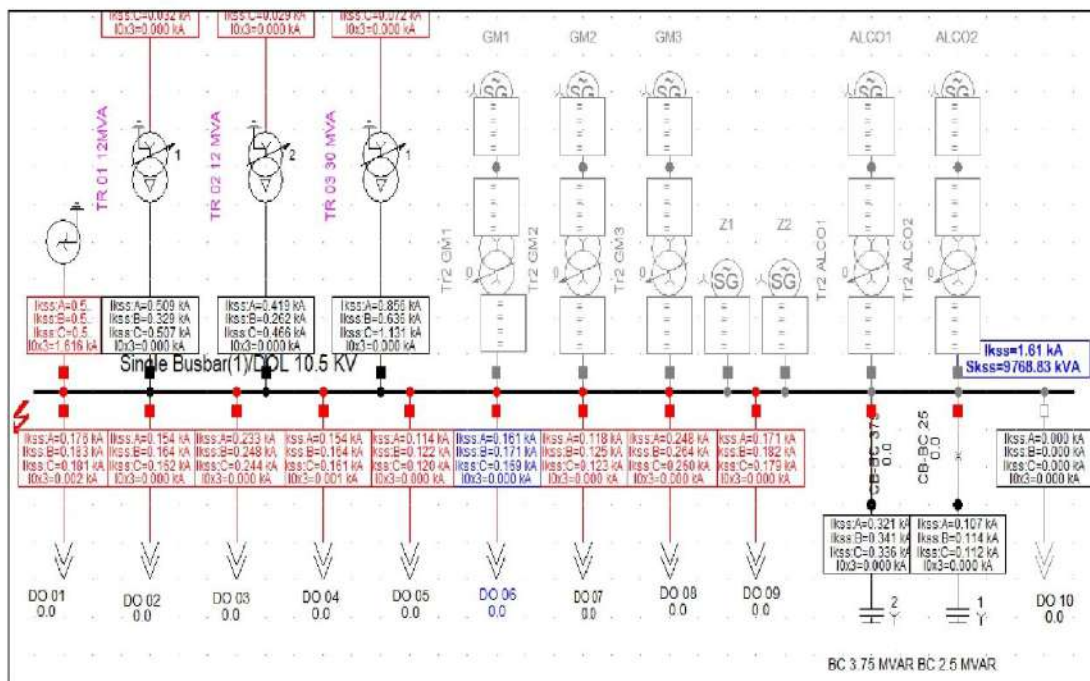
CONTRATISTA:  CONSORCIO ESQUIVEL	PROPIETARIO:  UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO	OBRA: "RENOVACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC" DIAGRAMAS UNIFILARES EN GABINERTE DE BAJA TENSION SS.EE TIPO CASITA DIST.: CUSCO PROV.: CUSCO DPTO.: CUSCO DIS.: [] DBB: [] RRV: [] APR: []	FORMATO: A2 ESCALA: 1:500 FECHA: SEPTIEMBRE 2018	PLANO N°: DU-2 HOJA: 2 / 2
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------

ANEXO-6

Parámetros de cortocircuito barra de 10.5KV de la S.E. Dolorespata

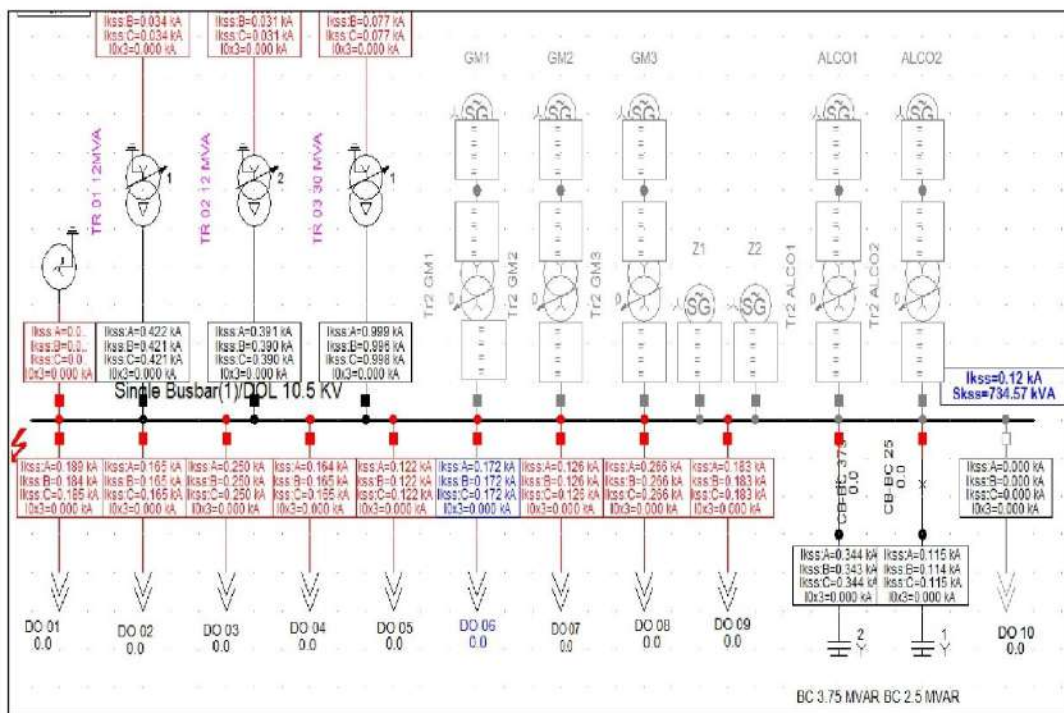
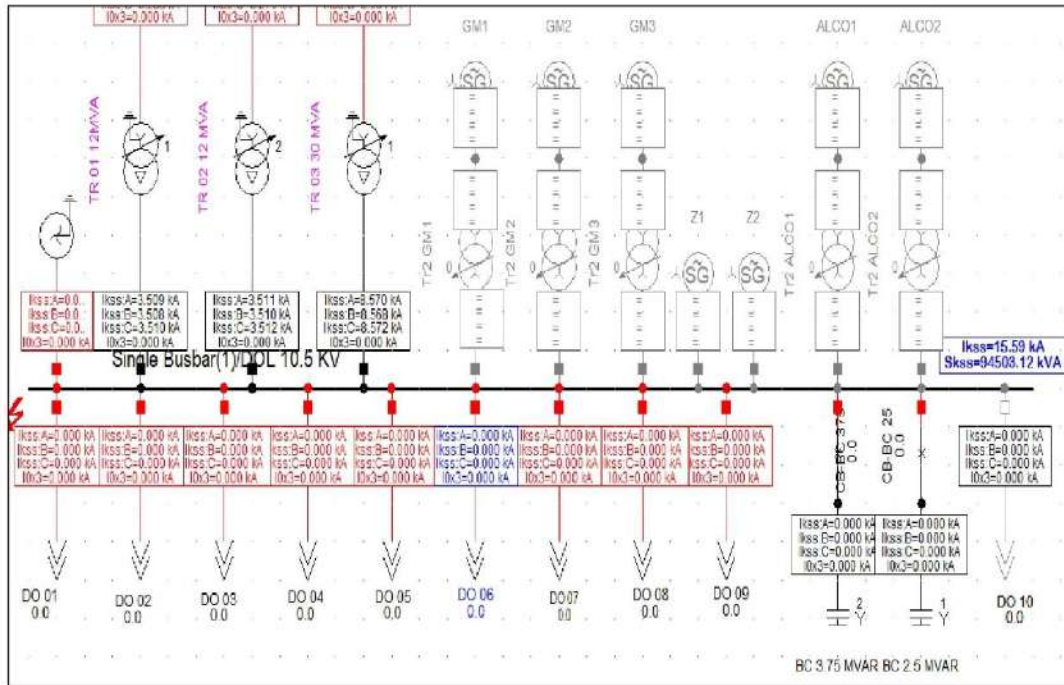
Cortocircuito monofásico

Resistencia de falla (Ohms)	Corriente de cortocircuito (KA)	Potencia de cortocircuito (KVA)
0	1.61	9768.83
50	0.12	732.96



Cortocircuito trifásico

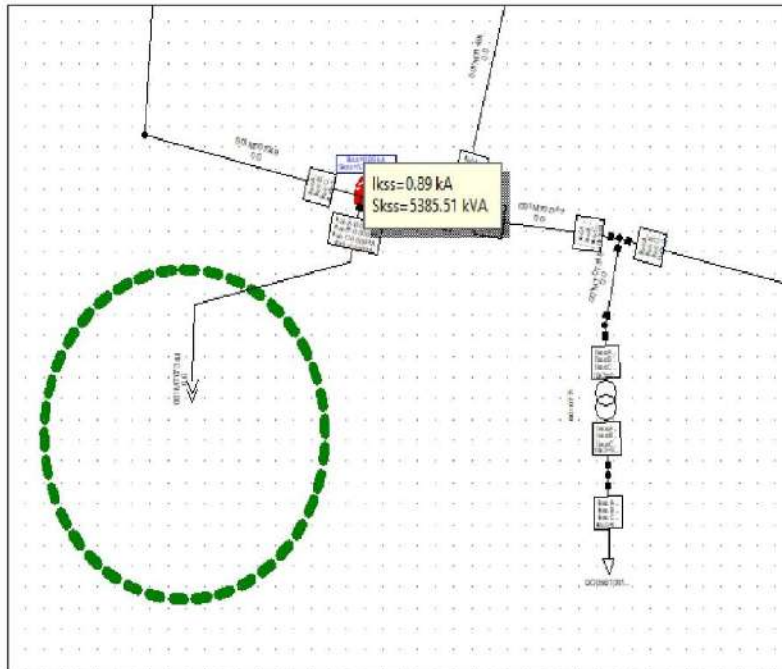
Resistencia de falla (Ohms)	Corriente de cortocircuito (KA)	Potencia de cortocircuito (KVA)
0	15.59	94503.12
50	0.12	734.57



Parámetros de cortocircuito Deriv. UNSAAC, Av. Collasuyo

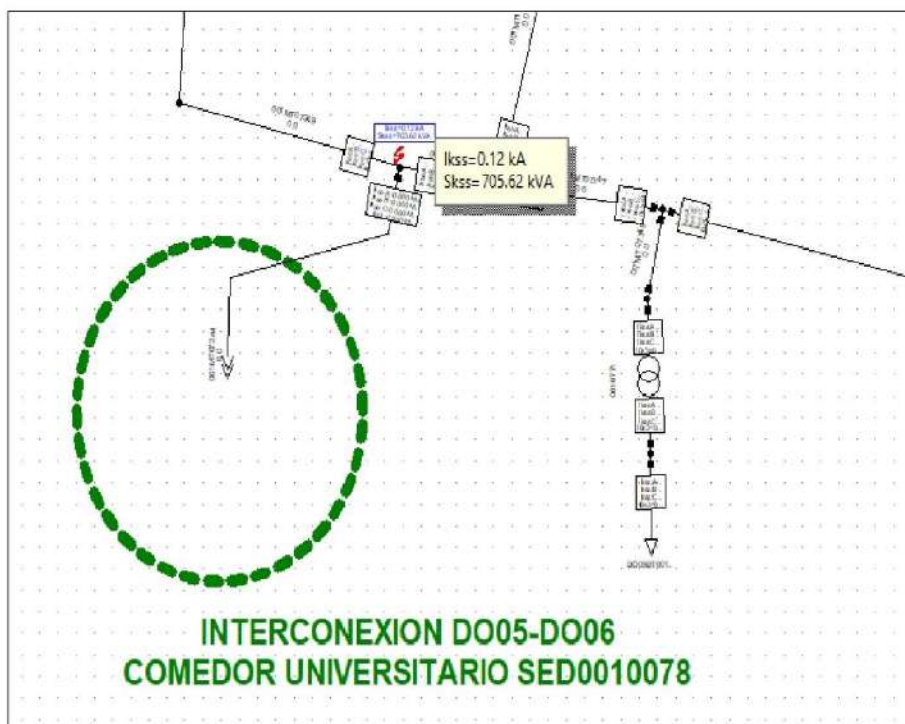
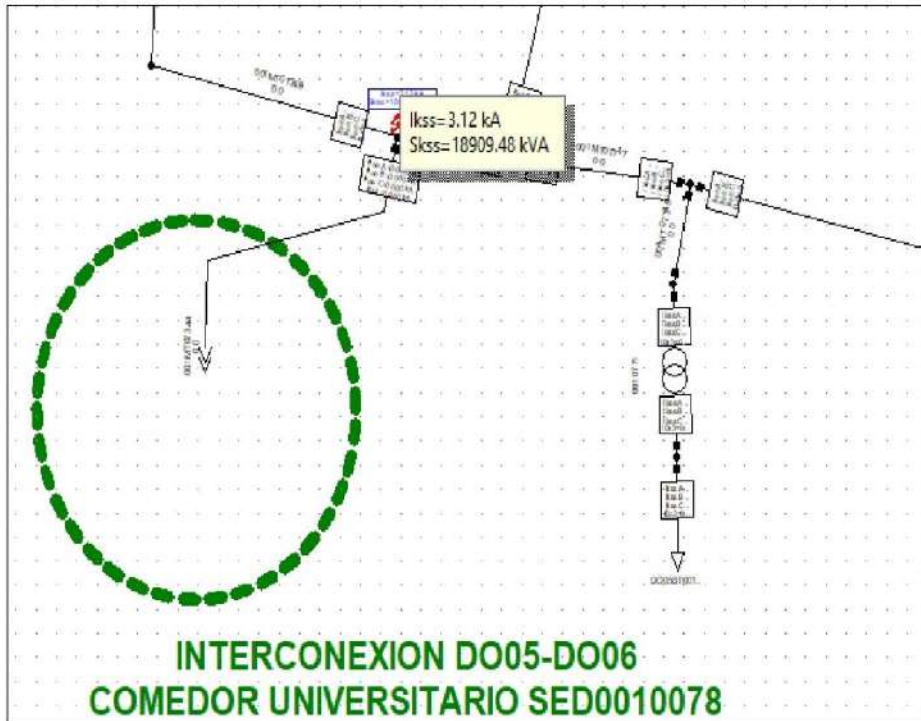
Cortocircuito monofásico

Resistencia de falla (Ohms)	Corriente de cortocircuito (KA)	Potencia de cortocircuito (KVA)
0	0.89	5385.51
50	0.12	698.16



Cortocircuito trifásico

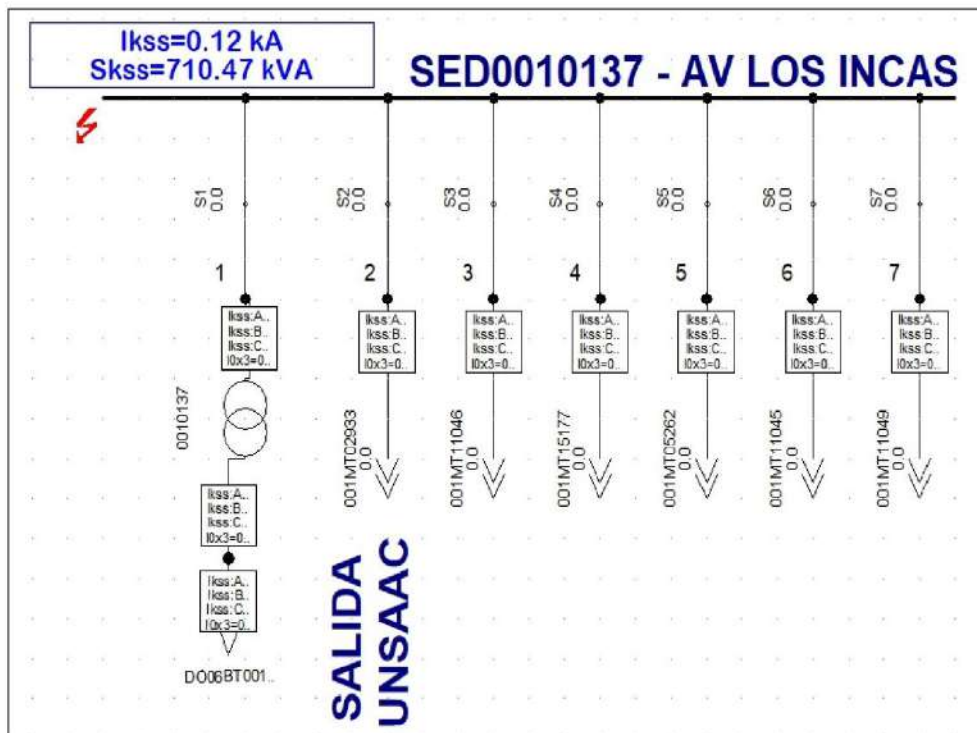
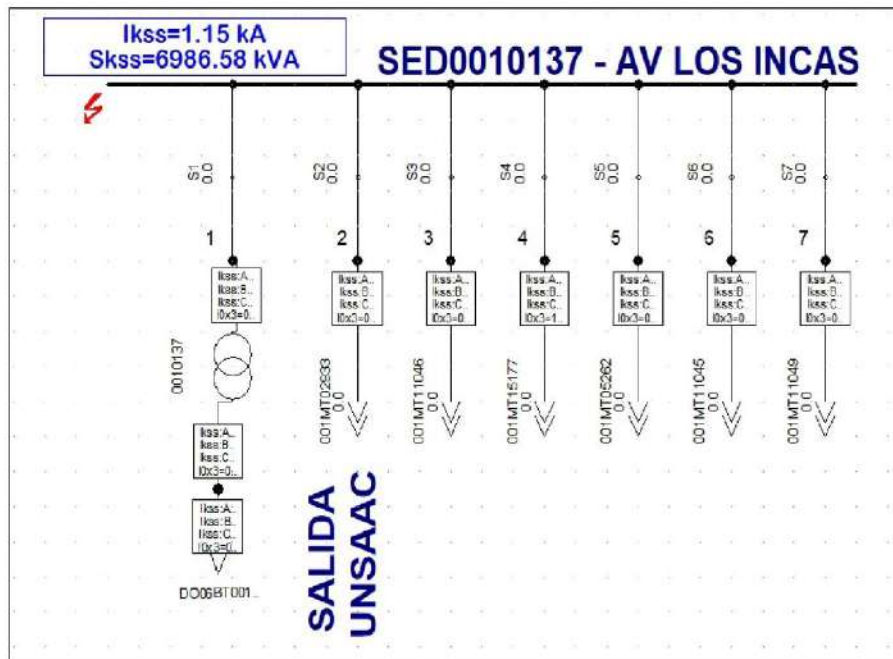
Resistencia de falla (Ohms)	Corriente de cortocircuito (KA)	Potencia de cortocircuito (KVA)
0	3.12	18909.48
50	0.12	705.62



Parámetros de cortocircuito Deriv. UNSAAC, SED137 (Los Incas I)

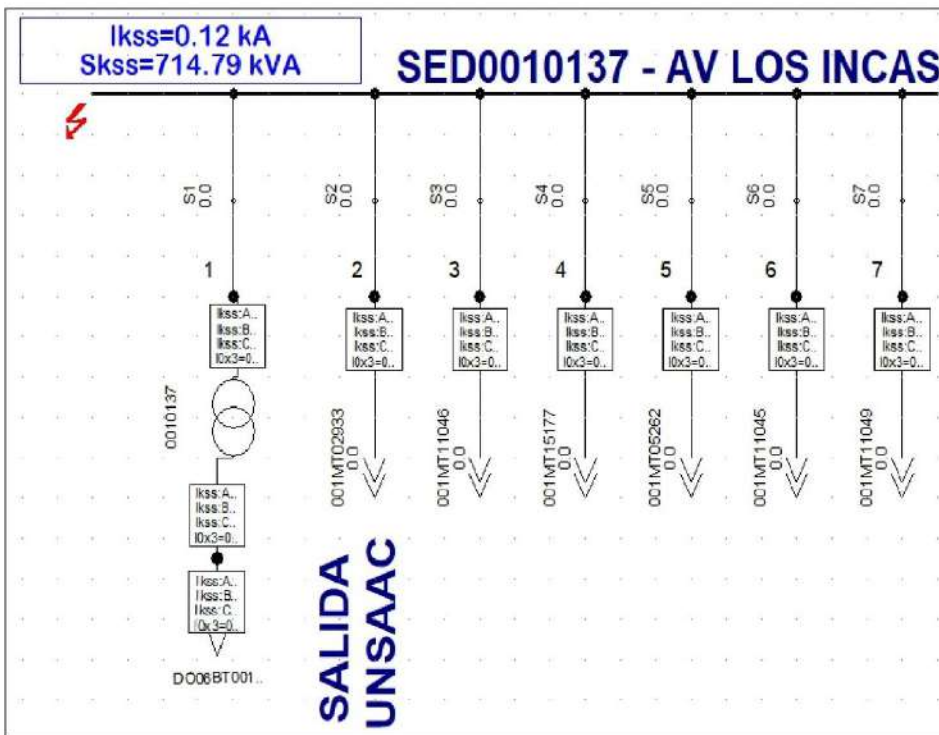
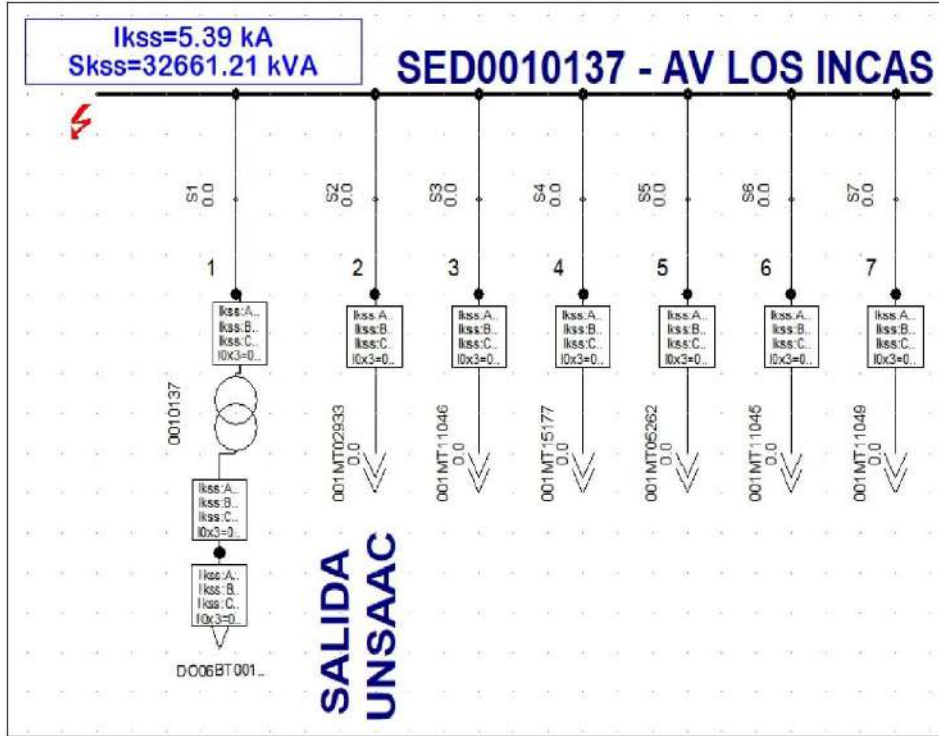
Cortocircuito monofásico

Resistencia de falla (Ohms)	Corriente de cortocircuito (KA)	Potencia de cortocircuito (KVA)
0	1.15	6986.58
50	0.12	710.47



Cortocircuito trifásico

Resistencia de falla (Ohms)	Corriente de cortocircuito (KA)	Potencia de cortocircuito (KVA)
0	5.39	32661.21
50	0.12	714.79



ANEXO-7

Cusco 23 de Junio de 2023

Solicito: Información y Datos Técnicos.

Señor:

Arq. Fredy Velazco Sanchez

Jefe de la Oficina de Obras

El que suscribe Msc. Ing. Jose Wilfredo Callasi Quispe, Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y por medio de la presente me dirijo a Ud. previo cordial saludo, en mi calidad de Asesor de los Bachilleres en Ingeniería Eléctrica: Javier Oscar Huacac Enriquez y Frank Roney Pareja Soria de la tesis que titulada "INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD COMO CARGA EN LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC CUSCO", para solicitarle tenga a bien proporcionarles Información y Datos Técnicos que detallo a continuación:

1. Datos técnicos de las subestaciones de la UNSAAC (tipos, sistemas, potencias, tensiones, corrientes, entre otros), conseguir los planos aprobados.
2. Datos técnicos de las redes de la UNSAAC (tipos de conductores, secciones, longitudes), conseguir los planos aprobados.

La Información y Datos solicitados, son de carácter imprescindible para los tesisistas a fin de poder optar al Grado Académico de Ingeniero Electricista, dicha Información y Datos serán incluidos en la tesis y cuyo objetivo es evaluar y analizar las redes eléctricas en media tensión, al integrar la electromovilidad como carga, en la Ciudad Universitaria de Perayoc de Cusco.

Agradezco la atención que brinde a la presente y con la brevedad posible, me suscribo de usted.

Atentamente.



Msc. Ing. Jose Wilfredo Callasi





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
DIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION
UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES**

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo "

Cusco, 25 de julio del 2023

CARTA N°588-2023-UEI-DIGA- UNSAAC

Señor:
ING. JOSE WILFREDO CALLASI QUISPE

Presente. -

**ASUNTO : REMITO INFORMACIÓN Y DATOS TECNICOS
SOLICITADOS**

**REF : a) Expediente N° 544468
b) Solicitud**

Mediante el presente, me dirijo a usted con la finalidad de remitirle según su solicitud ; la información de los datos técnicos de la subestación de la UNSAAC y datos técnicos de las redes de la UNSAAC del proyecto: "RENOVACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA PERAYOC- UNSAAC", misma que se adjunta en formato digital.

Sin otro en particular, hago propicia la oportunidad para expresarle mis consideraciones más distinguidas.

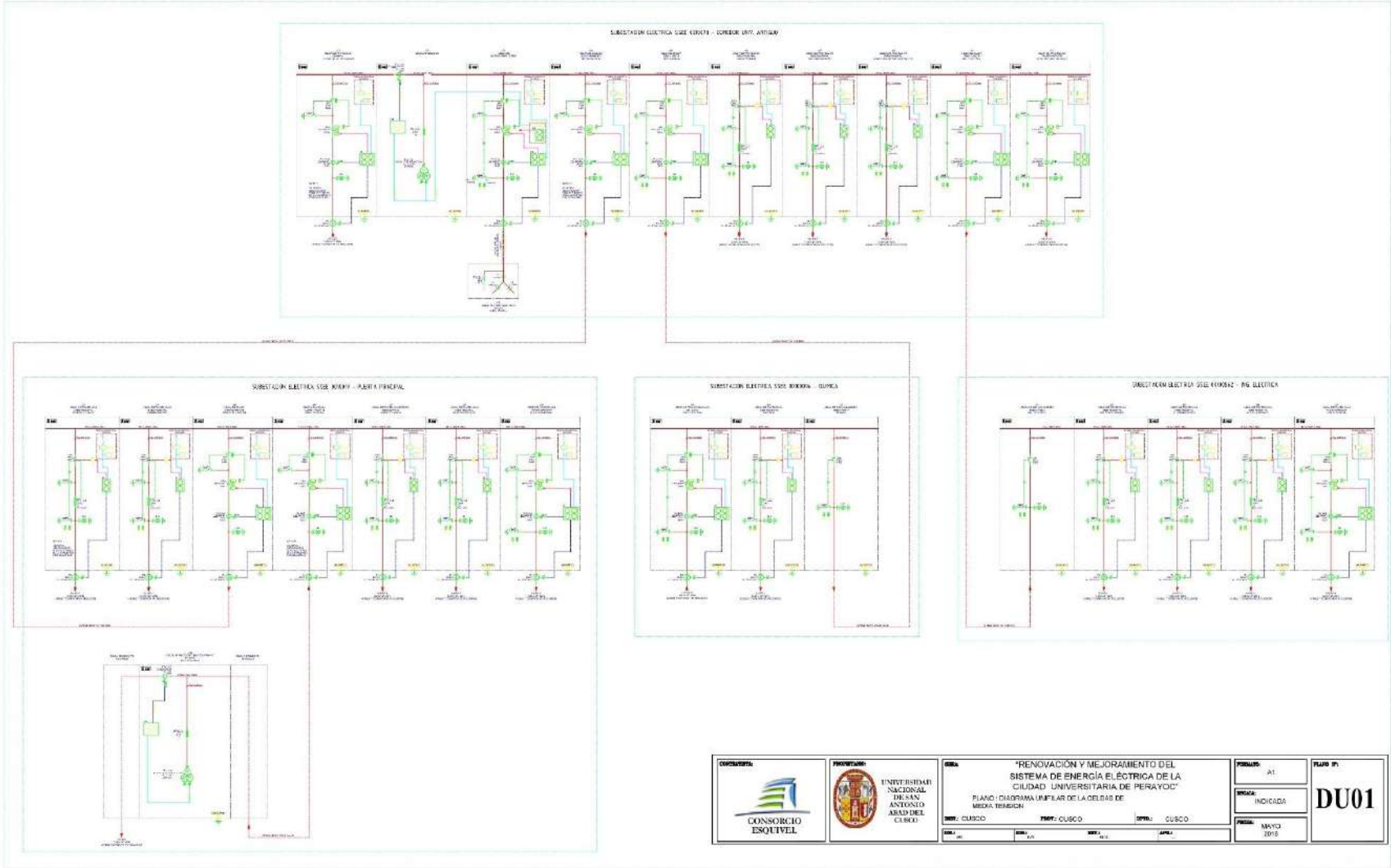
Atentamente

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES

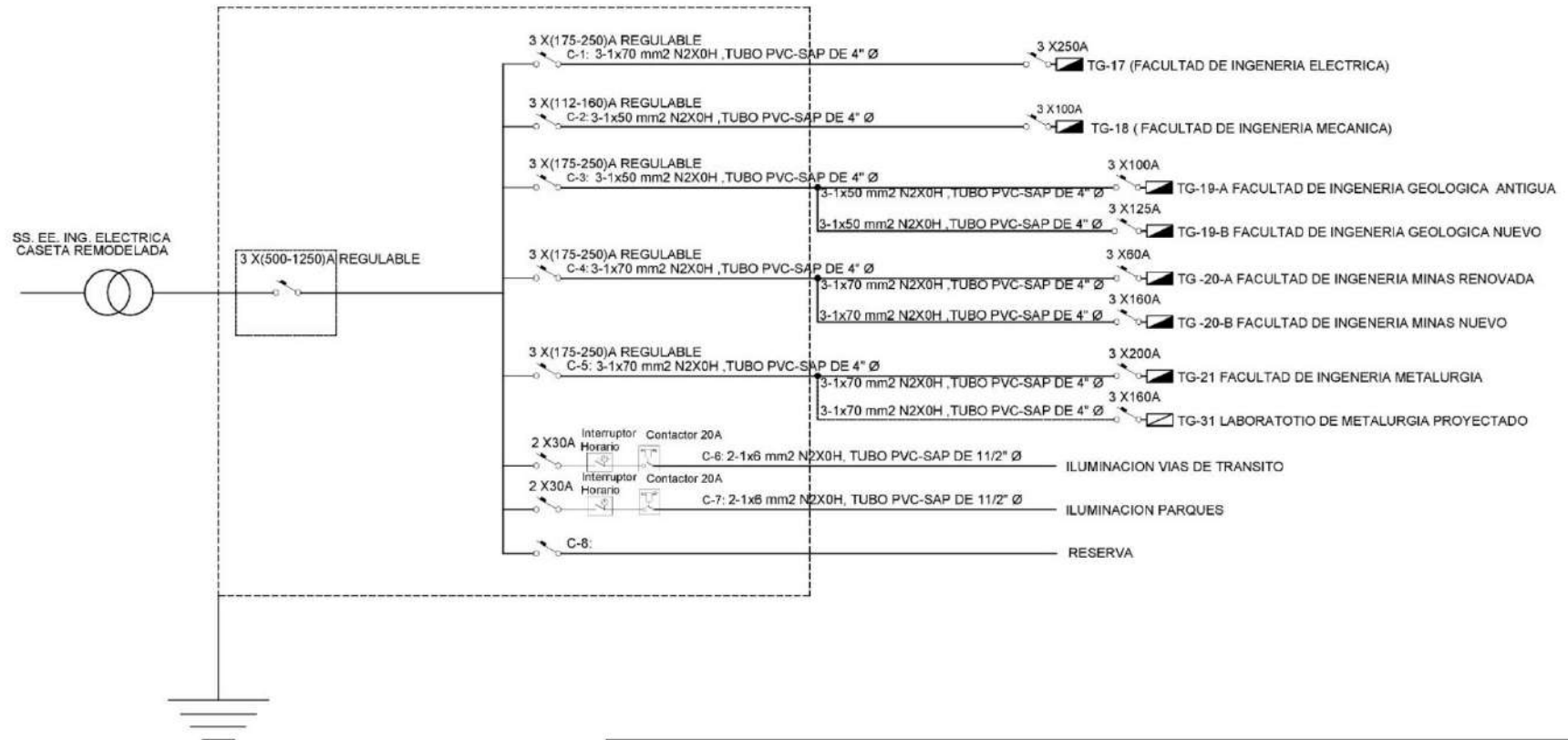

.....
Arq. FREDY VELAZCO SANCHEZ
JEFE

C.c.
Archivo
UEI/FVS/nich

ANEXO-8

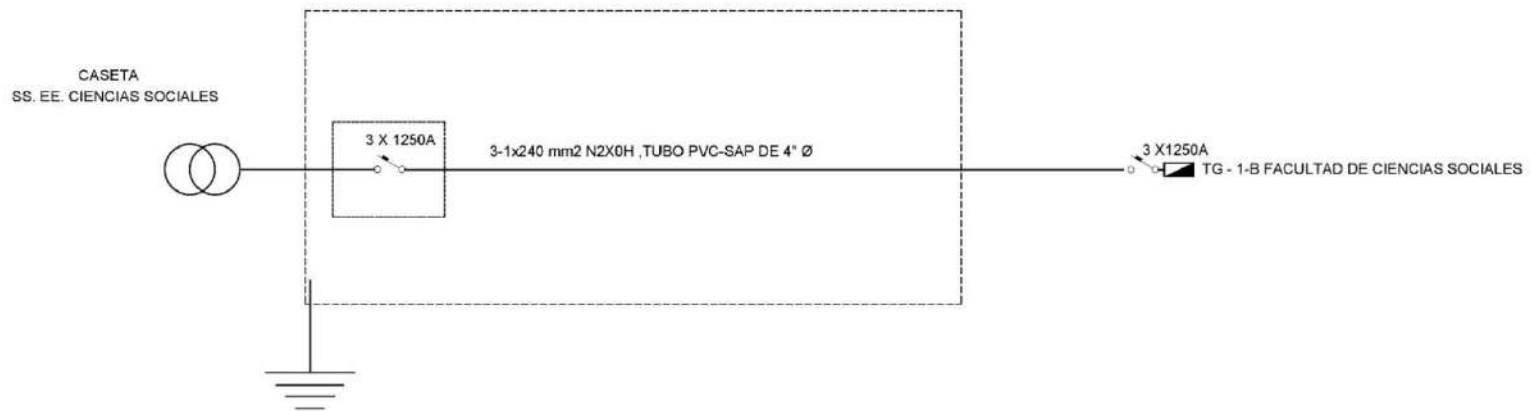


DIAGRAMAS UNIFILARES TABLEROS AUTOSOPORTADOS SS.EE. TIPO CASETA



 CONSORCIO ESQUIVEL	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	CUBIL: "RENOVACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD LIMBERSTARIA DE PIRAVOCI"	FORMATO: A4	PLANO N°: DU-04
		DIAGRAMAS UNIFILARES EN GABINETE DE BAJA TENSION SS.EE INGENIERIA ELÉCTRICA		ESCALA: INDICADA
DEPT.: CUSCO	PROV.: CUSCO	DISTR.: CUSCO	FECHA: MARZO 2018	

DIAGRAMAS UNIFILARES EN GABINETES BAJA TENSION SS.EE. TIPO PEDESTAL Y CASETA



CONTRATISTA:  CONSORCIO ESQUIVEL	PRESTARIO:  UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	OBRA: "RENOVACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC" DIAGRAMAS UNIFILARES EN GABINETE DE BAJA TENSION SS.EE CIENCIAS SOCIALES	FORMATO: A4	PLANO N°: DU-10
			REGION: CUSCO PROV: CUSCO DPTO: CUSCO	ESCALA: INDICADA

ANEXO-9



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
DIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION
UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES

“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

Cusco, 03 de julio de 2023

CARTA N° 519-2023-UEI-DIGA- UNSAAC

Señores:

Br. Frank Roney Pareja Soria
Br. Javier Oscar Huacac Enríquez
BACHULERES DE ING LECTRONICA
Presente .-

**ASUNTO : RESPUESTA A SOLICITUD DE ACCESO A LAS SUBESTACIONES DEL
PABELLON DE INGENIERIA ELECTRICA Y DE CIENCIAS SOCIALES
PARA SU MONITOREO Y TOMA DE DATOS MEDIANTE ANALIZADOR DE
REDES.**

Mediante el presente, me dirijo a usted en mi condición de Jefe de la Unidad Ejecutora de Inversiones de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, tengo a bien comunicarles que respecto a lo solicitado para el acceso a las Subestaciones de los Pabellones de Ing. Eléctrica y Ciencias Sociales es NEGATIVA, por los motivos siguientes:

- El alto riesgo que conlleva la manipulación de dichas subestaciones es muy alta, tanto para los dispositivos como para el personal que realice la instalación de los analizadores de redes.
- La manipulación se tendría que realizar previo corte de energía lo cual generaría que varios pabellones que son energizados desde dichas subestaciones no cuenten con el suministro de energía eléctrica lo cual es imposible a no ser sean casos excepcionales de mantenimiento o instalación de nuevos dispositivos.
- Nuestra área no cuenta con especialistas calificados para realizar las intervenciones o manipulaciones de las subestaciones eléctricas por lo cual se deriva a las empresas contratistas que realizaran trabajos de mantenimiento o instalaciones nuevas o ampliaciones eximiéndonos de responsabilidades en la seguridad del personal, por lo cual no se permite el acceso a este tipo de instalaciones por seguridad; ya que la Oficina de Obras no se hará responsable de dichas intervenciones.

Sin otro particular, hago propicio la oportunidad para expresarle mis consideraciones más distinguidas.

Atentamente,


Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES
Arq. FREDY VELAZCO SANCHEZ
JEFE

ANEXO-10

Cusco, 20 de Junio del 2023

Solicito: Información y Datos Técnicos

Señor:

Msc. Ing. Jose Wilfredo Callasi Quispe

Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica

Los que suscriben Br. Javier Oscar Huacac Enriquez, identificado con DNI N° 47768554, con domicilio en Urb. Balconcillo J LT.4, distrito de Cusco y Br. Frank Roney Pareja Soria, identificado con DNI N° 41053964, con domicilio en Av. Circunvalación Norte A-8, distrito de San Jerónimo. Ante Ud. respetuosamente nos presentamos y exponemos:

Que en nuestra calidad de Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional "San Antonio Abad del Cusco", solicitamos a Ud. Información y Datos Técnicos del sistema fotovoltaico que se encuentra ubicado en la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc para realizar el Trabajo de Tesis en la institución sobre "INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD COMO CARGA EN LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC CUSCO" para poder optar al Título Profesional de Ingeniero Electricista.

Agradecemos de antemano su atención a esta solicitud y quedo a la espera de su respuesta.

Atentamente.



Javier Oscar Huacac Enriquez
DNI:47768554



Frank Roney Pareja Soria
DNI:41053964

*Para cualquier coordinación comunicarse al teléfono: 950 280659 ó al email: 130642@unsa.edu.pe

*Adjunto el presente: copias del título de Bachiller.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú
- FAX: 238156-238173-222512
- RECTORADO
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224881 - 25398

- CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. De la Cultura N° 733 – Teléfonos: 228661 -
222512 - 232370 - 232375 - 252210
- CENTRAL TELEFONICA: 232398 - 252210 -
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- LOCAL CENTRAL
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 222271 - 224881 - 25398

- MUSEO INKA
Cuesta del Almirante N° 103 – Teléfono: 237380
- CENTRO AGRONÓMICO DE K'AYRA
San Jerónimo s/n Cusco- Teléfonos: 277145-277246
- COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" – Teléfono: 227192

Cusco, 25 de Julio del 2023

Carta N° 179-2023-EPIE-FIEEIM-UNSAAC.

Señores

BR. FRANK RONEY PAREJA SORIA
BR. JAVIER OSCAR HUACAC ENRÍQUEZ
Presente. -

ASUNTO: *DATOS TECNICOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO UBICADO EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRICA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC*

Tengo a bien dirigirme a ustedes, en mi condición de Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica y responsable del sistema fotovoltaico de esta Escuela, para dar respuesta a su petición y facilitar los datos técnicos solicitados:

- Sistema fotovoltaico compuesto por 45 paneles solares de 320 Watts de potencia cada uno.
- Potencia instalada del generador solar es de 14.85 KW.
- Inversor FRONIUS de 15 KW.


Sin otro particular y en espera de que sea de utilidad dicha información proporcionada, me despido.

Atentamente,


UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA, INFORMATICA Y MECANICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRICA

Dr. José Wilfredo Callasi Quispe
DIRECTOR(a)

ANEXO-11

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	
	ESTUDIO DE LA INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD	
TITULO DE TESIS	“INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD COMO CARGA EN LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC CUSCO”	
PRESENTADO POR	BR. FRANK RONEY PAREJA SORIA BR. JAVIER OSCAR HUACAC ENRIQUEZ	
PREGUNTAS DE ENCUESTA		
NUMERO	PREGUNTA	
1	¿Considera usted que la universidad debería adquirir nuevas tecnologías como buses eléctricos para el transporte de la población universitaria?	
2	¿Cuál crees usted que es el motivo por el cual la universidad no adquiere estas nuevas tecnologías?	
3	Respecto a los Cargadores Rápidos (Electrolinera) que se implementarían y utilizarían los buses eléctricos ¿Cree usted que deberían de estar al servicio también de vehículos particulares, es decir de docentes, estudiantes y administrativos?	
4	Que opinión tendría si consideramos que el consumo de energía de los buses eléctricos es menor que el consumo de los buses a combustible.	
5	¿Considera importante la reducción de CO2 y contaminación acústica al medio ambiente al adquirir buses eléctricos?	



 Dra. Celina Luizar Obregon
 DNI: 23859997

FIRMA
 CELINA LUIZAR OBREGON
 INVESTIGADOR RENACYT



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

ESTUDIO DE LA INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD

TITULO DE TESIS

"INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD COMO CARGA EN LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC CUSCO"

REGISTRO DE PERSONAS ENCUESTADAS

NUMERO	NOMBRE:	CARGO:	DNI:	FIRMA:
1	Rodrigo puma Villa	Estudiante	75935549	
2	Virma Alina Lima Chacon	estudiante	77239150	
3	Nilton Sulca Espinoza	Estudiante	75944434	
4	Ronario Quispe Herrero	Estudiante	71328960	
5	Jorge Wilfredo Zuniga Lora	Estudiante	75048384	
6	Adriano Alvaro Cordero	Estudiante	76677721	
7	Clinton Thon Huamani Baneto	Estudiante	47824825	
8	Roxny Chavez Rupa	Estudiante	47960780	
9	Santos Erain Chino Luna	estudiante	77041374	
10	Briegite Milagros Rojas Mamani	Estudiante	75528273	
11	Abel Ruben Minchivaman Zuniga	Estudiante	72815630	
12	Delsi Almendra Flores Fernandez	Estudiante	70116186	
13	Wily Aucacise Atavsupa	Estudiante	76592425	
14	Frank Adahilton Corso Colque	Estudiante	70390455	
15	Ronal Genaro Mamani Jrco	Estudiante	76410941	
16	Mijael Alexander Cuba Quillahvaman	Estudiante	78017951	
17	Milder Urquiza Limachi	Estudiante	70676898	
18	Raúl Marco Antonio Huaman Acuña	Estudiante	73228245	
19	Santos Fernando Colque Pachapuma	Estudiante	72566088	
20	Alberto Pascay Huanan	Estudiante	72720152	
21	Juan Alberto Quispe Campes	Estudiante	78104498	
22	Abel Leonidas Paniagua Gusman	Estudiante	77906469	
23	Jaiden Enriquez Olivera	Estudiante	70324254	
24	Juan Homerson Sulcajuma Quispe	Estudiante	77325536	
25	Elisban Condori Juchasara	Estudiante	76763122	
26	Brandon Gabriel Huacac Delgado	Estudiante	70670021	
27	Danny De la Cruz Huamani	Estudiante	71137652	
28	Wilberth Cesar Lopez Jituno	Estudiante	74238240	
29	LIVELLE CAHUANA BEYHAN EDUARDO	Estudiante	73867670	
30	Nayely Mariela Conto Ramos	Estudiante	72324584	
31	Jessica Yampara Arredondo	Estudiante	70938177	
32	Johandi Tito Quispe	Estudiante	75994470	
33	Javier Huamán Zagarate	Estudiante	72748134	
34	Diego Marcelo Orosco Sanchez	Estudiante	72684455	
35	Italo Froilan Velarde Huaman	Estudiante	71632118	
36	Fidel Sellarico momoni	Estudiante	73514281	
37	Rosell Anthony Corimanya Cozuz	estudiante	74063730	
38	KORI JONSON NIVS CRUZ	ESTUDIANTE	74037122	

39	Eyner Thayer Huaman Quispe	Estudiante	74094701	
40	Edward Huaman Tejada	Estudiante	77322712	
41	Cristian Negre Alagon	Estudiante	72097690	
42	Dancy Angie Gonzales Patiño	Estudiante	73299442	
43	Pallani Usamayta Melthon Richard	Estudiante	73750917	
44	Yupayari Valer Aldair Mario	Estudiante	74702169	
45	Juibel Mamani Quispe	Estudiante	76987849	
46	Richard Huaman Coriquispe	Estudiante	76954638	
47	Roy Edu Mamani Aucochuyqui	Estudiante	72530293	
48	Condori Pacheco Bruno Sebastian	Estudiante	77153268	
49	Lima Aucaille Jaren Teishon	Estudiante	60021017	
50	Brayan Arias Cuzo	Estudiante	76935305	
51	Quiroz Saice Jhojan	Estudiante	74061378	
52	Castello Curo Ana Gabriel	Estudiante	60419454	
53	LLusca Valdez Al Aldair Porvyn	Estudiante	73046660	
54	Gonzalo Gerardo Sanchez Flores	Estudiante	73969050	
55	Llamos Turpo Esau Fernando	Estudiante	75273999	
56	Kaia Colague Jhon Yuber	Estudiante	73058879	
57	Canahuire Mediny Ricardo Edee	Estudiante	60752172	
58	Huaman Oscochuyqui Saul	Estudiante	74996683	
59	Josiviani CASTRO Jelson Alex	Estudiante	230198	
60	Pero S. Chaparro Dominguez	Estudiante	71559130	
61	Jererson Carlos Ccorimanya Apaza	Estudiante	61401847	
62	Anderson E. Huarraca Loiza	Estudiante	74720921	
63	Hamdallr Gabriel Azuc Galain	Estudiante	75927243	
64	Leon Peña Julio Cesar	Estudiante	76266623	
65	Cabrero Alvarez Bernardo Mathias	Estudiante	76166792	
66	Chiwantito Herencia Miguel	Estudiante	73978591	
67	Yull Gilder Durand Vargas	Estudiante	60880793	
68	Jaral Mirko Elme Tumpay	Estudiante	72613590	
69	Evelin Arapa Norma	Estudiante	76001920	
70	Mirian Vega Champi	Estudiante	74090891	
71	Ivonne A. Mejia Montalvo	Estudiante	74541618	
72	Yohan Camilo Goto Delgado	Estudiante	73264165	
73	Shayla Jhanmy Merma Chalco	Estudiante	76927572	
74	Brayan Franco Alvarez Mamani	Estudiante	71698515	
75	Jhordy Luri Geonilla Leima	Estudiante	74307800	
76	Ader Anibal Yauri Quispe	Estudiante	71796295	
77	Yeshua Rey Quispe Huilca	Estudiante	7138033	
78	Oscar Jbáñez Yana Huanca	Estudiante	76166844	
79	Alvarez Hanceo Chris Oliver	Estudiante	73219842	
80	Huaman Aucaipoma Yhank Frank	Estudiante	61340482	

.....
 Dra. Celina Luizar Obregon
 DNI: 23859597
FIRMA
 CELINA LUIZAR OBREGON
 INVESTIGADOR RENACYT



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

ESTUDIO DE LA INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD

TITULO DE TESIS

"INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD COMO CARGA EN LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC CUSCO"

REGISTRO DE PERSONAS ENCUESTADAS

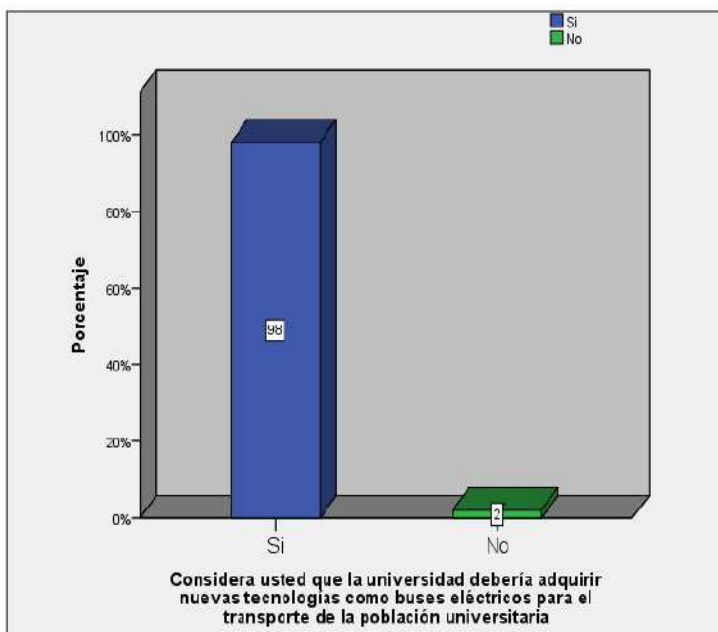
NUMERO	NOMBRE:	CARGO:	DNI:	FIRMA:
1	CELINA LUIZAR OBREGON	Directora Unidad de Investigacion FCQFM	23859597	<i>[Signature]</i>
2	VLADIMIRO CANAL BRAVO	DOCENTE	23813401	<i>[Signature]</i>
3	Luis A. Caba Del Castillo	Docente	40212341	<i>[Signature]</i>
4	ELVIS OROZ FIGUEROA	Docente	40246686	<i>[Signature]</i>
5	Paulo Conan Rodn	Docente	23853228	<i>[Signature]</i>
6	LAURA AMPERO	ADMINISTR	23845460	<i>[Signature]</i>
7	Ronald Dueñas Ponce de León	DIRECTOR DAIE	23824938	<i>[Signature]</i>
8	J. BRADIA ENCISO H.	DOCENTE	2396433	<i>[Signature]</i>
9	JESUS MORA PONCEBY	ADMINISTR.	23820101	<i>[Signature]</i>
10	Ruben chullo Canaza	ADMINISTRAT	4390833	<i>[Signature]</i>
11	Ornat Mamen Pai	Docente	2387610	<i>[Signature]</i>
12	Chunchovalpa Gonzales	Docente	23315914	<i>[Signature]</i>
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				

cuadro Nro
encuestados según Considera usted que la universidad debería adquirir nuevas tecnologías como buses eléctricos para el transporte de la población universitaria Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco

		n	%
Considera usted que la universidad debería adquirir nuevas tecnologías como buses eléctricos para el transporte de la población universitaria	Si	98	98,0
	No	2	2,0
	Total	100	100,0

gráfico Nro

Porcentaje de encuestados según Considera usted que la universidad debería adquirir nuevas tecnologías como buses eléctricos para el transporte de la población universitaria Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco

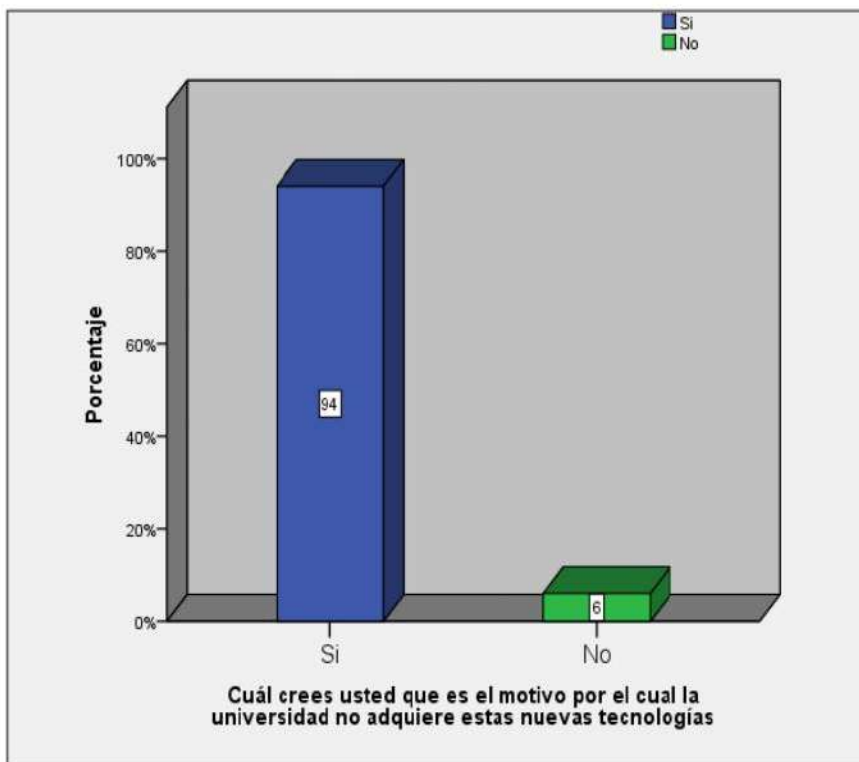


cuadro Nro
encuestados según Cuál crees usted que es el motivo por el cual la
universidad no adquiere estas nuevas tecnologías Universidad Nacional
San Antonio Abad de Cusco

		n	%
Cuál crees usted que es el motivo por el cual la universidad no adquiere estas nuevas tecnologías	Si	94	94,0
	No	6	6,0
	Total	100	100,0

gráfico Nro

Porcentaje de encuestados según Cuál crees usted que es el motivo por el cual la universidad no adquiere estas nuevas tecnologías Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco

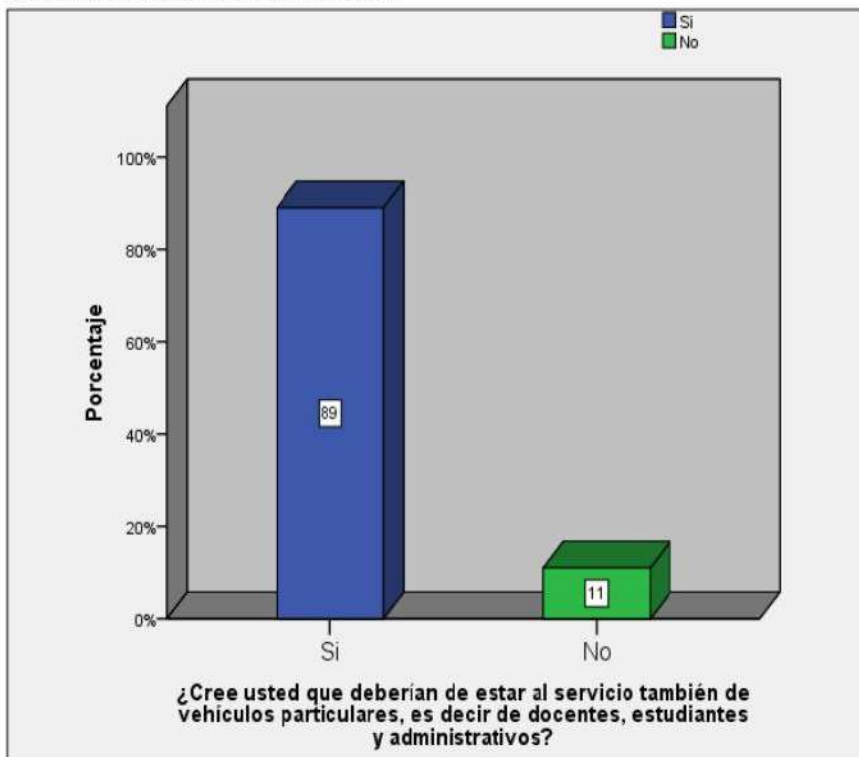


cuadro Nro
encuestados según ¿Cree usted que deberían de estar al servicio también de
vehículos particulares, es decir de docentes, estudiantes y administrativos?
Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco

		n	%
Respecto a los Cargadores Rápidos (Electrolinera) que se implementarían y utilizarían los buses eléctricos	Si	89	89,0
	No	11	11,0
¿Cree usted que deberían de estar al servicio también de vehículos particulares, es decir de docentes, estudiantes y administrativos?	Total	100	100,0

gráfico Nro

Porcentaje de encuestados según ¿Cree usted que deberían de estar al servicio también de vehículos particulares, es decir de docentes, estudiantes y administrativos? Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco



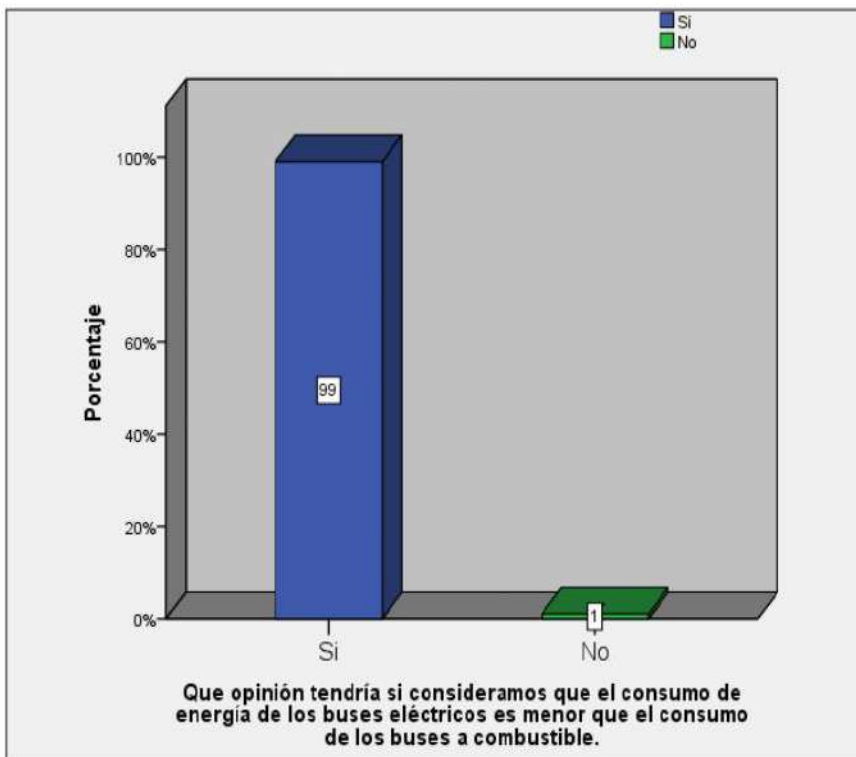
cuadro Nro

encuestados según Que opinión tendría si consideramos que el consumo de energía de los buses eléctricos es menor que el consumo de los buses a combustible. Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco

		n	%
Que opinión tendría si consideramos que el consumo de energía de los buses eléctricos es menor que el consumo de los buses a combustible.	Si	99	99,0
	No	1	1,0
	Total	100	100,0

gráfico Nro

Porcentaje de encuestados según Que opinión tendría si consideramos que el consumo de energía de los buses eléctricos es menor que el consumo de los buses a combustible. Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco

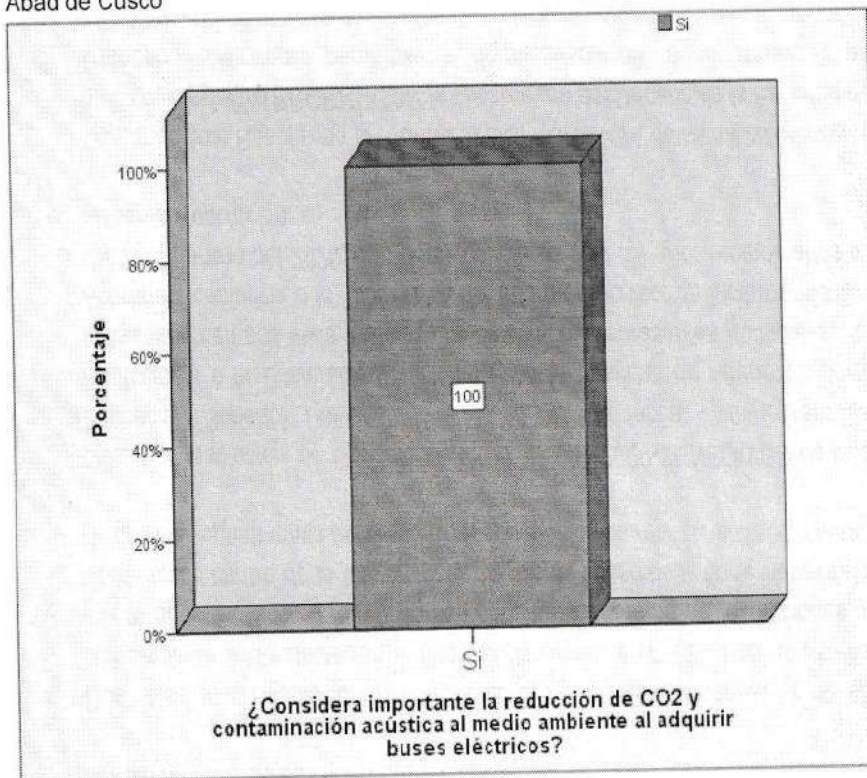


cuadro Nro
encuestados según ¿Considera importante la reducción de CO2 y
contaminación acústica al medio ambiente al adquirir buses eléctricos?
Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco

		n	%
¿Considera importante la reducción de CO2 y contaminación acústica al medio ambiente al adquirir buses eléctricos?	Si	100	100,0
	No	0	,0
	Total	100	100,0

gráfico Nro

Porcentaje de encuestados según ¿Considera importante la reducción de CO2 y contaminación acústica al medio ambiente al adquirir buses eléctricos? Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco



CONCLUSION

De los cuadros se parecía que un aproximado del 95% de los casos la respuestas fueron "si" afirmativas en todos los casos; lo que implica los encuestados en su gran mayoría ver de forma positiva la aplicación de la electromovilidad como carga en las redes de media tensión dentro de la ciudad universitaria.


 COLEGIO DE ESTADÍSTICOS DEL PERÚ
 CONSEJO NACIONAL
 WILSON JOSE BOLLACONDO FLORES
 INGENIERO ESTADÍSTICO
 OE/SPE: 1172

ANEXO-12

Para Consultas su número de Cliente es

001-0001171

RECIBO ELECTRÓNICO N° S110 - 17596

MES FACTURADO:	Noviembre-2023
TOTAL:	75,996.70
VENCIMIENTO:	18 dic 2023
EMISIÓN:	01 Dic. 2023

NOMBRE UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO		R.U.C.20172474501	MEDIDORES DE ENERGIA		FECHAS DE LECTURA		
DIRECCION PREDIO	S.E. ENTRADA - AV. DE LA CULTURA NRO. 733		SISTEMA	TRIFASICO 3 Hilos ELECTRONICO		ANTERIOR	28/10/2023
DIRECCION ENTREGA	AV. DE LA CULTURA NRO. 733		MEDIDOR	02851285		ACTUAL	28/11/2023
DPTO / PROV	CUSCO/CUSCO/CUSCO		CONEXION	C5.1 Aerea		LECTURA	CORRECTA
ALIMENTADOR	DO-06 (1349)	RUTA	001-13-44-003060				
SISTEMA	SE0032 - CIUDAD DE CUSCO		Sec. Tipico:	2			

TARIFA	MT3	POTENCIA CONTRATADA (Kw)	100.00	HP	100.00	HFP	100.00	NIVEL DE TENSION (V)	10 Kv
---------------	-----	---------------------------------	--------	-----------	--------	------------	--------	-----------------------------	-------

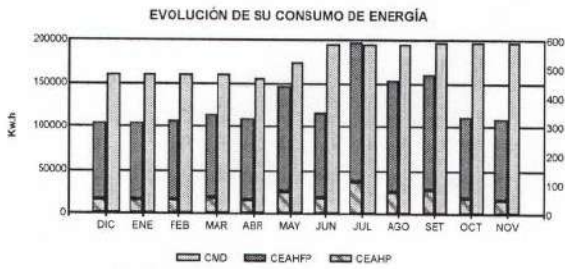
CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS A CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	1,754.895	1,806.938	52.0435	1,793.750	93,353.03		93,353.03	kW.h	0.2936	27,408.4
ENERGIA HORA PUNTA	357.736	367.455	9.7191	1,793.750	17,433.64		17,433.64	kW.h	0.3508	6,115.72
ENERGIA REACTIVA	434.473	445.690	11.2175	1,793.750	20,121.39		0.00	kvar.h	0.0493	0.00
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		0.184		1,793.750	593.92		593.92	KW	25.8500	15,352.8
POTENCIA POR GENERADORA		0.184		1,793.750	330.05		330.05	KW	36.1900	11,944.5

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/	2,027.38
--------------------------------------------	-----------------

TOTAL ENERGIA	60,821.51
----------------------	------------------

	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV
MD	0.259	0.194	0.176	0.170	0.177	0.326	0.328	0.332	0.312	0.332	0.291	0.194
MDHP	0.163	0.098	0.100	0.090	0.261	0.242	0.242	0.242	0.290	0.244	0.116	0.108
MDHFP	0.293	0.194	0.176	0.170	0.177	0.326	0.328	0.332	0.312	0.332	0.291	0.194

ALUMBRADO PUBLICO (Alicuota AP: S/ 0.8499)	2,549.70
CARGO FIJO	13.95
INTERESES COMPENSATORIOS	56.67
MANTENIMIENTO Y REPOS. DE LA CONEXION	32.66



	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV
CND	487.54	487.54	487.54	487.54	470.00	527.42	588.70	589.70	589.70	584.04	584.04	583.90
CEAHFP	90.217.91	89.060.76	92.647.11	97.203.31	93.416.52	122.127.62	98.858.05	162.526.41	126.487.82	134.807.88	83.291.88	83.383.02
CEAHP	18.447.61	17.293.01	15.968.92	18.359.23	17.399.38	25.329.10	16.968.82	36.876.94	23.783.00	27.436.20	19.222.33	17.433.44
Monto S/	82.280.12	78.406.00	73.144.47	82.708.52	71.934.90	89.066.90	86.433.80	130.233.00	87.530.00	100.836.50	73.118.70	75.996.70

SUB TOTAL	63,474.49
------------------	------------------

MENSAJES AL CLIENTE
 Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 1,541.64

IGV 18%	11,425.41
---------	-----------

LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	1,096.79
REDONDEO MES ANTERIOR	0.01

DUPLICADO

CALIFICACION DEL USUARIO		
Energia Hora Punta	17,433.64	KWH
Maxime Demanda del Mes	330.05	KW
Horas Hora Punta del mes	125	
Grado de Utilización	0.420	Horas
Calificación	PRESENTE EN FUERA DE PUNTA	

TOTAL MES	75,996.70
------------------	------------------

(*) Afecto a factor de Recargo
ULTIMO DIA DE PAGO 18 dic 2023

SON: SETENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y SEIS CON 70/100 SOLES **TOTAL S/ 75,996.70**

PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

LOCALIDAD	CUSCO	001-0001171	È##?!#!&5ì		
Cusco -5		001-13-44-003060			
NOMBRE	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO				
DIRECCION	S.E. ENTRADA - AV. DE LA CULTURA NRO. 733		SON SETENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y SEIS CON 70/100 SOLES		
SUMINISTRO	RECIBO N°	MES FACTURADO	EMISION	VENCIMIENTO	TOTAL S/.
001-0001171	110-17596	Noviembre-2023	01 Dic. 2023	18 dic 2023	75,996.70

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. 733

ALIMENTACION: Aerea

MAXIMETRO: Registrador

MARCA: ELSTER

FASES: 3

SERIE: 02851285

ESTADO: NORMAL

PRESC. MEDIDOR: 0

PRESC. CAJATOMA: 0

PRESC. BORNERA: 0

POT. CONTRATADA: 100.00

POT. CONTRATADA HP: 100.00

POT. CONTRATADA HFP: 100.00

SED: DO061349

FACTOR EA: 100.00

FACTOR MD: 1.00

FACTOR ER: 100.00

TARIFA: MT3

Mes	Tar.	Sit.	Lect.	F.T.	LECTURAS								CONSUMO								MONTOS														
					EA	EAHP	EAHFP	ER	MD	MDHP	MDHFP	EA	EAHP	EAHFP	ER	MD	MDHP	MDHP	CMDG	Excs.	CF	Energia	Potencia	AP	Mant.	Int.	Otros Afecto	IGV	Mora	ERural	Otros No Af.	Deuda	Total	Nro Recibo	Fecha Pago
202311	MT3	NORMAL	OK_	1,793.750	2174.3900	367.4650	1806.9060	445.6900	0.1840	0.1090	0.1840	108064.560	17008.430	91076.130	19,630.63 n	322.00 n	322.000	188.000	330.05 n	0.000	13.95	33,524.17	27,297.34	2,549.70	32.66	56.67	0.00	11,425.4 1	0.00	1,096.79	0.01	0.00	75,996.70	110-17596	
202310	MT3	NORMAL	OK_	1,793.750	2112.6304	357.7369	1754.8946	434.4725	0.2006	0.1186	0.2006	109769.960	18753.530	91016.450	20,832.53 n	351.05 n	351.050	207.550	359.83 n	0.000	12.68	31,867.75	26,698.01	2,410.20	32.37	0.00	0.00	10,983.7 A	0.00	1,113.89	0.02	0.00	73,118.70	110-17222	23-Nov.-23
202309	MT3	NORMAL	OK_	1,793.750	2049.9047	347.0196	1702.8851	422.5682	0.3335	0.2457	0.3335	158289.950	26770.100	131519.850	41,087.56 n	583.63 n	583.630	429.990	598.22 n	0.000	12.62	45,973.37	35,254.08	2,719.20	31.38	102.80	0.00	15,136.8 2	0.00	1,606.25	-0.02	0.00	100,836.50	110-16846	18-Oct.-23
202308	MT3	NORMAL	OK_	1,793.750	1959.4533	331.7224	1627.7309	399.0896	0.3151	0.2489	0.3151	151493.300	25154.150	126339.150	37,417.63 n	551.43 n	551.430	437.330	585.22 n	0.000	12.55	44,578.17	34,204.76	2,527.50	26.77	0.00	0.00	14,642.9 A	0.00	1,537.28	0.01	0.00	97,530.00	110-16470	22-Sep.-23
202307	MT3	NORMAL	OK_	1,793.750	1872.8867	317.3486	1555.5371	377.7081	0.3286	0.2409	0.3286	194539.980	35977.550	158562.430	56,749.18 n	575.05 n	575.050	421.580	589.43 n	0.000	12.74	60,143.83	49,854.54	2,600.40	27.07	23.16	0.00	20,297.1 1	0.00	1,974.09	0.06	0.00	135,033.00	110-16094	21-Ago.-23
202306	MT3	NORMAL	OK_	1,793.750	1761.7200	296.7900	1464.9300	345.2800	0.3287	0.2422	0.3287	114894.500	18408.600	96485.900	24,269.70 n	575.23 n	575.230	423.850	589.61 n	0.000	12.77	35,350.43	36,658.10	2,754.00	27.17	0.00	0.00	13,464.6 1	0.00	1,165.89	-0.07	0.00	89,433.80	110-15717	20-Jul.-23
202305	MT3	NORMAL	OK_	1,793.750	1696.0661	286.2708	1409.7962	331.4116	0.3288	0.2421	0.3288	143860.500	24711.400	119149.100	35,702.80 n	575.40 n	575.400	423.680	589.79 n	0.000	12.87	44,556.49	35,306.75	2,783.40	27.50	0.00	0.00	14,889.0 A	0.00	1,459.82	0.01	0.00	99,065.90	110-15340	19-Jun.-23
202304	MT3	NORMAL	OK_	1,793.750	1613.8600	272.1500	1341.7100	311.0100	0.1710	0.0910	0.1710	108115.000	16975.000	91140.000	22,925.00 n	299.25 n	299.250	159.250	306.73 n	0.000	12.88	34,753.66	22,589.54	2,627.70	27.59	20.67	0.00	10,905.7 7	0.00	1,097.10	-0.01	0.00	71,934.90	110-14963	15-May.-23
202303	MT3	NORMAL	OK_	1,793.750	1552.0800	262.4500	1289.6300	297.9100	0.1700	0.0900	0.1700	112743.930	17911.430	94832.500	26,045.25 n	297.50 n	297.500	157.500	304.94 n	0.000	12.92	36,312.16	30,101.10	2,650.50	27.88	17.85	0.00	12,442.0 3	0.00	1,144.07	-0.01	0.00	82,708.50	110-14587	18-Abr.-23
202302	MT3	NORMAL	OK_	1,793.750	1487.6648	252.2149	1235.4400	283.0270	0.1759	0.0995	0.1759	105996.480	15998.980	90387.500	19,922.18 n	307.83 n	307.830	174.130	315.53 n	0.000	12.96	34,324.37	23,969.08	2,712.00	27.68	0.00	0.00	10,993.5 5	0.00	1,075.50	0.06	0.00	73,144.40	110-14212	21-Mar.-23
202301	MT3	NORMAL	OK_	1,793.750	1427.0890	243.3012	1183.7900	271.6429	0.1935	0.0992	0.1935	103759.790	16671.230	86988.550	16,746.00 n	338.63 n	338.630	173.600	347.10 n	0.000	13.09	34,588.47	26,623.79	2,566.80	27.88	38.51	0.00	11,494.5 4	0.00	1,052.90	0.02	0.00	76,406.00	110-13838	15-Feb.-23
202212	MT3	NORMAL	OK_	1,793.750	1367.7999	233.6805	1134.1394	262.0733	0.2593	0.1629	0.2593	103868.800	16046.450	87822.350	23,154.43 n	453.79 n	453.790	285.080	465.12 n	0.000	13.09	34,572.68	31,771.73	2,513.40	27.98	0.00	0.00	12,401.7 6	0.00	979.48	-0.03	0.00	82,280.10	110-13486	20-Ene.-23

ANEXO-13



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES
EQUIPO DE TRANSPORTES

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Cusco, 31 de enero de 2024

Señores:

Br. Frank Roney Pareja Soria
Br. Javier Oscar Huacac Enriquez
BACHILLERES DE ING. ELECTRICA
Presente. –

ASUNTO: INFORME DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL TRANSPORTE ELÉCTRICO.

Mediante el presente, me dirijo a usted en mi condición de Jefe del Equipo de Transportes de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, para expresar que la implementación del transporte eléctricos sería una alternativa VIABLE, por los motivos siguientes:

- Brindar un mejor servicio del transporte a la población estudiantil hacia los diferentes puntos de la institución.
- Aprovechar los grandes beneficios del mantenimiento que ofrece la implementación del transporte eléctrico.
- Explotar los privilegios al modificar el transporte a combustible diésel por el transporte eléctrico.

Sin otro particular, hago propicio la oportunidad para expresarle mis consideraciones más distinguidas.

Atentamente.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
EQUIPO DE TRANSPORTES


Lic. J. ANTONIO ALTAMIRANO SANTOS
JEFE

ANEXO-14

Cusco, 23 de Junio del 2023

Solicito: Información y Relación de
Vehículos de la UNSAAC

Señor:

RAUL BERNARDO RIVERA LOAIZA

Jefe Del Área de Patrimonio

Nosotros: Javier Oscar Huacac Enriquez, identificado con DNI N° 47768554, con domicilio en Urb. Balconcillo J LT.4, distrito de Cusco y Frank Roney Pareja Soria, identificado con DNI N° 41053964, con domicilio en Av. Circunvalación Norte A-8, distrito de San Jerónimo. Ante Ud. respetuosamente nos presentamos y exponemos:

Que en nuestra calidad de Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional "San Antonio Abad del Cusco", solicitamos a Ud. la Relación de las Unidades Vehiculares (clase, marca, modelo, placa, asientos, año, color, combustible y dependencia) con las que cuenta Universidad Nacional "San Antonio Abad del Cusco", así mismo de ser posible el consumo promedio de combustible de dichas unidades; todo ello para la elaboración del Trabajo de Tesis denominado "INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD COMO CARGA EN LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC CUSCO" para poder optar al Título Profesional de Ingeniero Electricista.

La Información solicitada, son de carácter imprescindible, dicha Información serán incluidos en la tesis y cuyo objetivo es el estudio de las redes eléctricas en media tensión, al integrar la electromovilidad como carga, en la Ciudad Universitaria de Perayoc de Cusco.

Agradecemos la atención que brinde a la presente y con la brevedad posible, nos suscribimos de usted.

Atentamente.



Javier Oscar Huacac Enriquez
DNI:47768554





Frank Roney Pareja Soria
DNI:41053964

*Para cualquier coordinación comunicarse al teléfono: 950 280659 ó al email: 130642@unsaac.edu.pe

*Adjunto el presente: copias del título de Bachiller.

VEHICULOS UNSAAC 2023

CANT	CLASE	MARCA	MODELO	MOTOR	SERIE	PLACA	AS	AÑO	COLOR	COMB	LUGAR	COD. PATRIM.
1	Camioneta Rural	Nissan	X-Trail 4X4	QR25531179B	JN1TANT31DW751478	EGN-339	5	2012	Negro Diamante	Gasolina	Cusco	678250000036
2	Camioneta Rural	Nissan	X-Trail 4X4	QR25534842B	JN1TANT31DW751515	EGN-363	5	2012	Negro Diamante	Gasolina	Cusco	678250000033
3	Camioneta Rural	Nissan	X-Trail 4X4	QR25536221B	JN1TANT31DW751537	EGN-365	5	2012	Plata	Gasolina	Cusco	678250000034
4	Camioneta Rural	Nissan	X-Trail 4X4	QR25536390B	JN1TANT31DW751524	EGN-364	5	2012	Plata	Gasolina	Cusco	678250000035
5	Camioneta Rural	Nissan	X-Trail 4X4	QR25506336B	JN1TANT31DW751245	EGO-157	5	2012	Gris	Gasolina	Cusco	678250000067
6	Camioneta Pickup	Nissan	Navara 4x4	YD25-463978T	MNTVCJD40D6600437	EGN-366	5	2012	Plata	Diesel	Cusco	678250000044
7	Camioneta Pickup	Nissan	Navara 4x4	YD25469444T	MNTVCJD40D6010378	EGN-342	5	2012	Azul Oscuro Per	Diesel	Cusco	678250000043
8	Camioneta Pickup	Nissan	Navara 4x4	YD25477439T	MNTVCJD40D6010580	EGN-368	5	2012	Azul Oscuro Per	Diesel	Cusco	678250000040
9	Camioneta Pickup	Nissan	Navara 4x4	YD25472009T	MNTVCJD40D6010549	EGN-367	5	2012	Azul Oscuro Per	Diesel	Cusco	678250000038
10	Camioneta Pickup	Nissan	Navara 4x4	YD25473913T	MNTVCJD40D6601018	EGN-341	5	2012	Azul Oscuro Per	Diesel	Cusco	678250000039
11	Camioneta Pickup	Nissan	Navara 4x4	YD25469736T	MNTVCJD40D6010403	EGN-340	5	2012	Azul Oscuro Per	Diesel	Cusco	678250000042
12	Camioneta Pickup	Nissan	Navara 4x4	YD25473761T	MNTVCJD40D6600990	EGN-343	5	2012	Azul Oscuro Per	Diesel	Cusco	678250000041
13	Camion Hospital	Mitsubishi	Fuso FM	6M61080331	JLBFM65FMDKU10060	EGO-012	2	2013	Blanco	Diesel	Cusco	678209500009
14	Minibus	Hiundai	County III	D4DD538321	KMJCF17PPDC901863	EGQ-728	32	2013	Guinda Crema	Diesel	Espinar	678261250004
15	Minibus	Hiundai	County III	D4DD538328	KMJCF17PPDC901862	EGQ-729	32	2013	Guinda Crema	Diesel	Sto Toma	678261250003
16	Minibus	Renault	Master	G9UA724CO4672	93YCDDUH59J197929	EGA-414	16	2009	Blanco	Diesel	Cusco	678261250002
17	Omnibus	International	IC-BUS-FE C	470HM2U1599126	VIN DL332572	EGQ-300	49	2013	Guinda Cr�ema	Diesel	Andahuy	678250000021
18	Omnibus	International	IC-BUS-FE C	470HM2U1600698	VIN DL332573	EGQ-298	49	2013	Guinda Crema	Diesel	Sicuani	678286000022
19	Camion	Nissan	From Trck	FE6-024017B	CM87KA-12412	WZ-5404	2	1986	Amarillo verde	Diesel	Kayra	678209500002
20	Camioneta pickup	Nissan	Frontier	ZD30235442K	JNICNUD22AX466521	EGA-364	5	2009	Blanco	Diesel	Kayra	678250000029
21	Camioneta pickup	Toyota	Hi Lux 4x4 C/D	3L5212747	JTFDE626200077242	EGD-431	5	2002	Azul Oscuro	Diesel	Kayra	678250000032
22	Medio camion	Toyota	Dina 350	14B-1290364	BU91-0007682	WZ-4128	2	1993	Rojo	Diesel	Kayra	678209500008
23	Camioneta rural	Mitsubishi	Montero	4D56GS5356	DONV205J00320	RU-9414	5	1997	Verde	Diesel	Kayra	036870-2022
24	Camioneta Pickup	Nissan	Frontier	ZD30235577K	JNICNUD22AX466523	EGA-363	5	2009	Blanco	Diesel	Sicuani	678250000030
25	Camion	Mitsubishi	Fuso	GD16-338844	FK4117K-322570	EAC-434	2	1998	Blanco	Diesel	La Raya	678209500005
26	Medio Camion	Mitsubishi	FE-214EXSLCP	4D31P-950878	FE214E-A00770	EGP-093	2	1989	Blanco Cristal	Diesel	La Raya	678209500006
27	Camioneta Pickup	Nissan	Frontier 4x4 D/C DX 3.0	ZD30033473T	JNICNUD224A713534	EGP-296	5	2005	Blanco	Diesel	La Raya	678250000025
28	Omnibus	Marco Polo	Volare W9	D1A073058	93PB40R31HCO57846	EGY-025	32	2016	Rojo	Diesel	Cusco	678286000023
29	Camioneta Rural	Nissan	X-Trail 4X4	QR25856182A	JN1TANT31AW000722	EGA-250	5	2009	Plata Metalico	Gasolina	Lima	079035-2022
30	Omnibus	Mercedes Benz	O500RS1836	457908U1098718	9BM634011NB250384	EAI-326	44	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000025
31	Omnibus	Mercedes Benz	O500RS1836	457908U1098595	9BM634011NB250336	EAI-327	44	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000026
32	Omnibus	Mercedes Benz	O500RS1836	457908U1098338	9BM634011NB250264	EAI-325	44	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000024
33	Omnibus	Mercedes Benz	OF 1724/59	926998U10098595	9BM384076NB249893	EAI-402	52	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000028
34	Omnibus	Mercedes Benz	OF 1724/59	926998U1367589	9BM384076NB249888	EAI-345	52	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000027
35	Omnibus	Mercedes Benz	OF 1724/59	926998U1367626	9BM384076NB249898	EAI-401	52	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000030
36	Omnibus	Mercedes Benz	OF 1724/59	926998U1367830	9BM384076NB249908	EAI-344	52	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000029
37	Omnibus	Mercedes Benz	OF 1724/59	926998U1368314	9BM384076NB250190	EAI-346	52	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000031
38	Omnibus	Mercedes Benz	4D341	400928D0041556	MEC0024TLNP052840	EAI-370	33	2022	Rojo Crema	Diesel	Cusco	678286000032
39	Mini Bus	Mercedes Benz	Sprinter 416CDI/C4325	651958W0143554	8C907645PE222284	EAI-369	17	2023	Blanco	Diesel	Cusco	678261250005

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUD-OCCIDENTE DEL CUSCO
 EQUIPO DE TRANSPORTES
 DR. J. ANTONIO ALTAMIRANO SANTOS
 JEFE

ANEXO-15

Cusco, 07 de Noviembre del 2023

Solicito: Costos de Mantenimiento de
Unidades Vehiculares de la
UNSAAC

Señor:

RAUL BERNARDO RIVERA LOAIZA
Jefe del Área de Patrimonio

Nosotros: Javier Oscar Huacac Enriquez, identificado con DNI N° 47768554, con domicilio en Urb. Balconcillo J LT.4, distrito de Cusco y Frank Roney Pareja Soria, identificado con DNI N° 41053964, con domicilio en Av. Circunvalación Norte A-8, distrito de San Jerónimo. Ante Ud. respetuosamente nos presentamos y exponemos:

Que en nuestra calidad de Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional "San Antonio Abad del Cusco", solicitamos a Ud. El costo de mantenimiento de las Unidades Vehiculares que realizan el transporte de la Población Universitaria de la Ciudad Universitaria de Perayoc para realizar el Trabajo de Tesis en la institución sobre "INTEGRACIÓN DE LA ELECTROMOVILIDAD COMO CARGA EN LAS REDES DE MEDIA TENSIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC CUSCO" para poder optar al Título Profesional de Ingeniero Electricista.

La Información solicitada, son de carácter imprescindible, dicha Información serán incluidos en la tesis y cuyo objetivo es el estudio de las redes eléctricas en media tensión, al integrar la electromovilidad como carga, en la Ciudad Universitaria de Perayoc de Cusco.

Agradecemos la atención que brinde a la presente y con la brevedad posible, nos suscribimos de usted.

Atentamente.


Javier Oscar Huacac Enriquez
DNI: 47768554


Frank Roney Pareja Soria
DNI: 41053964

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Área de Abastecimientos y Servicios Auxiliares
ÁREA DE TRANSPORTES
07 NOV. 2023
RECIBIDO
Firma:

UNSAAC
EQUIPO DE TRANSPORTES
MANTENIMIENTO ANUAL

PLACA	Costo/promedio	MODELO
EGN-339	6,000.00	X-Trail 4x4
EGN-363	6,000.00	X-Trail 4x4
EGN-365	6,000.00	X-Trail 4x4
EGN-364	6,000.00	X-Trail 4x4
EGO-157	6,000.00	X-Trail 4x4
EGN-366	8,000.00	Navara 4x4
EGN-342	8,000.00	Navara 4x4
EGN-368	8,000.00	Navara 4x4
EGN-367	8,000.00	Navara 4x4
EGN-341	8,000.00	Navara 4x4
EGN-340	8,000.00	Navara 4x4
EGN-343	8,000.00	Navara 4x4
EGO-012	5,000.00	Fuso FM
EGQ-728	9,000.00	County III
EGQ-729	9,000.00	County III
EGA-414	7,000.00	Master
EGQ-300	9,000.00	IC-BUS-FE C
EGQ-298	9,000.00	IC-BUS-FE C
WZ-5404	9,000.00	From Trck
EGA-364	8,000.00	Frontier
EGD-431	8,000.00	Hi Lux 4x4 C/D
WZ-4128	9,000.00	Dina 350
RU-9414	9,000.00	Montero
EGA-363	8,000.00	Frontier 4x4 D/C DX 3.0
EAC-434	8,000.00	Fuso
EGP-093	9,000.00	FE-214EXSLCP
EGP-296	8,000.00	Frontier 4x4 D/C DX 3.0
EGY-025	9,000.00	Volare W9
EGA-250	8,000.00	X-Trail 4x4
EAI-326	10,000.00	O500RS1836
EAI-327	10,000.00	O500RS1836
EAI-325	10,000.00	O500RS1836
EAI-402	10,000.00	OF 1724/59
EAI-345	10,000.00	OF 1724/59
EAI-401	10,000.00	OF 1724/59
EAI-344	10,000.00	OF 1724/59
EAI-346	10,000.00	OF 1724/59
EAI-370	10,000.00	4D341
EAI-369	8,000.00	Sprinter 416CDI/C4325

TOTAL	325,000.00
--------------	-------------------

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABATE DEL 2000
EQUIPO DE TRANSPORTES

Lic. J. ANTONIO ALTAMIRANO SANTOS
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN ANTONIO ABAD DE CUSCO

EQUIPO DE TRANSPORTES

Uso de Combustibles Mensual en Galones

Vehiculos	Sede Central		Combustibles		
	Cantidad	U/Med.	Diesel	G. Regular	U/Med.
Buses Interprovinciales	5	Unidad	250		Galon
Minibuses	3	Unidad	100		Galon
Buses Urbanos	5	Unidad	300		Galon
Camionetas Abiertas	7	Unidad	150		Galon
Camion Hospital	1	Unidad	10		Galon
Camionetas Cerradas	5	Unidad		120	Galon

Total	26	Unidad	810	120	Galon
--------------	----	--------	-----	-----	-------

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
EQUIPO DE TRANSPORTES


Lic. J. ANTONIO ALTAMIRANO SANTOS
JEFE

ANEXO-16

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
EQUIPO DE TRANSPORTES

Mercedes-Benz
Dirección General de Administración
UNIDAD DE LOGÍSTICA

21 JUN 2019

RECIBIDO

931818 HORAS

Cusco, 23 de mayo de 2019

Oficio N° 133-2019-DIGA/UL/ET/UNSAAC

Señor:
DR. EDILBERTO ZELA VERA
RECTOR DE LA UNSAAC.

ASUNTO: Adquisición de vehículos para el Área de Transportes.

Es grato dirigirme a usted, con la finalidad de solicitarle disponga la reposición de **cuatro** vehículos Clase Ómnibus de 50 pasajeros interurbano, para continuar prestando servicio a los estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de poder cumplir con el desarrollo curricular y académico de la población estudiantil de dicha facultad, dado que estos vehículos de marca VOLVO (ENATRUS) ya fueron dados de baja y datan de los años 1,980 1981 y 1,985 y por el tiempo de servicio no garantizan seguridad, para cumplir con un servicio eficiente a nuestros estudiantes, por encontrarse en obsolescencia técnica debido a la imposibilidad de encontrar repuestos en el mercado nacional.

Asimismo la adquisición de **dos** vehículo clase ómnibus para el transporte interprovincial con capacidad de 45 pasajeros que cumpla las más exigentes normativas internacionales, para viajes de estudios, debido a que nuestros tres buses de marca MERCEDES BENZ que prestan servicio a nuestros estudiantes para viaje de estudios son de fabricación 2004 y ya no garantizan el servicio al 100%, **un** minibus de 32 pasajeros, para el transporte de los señores docentes de la Fac. Ciencias Agrarias y **cuatro** minibuses para el servicio de los estudiantes de las filiales tal como exige la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria SUNEDU.

Por lo que mucho agradeceré a usted señor Rector tomar en consideración lo manifestado y disponer la inmediata reposición de dichos vehículos para que cumplan con los objetivos y metas trazadas y garantizar el transporte de estudiantes con la seguridad que corresponde; amparada por la LEY N° 30879 LEY DE PRESUPUESTO DEL SECTOR PÚBLICO PARA EL AÑO FISCAL 2019 art. 10 numeral 10.4 en cuyo contenido indica lo siguiente: **"Prohíbese la adquisición de vehículos automotores... asimismo están exentos de esta prohibición los casos de adquisiciones que se realicen para la consecución de las metas de los proyectos de inversión y la renovación de los vehículos automotores que tengan una antigüedad igual o superior a diez (10) años"**.

Agradeciendo anticipadamente por la atención que se sirva dar el presente, aprovecho la oportunidad para renovar las muestras de mi mayor deferencia personal.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
28 MAYO 2019
C.C.
DIGA GENERAL
Archivo.

Atentamente

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Área de Gestión Institucional y Recursos Humanos
EQUIPO DE TRANSPORTES

Alberto Pezua Navarrete
JSCF

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
TRÁMITE DOCUMENTARIO
SECRETARIA GENERAL
28 MAYO 2019
SEC. GRAL.

ANEXO-17



CUSCO

WANCHAQ

PATA

Leyenda

■ Subestación de Transformación

Equipo de Protección y Maniobra AT MT

✱ <all other values>

EQUIPO DE PROTECCION

⊗ CUT OUT

⊗ CUT OUT R

⊗ IACM

⊗ IM

⊗ RECLOSER

⊗ SBC

Subestación de Distribución

▲ Subestación de Distribución

TIPO SED

▲ MON

▲ BIP

▲ CAS

■ COM

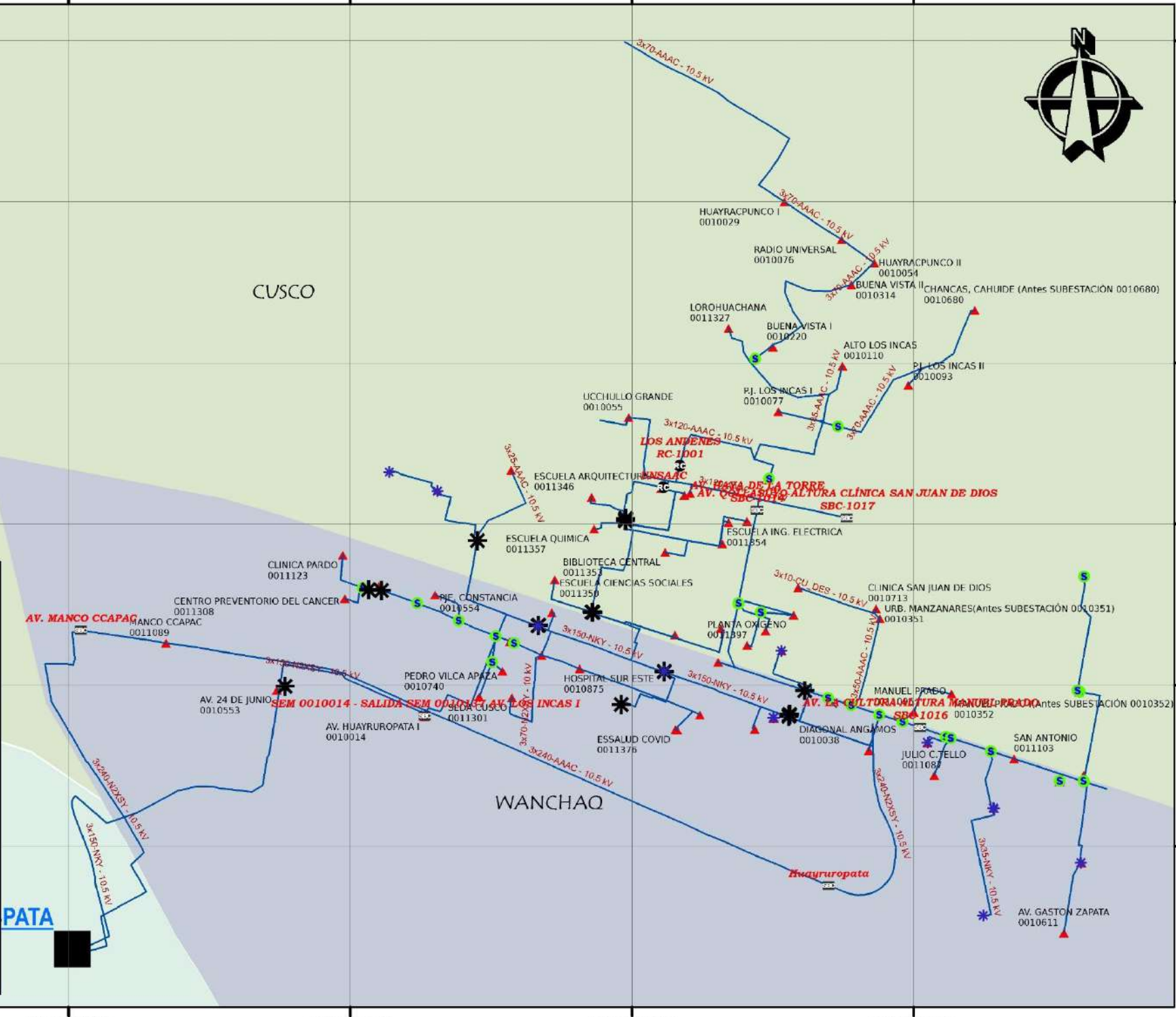
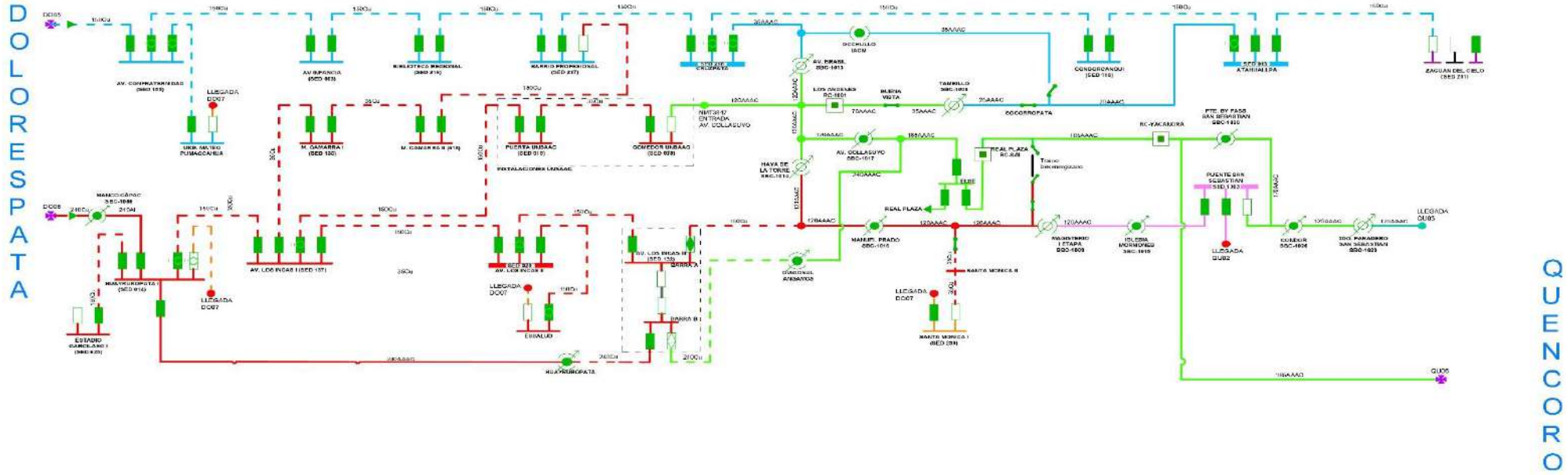


DIAGRAMA UNIFILAR ELSE

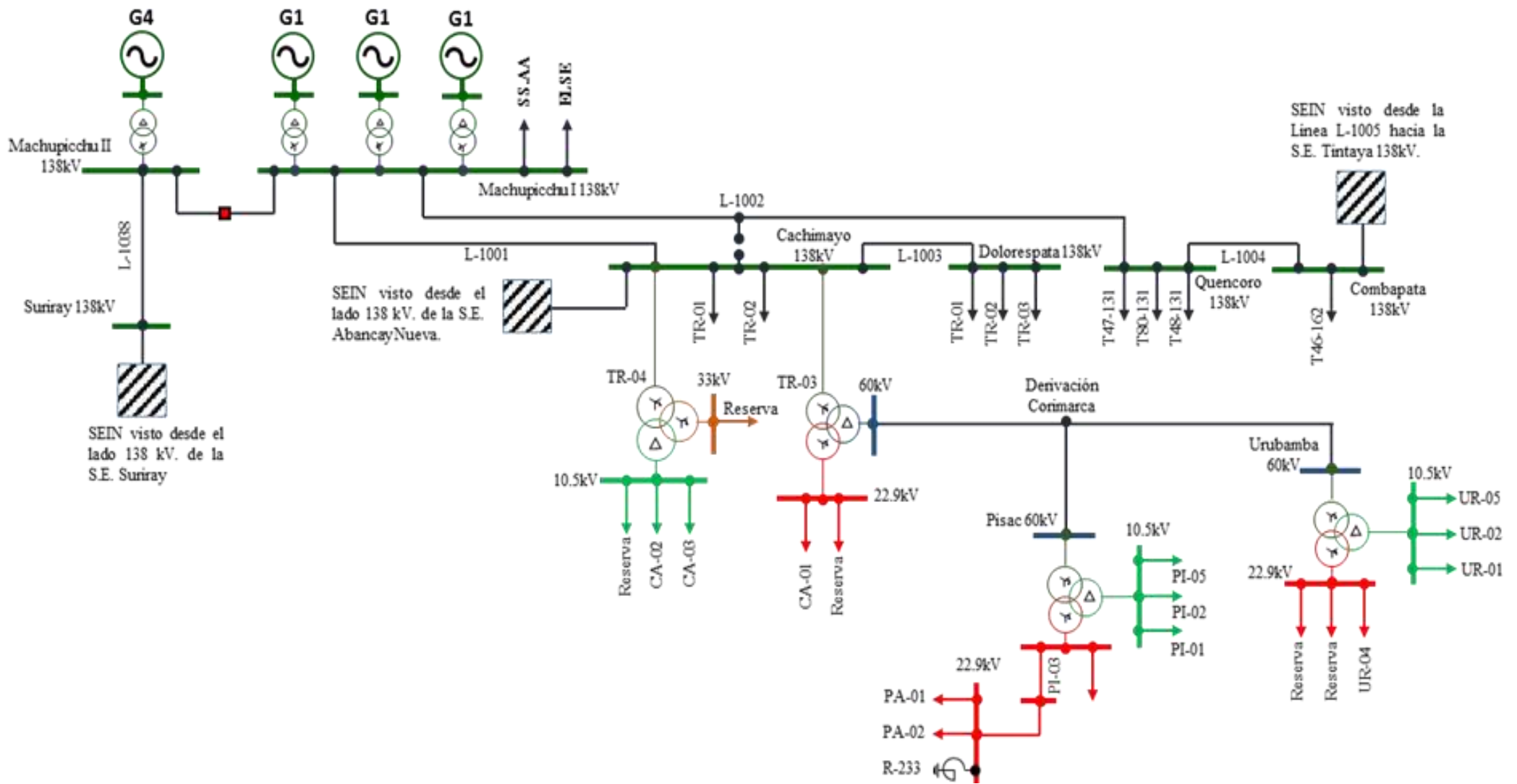
LEYENDA

- LINEA AEREA
- LINEA SUBTERRANEA
- SECCIONADOR EN CERRADO
- SECCIONADOR EN ABIERTO
- IADM CERRADO
- IADM ABIERTO
- ⊞ INTERRUPTOR DMI2 CERRADO
- ⊞ INTERRUPTOR DMI2 ABIERTO
- ⊞ CUT-OUT CERRADO
- ⊞ CUT-OUT ABIERTO
- BARRA
- DIRECCION DE FLUJO
- ⊞ SECCIONADOR BAJO CARGA
- ⊞ RECILOSER CERRADO
- ⊞ INTERRUPTOR CERRADO
- ⊞ INTERRUPTOR ABIERTO
- ⊞ INTERRUPTOR HV/HV2 CERRADO



DU 01	DIAGRAMA UNIFILAR ELSE CUSCO
	GERENCIA DE OPERACIONES
	CENTRO DE CONTROL
	ELABORADO POR: CC SSE ABR-2022

C.H. MACHUPICCHU I - II



ANEXO-18

