



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN  
CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

**ESTUDIO DE CALIDAD DE ENERGIA ELECTRICA EN EL ALIMENTADOR 3005 DEL C.P. LA RINCONADA, REGION PUNO - 2023**

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
<b>ELECTRICIDAD</b>		

3. Duración del proyecto (meses)

**12 MESES**

4. Tipo de proyecto

Individual	<input checked="" type="radio"/>
Multidisciplinario	<input type="radio"/>
Director de tesis pregrado	<input type="radio"/>

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	<b>PAYE COLQUEHUANCA LEONARDO</b>
Escuela Profesional	<b>INGENIERIA MECANICA ELECTRICA</b>
Celular	<b>951092610</b>
Correo Electrónico	<a href="mailto:lpaye@unap.edu.pe">lpaye@unap.edu.pe</a> / <a href="mailto:doyeca10@gmail.com">doyeca10@gmail.com</a>

- I. Título (El proyecto de tesis debe llevar un título que exprese en forma sintética su contenido, haciendo referencia en lo posible, al resultado final que se pretende lograr. Máx. palabras 25)

**ESTUDIO DE CALIDAD DE ENERGIA ELECTRICA EN EL SISTEMA 22.9 KV DEL CENTRO POBLADO DE LA RINCONADA, REGION PUNO - 2023**

- II. Resumen del Proyecto de Tesis (Debe ser suficientemente informativo, presentando -igual que un trabajo científico- una descripción de los principales puntos que se abordarán, objetivos, metodología y resultados que se esperan)

El presente proyecto tiene como objetivo analizar la calidad de energía eléctrica, referidos básicamente al análisis de los armónicos de tensión y corriente, así como la compensación de potencia reactiva del sistema eléctrico 22.9 KV del Centro La Rinconada distrito de Ananea, Provincia de San Antonio de Putina, Puno. A través de un analizador de redes que será instalado a la salida de la línea primaria Ananea-



La Rinconada y se verá el comportamiento de los armónicos. Luego de hacer las mediciones se bajará la información del equipo analizador de red a PC a través del software PowerView v3.0, el cual nos proporcionará los valores de armónicos de tensión y corriente generados por el sistema de 22,9 KV del alimentador 3005 La Rinconada, Luego se efectuara el análisis utilizando el software ETAP 20.0 a fin de saber el comportamiento del SFCR, de acuerdo a las normas nacionales e internacionales sobre calidad de energía que exigen límites del THD y factor de potencia, para luego dar las alternativas de solución.

**III. Palabras claves (Keywords) (Colocadas en orden de importancia. Máx. palabras: cinco)**

Armónicos, energía, potencia reactiva, SFCR, tensión

**IV. Justificación del proyecto (Describe el problema y su relevancia como objeto de investigación. Es importante una clara definición y delimitación del problema que abordará la investigación, ya que temas cuya definición es difusa o amplísima son difíciles de evaluar y desarrollar)**

La calidad de los servicios eléctricos se puede definir como un conjunto de características que se deben cumplir en la interacción entre los proveedores de servicios eléctricos, los usuarios y la población en general (Dariel, 1999). De acuerdo con la Norma Técnica Peruana de Calidad del Servicio de Energía Eléctrica (NTCSE) (MEM-DGE-DS-040, 33 2001), se tiene de acuerdo a la información de la concesionaria ELPU, problemas de regulación de tensión, pérdidas de energía, variaciones súbitas de tensión, así como cargas generadoras de armónicos, por el tipo de equipos que se utilizan en los diferentes centros mineros conectados a esta salida. Para mejorar la tensión en la barra 22.9 kV de suministro: es posible instalar un banco de condensadores de 6x1.0 MVAR en la barra 22.9 38 kV de la SE Ananea de ELECTROPUNO, con el fin de ayudar al transformador existente de 15/18 MVA a recuperar su margen de regulación de tensión, y mantener en sus barras una tensión de 22.9 kV regulada en  $\pm 5.0\%$ , aun con el incremento de carga de la mina CORIPUNO, que permitirá corregir las caídas de tensión que se presentarán en la propia línea de suministro al CP la Rinconada, debido al incremento de carga. Calidad del producto se refiere al voltaje, se refiere a la onda de voltaje de la fuente de alimentación y la interferencia relacionada. Cubre casi todas las fuentes técnicas de interferencia, excepto las interrupciones del suministro a largo plazo (calidad del suministro) (pertenecientes a la continuidad o fiabilidad del suministro La calidad de los servicios eléctricos se puede definir como un conjunto de características que se deben cumplir en la interacción entre los proveedores de servicios eléctricos, los usuarios y la población en general (Dariel, 1999). De acuerdo con la Norma Técnica Peruana de Calidad del Servicio de Energía Eléctrica (NTCSE) (MEM-DGE-DS-040, 2001), así como la norma técnica de calidad del sistema eléctrico rural no convencional que proporciona el sistema fotovoltaico conectado. Los aspectos que constituyen la llamada calidad del servicio eléctrico incluyen: calidad técnica, calidad comercial y calidad del alumbrado público. La calidad del producto se refiere al voltaje, se refiere a la onda de voltaje de la fuente de alimentación y la interferencia relacionada. Cubre casi todas las fuentes técnicas de interferencia, excepto las interrupciones del suministro a largo plazo (calidad del suministro) (pertenecientes a la continuidad o fiabilidad del suministro).



- V. Antecedentes del proyecto (Incluya el estado actual del conocimiento en el ámbito nacional e internacional. La revisión bibliográfica debe incluir en lo posible artículos científicos actuales, para evidenciar el conocimiento existente y el aporte de la Tesis propuesta. Esto es importante para el futuro artículo que resultará como producto de este trabajo)

La calidad de la energía surge de una atención continua, en los últimos años esta atención se ha vuelto más importante debido al aumento del número de cargas sensibles en el sistema de distribución de energía, las cuales constituyen por sí mismas la causa de la disminución de la calidad de la energía (Campos, 2018). Al estudiar sistemas con cargas no lineales, el flujo de carga debe modificarse para incluir la respuesta del sistema a diferentes frecuencias armónicas. Se introducen los principales métodos para resolver el flujo de potencia armónico y se propone un método para el sistema radial. Para ello, se utiliza un algoritmo de exploración iterativo. Este proceso se propone para sistemas equilibrados, pero puede extenderse fácilmente a sistemas no equilibrados. (Garcés Ruiz, 2004). Los armónicos son la distorsión o deformación de las ondas sinusoidales de voltaje y / o corriente del sistema de potencia, principalmente debido al uso de cargas con impedancia no lineal (computadoras, televisores, variadores de velocidad, rectificadores, hornos de arco eléctrico, lámparas fluorescentes, arrancadores electrónicos, etc.), Los materiales ferromagnéticos se utilizan en motores, las operaciones de conmutación se realizan en subestaciones y generalmente se utilizan dispositivos que deben conmutarse en sus operaciones normales. El resultado del uso de estos dispositivos es que aparecen en el sistema eléctrico otras corrientes y / o voltajes con frecuencias diferentes a la frecuencia fundamental de la onda sinusoidal original. La circulación de corriente y / o voltaje adicional en el sistema de potencia puede causar problemas, como aumento de la pérdida de potencia activa, sobretensión en los condensadores, errores de medición, falla de las funciones de protección, daño del aislamiento, degradación del rendimiento del aislamiento, reducción de la vida útil del dieléctrico y del equipo, etc (Rios, 2013). Para el análisis del comportamiento completo de la distorsión armónica es necesario Estudie primero el flujo de carga para obtener cantidades eléctricas a frecuencias fundamentales. Para evaluar armónicos, es necesario introducir modelos adecuados para reproducir el fenómeno de suma. La herramienta de flujo armónico permite evaluar tensiones y corrientes armónicas de redes eléctricas teniendo en cuenta la inyección de armónicos de corriente de cargas no lineales. De acuerdo a las simulaciones realizadas se observó que las armónicas orden 11, 7 y 5 son las que aportan más contaminación al sistema considerando la inclusión de variadores de velocidad de 6 pulsos (Rivas, 2016)

- VI. Hipótesis del trabajo (Es el aporte proyectado de la investigación en la solución del problema)

Es factible el análisis de la calidad de energía y compensación reactiva en el sistema del alimentador 3005 en 22.9 Kv. del Centro Poblado de la Rinconada

- VII. Objetivo general

Analizar la calidad de energía eléctrica y compensación de potencia reactiva en el sistema del alimentador 3005 en 22.9 Kv. del centro poblado La Rinconada



### VIII. Objetivos específicos

- Analizar los armónicos de tensión en el alimentador 3005 del centro poblado La Rinconada.
- Analizar los armónicos de corriente en el alimentador 3005 del centro poblado La Rinconada.
- Examinar la compensación reactiva en el alimentador 3005 del centro poblado La Rinconada

### IX. Metodología de investigación (Describir el(los) método(s) científico(s) que se empleará(n) para alcanzar los objetivos específicos, en forma coherente a la hipótesis de la investigación. Sustentar, con base bibliográfica, la pertinencia del(los) método(s) en términos de la representatividad de la muestra y de los resultados que se esperan alcanzar. Incluir los análisis estadísticos a utilizar)

En el presente trabajo de investigación se utilizará el método científico debido a que la investigación tiene como fin el descubrimiento o interpretación de los hechos analizados como el fin de conocer, para predecir situaciones futuras, para lo cual se requiere.

En este trabajo de investigación se utilizarán métodos aplicados, ya que la finalidad de la investigación es descubrir o interpretar los hechos analizados con el fin de comprender y predecir la situación futura, que es necesario establecer. (Behar, 2010).



X. Referencias (Listar las citas bibliográficas con el estilo adecuado a su especialidad)

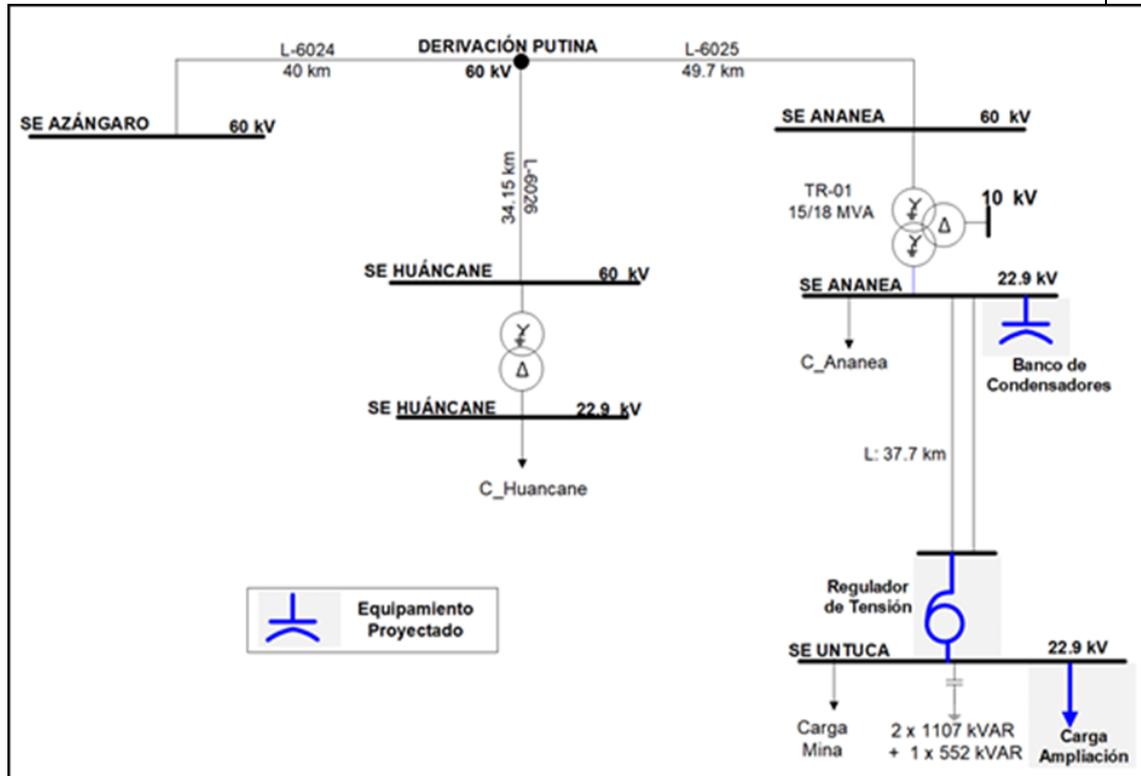
**Bibliografía**

- **BARQUIN GIL, Julian. Apuntes de control de sistemas de energía eléctrica – la regulación de tensión – reactiva - Universidad Pontificia Comillas – Madrid.**
- **BRAD, Robert. Métodos de compensación reactiva- artículo publicado en la revista ENERGY USER NEWS, setiembre 2004, vol 28. N° 9**
- **BOYLESTAD, Robert. Introducción al análisis de Circuitos. 10ª Edición Editorial Pearson. México: 2004**
- **Compensación reactiva Schneider Electric, cap 2, cap 5.**
- **Compensación de potencia reactiva INELAP, México.**
- **CIGRE 25, 1986, "Static Var Compensators "**.
- **CIGRE 30, 19S9, "Reactive Power Compensation Analysis and Planning".**
- **CHAPMAN, Stephen J.. Maquinas eléctricas. 2ª Edición. Editorial McGraw Hill. México: 1998.**
- **Compensación por Bancos de Capacitores en un Sistema Eléctrico de Potencia. Artículo IEEE, Septiembre 2008**
- **Compensación de Potencia Reactiva. Manual de Schneider Electric, Junio 2008.**
- **D. P. Kothari, I. J. Nagrath. Sistemas Eléctricos de Potencia, 2008.**
- **F. Spitta Albert, G. Seip Günter. Instalaciones Eléctricas, Oct – Nov. 2008**
- **El Factor de Potencia y su Compensación en Instalaciones de Baja Tensión. Boletín técnico LEYDEN, Mayo 2008.**
- **Enríquez Harper Gilberto. Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales, 2008.**
- **Enríquez Harper Gilberto. El libro practico de los generadores, transformadores y motores, Septiembre 2008.**
- **GFE OSINERG (2004), "Procedimiento de fiscalización de los servicios de energía eléctrica", Lima – Perú.**
- **GONZALEZ LOPEZ, Francisco Javier. Fundamentos teóricos sobre Armónicas. 2ª edición. Formación Siglo21. México: 2000**
- **GOMEZ MORALES, Enrique. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, tema de tesis: "Compensación de Potencia Reactiva"**
- **Grainger John, D. Stevenson Jr. William. Análisis de Sistemas de Potencia, 2008.**
- **García Trasancos José. Instalaciones eléctricas en baja y media tensión, Noviembre 2008.**
- **HERNANDEZ GALICIA, Julio Alberto. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, División de Estudios de Postgrado, tema de tesis: "Planificación de la Compensación Reactiva Mediante Programación Evolutiva"**
- **Hermosa Donate Antonio. Principios de electricidad y electrónica, 2008.**
- **IEEE 1031-1991, "IEEE Guide for a Detailed Functional Specification and Application of Static VAR Compensators".**

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto (Señalar el posible uso de los resultados y la contribución de los mismos)

XII.

En la actualidad el suministro de energía al Centro Poblado de la Rinconada es a través de la línea primaria en 22.9 kV, opera entre el 0.96 a 0.98 pu, por lo que no le permite tomar mayores cargas, sean las requeridas por CORIPUNO o de cualquier otro usuario de la misma barra. Esta es la razón por la cual se realizará esta investigación, a fin de que se pueda atender su incremento de demanda, propone instalar equipamiento adicional, según se muestra en la Figura.



Como se pretende en el presente trabajo de investigación, la implementación de un nuevo equipamiento, ayudarán de tener una adecuada regulación de tensión en el nivel de 22.9 kV, tanto en la S.E. Ananea (Barra de envío) como en el Centro Poblado de la Rinconada (Barra de recepción) por ejemplo.

### XIII. Impactos esperados

#### i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Los impactos que se espera es trasladar la información a las diferentes empresas tanto nacional e internacional encargados en la distribución de energía a los usuarios finales.

En el presente trabajo se trata de reunir los elementos conceptuales que explican el fenómeno de los armónicos en sistemas eléctricos y que, adecuadamente utilizados permiten identificar el problema y aportar los criterios para la apropiada selección y aplicación de los equipos de reducción correspondientes.

Los impactos que se espera es trasladar la información a las diferentes empresas tanto nacional e internacional encargados en la distribución de energía a los usuarios finales.

Referente a la ciencia usar los criterios adecuados de acuerdo a la situación de cada empresa concesionaria y suministro de los usuarios industriales.



ii. Impactos económicos

La reducción de pérdidas por efecto joule y compensación de la potencia reactiva en el alimentador 3005 del C.P. La Rinconada, el mismo beneficia mucho en los ingresos económicos y las facturaciones mensuales.

iii. Impactos sociales

En el plano social, el sistema en el alimentador 3005. Ananea - CP La Rinconada tendrá una mejor atención y se sentirá satisfecho con el trabajo efectuado de tal manera que no será tentado a ninguna manipulación en las instalaciones de los sistemas de medición.

iv. Impactos ambientales

En cuanto a impacto ambiental mejoramos la contaminación visual con el ordenamiento los cables de control en los sistemas de medición.

XIV. Recursos necesarios (Infraestructura, equipos y principales tecnologías en uso relacionadas con la temática del proyecto, señale medios y recursos para realizar el proyecto)

**Recursos Humanos**

Uno de los pilares más importantes de un proyecto es el equipo humano que lo compone. Es decir, la plantilla de trabajadores (técnicos electricistas y albañiles)

**Recursos físicos**

En la diferentes sub estaciones de distribución privadas se requiere el espacio mínimo para la instalación de los equipos de medición.

**Recursos intelectuales**

Nos referimos al grado de inteligencia que se posea en los equipos de medición como puedan ser marca, métodos, software, y otras actividades desarrolladas por el investigador.

**Recursos económicos**

Los recursos económicos son netamente aporte del investigador.

XV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)

Localidad del Centro Poblado La Rinconada, Distrito de Ananea, Provincia de San Antonio de Putina, Región Puno



**XVI. Cronograma de actividades**

Actividad	2023																							
	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12												
Presentación del trabajo	■	■																						
Aprobación del trabajo			■																					
Elaboración del marco teórico				■																				
Revisión bibliográfica					■	■																		
Recopilación de información						■	■																	
Sistematización del proyecto							■	■																
Presentación de resultados									■															
Análisis de resultados										■														
Conclusiones y recomendaciones											■													
Redacción del informe												■												
Absolución de observaciones													■											
Dictamen del borrador del trabajo														■										
Defensa del trabajo															■									

**XVI. Presupuesto**

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
fotocopias				90.00
Compra de libros	Unidad			1500.00
Materiales de escritorio	unidad			300.00
Papelera	millar		2	200.00
Internet	horas	1.00	500	500.00
Costo de recolección de información				500.00
Adquisición de Software	Unidad			5000.00
imprevistos				200.00
<b>FASE ESQUEMA</b>				
Impresiones (borrador)	Ejemplares		4	400.00
fotocopias				200.00
Compra de libros	Unidad			1000.00
Material de escritorio	unidad			300.00
Transporte	viajes			1000.00
Internet	Horas	1.00	300	300.00
Imprevistos				100.00
<b>FASE OPERATIVA</b>				
Impresión (trabajo final)	Ejemplares		6	400.00
Alquiler equipo de computo	Maquinas		2	100.00
Empastados				50.00
Transporte	Viajes			1200.00
Comunicaciones				50.00
Alquiler equipo de medición	Eqpo.			1500.00
<b>COSTO TOTAL S/.</b>				<b>S/.</b> <b>15290.00</b>