

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Propuestas de mejora para desarrollar estudios de preinversión y definitivo de proyectos de electrificación rural en el Perú

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electricista.

Elaborado por

Billie Joel Balladares Santos

 [0009-0001-5350-358X](#)

Asesor

MSc. Ing. Estanislao Ubaldo Rosado Aguirre

 [0000-0003-3019-2456](#)

LIMA – PERÚ

2025

Citar/How to cite	Balladares Santos [1]
Referencia/Reference	[1] B. Balladares Santos, “ <i>Propuestas de mejora para desarrollar estudios de preinversión y definitivo de proyectos de electrificación rural en el Perú</i> ” [Trabajo de suficiencia profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2025.
Citar/How to cite	(Balladares, 2025)
Referencia/Reference	Balladares, B. (2025). <i>Propuestas de mejora para desarrollar estudios de preinversión y definitivo de proyectos de electrificación rural en el Perú</i> . [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.

Dedicatoria

*Dedico este trabajo a mis padres, Piedad y Edgar,
a mis primos y sobrinos por ser mi fuente de ánimo.*

Agradecimientos

Quisiera expresar mi agradecimiento a mis compañeros del trabajo y consultores, con su experiencia y aliento contribuyeron en la realización de este trabajo.

Resumen

La electrificación rural en el Perú es fundamental para el desarrollo socio económico de las localidades de zonas rurales. Debido al incremento del trabajo remoto, la educación a distancia y mayor atención en las postas médicas producto de la pandemia del COVID-19, en las zonas rurales que carecen de electricidad no se ha podido realizar desarrollar estas actividades, perjudicando la economía y la salud de los pobladores. De acuerdo al INEI al 2023, el coeficiente de electrificación nacional en zonas rurales fue del 83,60%. Debido a la ausencia de documentos esenciales, cálculos inexactos y falta de procedimientos, se ha retrasado la aprobación de los estudios de preinversión y definitivos de estos proyectos. En consecuencia, la Dirección General de Electrificación Rural no aprueba los proyectos a su debido tiempo. El presente trabajo plantea propuestas de mejora, las que consisten en presentar las normas y procedimientos vigentes, el contenido mínimo y los formatos estandarizados, a través un proyecto de electrificación rural aprobado por la DGER-MINEM. Finalmente, se plantea el uso de equipos de tecnología actual y los factores que causan atraso para la aprobación de estos estudios.

La etapa de aprobación de los estudios es la etapa previa a la licitación y ejecución de los proyectos de electrificación rural.

Palabras clave — Electrificación rural, estudio de preinversión, estudio definitivo, propuestas de mejora para el desarrollo de los estudios.

Abstract

Rural electrification in Peru is essential for the socioeconomic development of rural areas. Due to the increase in remote work, distance education and higher education in medical clinics as a result of the COVID-19 pandemic, in rural areas that lack electricity it has not been possible to carry out these activities, harming the economy and health of the residents. According to INEI, as of 2023, the national electrification coefficient in rural areas was 83.60%. Due to the absence of essential documents, inaccurate calculations and lack of procedures, the approval of pre-investment and definitive studies for these projects has been delayed. As a result, the General Directorate of Rural Electrification does not approve the projects in a timely manner. This paper presents improvement proposals which consist of presenting the current norms and procedures, the minimum content and standardized formats, through a rural electrification project approved by the DGER-MINEM. Finally, the use of current technology equipment and the factors that cause delays in the approval of these studies are discussed.

The study approval stage is the prior stage to the bidding and execution of rural electrification projects.

Keywords — Rural electrification, pre investment study, definitive study, proposes of improvement to develop these studies.

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Introducción	xviii
Capítulo I. Parte introductoria del trabajo	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Descripción del problema de investigación	1
1.2.1 Situación Problemática	1
1.2.2 Problemas a resolver	2
1.3 Objetivos del estudio	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4 Antecedentes investigativos	3
Capítulo II. Marco teórico y conceptual	6
2.1 Marco teórico	6
2.1.1 Sector Eléctrico Peruano	6
2.1.2 Sistema Eléctrico Peruano	7
2.1.3 Planeamiento de los sistemas de distribución eléctrica en el Perú	7
2.1.4 Entidades del sector eléctrico peruano	9
2.1.5 Gestión de Proyectos	10
2.1.6 Proyectos de Inversión Pública (PIP)	10
2.1.7 Proyectos de Electrificación Rural	15
2.1.8 Sistemas de distribución eléctrica a través de redes convencionales	15
2.1.9 Sistemas de protección	19
2.1.10 Sistemas de distribución eléctrica alimentados con fuentes RER	20
2.1.11 Sistemas eléctricos del futuro	30
2.1.12 Diseño de redes principales para electrificación rural	31

2.1.13 Diseño de Redes Secundarias para electrificación rural	32
2.2 Marco conceptual	35
2.2.1 Definiciones de los términos de inversión pública	35
2.2.2 Contenido mínimo de la ficha técnica en la etapa de preinversión	38
2.2.3 Contenido mínimo del estudio de perfil	39
2.2.4 Contenido mínimo del estudio definitivo	40
2.2.5 Conformación de documentos complementarios.....	43
Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación	44
3.1 Normas y procedimientos vigentes.....	44
3.1.1 Normas de líneas y redes primarias.....	44
3.1.2 Normas de redes secundarias	45
3.1.3 Normas de Diseño	45
3.1.4 Normas de sistemas fotovoltaicos.....	46
3.1.5 Normas aplicables al desarrollo de proyectos de electrificación rural.....	46
3.1.6 Normas y formatos aplicables a proyectos de inversión pública.....	47
3.1.7 Otros documentos referenciales.....	47
3.2 Procedimiento para la Elaboración de la Ficha Técnica de Preinversión	48
3.2.1 Finalidad	48
3.2.2 Requisitos	48
3.2.3 Etapas del procedimiento.....	48
3.2.4 Concurso para la elaboración de la ficha técnica	49
3.2.5 Contrato para la elaboración de la ficha técnica	49
3.2.6 Trabajo de campo	49
3.2.7 Trabajo de gabinete	49
3.2.8 Selección del tipo de ficha técnica, según Anexo 10 del Invierte.pe.....	50
3.2.9 Presentación de la Ficha Técnica	50
3.2.10 Revisión y levantamiento de observaciones.....	50
3.2.11 Gestión de documentos complementarios	50

3.2.12	Producto Final.....	51
3.2.13	Registro en el sistema del invierte.pe.....	51
3.3	Procedimiento para la Elaboración del Estudio de Perfil.....	51
3.3.1	Finalidad	51
3.3.2	Requisitos	51
3.3.3	Etapas del procedimiento.....	51
3.3.4	Concurso para la elaboración del estudio de perfil.....	52
3.3.5	Contrato para la elaboración del estudio de perfil	52
3.3.6	Trabajo de campo	52
3.3.7	Trabajo de gabinete	53
3.3.8	Presentación del estudio de perfil	53
3.3.9	Revisión y levantamiento de observaciones.....	53
3.3.10	Gestión de documentos complementarios	54
3.3.11	Producto final	54
3.3.12	Registro en el sistema del invierte.pe.....	54
3.4	Procedimiento para la Elaboración del Estudio Definitivo	54
3.4.1	Finalidad	54
3.4.2	Requisitos	54
3.4.3	Etapas de procedimiento.....	54
3.4.4	Concurso para la elaboración del estudio definitivo.....	55
3.4.5	Contrato para la elaboración del estudio definitivo	55
3.4.6	Trabajo de campo	55
3.4.7	Trabajo de gabinete	56
3.4.8	Presentación del estudio definitivo	56
3.4.9	Revisión y levantamiento de observaciones.....	56
3.4.10	Gestión de documentos complementarios	57
3.4.11	Producto Final.....	57
3.4.12	Registro en el sistema del Invierte.pe.....	57

3.5	Contenido mínimo de los estudios de preinversión y definitivo de un proyecto de electrificación rural.....	57
3.6	Formatos estandarizados	60
3.6.1	Formatos de la Ficha Técnica de Preinversión.....	61
3.6.2	Formatos del Estudio de Perfil	68
3.6.3	Formatos del Estudio Definitivo.....	76
3.7	Factores que causan atraso en la aprobación de los estudios técnicos.....	81
3.7.1	Documentos complementarios	82
3.8	Medidas para lograr la aprobación oportuna de los Estudios Técnicos.....	83
3.8.1	Reunión de coordinación.....	83
3.8.2	Plan de Trabajo.....	83
3.8.3	Cronograma de trabajo	84
3.8.4	Elaboración del Estudio Técnico	84
3.8.5	Presentación del Estudio Técnico	84
3.8.6	Revisión del Estudio: Informe de observaciones	84
3.8.7	Levantamiento de observaciones.....	84
3.8.8	Aprobación del Estudio Técnico	84
3.9	Propuestas de mejora técnicas para desarrollar proyectos de electrificación rural	85
3.9.1	Uso de la cinta plana de armar.....	85
3.9.2	Uso de los conductores AAAC engrasados.....	86
3.9.3	Uso de los bastidores del perfil angular.....	88
3.9.4	Uso del recloser y del seccionalizador	90
3.9.5	Uso de las luminarias de tecnología LED	94
3.9.6	Uso de cajas porta medidor de material polimérico	94
3.9.7	Uso de paneles solares mayores a 400Wp	95
3.9.8	Uso de las baterías de litio	96
	Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados	98

4.1	Resultados del proyecto 1	98
4.1.1	Ubicación	98
4.1.2	Localidades y abonados beneficiados.....	98
4.1.3	Cantidad de localidades, población y abonados beneficiados.....	99
4.1.4	Valor Referencial de obra.....	100
4.1.5	Valor Referencial del expediente técnico más la obra	100
4.1.6	Indicadores económicos	101
4.1.7	Línea de tiempo para la aprobación de la ficha de preinversión.....	102
4.1.8	Comparación y verificación de la ficha técnica de preinversión	102
4.2	Resultados del proyecto 2	103
4.2.1	Ubicación	103
4.2.2	Relación de localidades beneficiadas	103
4.2.3	Población y número de usuarios beneficiados	104
4.2.4	Valor Referencial del proyecto	104
4.2.5	Indicadores económicos	105
4.2.6	Línea de tiempo para la aprobación del estudio de preinversión	106
4.2.7	Verificación del estudio de preinversión aprobado	107
4.3	Resultados del proyecto 3	107
4.3.1	Ubicación	107
4.3.2	Relación de localidades beneficiadas	107
4.3.3	Población y número de usuarios beneficiados	108
4.3.4	Valor Referencial de obras.....	108
4.3.5	Indicadores económicos	109
4.3.6	Línea de tiempo para la aprobación del estudio definitivo	109
4.3.7	Comparación y verificación del estudio definitivo aprobado	110
4.4	Comparación del presente estudio con los trabajos anteriores	111
	Conclusiones	112
	Recomendaciones	113

Referencias bibliográficas	114
Anexos	117

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1	Tiempo de aprobación de los estudios de algunos proyectos	2
Tabla 2	Históricos del VAD	8
Tabla 3	Históricos del PNER	9
Tabla 4	Capacidades de las lámparas de Alumbrado Público	34
Tabla 5	Comparación de las lámparas de Alumbrado Público	35
Tabla 6	Contenido mínimo de la ficha técnica de preinversión	39
Tabla 7	Contenido mínimo del estudio de perfil	40
Tabla 8	Estudio Definitivo para proyectos con redes convencionales (RC)	41
Tabla 9	Estudio Definitivo- proyectos aislados con generación renovable (ARER) ..	41
Tabla 10	Estudio Definitivo para Creación de un Sistema Eléctrico (CS)	42
Tabla 11	Estudio Definitivo para Ampliación y Mejoramiento (AM) y Saldo de Obra (SDO)	42
Tabla 12	Documentos complementarios	43
Tabla 13	Normas vigentes de líneas y redes primarias	44
Tabla 14	Normas vigentes de redes secundarias	45
Tabla 15	Normas vigentes de diseño	45
Tabla 16	Normas vigentes para sistemas fotovoltaicos	46
Tabla 17	Normas aplicables a los proyectos de electrificación rural	46
Tabla 18	Normas aplicables a los proyectos de inversión pública	47
Tabla 19	Otros documentos referenciales	47
Tabla 20	Etapas de elaboración, revisión y aprobación de la Ficha Técnica	48
Tabla 21	Etapas de elaboración, revisión y aprobación del Estudio de Perfil	52
Tabla 22	Etapas de elaboración, revisión y aprobación del Estudio Definitivo	55
Tabla 23	Contenido mínimo de la ficha técnica de preinversión	58
Tabla 24	Contenido mínimo del Estudio de Perfil	59
Tabla 25	Contenido mínimo del Estudio Definitivo	59

Tabla 26	Documentos complementarios para el Estudio Definitivo	60
Tabla 27	Formatos estandarizados para elaboración de estudios de preinversión y definitivo.	61
Tabla 28	El número de usuarios, comunidades y pobladores que se beneficiaron ...	62
Tabla 29	Información de la empresa concesionaria	62
Tabla 30	Relación de localidades y abonados beneficiados	63
Tabla 31	Características técnicas de las líneas primarias	64
Tabla 32	Características técnicas de las redes primarias	65
Tabla 33	Características técnicas de las redes secundarias	66
Tabla 34	Valor referencial del proyecto	67
Tabla 35	Plazo de ejecución de las obras y desarrollo del estudio definitivo	68
Tabla 36	Relación de localidades y abonados beneficiados	69
Tabla 37	Relación de comunidades, pobladores y usuarios beneficiados	69
Tabla 38	Información de la empresa concesionaria 1	70
Tabla 39	Información de la empresa concesionaria 2	70
Tabla 40	Información de las subestaciones de potencia	70
Tabla 41	Características técnicas de las líneas primarias	72
Tabla 42	Características técnicas de las redes primarias	73
Tabla 43	Características técnicas de las redes secundarias	74
Tabla 44	Resumen general del valor referencial del estudio y obra	74
Tabla 45	Resumen general del valor referencial de obra	75
Tabla 46	Ánálisis de costos de elaboración del expediente técnico	75
Tabla 47	Plazo de ejecución de estudio definitivo y obra	76
Tabla 48	Relación de localidades, abonados y población beneficiada	77
Tabla 49	Relación de comunidades, pobladores y usuarios beneficiados	77
Tabla 50	Características técnicas de la línea primaria	78
Tabla 51	Características técnicas de las redes primarias	79
Tabla 52	Características técnicas de las redes secundarias	80

Tabla 53	Valor referencial de obra	81
Tabla 54	Características técnicas de la cinta plana de armar	86
Tabla 55	Datos del conductor 35mm ² , AAAC	87
Tabla 56	Tabla de parámetros eléctricos de conductores AAAC, sin grasa	88
Tabla 57	Tabla de parámetros eléctricos de conductores AAAC, con grasa	88
Tabla 58	Niveles de tensión y corriente de operación del recloser trifásico	92
Tabla 59	Relación de localidades y abonados beneficiados	99
Tabla 60	Cantidad de comunidades, pobladores y usuarios beneficiados	100
Tabla 61	Valor referencial de obra	100
Tabla 62	Valor referencial del expediente técnico y ejecución de las obras	101
Tabla 63	Indicadores económicos del proyecto de electrificación rural	101
Tabla 64	Línea de tiempo para la aprobación de la ficha técnica de preinversión ...	102
Tabla 65	Comparación y verificación de la ficha técnica de preinversión aprobada	103
Tabla 66	Relación de localidades y abonados beneficiados	104
Tabla 67	Cantidad de comunidades, pobladores y usuarios beneficiados	104
Tabla 68	Resumen general del valor referencial de obra	105
Tabla 69	Valor referencial del expediente técnico y la obra	105
Tabla 70	Indicadores económicos del proyecto de electrificación rural	106
Tabla 71	Línea de tiempo para la aprobación del estudio de preinversión	106
Tabla 72	Comparación y verificación del estudio de preinversión aprobado	107
Tabla 73	Relación de localidades y abonados beneficiados	108
Tabla 74	Cantidad de comunidades, pobladores y usuarios beneficiados	108
Tabla 75	Valor referencial de la obra	109
Tabla 76	Indicadores económicos	109
Tabla 77	Línea de tiempo del estudio definitivo	110
Tabla 78	Comparación y verificación del contenido del estudio definitivo aprobado	111
Tabla 79	Comparación del estudio con trabajos anteriores	111

Lista de Figuras

Pág.

Figura 1	Proyección de la cobertura eléctrica rural nacional	4
Figura 2	Ciclo de un proyecto del PNER	4
Figura 3	Ciclo de inversión de proyectos de inversión pública.....	5
Figura 4	Principales actores del sector eléctrico.....	6
Figura 5	Conformación del sistema eléctrico peruano	7
Figura 6	Ciclo de inversión para proyectos de inversión pública	11
Figura 7	Evaluación de proyectos en el ciclo de inversiones	12
Figura 8	Brecha de infraestructura o acceso a servicios públicos	12
Figura 9	Componentes de la programación multianual de inversiones (PMI)	13
Figura 10	Naturalezas de la inversión	14
Figura 11	Denominación de un proyecto de inversión	14
Figura 12	Proceso de evaluación Ex - Post	14
Figura 13	Agrupamiento de paneles solares	21
Figura 14	Diagrama de bloques del SGFV interconectado	23
Figura 15	Esquema de un SGFV interconectado	24
Figura 16	Diagrama de bloques del SGFV con baterías conectado a la red	24
Figura 17	Diagrama de bloques del SGFV con baterías aislado de la red	25
Figura 18	Diagrama de bloques del SGFV híbrido	26
Figura 19	SGFV híbrido aislado de la red	27
Figura 20	Sistema Fotovoltaico Centralizado	28
Figura 21	Diagrama de bloques de un sistema fotovoltaico centralizado	29
Figura 22	Sistema Fotovoltaico Individual	30
Figura 23	Red Inteligente o Smart Grid	31
Figura 24	Medidas para la aprobación oportuna de los Estudios Técnicos	83
Figura 25	Cinta plana de armar	86
Figura 26	Armados PS1-3 con bastidor de perfil angular tipo L	89

Figura 27	Detalle de bastidor de perfil angular tipo L	90
Figura 28	Detalle de la instalación del recloser	91
Figura 29	Conexión del recloser	91
Figura 30	Reconectador y seccionalizador para despejar las fallas	93
Figura 31	Componentes del seccionalizador	93
Figura 32	Detalle de la caja porta medidor de material polimérico	95
Figura 33	Batería de Litio Hierro Fosfato LiFePo4	97

Introducción

En este trabajo se describen las propuestas de mejora que se han realizado para desarrollar estudios de preinversión y definitivo de proyectos de electrificación en zonas rurales del Perú. Estas propuestas incluyen la presentación de los contenidos mínimos y formatos estandarizados que se utilizarán para la elaboración y aprobación de estos estudios.

Así también, se presentan las normas y procedimientos vigentes para desarrollar los estudios de preinversión y definitivo de estos proyectos.

Asimismo, se presentan las observaciones que surgen de revisar los estudios de preinversión y definitivo de estos proyectos.

Por otro lado, se plantea el uso de equipos de tecnología actual para garantizar la continuidad del servicio de los sistemas eléctricos rurales.

Por último, se ofrece un análisis de los resultados, al que hacen referencia las recomendaciones y conclusiones que se ha llegado. Se detallan los cuatro capítulos que conforman este trabajo:

Capítulo I. Parte Introductoria del Trabajo

Capítulo II. Marcos teórico y conceptual

Capítulo III. Desarrollo del trabajo de suficiencia

Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados

Capítulo I. Parte introductoria del trabajo

1.1 Generalidades

La importancia de realizar este trabajo es dar a conocer el contenido mínimo y los formatos estandarizados para desarrollar los estudios técnicos en proyectos de electrificación en zonas rurales. La aprobación oportuna de los estudios contribuirá a la ejecución próxima de estos proyectos.

Se realiza la identificación de factores que causan atraso en la aprobación de los estudios, que surgen como resultado de revisar informes de observaciones de los proyectos de electrificación rural donde la unidad ejecutora es la DGER-MINEM.

El presente trabajo cumple con la normativa vigente de la DGE-MINEM, Invierte.pe, SEACE, CNE y NTCSE.

1.2 Descripción del problema de investigación

1.2.1 *Situación Problemática*

Los atrasos en la aprobación de los estudios de preinversión y definitivos del proyecto peruano de electrificación rural, trae como consecuencia la carencia del servicio básico de electricidad para los pobladores de zonas rurales, asimismo se generan conflictos sociales entre las autoridades y pobladores como consecuencia de no poder satisfacer esta necesidad.

Por otro lado, el procedimiento existente para elaborar estos estudios no te indica los formatos estandarizados que se presentan para lograr la aprobación de estos estudios, también cada profesional desarrolla a su manera dichos estudios, asimismo se presentan observaciones como falta información documentaria, hay errores en los cálculos justificativos, falta de planos de ubicación y vías de acceso, falta sustento de los precios de los materiales utilizados, no se utiliza las normativas vigentes de la DGE-MINEM, no se cuenta con opinión favorable de la EDE, así como hay localidades ubicadas en zonas de

amortiguamiento, reservas naturales protegidas, existencia de duplicidad de proyectos, entre otras.

Tabla 1

Tiempo de aprobación de los estudios de algunos proyectos

Proyecto	Aprobación del Estudio de perfil	Aprobación del Estudio Definitivo	Tiempo para aprobar los estudios
Saldo de Obra Tayabamba	2010	2021	11 años
Saldo de Obra de Santa Cruz	2015	2021	6 años
Higuerani-Pachía	2011	2023	12 años
Cutervo-Jaén	2017	2023	6 años
Vado Grande	2018	No se aprueba	6 años
San Hilarión	2018	2023	5 años

Nota: (*Banco de proyectos del MEF, 2023*).

La Tabla 1 muestra el tiempo que demora la aprobación de los estudios de algunos proyectos de electrificación rural.

1.2.2 Problemas a resolver

Los atrasos en la aprobación de los estudios de perfil y definitivo de los proyectos de electrificación en zonas rurales, hace que no se cuente con el servicio de electricidad de manera oportuna, más aún en la actualidad, donde los servicios básicos son indispensables para el desarrollo socio-económico de los pobladores.

1.3 Objetivos del estudio

1.3.1 Objetivo general

Plantear propuestas de mejora para desarrollar estudios de preinversión y definitivo de proyectos de electrificación rural en el Perú.

1.3.2 Objetivos específicos

- Presentar el contenido mínimo y los formatos estandarizados como una propuesta de mejora para desarrollar estudios de preinversión y definitivo de proyectos de electrificación rural.

- Indicar las normas y procedimientos vigentes para desarrollar estudios de preinversión y definitivo de proyectos de electrificación rural.
- Identificar los factores que causan atraso en la aprobación de los estudios de perfil y definitivo de proyectos de electricidad en las zonas rurales.
- Plantear el uso de equipos de tecnología actual para garantizar la continuidad del servicio de los sistemas eléctricos rurales.

1.4 Antecedentes investigativos

A continuación, se presentan trabajos realizados por diferentes autores sobre el desarrollo de proyectos de electrificación rural.

En Rivas (2019) la existencia del banco de proyectos a nivel de perfil resultó primordial, ya que asegura que los estudios de perfil se conserven, puedan ser actualizados y puedan seguir con la etapa de ejecución en un momento a futuro. Asimismo, la aplicación de una metodología secuencial detallada, a efectos que se pueda dar la viabilidad del proyecto, desarrollar sus estudios técnicos y su posterior ejecución.

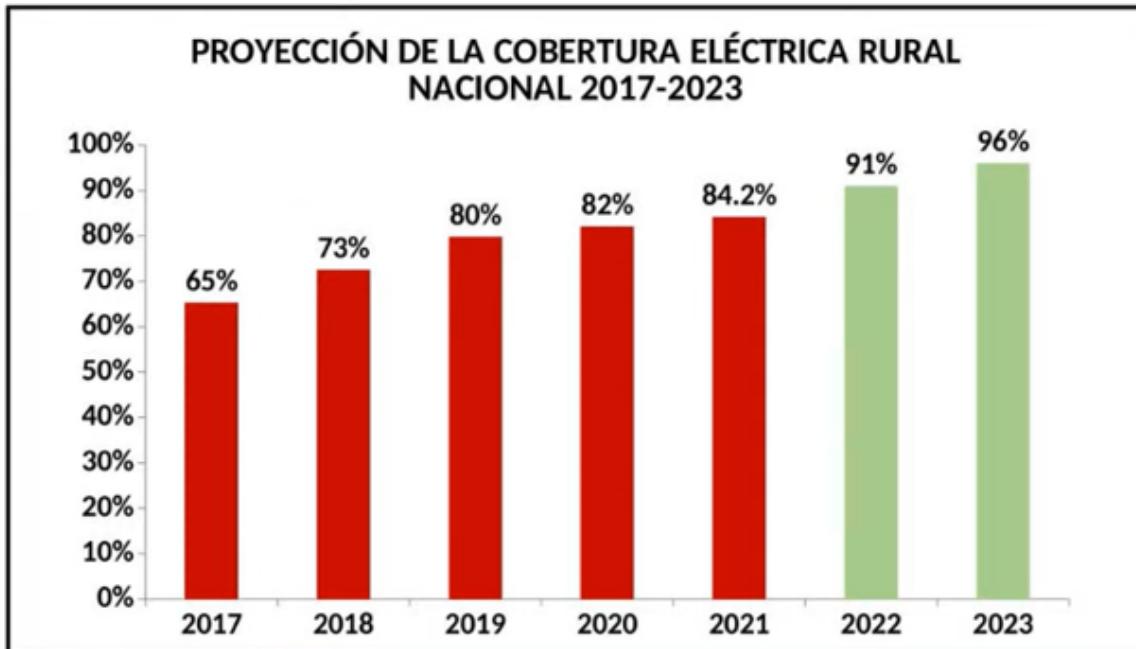
En Del Río (2023) se identificó elementos y valores esenciales para gestionar proyectos de electricidad en zonas rurales en países no industrializados. Asimismo, se analizó cómo deben implementarse los proyectos de electrificación rural con el uso de tecnologías apropiadas.

De acuerdo al Boletín Condiciones de Vida en el Perú elaborado por el INEI para el último trimestre del año 2023, la cobertura eléctrica rural fue del 83,60%.

El PNER (2021-2023), estableció la proyección de la cobertura eléctrica rural nacional, véase la Figura 1; asimismo, véase la Figura 2, donde se presenta el Ciclo de un proyecto del PNER, y por último, se muestra el Ciclo de inversión de proyectos de inversión pública de acuerdo al Invierte.pe del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2019), véase la Figura 3.

Figura 1

Proyección de la cobertura eléctrica rural nacional



Nota: (PNER, 2021-2023).

Figura 2

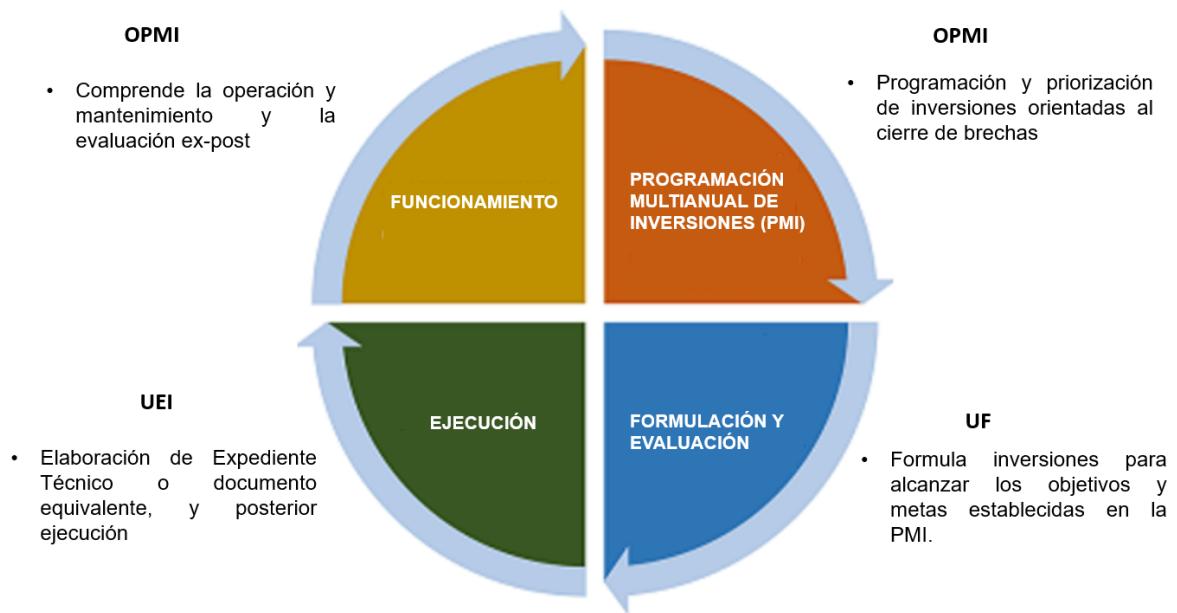
Ciclo de un proyecto del PNER



Nota: (PNER, 2021).

Figura 3

Ciclo de inversión de proyectos de inversión pública



Nota: (MEF, 2019).

Capítulo II. Marco teórico y conceptual

En esta sección se presentan los marcos teórico y conceptual que están conformados por las definiciones que tienen una aplicación directa a los proyectos de electrificación rural.

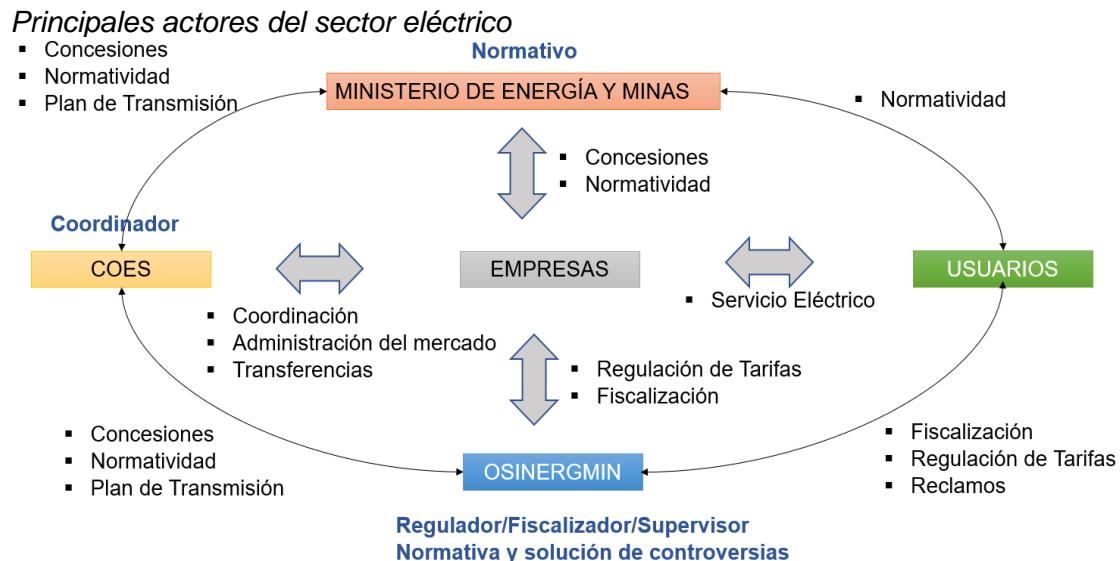
2.1 Marco teórico

2.1.1 Sector Eléctrico Peruano

El Sector Eléctrico Peruano está conformado por los principales actores que participan en el negocio eléctrico y tienen como objetivo llevar la energía eléctrica en el Perú atendiendo los usuarios regulados, libres y grandes clientes, cumpliendo las reglas normativas, los parámetros de calidad, estándares de operación y mantenimiento.

La Figura 4 muestra a los principales actores del sector eléctrico peruano.

Figura 4



Nota: (MINEM, 2006).

2.1.2 Sistema Eléctrico Peruano

El Sistema Eléctrico Peruano está conformado por el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) y sistemas aislados.

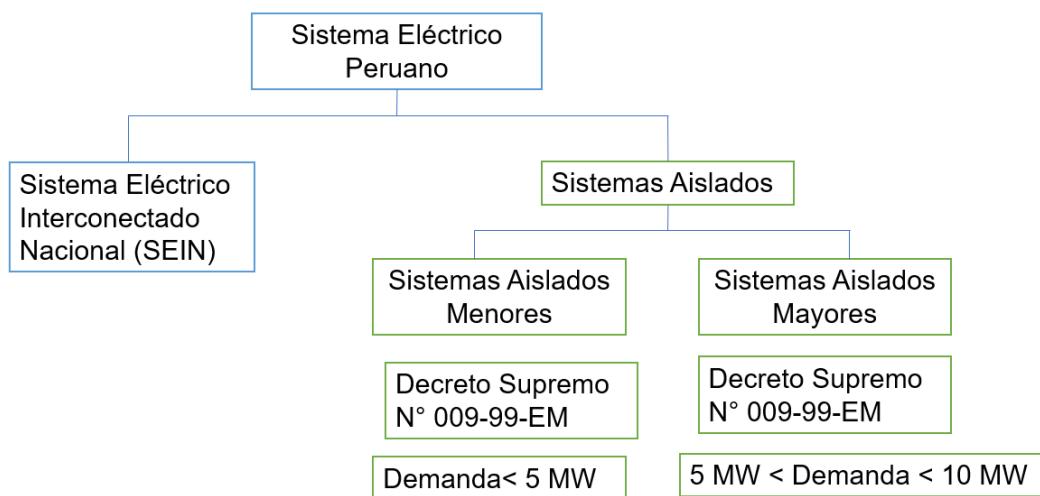
El SEIN está conformado por los sistemas de generación, transmisión, subtransmisión y distribución interconectados para llevar energía eléctrica al 92% de la población que tienen energía eléctrica, y el 8% corresponde a los sistemas aislados, según lo indicado por el MINEM (2023).

Dado que no es técnica ni económicamente posible conectar los sistemas aislados, no se incluyen en el SEIN.

Cabe mencionar que hay población no atendida por el Sistema Eléctrico Peruano. De acuerdo al INEI (2023), la cobertura eléctrica rural fue del 83,60%; es decir, existe un 16,40% que no cuenta con servicio de energía eléctrica en las zonas rurales.

Figura 5

Conformación del sistema eléctrico peruano



Nota: (MINEM, 1999).

La figura 5 presenta la conformación del sistema eléctrico peruano.

2.1.3 Planeamiento de los sistemas de distribución eléctrica en el Perú

Actualmente en Perú se desarrollan planes de inversión en transmisión, subtransmisión y distribución.

El Plan de Distribución Eléctrica (PIDE) es elaborado por las empresas de distribución eléctrica y es presentado en el Valor Agregado de Distribución, VAD, cada cuatro años; el cumplimiento de este plan no es vinculante.

El PIDE resuelve los sistemas de distribución de 10kV y 22,9kV de las empresas de distribución eléctrica para atender a sus usuarios regulados, en un horizonte de 10 años.

Se plantea instalaciones previstas en sus zonas de concesión, también en sus zonas de responsabilidad técnica.

El PIDE cumple las reglas establecidas en el “Procedimiento para la fijación del Valor Agregado de Distribución (VAD)” aprobada en la Resolución N° 080-2012-OS/CD.

Tabla 2

Históricos del VAD

VAD	Resolución de aprobación
VAD-2001	Resolución N° 023-97 P/CTE
VAD-2005	Resolución N° 370-2005-OS/CD
VAD-2009	Resolución N° 181-2009-OS/CD
VAD 2013-2017	Resolución N° 203-2013-OS/CD
VAD 2018-2022	Resolución N° 134-2018-OS/CD
VAD 2019-2023	Resolución N° 168-2019-OS/CD
VAD 2022-2026	Resolución N° 189-2022-OS/CD
VAD 2023-2027	Resolución N° 187-2023-OS/CD

Nota: (Osinergmin, 2023).

La tabla 2 presenta los históricos del VAD con su resolución de aprobación, respectivamente.

La DGER-MINEM desarrolla el Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER) para atender las necesidades de las regiones fronterizas, comunidades remotas y zonas rurales del país. El objetivo a medio plazo del PNER es proporcionar a todos los peruanos un acceso universal al servicio de electricidad.

Tabla 3*Históricos del PNER*

PNER	Resolución de aprobación
PNER 2009-2018	R.M. N° 540-2009-MEM/DM
PNER 2011-2020	R.M. N° 572-2010-MEM/DM
PNER 2012-2021	R.M. N° 551-2011-MEM/DM
PNER 2013-2022	R.M. N° 580-2012-MEM/DM
PNER 2014-2023	R.M. N° 577-2013-MEM/DM
PNER 2015-2024	R.M. N° 560-2014-MEM/DM
PNER 2016-2025	R.M. N° 579-2015-MEM/DM
PNER 2021-2023	R.M. N° 201-2021-MEM/DM

Nota: (MINEM, 2021).

La Tabla 3 muestra los históricos del PNER con sus resoluciones de aprobación respectivas.

2.1.4 Entidades del sector eléctrico peruano

El Ministerio de Energía y Minas (MINEM) elabora y evalúa políticas nacionales para el crecimiento sostenible de las explotaciones mineras y energéticas.

El Área de Programación y Evaluación de Inversiones (JPEI-DGER) tiene como función evaluar las ideas y proyectos de electrificación rural en el Perú. Asimismo, verifica que las localidades de los proyectos no pertenezcan a zonas de amortiguamiento, áreas naturales protegidas, zonas de concesión eléctrica y duplicidad de localidades con otros proyectos.

Los estudios de perfiles y definitivos de los proyectos de electricidad en zonas rurales, remotas y limítrofes de la nación son elaborados, evaluados, revisados y aprobados por el Jefe de Estudios de la DGER (JEST-DGER).

La Jefatura de Proyectos de la DGER conformada por la Jefatura de Proyectos Norte (JPN-DGER) y la Jefatura de Proyectos Sur (JPS-DGER) se encargan de licitar y supervisar la realización de los proyectos de electrificación rural.

Satisfacer la demanda de energía eléctrica de sus usuarios regulados es responsabilidad de las Empresas de Distribución Eléctrica (EDE). Cada EDE tiene su zona de concesión eléctrica, donde están ubicados sus sistemas eléctricos de distribución y sus clientes. Sus funciones incluyen la operación y el mantenimiento de las redes actuales y la

previsión de futuras instalaciones en su zona de concesión y zona de responsabilidad técnica.

2.1.5 Gestión de Proyectos

Un proyecto es una planificación, que consiste en un conjunto de actividades a realizar de manera articulada entre sí, con el fin de producir determinados bienes o servicios capaces de satisfacer necesidades o resolver problemas, dentro de los límites de un presupuesto y de un periodo de tiempo dados.

La gestión de proyectos es un conjunto de técnicas para organizar y dirigir las actividades de un proyecto. Desde realizar el seguimiento del inicio, la evolución; el control y la respuesta ante problemas que surjan durante la etapa de elaboración o ejecución del proyecto; así como facilitar la finalización y aprobación del proyecto.

2.1.6 Proyectos de Inversión Pública (PIP)

Los PIP tienen el objetivo de reducir las brechas de desigualdad entre la ciudad y las zonas rurales. Debido a las inversiones públicas, las autoridades que representan al Estado tales como los ministerios, gobiernos regionales y gobiernos locales tienen que atender los requerimientos de los habitantes para mejorar la calidad de vida empleando los recursos financieros que poseen.

El Decreto Legislativo N° 1252, que derogó el SNIP y estableció el sistema Invierte.pe, fue promulgado por el Presidente de la República del Perú (2016).

Los principios rectores de este sistema son:

- El objetivo principal de la programación multianual de las inversiones es el cierre de brechas de infraestructuras y/o aumentar el acceso de la población a los servicios públicos.
- Se planifica con los recursos previstos necesarios para su ejecución, así como para su correcto funcionamiento y mantenimiento.
- La gestión de las inversiones debe implantar sistemas que fomenten la competencia y la calidad.

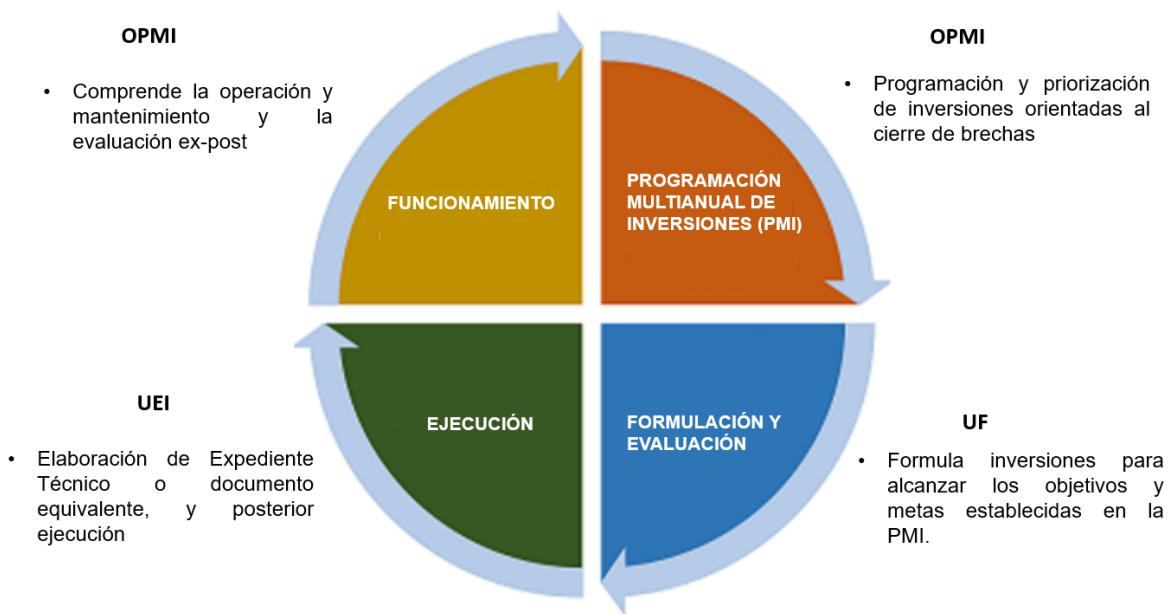
El siguiente ciclo de inversión lo siguen los proyectos de inversión pública sujetos a la normativa de Invierte.pe:

- Programación multianual de inversiones (PMI)
- Formulación y Evaluación
- Ejecución
- Funcionamiento

La Figura 6 muestra el ciclo de los proyectos de inversión pública (PIP), mientras que la Figura 7 muestra la evaluación de los PIP.

Figura 6

Ciclo de inversión para proyectos de inversión pública



Nota: (MEF, 2019).

Figura 7
Evaluación de proyectos en el ciclo de inversiones



Nota: (MEF, 2019).

El proceso de planificación para identificar, elegir y priorizar una cartera de inversiones destinadas a cerrar brechas de infraestructura o de acceso a los servicios se conoce como programación multianual de inversiones, o PIP. Se coordina con otros sistemas administrativos (MEF, 2019).

Para el desarrollo social y económico de la nación, así como para la prestación eficaz de servicios públicos (MEF, 2019).

Figura 8
Brecha de infraestructura o acceso a servicios públicos



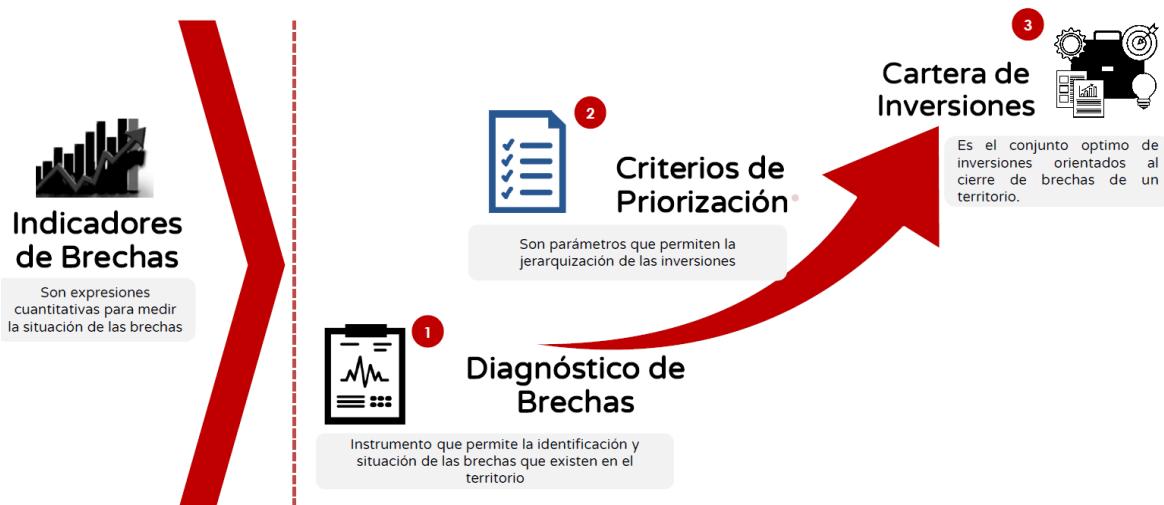
Nota: (MEF, 2019).

Según Invierte.pe, la figura 8 muestra el esquema general de producto, cobertura y calidad (MEF, 2019).

La cartera de inversiones, los criterios de prioridad y el diagnóstico de carencias son los componentes del PMI (MEF, 2019). A continuación, véase la figura 9:

Figura 9

Componentes de la programación multianual de inversiones (PMI)



Nota: (MEF, 2019).

Se formulan y evalúan las inversiones para alcanzar los objetivos esbozados en el PIP, y su ejecución se evalúa en consecuencia para comprobar su pertinencia (MEF, 2019).

La Fase de Formulación y Evaluación del ciclo de inversión es competencia de la Unidad Formuladora (MEF, 2019).

Los proyectos son intervenciones a corto plazo financiadas total o parcialmente con recursos públicos. Están concebidos para fortalecer los recursos institucionales, humanos, físicos, intelectuales y/o naturales con el propósito de optimizar, incrementar o recuperar la generación de bienes o servicios (MEF, 2019).

La figura 10 muestra las naturalezas de la inversión y la figura 11 presenta como se realiza la denominación de un proyecto de inversión, de acuerdo al Invierte.pe (MEF, 2019).

Figura 10

Naturalezas de la inversión

Creación	Mejoramiento	Ampliación	Recuperación
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Intervenciones orientadas a dotar del bien o el servicio en áreas donde no existen capacidades para proveerlo; es decir, no hay una UP. Se incrementa la cobertura del bien o el servicio. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Intervenciones sobre una UP orientadas a cumplir el nivel de servicio y/o los estándares de calidad de los factores de producción establecidos por el Sector competente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Intervenciones orientadas a incrementar la capacidad de una UP existente para proveer un bien y/o un servicio a nuevos usuarios. Se incrementa la cobertura del bien o el servicio. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Intervenciones orientadas a la recuperación de la capacidad de prestación del bien o el servicio en una UP existente cuyos factores de producción han colapsado, o han sido dañados o destruidos.

Nota: (MEF, 2019).

Figura 11

Denominación de un proyecto de inversión



Nota: (MEF, 2019).

Se presenta el proceso de evaluación posterior, véase la figura 12.

Figura 12

Proceso de evaluación Ex - Post



Nota: (MEF, 2019).

2.1.7 Proyectos de Electrificación Rural

El principal objetivo de los programas de electrificación rural; es facilitar a la población con servicios básicos, contribuyendo al uso productivo de la energía, y a la reducción de los niveles de pobreza. Asimismo, los proyectos son diseñados con redes de distribución de energía eléctrica para localidades cercanas a las redes eléctricas, con fuentes de generación no convencional en localidades alejadas donde no es posible realizar la interconexión eléctrica al SEIN.

Estos proyectos pueden estar conformados por sistemas monofásicos (MRT), monofásicos fase-fase y trifásicos en corriente alterna. Con niveles de tensión de 13,2kV, 22,9kV y 33kV. Para las redes secundarias las tensiones son 380/220V, 440/220V y 220V. Con conductores autoportantes de aluminio de 25mm². Los conductores utilizados para redes de distribución de media tensión son los conductores AAC de 35mm², 50mm², 70mm², etc.

Las estructuras utilizadas para el soporte de los conductores van a depender las características técnicas del proyecto, se utilizan postes de madera importado, postes de concreto armado centrifugado, postes de fibra de vidrio y torrecillas de acero galvanizado.

En la actualidad, la Dirección General de Electrificación Rural viene licitando proyectos con redes eléctricas interconectados con las redes existentes más cercanas y también proyectos con sistemas de generación de energías renovables para localidades lejanas donde no es posible alimentarlas con redes de distribución.

2.1.8 Sistemas de distribución eléctrica a través de redes convencionales

Para garantizar un servicio suficiente e ininterrumpido para la demanda actual y futura al menor coste de explotación posible, las redes eléctricas deben diseñarse y construirse con la suficiente flexibilidad para poder ampliarse gradualmente con pocos ajustes en las construcciones existentes (Yebra, 2009).

Los principales elementos que componen un sistema de distribución son: Líneas primarias, Redes Primarias, Redes secundarias, Acometidas y Equipo de medición.

De la Cruz (2021) presentó los programas computacionales como el Topomagic, Redlin, RedCad, Presio, para el diseño de redes de transmisión y distribución.

Stevenson (1962) indicó que los estudios de flujo de carga son esenciales para planificar y desarrollar sistemas de energía eléctrica y determinar las condiciones óptimas de funcionamiento de los ya existentes. La magnitud y el ángulo de fase de la tensión en cada barra, así como la potencia real y reactiva que circulan por cada línea, son los principales datos que se recogen en un estudio de flujo de potencia.

Uno de los programas computacionales más utilizados para el flujo de potencia es el DIGSILENT POWER FACTORY.

Configuración de un sistema de distribución de energía eléctrica (SDE)

Las configuraciones más comunes para los SDE son: radial y mallada (Yebra, 2009).

La red radial sigue un único camino de la fuente a la carga, está conformado cables troncales y cables ramales, esta configuración es utilizada generalmente en líneas aéreas y subterráneas (Yebra, 2009).

La red mallada posee alimentadores que forman una malla en la que el camino de la energía no es radial, es decir, el sentido de la energía cambia en función de la tensión y la magnitud de la carga (Yebra, 2009).

Clasificación de los sistemas de distribución eléctrica (SDE)

Los SDE se clasifican de la siguiente manera:

- De acuerdo a su ubicación, densidad de carga y la configuración de la localidad:
Sistema de distribución urbana y Sistema de distribución rural.
- De acuerdo a su interconexión con el SEIN: Sistema de distribución interconectado al SEIN y Sistema de distribución aislado.
- De acuerdo al número de fases e hilos: Trifásicos de tres hilos, trifásicos de cuatro hilos, monofásico de dos hilos y monofásico de un hilo.

Líneas primarias de distribución

Las líneas primarias de distribución se forman con troncales y ramales. Los troncales de la red primaria son los conductores de mayor capacidad encargados de transportar la energía, siendo común emplear cables de 70, 95 y 120 mm² de AAC.

Los ramales son de menor sección al de los troncales, empleándose calibres de 35 y 50 mm² AAC.

Las líneas primarias pasan por zonas descampadas, montes, cerros y colinas, dichas zonas no son de dominio público, por lo que se reconoce el pago por servidumbre a los propietarios de los terrenos por donde pasa dichas líneas.

Redes Primarias de Distribución

Las redes primarias son líneas de media tensión por lo general ramales de calibre de 35, 50 y 70mm² AAC. Las redes primarias comprenden redes de media tensión y la subestación de distribución que estará ubicada en el centro de carga de la localidad beneficiada.

Los transformadores de distribución son máquinas eléctricas estáticas que cambian la tensión primaria a una tensión secundaria, de tal forma que el abonado pueda utilizar la energía eléctrica a un nivel de tensión adecuado (Yebra, 2009).

La capacidad de la subestación se selecciona en función de la demanda y la calificación eléctrica de los usuarios (Yebra, 2009).

Las fases del transformador están determinadas por el número de fases de las redes primarias que alimentan al transformador.

En ocasiones, la EDE establece una política para establecer el número de fases que desea emplear ya sea monofásica y/o trifásica. Esta decisión obliga al abonado a usar motores monofásicos y/o trifásicos. Esto a su vez dicta la política de fabricación de motores monofásicos o trifásicos, en cierto país, o una región comercial.

Las redes primarias pasan por zonas donde hay infraestructura existente, calles, caminos y vías de acceso de dominio público.

Redes Secundarias de Distribución

Desde las subestaciones de distribución, las redes secundarias transportan la energía hasta las acometidas de los clientes (Yebra, 2009).

Tipos de cargas

Las cargas son todos los equipos o artefactos de los abonados. La suma de potencias de las placas de los artefactos del abonado constituye su carga conectada y representa la máxima demanda posible de una instalación.

En los sistemas eléctricos están bien definido el perfil de la carga por cada tipo de carga: doméstico, comercial e industrial.

En los sistemas eléctricos rurales, las cargas se clasifican en: usuario domiciliario, cargas generales como posta médica, comisaría, iglesia, local comunal, y cargas de uso productivo.

Demanda de un sistema eléctrico

La demanda, dependiendo del caso de estudio, se puede medir en amperios para la selección de conductores, fusibles, equipos de protección y balance de carga; kilovatios para el planeamiento de un sistema; kilo voltamperios para el dimensionamiento de los transformadores de distribución.

Los valores de la demanda, en función del tiempo, se denomina diagrama de carga o perfil de carga. Cuando el intervalo de tiempo corresponde a un día entero se tendrá un perfil de carga diario.

Máxima Demanda de un sistema eléctrico

La máxima demanda de un sistema eléctrico es la demanda más alta que se ha producido durante un intervalo de tiempo.

2.1.9 Sistemas de protección

El objetivo de un sistema de protección es aislar rápidamente un área problemática del sistema eléctrico, de modo de minimizar el impacto en el resto del sistema.

A continuación, se presentan los equipos de protección usados por las EDEs, para proteger sus redes de distribución eléctrica.

Reconectador o Recloser

El reconnectador, también conocido como Recloser, es un equipo de protección contra sobre corriente que opera de manera automática, abriéndose y cerrándose varias veces con el objetivo de eliminar fallas transitorias o aislar aquellas de carácter permanente. También incluye la posibilidad de realizar operaciones de cierre y apertura en forma manual (Juárez, 1995).

Fusible

El fusible es un elemento de protección que contiene un conductor diseñado para fundirse y abrir el circuito cuando se produce una sobrecarga o un cortocircuito, interrumpiendo así el flujo de corriente. (Juárez, 1995).

El funcionamiento de los fusibles se basa en su diseño como un conductor de sección reducida, lo que provoca una resistencia eléctrica superior a la del componente que resguardan, generando así una mayor cantidad de calor. Además, por su menor sección, los fusibles soportan menos calor y se funden con rapidez (Juárez, 1995).

Seccionalizadores o Seccionadores automáticos de línea

Los seccionalizadores, también llamados seccionadores automáticos de línea, son equipos de protección contra sobre corriente que operan únicamente cuando están respaldados por interruptores o reconnectadores. Su funcionamiento se basa en registrar la cantidad de interrupciones generadas por el dispositivo de protección de respaldo y en abrir el circuito durante el período sin energía, después de un número determinado de

activaciones del equipo de respaldo, generalmente entre una y tres. El reconnectador registra una corriente que supera en aproximadamente un 60% el valor nominal. (Juárez, 1995).

2.1.10 Sistemas de distribución eléctrica alimentados con fuentes RER

En la actualidad, se está utilizando fuentes de energías renovables como reemplazo de las fuentes de energía convencionales, debido a la contaminación ambiental que estas segundas generan. El uso de las energías renovables trae como consecuencia la disminución de la combustión de elementos fósiles, reducción de emisiones de CO₂, por tanto, reducción de los gases de efecto invernadero y el calentamiento global (Elbaset et al., 2019).

Entre los sistemas de energías renovables tenemos los sistemas de generación fotovoltaica y sistema de generación eólico, los cuales se han visto muy atractivos e implementados para generar electricidad. Estos sistemas pueden ser complementarios con la red de un sistema eléctrico para poder satisfacer la demanda de los usuarios. Además, se pueden implementar para abastecer la demanda de zonas rurales y aisladas (Elbaset et al., 2019).

La energía fotovoltaica y la energía eólica no son enteramente confiables debido a su naturaleza impredecible y la dependencia de las condiciones medio ambientales tales como la irradiancia solar y la velocidad del viento. Se puede sobredimensionar estos sistemas para hacerlos totalmente confiables, sin embargo, el costo de inversión sube, entonces también se puede diseñar un sistema híbrido fotovoltaico eólico para atenuar fluctuaciones individuales e incrementar la salida energética, y generar potencias más confiables con una mayor calidad para generar electricidad a la red y a las zonas rurales (Elbaset et al., 2019).

Sistemas de generación fotovoltaica (SGFV)

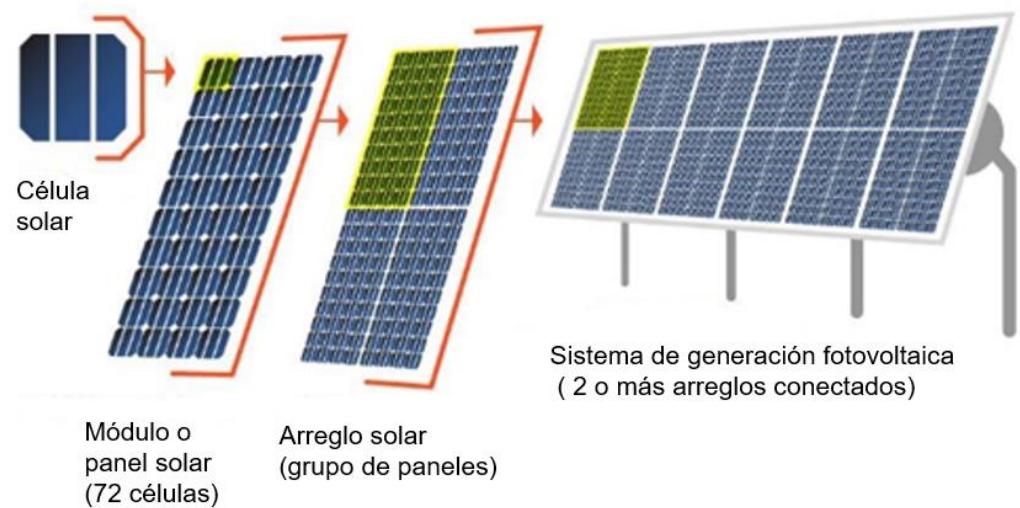
Los sistemas de generación fotovoltaicos utilizan células fotovoltaicas que convierten la energía solar en electricidad. El corazón de los sistemas fotovoltaicos son las

células fotovoltaicas, que son dispositivos semiconductores que producen voltaje y corriente eléctrica cuando son expuestas a la radiación solar. Cada célula fotovoltaica produce una potencia específica de acuerdo a sus características V-I y P-V. Por tanto, estas células tienen que unirse para producir la suficiente tensión y corriente para aplicaciones prácticas. Un módulo fotovoltaico son agrupaciones de células fotovoltaicas en serie. Un arreglo solar es un conjunto de módulos fotovoltaicos. Un sistema de generación fotovoltaica es dos o más arreglos ensamblados en una estructura y que son interconectados eléctricamente para ser instalados en cualquier sitio donde haya una buena irradiancia solar (Elbaset et al., 2019).

A continuación, se presenta el agrupamiento y conexión de los paneles solares, véase la figura 13.

Figura 13

Agrupamiento de paneles solares



Nota: (Sunwise, n.d.)

La irradiancia solar incidente varía de un lugar a otro, debido a varias razones tales como la variación del tiempo en el día, los efectos atmosféricos como las nubes, y la ubicación de la latitud. Entonces la técnica del MPPT es implementada para regular la salida de la tensión y corriente del sistema fotovoltaico para obtener la máxima potencia del sistema durante la variación de la irradiancia solar. Entonces el sistema fotovoltaico es

equipado con un controlador de carga tipo MPPT, baterías de litio e inversores para generar energía eléctrica para un sistema eléctrico (Elbaset et al., 2019).

El costo de instalación de los sistemas de generación fotovoltaicos ha ido reduciéndose significativamente debido a las mejoras en tecnología y diseño.

Sistemas de generación fotovoltaica con almacenamiento

Basados en la producción de energía eléctrica, los módulos fotovoltaicos son agrupados para incrementar la salida eléctrica. Los sistemas de generación fotovoltaicos son generalmente clasificados basados en sus requerimientos operacionales, funcionales y sus configuraciones de los componentes. Hay tres tipos principales de sistemas fotovoltaicos solares con sistemas de almacenamientos: conectados a la red, sistema híbrido fotovoltaico y sistema fotovoltaico propiamente. Todos ellos tienen sus ventajas y desventajas (Elbaset et al., 2019).

Sistemas fotovoltaicos interconectados al sistema

Los sistemas fotovoltaicos interconectados al sistema son usualmente instalados para mejorar el performance de la red eléctrica reduciendo las pérdidas de potencia y mejorando el perfil de tensión de la red. Sin embargo, no siempre es el caso de estos sistemas que imponen muchos impactos negativos a la red, especialmente si su nivel de penetración es alto. Un sistema conectado a la red es un sistema solar básico que usa un inversor estándar y no tiene alguna batería para el almacenamiento. Esto es perfecto para usuarios que ya tienen la red y quieren sumar energía solar a sus casas (Elbaset et al., 2019).

Estos sistemas pueden calificar y tener incentivos por el estado, asimismo pueden apoyar para el pago del sistema. Los sistemas conectados a la red son simples para diseñar y de costo muy efectivos porque ellos tienen pocos componentes. El principal objetivo de un sistema conectado a la red es bajar la tarifa eléctrica y beneficiarse de los incentivos solares. Una desventaja cuando se realizan los mantenimientos, los técnicos

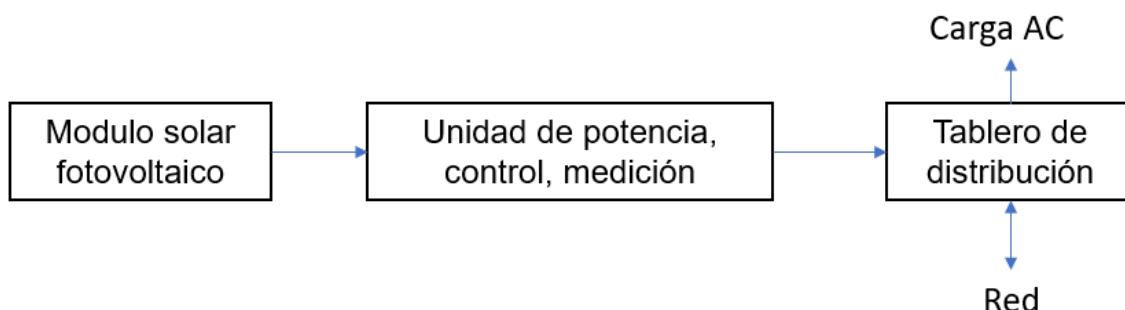
electricistas tienen que verificar que no haya fuentes de generación que estén operando cuando ellos estén trabajando (Elbaset et al., 2019).

Un usuario puede beneficiarse del net metering o sistema de medición neta, porque la energía solar es producida más cuando ellos no están usando, y ellos pueden enviar a la red, pero en tiempos cuando las cargas son más altas que la producción solar, estos pueden comprar energía desde la red. El usuario no es abastecido solamente de la energía solar para satisfacer su demanda. La principal desventaja es cuando la red cae, la solar no podrá abastecer toda la carga, si es que es que no hay un sistema de respaldo de baterías (Elbaset et al., 2019).

La figura 14 presenta el diagrama de bloques del SGFV conectado a la red y la figura 15 presenta el esquema de un SGFV conectado a la red.

Figura 14

Diagrama de bloques del SGFV interconectado



Nota: (Elbaset et al., 2019)

Figura 15

Esquema de un SGFV interconectado



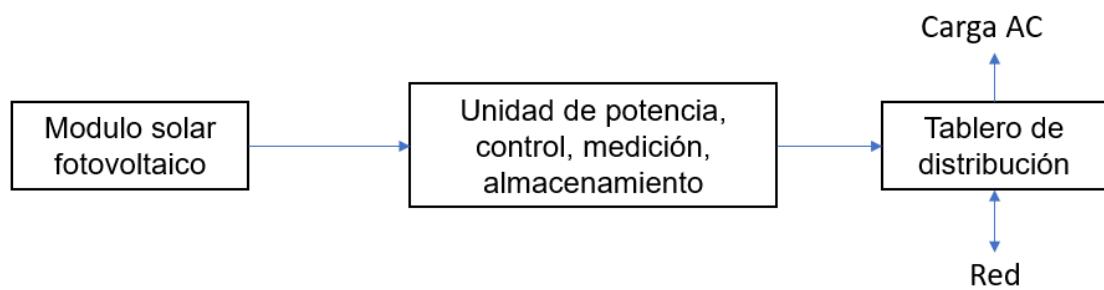
Nota: (Ilumin online, 2023)

El Sistema fotovoltaico conectado a la red con respaldo de baterías, es conocido como sistema híbrido. Este sistema es ideal para usuarios que conocen de las salidas de las redes eléctricas en su área y quieren estar preparados con un sistema de respaldo para estas salidas.

Se presenta el diagrama de bloques del SGFV con baterías conectado a la red, véase la figura 16.

Figura 16

Diagrama de bloques del SGFV con baterías conectado a la red



Nota: (Elbaset et al., 2019)

Con este sistema conectado a la red se puede calificar para incentivos del estado y también puede reducir las tarifas eléctricas, así como en apagones se puede tener un respaldo de energía almacenada. Las baterías usadas en este sistema proveen energía durante apagones y pueden ser usadas en condiciones de emergencia.

Este respaldo funcionará para las cargas de iluminación y otras cargas importantes que defina el usuario, y cuando la red esté fuera de servicio. También, se puede usar la energía almacenada de las baterías durante los tiempos de picos de demanda, ya que el almacenamiento de energía es para un uso posterior. La adición de las baterías requiere de un controlador de carga para protegerlas. Se debe tener un tablero de distribución adecuado para enviar la energía a las cargas importantes que defina el usuario para que tengan un sistema de respaldo.

Sistema de generación fotovoltaica aislado

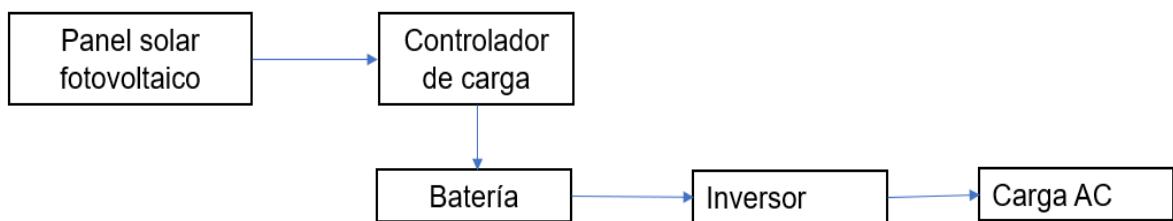
El sistema aislado es adecuado para usuarios donde las localidades no se puedan interconectar a la red, debido a la ubicación y los altos costos que producirían.

Se presenta el diagrama de bloques del SGFV con baterías aislado de la red, véase la figura 17.

Los beneficios de un sistema aislado es llevar energía eléctrica a lugares remotos.

Figura 17

Diagrama de bloques del SGFV con baterías aislado de la red



Nota: (Elbaset et al., 2019)

Se debe considerar el clima y las condiciones históricas ambientales anuales cuando se diseñan estos sistemas. Si los paneles están cubiertos de nieve, polvo o

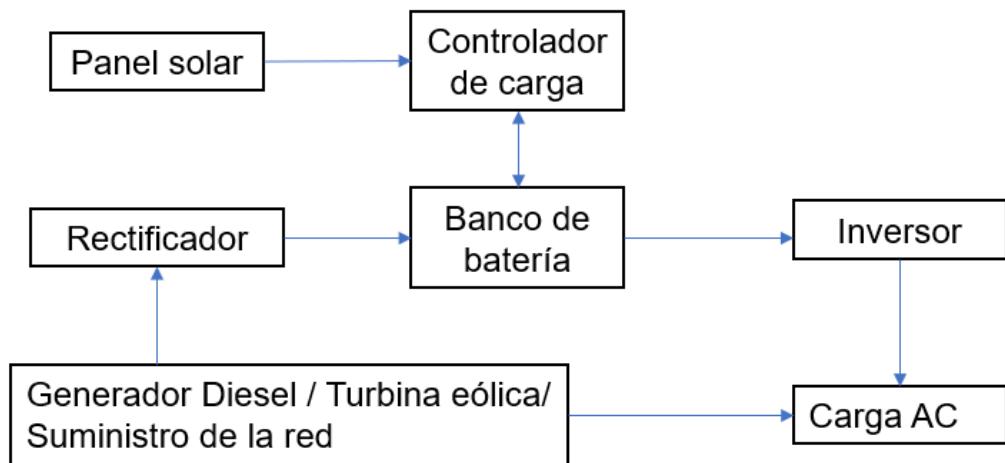
contaminación, se debe tener baterías de respaldo cargadas. También se puede tener un generador de respaldo a gasolina o petróleo en el caso las fuentes de energía renovables no son suficientes para poder recargar tus baterías. Se debe diseñar el sistema para cubrir 100% de las cargas e incluso un poco más. Los sistemas aislados tienen más componentes y son más caros que un sistema conectado a la red.

Sistemas híbridos fotovoltaicos

Estos sistemas híbridos generalmente se refieren a la combinación de dos fuentes de energía que puede ser un sistema fotovoltaico con generador diésel, turbinas eólicas, biomasa u otras fuentes de energía renovable y no renovable tal como se indica en la figura 18:

Figura 18

Diagrama de bloques del SGFV híbrido



Nota: (Elbaset et al., 2019)

Los sistemas fotovoltaicos generarán emplearán el uso de un banco de baterías para almacenar energía desde los paneles predefinidos cuando no haya suficiente energía solar, donde el clima sea pobre para generar energía, se pueden emplear los sistemas híbridos.

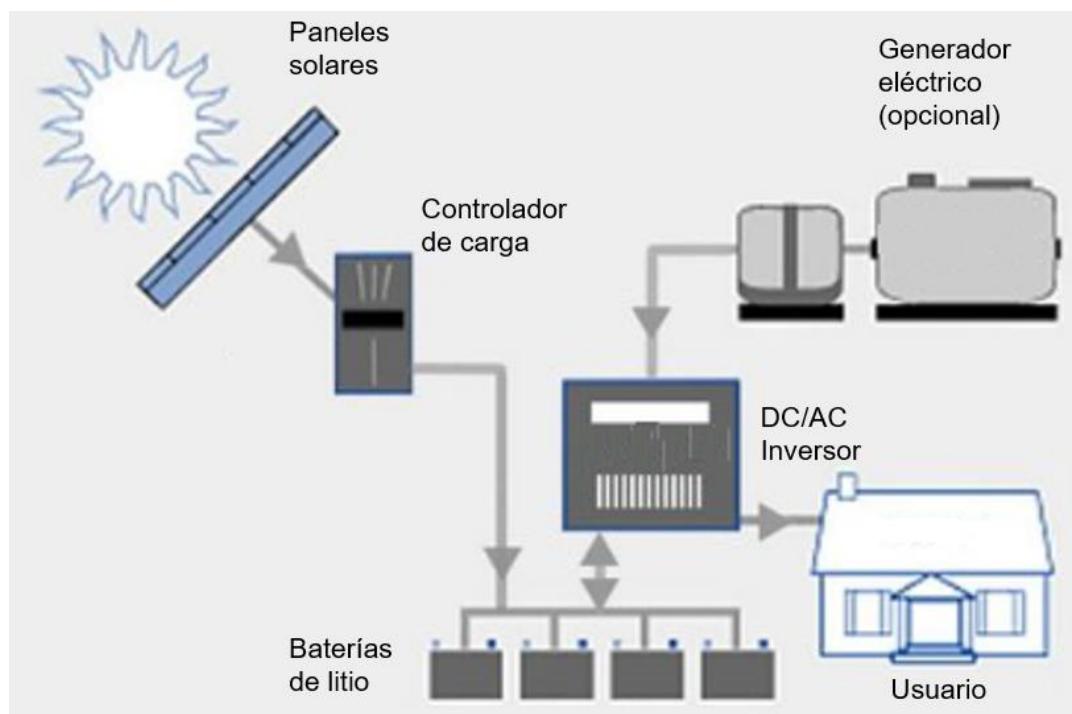
Los sistemas fotovoltaicos híbridos pueden combinar módulos fotovoltaicos con otras fuentes de energía como generador diésel u otra generación renovable como la eólica.

El generador fotovoltaico debería ser diseñado para abastecer la demanda con un suministro alternativo que funcione cuando sea necesario.

La figura 19 muestra un esquema de la SGFV híbrido aislado de la red.

Figura 19

SGFV híbrido aislado de la red



Nota: (Elbaset et al., 2019)

Para producir energía eléctrica en localidades aisladas, donde no es posible la interconexión al SEIN, se suele utilizar fuentes de energía convencionales y no convencionales:

- Entre las convencionales tenemos el uso del gas natural, gasolina, petróleo, carbón, etc.
- Entre las no convencionales tenemos el uso de las fuentes RER como la energía solar, energía eólica, biomasa, hidráulica y geotérmica.

En el 2023, la DGER-MINEM viene implementando proyectos de electrificación rural con sistemas fotovoltaicos centralizados y sistemas fotovoltaicos individuales. Los elementos de los sistemas fotovoltaicos se están actualizando debido a la tecnología en progreso, la mejora de eficiencia y la reducción de precios de los paneles solares y los sistemas de almacenamiento de energía.

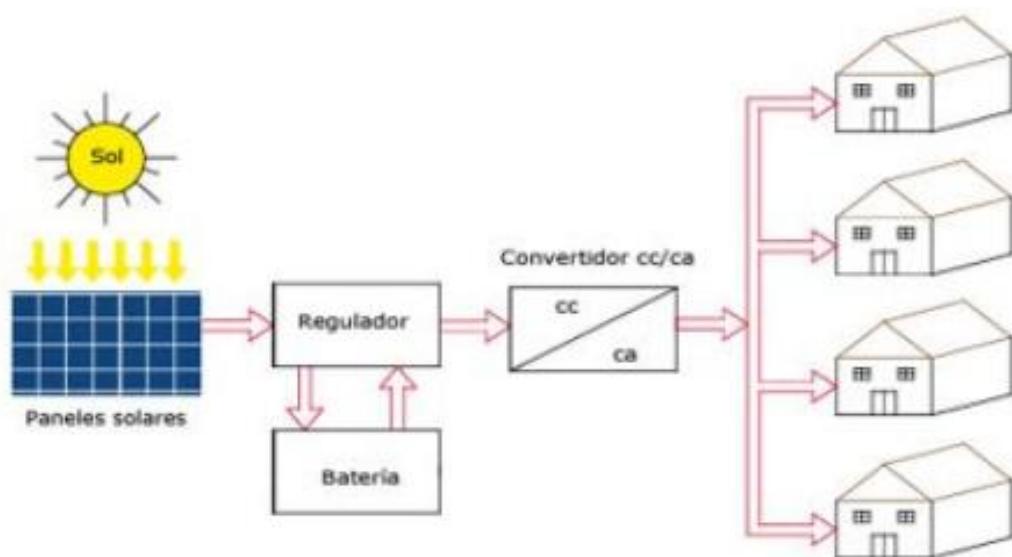
Sistemas fotovoltaicos centralizados

El Sistema Fotovoltaico centralizado es una central de generación que transforma la energía solar en energía eléctrica, ubicada en un área determinada, donde se usan paneles solares, controladores de carga, baterías de litio, inversores, sistema de almacenamiento, protección y comunicaciones; con el fin de abastecer la demanda de una o más localidades. Este tipo de sistema abastecerá de energía eléctrica, a través de redes secundarias, a los usuarios de las localidades, cuyas viviendas estén agrupadas de forma concentrada, formando calles y/o tengan una plaza principal.

Se muestra el dibujo de un Sistema Fotovoltaico Centralizado, véase la figura 20.

Figura 20

Sistema Fotovoltaico Centralizado



Nota: (Tobajas, 2015).

Sistema fotovoltaico individual

El sistema fotovoltaico individual está diseñado para llevar energía eléctrica a un abonado, mediante la conversión de la radiación solar a energía eléctrica.

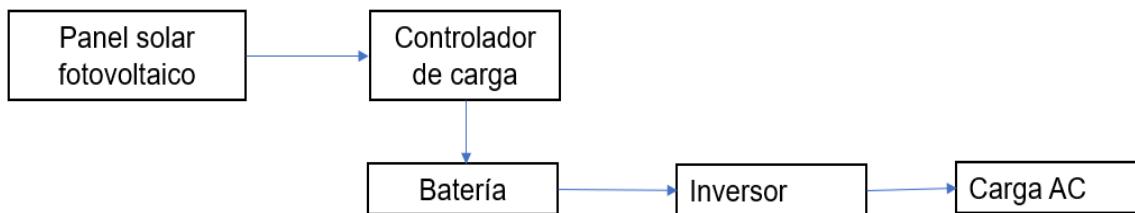
Este sistema está conformado por paneles solares, controlador de carga, batería de litio, inversor, tablero de distribución, medidor, tomacorrientes y focos LED para cada usuario beneficiado con este sistema.

Este tipo de sistema no requiere de redes secundarias. La implementación para los usuarios cuyas viviendas no forman calles, se encuentren muy dispersas y alejadas.

Se presenta el esquema de un Sistema Fotovoltaico Centralizado, véase la figura 21. Asimismo, se muestra el dibujo de componentes de este sistema, véase la figura 22.

Figura 21

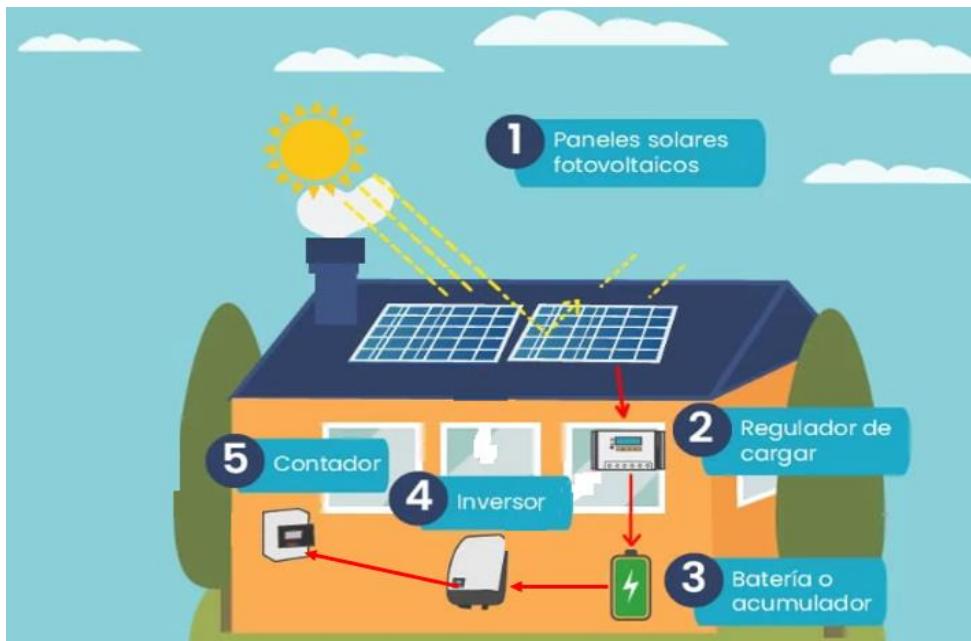
Diagrama de bloques de un sistema fotovoltaico centralizado



Nota: (Elbaset et al., 2019)

Figura 22

Sistema Fotovoltaico Individual



Nota: (Hydronik, 2021).

2.1.11 Sistemas eléctricos del futuro

En estos tiempos, la descarbonización de nuestro sistema es crucial en orden de superar la crisis climática. Esto significa tener la mayor fuente de energía renovable como solar y eólica. Desafortunadamente, estos recursos son dependientes del clima y frecuentemente su energía de salida es intermitente.

Las redes inteligentes son la solución a este problema. Ellos tienen un gran potencial para hacer los sistemas eléctricos más resilientes y acelerar a la transición energética.

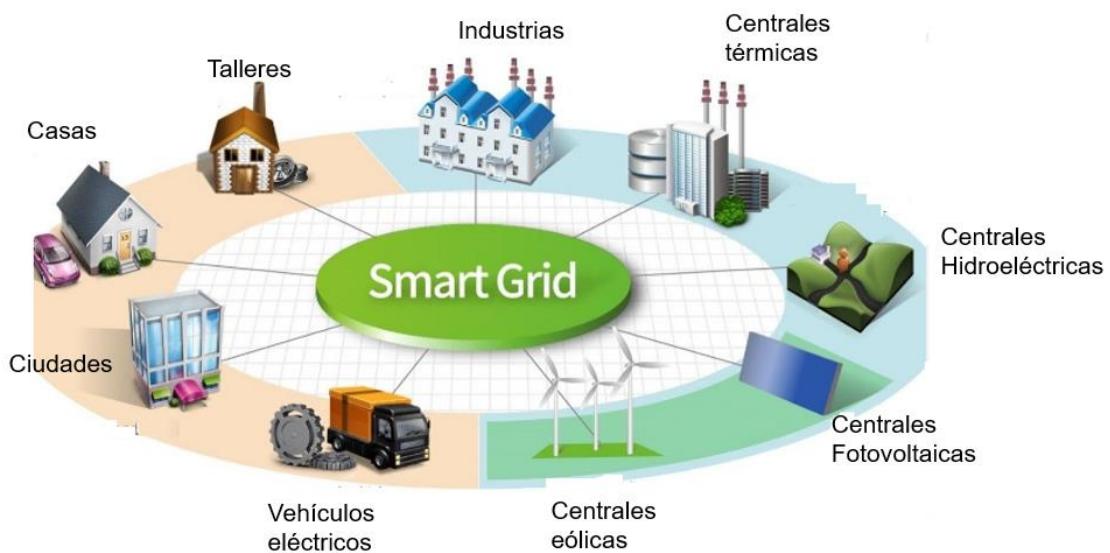
Redes inteligentes o Smart Grid

La modernización del sistema de suministro eléctrico se conoce como red inteligente, diseñada para gestionar, proteger y mejorar el funcionamiento de los componentes del sistema interconectado. Esto abarca desde la generación de energía, la transmisión de alto voltaje, la red de distribución, hasta los consumidores finales. (EPRI, 2011).

Se muestra las fuentes de generación y las cargas que forman parte de una red inteligente, véase la figura 23.

Figura 23

Red Inteligente o Smart Grid



Nota: (Smart Grids info, 2014).

2.1.12 Diseño de redes principales para electrificación rural

La DGE-MINEM (2003) presenta la Norma “Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural” que fue aprobada mediante Resolución Directoral N° 018-EM/DGE, con fecha 30/12/2003.

Objetivo de la Norma

El objetivo de la DGE-MINEM es establecer los requisitos técnicos mínimos para el diseño de líneas y redes primarias de 22,9 kV y 22,9/13,2 kV con el fin de garantizar un mínimo de seguridad de los bienes y las personas. Los requisitos deben cumplirse para que el sistema sea económicamente adaptado.

Alcance de la Norma

En el alcance se incluyen fases preliminares y de diseño.

Etapas previas:

- Determinación de la demanda
- Definición y análisis de la configuración topológica del sistema
- Elección de los equipos y materiales

Etapas de diseño:

- Topografía de las líneas y redes primarias
- Cálculos mecánicos y eléctricos
- Coordinación de la protección y el cálculo del cortocircuito
- Diseño de la puesta a tierra
- Diseño de la cimentación

2.1.13 Diseño de Redes Secundarias para electrificación rural

La DGE-MINEM (2023) presenta la Norma “Bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificación rural” que fue aprobada con R.D. N° 108-2023-MINEM/DGE, de fecha 15/05/2003.

Objetivo de la Norma

Especificar los requisitos técnicos mínimos para la construcción de redes aéreas de tensión secundaria con conductores autoportantes de aleación de aluminio que funcionen a 380/220 V y 440/220 V, con el fin de proporcionar las condiciones mínimas de seguridad para las instalaciones y las personas usuarias.

En el caso de las redes secundarias de proyectos de electrificación rural, estas bases se utilizan para preparar documentación técnica definitiva.

Alcance de la Norma

El diseño de redes secundarias comprende etapas previas y etapas de diseño.

Etapas previas:

- Proyección de la demanda de energía eléctrica
- Definición y análisis de la configuración topológica del sistema
- Elección de los materiales y equipos según Especificación Técnica aprobada por la DGE-MINEM (2003).

Etapas de diseño:

- Los cálculos eléctricos como caída de voltaje, resistencia eléctrica conductiva, reactancia inductiva y caída de voltaje máxima permitida.
- Distancias mínimas de seguridad
- Cálculos mecánicos de conductores autoportantes
- Cálculos mecánicos de postes y retenidas
- Cálculo del bloque de anclaje de la retenida
- Cálculo de la cimentación de postes
- Cálculo de puesta a tierra

Puntos de alimentación en baja tensión

Los tableros de las subestaciones de distribución sirven de puntos de diseño para las acometidas domésticas, el alumbrado público y las redes de servicios particulares. Excepcionalmente, el punto de diseño puede estar situado en los extremos intermedios o terminales de redes secundarias que son extensiones de redes ya existentes.

Demandas de potencia

Establecer los criterios para determinar la cantidad de energía necesaria en las redes de baja tensión de los proyectos de electricidad en zonas rurales.

Demandas de los usuarios

En función de su configuración urbana y nivel de desarrollo respectivos, las zonas se han dividido en dos sectores para la certificación eléctrica del servicio específico.

- Localidades tipo I: Las capitales de distrito o las concentraciones de población urbano-rurales con una configuración urbana definida como una plaza y calles. A cada vivienda se le ha asignado una calificación de 600 W.
- Localidades tipo II: Se trata de conjuntos de residencias rurales que aún no tienen trazado urbano. Las viviendas suelen encontrarse en zonas de chacra de los propietarios, en caminos de herradura o junto a carreteras. Cada vivienda tiene una calificación de 400 W.

En función de las verificaciones de campo, el diseñador responsable de la elaboración o actualización de los estudios podrá sugerir valores de calificación eléctrica.

Cargas de alumbrado público

En la colocación de las unidades de alumbrado público se seguirán las normas de la DGE para el alumbrado público aplicables a la zona en la que se vaya a construir el proyecto.

La siguiente tabla muestra las luminarias y sus cargas:

Tabla 4

Capacidades de las lámparas de Alumbrado Público

Lámpara	Potencia de lámpara (W)	Pérdidas (W)	Total (W)
Vapor de Sodio	50	10,00	60,00
	70	11,60	81,60
	150	18,60	168,60
LED	30	3,20	33,20
	50	4,10	54,10
	100	10,00	110,00

Nota: (Norma DGE, 2023).

Las pérdidas y la potencia total indicada en la Tabla 4 son referenciales

Las lámparas equivalencias típicas se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5

Comparación de las lámparas de Alumbrado Público

Tipo de lámpara	Potencia de lámpara convencional de AP (W)	Potencia de lámpara LED (W)
Vapor de Sodio	50	30
	70	50
	150	100

Nota: (Norma DGE, 2023).

Nota: La tabla muestra la equivalencia habitual entre una lámpara LED y una lámpara tradicional de vapor de sodio.

Cargas de uso general y productivo

Basándose en estudios y encuestas en la zona donde se ejecutará el proyecto, el proyectista responsable del diseño de las redes secundarias determina la potencia para los distintos tipos de carga.

2.2 Marco conceptual

El trabajo de suficiencia desarrolla propuestas de mejora para desarrollar estudios de preinversión y definitivo para proyectos de electrificación rural, a continuación, presentaremos las definiciones de los términos de inversión pública, el contenido mínimo de los estudios de preinversión y estudio definitivo de acuerdo a la naturaleza de los proyectos de electrificación rural.

2.2.1 Definiciones de los términos de inversión pública

Las siguientes definiciones fueron extraídas del Glosario de Inversión Pública del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2000), de la Normativa del Invierte.pe (MEF,

2017), la Guía General para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión (MEF, 2019) y la Ley General de Electrificación Rural (Congreso de la república, 2006).

Estudio de Preinversión

Estudio donde se evalúa la viabilidad de la ejecución del proyecto de inversión; debe demostrar que es sostenible, socialmente rentable y cumpla los requisitos de Invierte.pe. Del mismo modo, este análisis permite determinar la envergadura del proyecto de inversión, así como su concepción técnica y económica (MEF, 2000).

Estudio de Perfil

Se evalúan distintas opciones en función de factores como el tamaño, la ubicación, el tiempo de inicio, la tecnología y consideraciones administrativas. En este caso final se eliminan las opciones ineficaces (MEF, 2000).

Estudio Definitivo

Estudio que permita una descripción detallada de la alternativa elegida en la etapa de preinversión y considerada viable. Las ET de los materiales para la ejecución de las obras, el plan de ejecución, el dimensionamiento detallado del proyecto, los costes unitarios por componentes y otros requisitos que se consideren necesarios según el tipo de proyecto deben definirse mediante estudios especializados.

Los estudios de ingeniería de detalle (suelos, topografía, etc.) son investigaciones especializadas que se utilizan en los proyectos de infraestructuras. De acuerdo con las especificaciones establecidas por la UF y la UEI del Proyecto, así como la normativa sectorial vigente, el contenido de los Estudios Definitivos varía en función del tipo de proyecto (MEF, 2000).

Expediente técnico de obra

Este documento incluye los estudios de ingeniería de detalle junto con el presupuesto final, las especificaciones técnicas, las bases y las memorias descriptivas de cada estudio (MEF, 2000).

Ciclo del proyecto

Comprende las etapas de preinversión, inversión, operación y evaluación ex - post.

Evaluación Privada

Análisis de rentabilidad de un proyecto desde la perspectiva de un inversor privado (MEF, 2000).

Evaluación Social

Evaluar cómo afectan las iniciativas de inversión al grado de bienestar social (MEF, 2000).

Proyecto de Inversión

Intervenciones temporales destinadas a crear capital institucional, humano, físico, intelectual y/o natural que se financian total o parcialmente con fondos públicos. Su objetivo es aumentar, desarrollar, mejorar, ampliar o restaurar la capacidad de producir bienes y/o servicios (MEF, 2000).

Proyecto de electrificación rural

El MINEM ha designado como sistemas eléctricos rurales (SER) a las redes de transmisión y distribución eléctrica que son de interés social prioritario y que han sido establecidas en zonas rurales, remotas o limítrofes de la nación.

Unidad Formuladora

La Unidad Formuladora (UF) elabora los estudios de preinversión y las especificaciones técnicas, autoriza las inversiones y certifica la viabilidad de los proyectos (MEF, 2000).

Unidad Ejecutora de Inversiones

La Unidad Ejecutora de Inversiones (UEI) se encarga de la ejecución financiera y física de las inversiones, así como de la preparación del expediente técnico o documento comparable, el seguimiento de las inversiones y el registro de los bancos de inversión (MEF, 2000).

Unidad Productora

Se denomina Unidad Productora (UP) al conjunto de recursos o elementos productivos que, combinados, tienen la capacidad de abastecer de bienes y servicios a la población objetivo. Es el resultado de un proyecto de inversión, ya sea producido o alterado (MEF, 2000).

Declaración de Viabilidad

Condición específicamente vinculada por la unidad formuladora a un proyecto de inversión pública que resulte exitoso, duradero y acorde con la política sectorial (MEF, 2000).

2.2.2 Contenido mínimo de la ficha técnica en la etapa de preinversión

De acuerdo al Anexo 10. Criterios para determinar el nivel de complejidad de los proyectos de inversión, del Invierte.pe (MEF, 2019). La ficha técnica en la etapa de preinversión podría ser:

- Ficha Técnica simplificada
- Ficha Técnica estándar aprobada por el Sector

- Ficha Técnica para proyectos de inversión de baja y mediana complejidad

El contenido mínimo de la ficha técnica en la etapa de preinversión estará determinado por la naturaleza del proyecto.

De acuerdo a su interconexión los proyectos pueden ser: Interconectado al SEIN a través de redes convencionales (RC) o Aislado con suministro de energía con recursos energéticos renovables (ARER).

Se muestra el contenido mínimo de la ficha técnica para estos proyectos, véase la Tabla 6.

Tabla 6

Contenido mínimo de la ficha técnica de preinversión

Ítem	Volumen	Documento
1	Volumen 1A	Ficha técnica en la etapa de preinversión Anexos: Anexo A. Priorización de localidades Anexo B. Análisis de Mercado Eléctrico Anexo C. Información del Proyecto Anexo D. Formulación y Evaluación Anexo E. Inversión de activos por alternativa Anexo F. Evaluación económica
2	Volumen 1B	Justificación de trabajo de campo y registro fotográfico
3	Volumen 1C	Cálculos Justificativos
4	Volumen 2	Informe de Impacto Ambiental
5	Volumen 3	Informe Arqueológico
6	Volumen 4	Anteproyecto
7	Documentos complementarios	Documentos complementarios: - Factibilidad de suministro y fijación del punto de diseño - Opinión técnica favorable de la concesionaria - Disponibilidad física del terreno emitido por la Municipalidad - Análisis de riesgos - Padrón de usuarios - Documento de aprobación de la Unidad Formuladora.

Nota: (DGER, 2023).

2.2.3 Contenido mínimo del estudio de perfil

El contenido mínimo de un estudio de perfil estará determinado por la naturaleza del proyecto.

De acuerdo a su interconexión los proyectos pueden ser: Interconectado al SEIN a través de redes convencionales (RC) o Aislado con suministro de energía con recursos energéticos renovables (ARER).

Se presenta el contenido mínimo del estudio de perfil para estos proyectos, véase la Tabla 7.

Tabla 7

Contenido mínimo del estudio de perfil

Ítem	Volumen	Documento
1	Volumen 1A	Ficha Técnica Estudio de Perfil Anexos: Anexo A. Priorización de localidades Anexo B. Análisis de Mercado Eléctrico Anexo C. Información del Proyecto Anexo D. Formulación y Evaluación Anexo E. Inversión de activos por alternativa Anexo F. Evaluación económica
2	Volumen 1B	Justificación de trabajo de campo y registro fotográfico
3	Volumen 1C	Cálculos Justificativos
4	Volumen 2	Informe de Impacto Ambiental
5	Volumen 3	Informe Arqueológico
6	Volumen 4	Anteproyecto
7	Documentos complementarios	Documentos complementarios: - Factibilidad de suministro y fijación de los puntos de diseño. - Opinión técnica favorable de la EDE - Disponibilidad física del terreno emitido por la Municipalidad - Análisis de riesgos - Padrón de usuarios - Documento de aprobación de la Unidad Formuladora.

Nota: (DGER, 2023).

2.2.4 Contenido mínimo del estudio definitivo

El contenido mínimo de un estudio definitivo está dado por el tipo del proyecto que puedes ser Interconectado al SEIN a través de redes convencionales (RC) o Aislado con fuente de generación renovable (ARER). Véanse las tablas 8 y 9, de acuerdo al tipo de proyecto.

Tabla 8*Estudio Definitivo para proyectos con redes convencionales (RC)*

Ítem	Volumen	Documento
1	Volumen I	Ficha Técnica Resumen Ejecutivo Memoria Descriptiva LP y RP Memoria Descriptiva RS
2	Volumen II	ET Suministro LP y RP ET Suministro RS ET Montaje LP y RP ET Montaje RS
3	Volumen III	Lámina del detalle de armados LP y RP Lámina del detalle de armados RS
4	Volumen IV	Cálculos Justificativos LP,RP y RS
5	Volumen V	Metrado y Valor Referencial
6	Volumen VI	Estudio de Geología y Geotecnia
7	Volumen VII	Planos generales: Ubicación, Vías de acceso, Diagrama Unifilar Planos de diseño LP, RP y RS
8	Volumen VIII	Análisis de Riesgos
9	Volumen IX	Documentos Complementarios

Nota: (DGER, 2023).**Tabla 9***Estudio Definitivo- proyectos aislados con generación renovable (ARER)*

Ítem	Volumen	Documento
1	Volumen I	Ficha Técnica Resumen Ejecutivo Memoria Descriptiva LP y RP Memoria Descriptiva RS Memoria Descriptiva SFD
2	Volumen II	ET Suministro LP y RP ET Suministro RS ET Suministro SFD ET Montaje LP y RP ET Montaje RS ET Montaje SFD
3	Volumen III	Lámina del detalle de armados LP y RP Lámina del detalle de armados RS Lámina del detalle de armados SFD
4	Volumen IV	Cálculos Justificativos LP y RP Cálculos Justificativos RS Cálculos Justificativos SFD
5	Volumen V	Metrado y Valor Referencial
6	Volumen VI	Estudio de Geología y Geotecnia
7	Volumen VII	Planos generales: Ubicación, Vías de acceso Diagrama Unifilar Planos de diseño LP y RP Planos de diseño RS Planos de diseño SFD
8	Volumen VIII	Análisis de Riesgos
9	Volumen IX	Documentos Complementarios

Nota: (DGER, 2023).

De acuerdo a la naturaleza del proyecto puede ser: Creación de un sistema eléctrico (CS), Ampliación y mejoramiento de un sistema eléctrico (AM) y/o Saldo de Obra (SDO)

A continuación, se presenta el contenido mínimo del estudio definitivo por tipo de proyectos, véanse las tablas 10 y 11, de acuerdo al tipo de proyecto.

Tabla 10

Estudio Definitivo para Creación de un Sistema Eléctrico (CS)

Ítem	Volumen	Documento
1	Volumen I	Ficha Técnica Resumen Ejecutivo Memoria Descriptiva LP y RP Memoria Descriptiva RS
2	Volumen II	ET Suministro LP, RP y RS ET Montaje LP, RP y RS
3	Volumen III	Lámina del detalle de armados LP y RP Lámina del detalle de armados RS
4	Volumen IV	Cálculos Justificativos LP y RP Cálculos Justificativos RS
5	Volumen V	Metrado y Valor Referencial
6	Volumen VI	Estudio de Geología y Geotecnia
7	Volumen VII	Planos generales: Ubicación, Vías de acceso, Diagrama Unifilar Planos de diseño LP y RP Planos de diseño RS
8	Volumen VIII	Análisis de Riesgos
9	Volumen IX	Documentos Complementarios

Nota: (DGER, 2023).

Tabla 11

Estudio Definitivo para Ampliación y Mejoramiento (AM) y Saldo de Obra (SDO)

Ítem	Volumen	Documento
1	Volumen I	Ficha Técnica Resumen Ejecutivo Memoria Descriptiva LP y RP Memoria Descriptiva RS
2	Volumen II	ET Suministro LP, RP y RS ET Montaje LP, RP y RS ET de Desmontaje
3	Volumen III	Lámina del detalle de armados LP y RP Lámina del detalle de armados RS
4	Volumen IV	Cálculos Justificativos LP y RP Cálculos Justificativos RS
5	Volumen V	Metrado y Valor Referencial
6	Volumen VI	Estudio de Geología y Geotecnia
7	Volumen VII	Planos generales: Ubicación, Vías de acceso, Diagrama Unifilar Planos de diseño LP y RP Planos de diseño RS
8	Volumen VIII	Análisis de Riesgos
9	Volumen IX	Documentos Complementarios

Nota: (DGER, 2023).

2.2.5 Conformación de documentos complementarios

La conformación de los documentos complementarios también va depender del tipo de proyecto, se presenta la documentación necesaria para estos proyectos, véase la tabla 12.

Tabla 12

Documentos complementarios

Ítem	Documentos Complementarios	Tipo de proyecto				
		RC	ARER	CS	AM	SDO
1	Padrón de usuarios con DNI de los usuarios.	SI	SI	SI	SI	SI
2	Disponibilidad del terreno emitido por la Municipalidad	SI	SI	SI	SI	SI
3	Opinión favorable de JPEI-DGER	SI	SI	SI	SI	SI
4	Documento del punto de alimentación otorgado por la EDE	SI		SI	SI	SI
5	Opinión Técnica Favorable de la EDE	SI	SI	SI	SI	SI
6	Declaración de Impacto Ambiental (D.I.A.)	SI	SI	SI	SI	SI
7	Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (C.I.R.A.)	SI	SI	SI	SI	SI
8	Autorización de desmontaje de la infraestructura existente en mal estado que se va reemplazar o reforzar.				SI	
9	Informe de Modificaciones de acuerdo al Invierte.pe	SI	SI	SI	SI	SI
10	Inventario de materiales en almacén de la Entidad firmado por un juez de paz					SI
11	Calificación SER	SI	SI	SI	SI	SI
12	Expediente de gestión de Servidumbre en la etapa de obra.	SI	SI	SI	SI	SI

Nota: (DGER, 2023).

Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación

La presentación de las normas y procedimientos vigentes, el contenido mínimo y los formatos estandarizados para la elaboración de fichas técnicas, estudios de perfil y estudios definitivos de proyectos de electrificación rural forman parte del presente trabajo de investigación. También se identificarán los factores que causan atraso en la aprobación de estos estudios; se plantearán medidas para lograr la aprobación de estos estudios en un tiempo oportuno; finalmente se planteará el uso de equipos de tecnología actual para el desarrollo de estos proyectos.

3.1 Normas y procedimientos vigentes

Las directrices para la electrificación de las zonas rurales las establece la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas (DGE/MINEM).

3.1.1 Normas de líneas y redes primarias

Tabla 13

Normas vigentes de líneas y redes primarias

Normas vigentes	Nombre de las normas
R.D. 026-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas para el suministro de materiales y equipos de líneas y redes primarias
R.D. 016-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas de montaje para líneas y redes primarias
R.D. 024-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas de soportes normalizados para líneas y redes primarias
R.D. N° 111-88-EM/DGE	Norma sobre imposición de servidumbres

Nota: (DGER, 2023).

3.1.2 Normas de redes secundarias

Tabla 14

Normas vigentes de redes secundarias

Norma vigente	Nombre de la norma
R.D. 025-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas para el suministro de materiales y equipos de redes secundarias
R.D. 020-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas de montaje para redes secundarias
R.D. 023-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas de soportes normalizados para redes secundarias
R.M. N° 214-2011-MEM	Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011

Nota: (DGER, 2023).

3.1.3 Normas de Diseño

Tabla 15

Normas vigentes de diseño

Norma vigente	Nombre de la norma
R.D. 018-2003-EM/DGE	Bases para el diseño de líneas y redes primarias
R.D. 108-2023-EM/DGE	Bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificación rural
R.D. 030-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas para estudios de topografía
R.D. 029-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas para la elaboración de estudios de geología y geotecnia de electroductos
R.D. 017-2003-EM/DGE	Alumbrado de vías públicas en áreas rurales

Nota: (DGER, 2023).

3.1.4 Normas de sistemas fotovoltaicos

Tabla 16

Normas vigentes para sistemas fotovoltaicos

Norma vigente	Nombre de la norma
R.D. N° 203-2015-MEM/DGE	Especificación técnica del sistema fotovoltaico y sus componentes para la electrificación rural
NTP 339-403-2006	Sistemas fotovoltaicos hasta 500Wp, especificaciones técnicas y método para calificación energética de un sistema fotovoltaico
R.M. N° 037-2006-MEM	Código nacional de electricidad - utilización

Nota: (DGER, 2023).

3.1.5 Normas aplicables al desarrollo de proyectos de electrificación rural

Tabla 17

Normas aplicables a los proyectos de electrificación rural

Norma vigente	Nombre de la norma
Ley N° 28749	Ley General de Electrificación Rural
D.S. N° 018-2020-EM	Reglamento de la Ley General de Electrificación Rural
Ley N° 25844	Ley de Concesiones Eléctricas
D.S. N 009-93-EM	Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas
Ley N° 27446 D.L. N° 1078	Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y Modificatoria
D.S. N° 019-2009-MINAM	Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.
D.S. N° 014-2019-EM D.S. N° 003-2011-MINAM	Contenido mínimo de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para ejecución de proyectos de electrificación rural
D.S. N° 011-2022-MC	Reglamento de Intervenciones Arqueológicas
Directiva N° 012-2017-OSCE/CD	Gestión de riesgos en la planificación de la ejecución de obras

Nota: (DGER, 2023).

3.1.6 Normas y formatos aplicables a proyectos de inversión pública

Tabla 18

Normas aplicables a los proyectos de inversión pública

Norma vigente	Nombre de la norma
D.L. N° 1252	Ley que crea la Ley del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones
D.S. N° 284-2018-EF	Reglamento del D.L. N° 1252
Directiva N° 001-2019-EF/63.01	Directiva general del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones
Anexo 7 - Directiva N° 001-2019-EF/63.01	Contenido mínimo del Estudio de Preinversión a nivel de perfil para Proyectos de Inversión
Anexo 10 - Directiva N° 001-2019-EF/63.01	Criterios para determinar la clasificación del nivel de complejidad de los Proyectos de Inversión
Formato N° 06A	Ficha Técnica General Simplificada
Formato N° 06-B	Ficha Técnica General para Proyectos de Inversión de baja y mediana complejidad
Formato N° 07A	Registro de Proyecto de Inversión.
Formato N° 08A	Registros en la Fase de Ejecución para Proyectos de Inversión

Nota: (MEF, 2020).

3.1.7 Otros documentos referenciales

Tabla 19

Otros documentos referenciales

Documento	Nombre del documento
Conferencias y Capacitaciones Virtuales 2020 del Invierte.pe	Pautas para elaborar un expediente técnico más eficiente
Conferencias y Capacitaciones Virtuales 2020 del Invierte.pe	Contenido básico para la elaboración del expediente técnico
TDR 2024 – DGER-MINEM	Términos de referencia de la DGER-MINEM para elaboración de estudio de preinversión para proyectos de electrificación rural
TDR 2024 – DGER-MINEM	Términos de referencia de la DGER-MINEM para elaboración de estudio definitivo para proyectos de electrificación rural.

Nota: (MEF, DGER, 2023).

3.2 Procedimiento para la Elaboración de la Ficha Técnica de Preinversión

Este procedimiento fue extraído directamente de los términos de referencia de la DGER-MINEM para la preparación del estudio de preinversión de los proyectos de electrificación rural.

3.2.1 Finalidad

Elaborar la ficha técnica en la etapa de preinversión de proyectos de electrificación rural teniendo la información de campo y gabinete del proyecto.

3.2.2 Requisitos

Para la elaboración de la ficha técnica en la etapa de preinversión de un proyecto de electrificación rural, se debe contar la idea del proyecto aprobada por la Unidad Formuladora.

3.2.3 Etapas del procedimiento

Las etapas para la elaboración de la ficha técnica en la etapa de preinversión de un proyecto de electrificación rural se presentan en la tabla 20.

Tabla 20

Etapas de elaboración, revisión y aprobación de la Ficha Técnica

Ítem	Etapa	Responsabilidad
1	Concurso para la elaboración de la Ficha Técnica	Unidad Formuladora
2	Contrato para la elaboración de la Ficha Técnica	Unidad Formuladora
3	Trabajo de campo	Consultor
4	Trabajo de gabinete	Consultor
5	Selección del tipo de la Ficha Técnica, según Anexo 10 del Invierte.pe	Consultor
6	Presentación de la Ficha Técnica	Consultor
7	Revisión y levantamiento de observaciones	Unidad Formuladora Consultor
8	Gestión de documentos complementarios	Consultor Unidad Formuladora
9	Producto final: Ficha Técnica aprobada por la Unidad Formuladora	Unidad Formuladora
10	Registro de la Ficha Técnica y Declaración de Viabilidad del proyecto en el Sistema Invierte.pe	Consultor Unidad Formuladora

Nota: (DGER, 2023).

3.2.4 Concurso para la elaboración de la ficha técnica

- Selección del consultor quien elaborará la ficha técnica
- Selección de la supervisión quien revisará la ficha técnica

3.2.5 Contrato para la elaboración de la ficha técnica

- Se establece el alcance de la ficha técnica en la etapa de preinversión del proyecto.
- Tiempo de elaboración, revisión y aprobación.
- Contenido mínimo de la ficha técnica (Ver Capítulo III Sección 3.4)
- Entregables

3.2.6 Trabajo de campo

- Empadronamiento de los abonados, realización de encuestas de consumo energético.
- Georreferenciación de las casas de los abonados, los puntos de diseño y de las redes existentes cercanas al proyecto.
- Trazo preliminar de la LP, RP y RS
- Ubicación preliminar de las SED.
- La ubicación de las localidades y las carreteras están georreferenciadas.
- Georreferenciación de las canteras, fuentes de agua
- Calicatas y pruebas de laboratorio
- Medición de la resistividad del terreno
- Evaluación ambiental
- Evaluación arqueológica

3.2.7 Trabajo de gabinete

- Elaboración de planos generales: ubicación, vías de acceso y diagramas unifilares.
- Elaboración de planos de diseño de la LP, RP y RS.

- Elaboración de las Especificaciones Técnicas (ET) de los materiales utilizados
- Elaboración de los cálculos justificativos: Cálculos eléctricos y mecánicos para la LP, RP y RS.
- Elaboración de las planillas, metrados y valor referencial
- Elaboración del análisis de riesgos y anexos de acuerdo a la directiva del OSCE.
- Estudio de geología y geotecnia
- Elaboración de las memorias descriptivas, ficha técnica y resumen ejecutivo.

3.2.8 Selección del tipo de ficha técnica, según Anexo 10 del Invierte.pe

De acuerdo al Anexo 10. Criterios para determinar la clasificación del nivel de complejidad de los proyectos de inversión, del Invierte.pe; se selecciona el tipo de la ficha técnica de acuerdo a la complejidad del proyecto:

- Ficha Técnica Simplificada
- Ficha Técnica Estándar aprobada por el Sector
- Ficha Técnica para proyecto de baja y mediana complejidad

3.2.9 Presentación de la Ficha Técnica

Se presenta la Ficha Técnica en la etapa de preinversión y sus anexos a la entidad encargada de revisar el estudio.

3.2.10 Revisión y levantamiento de observaciones

- Revisión de cada entregable por la supervisión
- Levantamiento de observaciones por parte del consultor

3.2.11 Gestión de documentos complementarios

- El informe Ambiental será elaborado por un ingeniero ambiental.
- El informe Arqueológico será elaborado por un arqueólogo.
- Documento que otorga el punto de alimentación emitido por la EDE.
- Opinión técnica favorable de la EDE

- Documento de la disponibilidad física de terreno emitido por la Municipalidad.

3.2.12 *Producto Final*

Ficha técnica aprobada por la Unidad Formuladora

3.2.13 *Registro en el sistema del invierte.pe*

La Unidad Formuladora registra la ficha técnica del proyecto en el formato N° 07 A y declara viable el proyecto.

3.3 Procedimiento para la Elaboración del Estudio de Perfil

Este procedimiento fue extraído de los términos de referencia de la DGER-MINEM para la preparación del estudio de preinversión de los proyectos de electrificación rural.

3.3.1 *Finalidad*

Elaborar el estudio de perfil de proyectos de electrificación rural teniendo la información de campo y gabinete del proyecto.

3.3.2 *Requisitos*

Para el desarrollo del estudio de perfil, se debe contar la idea de proyecto aprobada por la Unidad Formuladora.

3.3.3 *Etapas del procedimiento*

Las etapas para la elaboración del estudio de perfil, se presentan en la tabla 21.

Tabla 21*Etapas de elaboración, revisión y aprobación del Estudio de Perfil*

Ítem	Etapa	Responsabilidad
1	Concurso para la elaboración del Estudio de Perfil	Unidad Formuladora
2	Contrato para la elaboración del Estudio de Perfil	Unidad Formuladora Consultor
3	Trabajo de campo	Consultor
4	Trabajo de gabinete	Consultor
5	Presentación del Estudio de Perfil	Consultor
6	Revisión y levantamiento de observaciones	Unidad Formuladora Consultor
7	Gestión de documentos complementarios	Consultor Unidad Formuladora
8	Producto final: Estudio de Perfil aprobado por la Unidad Formuladora	Unidad Formuladora Consultor
9	Registro del Estudio de Perfil y Declaración de Viabilidad del proyecto en el Sistema Invierte.pe	Unidad Formuladora

Nota: (DGER, 2023).

3.3.4 Concurso para la elaboración del estudio de perfil

- Selección del consultor que elaborará el estudio de perfil
- Selección de la supervisión que revisará el estudio de perfil

3.3.5 Contrato para la elaboración del estudio de perfil

- Se establece el alcance del estudio de perfil del proyecto
- Tiempo de elaboración, revisión y aprobación.
- Contenido mínimo del estudio de perfil (Ver Capítulo III Sección 3.4)
- Entregables

3.3.6 Trabajo de campo

- Empadronamiento de los abonados, realización de encuestas de consumo energético.
- Georreferenciación de las casas de los abonados, los puntos de diseño y de las redes existentes cercanas al proyecto
- Trazo preliminar de la LP, RP y RS
- Ubicación preliminar de las SED.

- La ubicación de las localidades y las carreteras están georreferenciadas.
- Georreferenciación de las canteras, fuentes de agua
- Calicatas y pruebas de laboratorio
- Medición de la resistividad del terreno
- Evaluación ambiental
- Evaluación arqueológica

3.3.7 Trabajo de gabinete

- Elaboración de planos generales: ubicación, vías de acceso y diagramas unifilares.
- Elaboración de planos de diseño de la LP, RP y RS.
- Elaboración de las Especificaciones Técnicas (ET) de los materiales utilizados
- Elaboración de los cálculos justificativos: Cálculos eléctricos y mecánicos para la LP, RP y RS.
- Elaboración de las planillas, metrados y valor referencial
- Elaboración del análisis de riesgos y anexos de acuerdo a la directiva del OSCE
- Estudio de geología y geotecnia
- Elaboración de las memorias descriptivas, ficha técnica y resumen ejecutivo.

3.3.8 Presentación del estudio de perfil

El consultor presentará el Estudio de Perfil y sus anexos a la entidad encargada de revisar el estudio.

3.3.9 Revisión y levantamiento de observaciones

- Revisión de cada entregable por la supervisión
- Levantamiento de observaciones por parte del consultor

3.3.10 Gestión de documentos complementarios

- El informe Ambiental será elaborado por un ingeniero ambiental.
- El informe Arqueológico será elaborado por un arqueólogo.
- Documento que otorga el punto de alimentación emitido por la EDE.
- Opinión técnica favorable de la EDE
- Documento de la disponibilidad física de terreno emitido por la Municipalidad.

3.3.11 Producto final

Estudio de perfil aprobado por la Unidad Formuladora.

3.3.12 Registro en el sistema del invierte.pe

La Unidad Formuladora (UF) registra el estudio de perfil a través del formato N° 07A y la Declaración de Viabilidad del proyecto.

3.4 Procedimiento para la Elaboración del Estudio Definitivo

Este procedimiento fue extraído de los términos de referencia de la DGER-MINEM para la preparación del estudio definitivo de los proyectos de electrificación rural.

3.4.1 Finalidad

Elaborar el estudio definitivo de proyectos de electrificación rural teniendo la información de campo y gabinete del proyecto.

3.4.2 Requisitos

Para la elaboración del estudio definitivo de un proyecto de electrificación rural, se debe contar con el estudio de preinversión viable y debe estar registrado en el sistema del invierte.pe

3.4.3 Etapas de procedimiento

Las etapas del procedimiento se presentan en la tabla 22.

Tabla 22*Etapas de elaboración, revisión y aprobación del Estudio Definitivo*

Ítem	Etapa	Responsabilidad
1	Concurso para la elaboración del Estudio Definitivo	Unidad Ejecutora de Inversiones
2	Contrato para la elaboración del Estudio Definitivo	Unidad Ejecutora de Inversiones Consultor
3	Trabajo de campo	Consultor
4	Trabajo de gabinete	Consultor
5	Presentación del Estudio Definitivo	Consultor
6	Revisión y levantamiento de observaciones	Unidad Ejecutora de Inversiones Consultor
7	Gestión de documentos complementarios	Consultor Unidad Ejecutora de Inversiones
8	Producto final: Estudio Definitivo aprobado por la UEI	Consultor Unidad Ejecutora de Inversiones
9	Registro del Estudio de Perfil y Declaración de Viabilidad del proyecto en el Sistema Invierte.pe	Unidad Ejecutora de Inversiones

Nota: (DGER, 2023).

3.4.4 Concurso para la elaboración del estudio definitivo

- Selección del consultor que elaborará el estudio definitivo
- Selección de la supervisión que revisará el estudio definitivo

3.4.5 Contrato para la elaboración del estudio definitivo

- Se establece el alcance del estudio definitivo del proyecto
- Tiempo de elaboración, revisión y aprobación.
- Contenido mínimo del estudio definitivo (Ver Capítulo III Sección 3.4)
- Entregables

3.4.6 Trabajo de campo

- Empadronamiento de los abonados, realización de los talleres de participación
- Georreferenciación de las casas de los abonados, los puntos de diseño y de las redes existentes cercanas al proyecto
- Trazo final de la LP, RP y RS
- Ubicación de las SED.

- La ubicación de las localidades y las carreteras están georreferenciadas.
- Georreferenciación de las canteras, fuentes de agua
- Calicatas y pruebas de laboratorio
- Medición de la resistividad del terreno
- Evaluación ambiental
- Evaluación arqueológica

3.4.7 Trabajo de gabinete

- Elaboración de planos generales: ubicación, vías de acceso y diagramas unifilares.
- Elaboración de planos de diseño de la LP, RP y RS.
- Elaboración de las Especificaciones Técnicas (ET) de los materiales utilizados
- Elaboración de los cálculos justificativos: Cálculos eléctrico y mecánicos para la LP, RP y RS.
- Elaboración de las planillas, metrados y presupuesto
- Elaboración del análisis de riesgos y anexos de acuerdo a la directiva del OSCE
- Estudio de geología y geotecnia
- Elaboración de las memorias descriptivas, ficha técnica y resumen ejecutivo.

3.4.8 Presentación del estudio definitivo

El consultor presentará el estudio definitivo a la entidad encargada de revisar el estudio.

3.4.9 Revisión y levantamiento de observaciones

- Revisión de cada entregable por la supervisión
- Levantamiento de observaciones por parte del consultor

3.4.10 Gestión de documentos complementarios

- El informe de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) será elaborado por el Consultor.
- La resolución de aprobación de la DIA será a cargo de la Dirección Regional de Energía y Minas (DREM) de la región del proyecto.
- El informe del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) será elaborado por el consultor
- La resolución de aprobación del CIRA lo emitirá la Dirección Desconcentrada del Ministerio de Cultura.
- La factibilidad de suministro y fijación del punto de diseño lo emitirá la Empresa de Distribución Eléctrica (EDE).
- La disponibilidad física del terreno lo emitirá la municipalidad.

3.4.11 Producto Final

Estudio definitivo aprobado por la Unidad Ejecutora de Inversiones

3.4.12 Registro en el sistema del Invierte.pe

La Unidad Ejecutora de Inversiones (UEI) registra el estudio definitivo del proyecto a través de los formatos N° 08 A y 08 B.

3.5 Contenido mínimo de los estudios de preinversión y definitivo de un proyecto de electrificación rural.

El contenido mínimo para desarrollar los estudios de preinversión y definitivo de un proyecto de electrificación rural es la información mínima requerida para estos estudios por la UF y la UEI.

Los términos de referencia para el desarrollo de estos estudios especifican el contenido mínimo. Estos términos se presentan cada vez que se licita el concurso para la elaboración del estudio de preinversión o definitivo, a través de la plataforma del Buscador

Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE), Versión 3.0 del Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado (SEACE).

Se ha recopilado los términos de referencia de proyectos de electrificación rural de los años 2023 y 2024 (OSCE, 2024), donde la UF y UEI es la DGER-MINEM, de dicha recopilación se presenta el contenido mínimo de los estudios de preinversión y definitivo.

Las tablas 23, 24 y 25 presentan el contenido mínimo de la ficha técnica de preinversión, estudio de perfil y estudio definitivo de proyectos de electrificación rural, respectivamente. Asimismo, la tabla 26 presenta la lista de los documentos complementarios necesarios para estos estudios.

Tabla 23

Contenido mínimo de la ficha técnica de preinversión

Ítem	Volumen	Documento
1	Volumen 1A	Ficha técnica en la etapa de preinversión Anexo A. Priorización de localidades Anexo B. Análisis de Mercado Eléctrico Anexo C. Información del Proyecto Anexo D. Formulación y Evaluación Anexo E. Inversión de activos por alternativa Anexo F. Evaluación económica
2	Volumen 1B	Justificación de trabajo de campo y registro fotográfico
3	Volumen 1C	Cálculos Justificativos
4	Volumen 2	Informe de Impacto Ambiental
5	Volumen 3	Informe Arqueológico
6	Volumen 4	Anteproyecto
7	Documentos complementarios	Documentos complementarios: - Factibilidad de suministro y fijación de los puntos de diseño - Opinión técnica favorable de la concesionaria - Disponibilidad física del terreno emitido por la Municipalidad - Análisis de riesgos - Padrón de usuarios - Documento de aprobación de la Unidad Formuladora.

Nota: (DGER, 2023).

Tabla 24*Contenido mínimo del Estudio de Perfil*

Ítem	Volumen	Documento
1	Volumen 1A	Ficha Técnica, Estudio de Perfil Anexo A. Priorización de localidades Anexo B. Análisis de Mercado Eléctrico Anexo C. Información del Proyecto Anexo D. Formulación y Evaluación Anexo E. Inversión de activos por alternativa Anexo F. Evaluación económica
2	Volumen 1B	Justificación de trabajo de campo y registro fotográfico
3	Volumen 1C	Cálculos Justificativos
4	Volumen 2	Informe de impacto ambiental
5	Volumen 3	Informe arqueológico
6	Volumen 4	Anteproyecto
7	Documentos complementarios	Documentos complementarios: - Factibilidad de suministro y fijación de los puntos de diseño - Opinión técnica favorable de la concesionaria - Disponibilidad física del terreno emitido por la Municipalidad - Análisis de riesgos - Padrón de usuarios - Documento de aprobación de la Unidad Formuladora.

Nota: (DGER, 2023).**Tabla 25***Contenido mínimo del Estudio Definitivo*

Ítem	Volumen	Documento
1	Volumen I	Ficha Técnica Resumen Ejecutivo Memoria Descriptiva LP, RP y RS
2	Volumen II	ET Suministro LP y RP ET Suministro RS ET Montaje LP y RP ET Montaje RS
3	Volumen III	Lámina del detalle de armados LP, RP y RS
4	Volumen IV	Cálculos Justificativos LP, RP y RS
5	Volumen V	Metrado y Valor Referencial
6	Volumen VI	Estudio de Geología y Geotecnia
7	Volumen VII	Planos generales: Ubicación, Vías de acceso, Diagrama Unifilar Planos de diseño LP, RP y RS
8	Volumen VIII	Análisis de Riesgos
9	Volumen IX	Documentos Complementarios

Nota: (DGER, 2023).

Tabla 26*Documentos complementarios para el Estudio Definitivo*

Ítem	Documentos Complementarios	Tipo de proyecto				
		RC	ARER	CS	AM	SDO
1	Padrón de usuarios con DNI de los usuarios.	SI	SI	SI	SI	SI
2	Disponibilidad del terreno emitido por la Municipalidad	SI	SI	SI	SI	SI
3	Opinión favorable de JPEI-DGER	SI	SI	SI	SI	SI
4	Documento que otorga el punto de alimentación dado por la EDE.	SI		SI	SI	SI
5	Declaración de Impacto Ambiental (D.I.A.)	SI	SI	SI	SI	SI
6	Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (C.I.R.A.)	SI	SI	SI	SI	SI
7	Autorización de desmontaje de la infraestructura existente en mal estado que se va reemplazar o reforzar.				SI	
8	Informe de Modificaciones de acuerdo al Invierte.pe	SI	SI	SI	SI	SI
9	Inventario de materiales en almacén de la Entidad firmado por un juez de paz					SI
10	Calificación SER	SI	SI	SI	SI	SI
11	Expediente de gestión de Servidumbre en la etapa de obra.	SI	SI	SI	SI	SI

Nota: (DGER, 2023).

3.6 Formatos estandarizados

Los formatos estandarizados de los estudios aprobados y licitados por la UF y la UEI. Estos formatos llenados y aprobados se presentan a través de la plataforma del Buscador OSCE 3.0 del SEACE.

La tabla 27 indica los formatos estandarizados de los estudios aprobados.

Tabla 27

Formatos estandarizados para elaboración de estudios de preinversión y definitivo.

Formato	Nombre del formato
Formato N° 1	Ficha técnica
Formato N° 2	Resumen Ejecutivo
Formato N° 3	Memoria Descriptiva
Formato N° 4	Formato de especificaciones técnicas
Formato N° 5	Formato de Cálculos Justificativos
Formato N° 6	Formato de Metrado y Valor Referencial
Formato N° 7	Formato de evaluación económica
Formato N° 8	Ánalisis de riesgos
Formato N° 9	Padrón de usuarios

Nota: (DGER, 2023).

Se presentan los formatos estandarizados para los estudios de preinversión y definitivo de proyectos de electrificación rural en la ruta adjunta:

<https://drive.google.com/drive/folders/1ysK7QIZJV5iLhHDRjs1LMTF8AeS29Bwv>

Asimismo, se ha recopilado tres estudios del año 2023, donde la unidad formuladora y unidad ejecutora de inversiones fue la DGER-MINEM, de dicha recopilación se presenta los formatos estandarizados de los estudios de preinversión y definitivo para proyectos de electrificación rural.

3.6.1 Formatos de la Ficha Técnica de Preinversión

Se toma como ejemplo los formatos llenados del proyecto que cuenta con la Ficha Técnica aprobada por la Unidad Formuladora.

A continuación, se presenta las características generales del proyecto.

Nombre del proyecto: “Creación del sistema eléctrico rural en el distrito de los Morochucos, provincia Cangallo, departamento Ayacucho”

Ubicación: Distrito Los Morochucos, Provincia Cangallo, Departamento Ayacucho

Objetivo del proyecto

Suministrar energía eléctrica a través del sistema eléctrico rural para veintiocho (28) localidades, distrito Los Morochucos, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho.

Tabla 28

El número de usuarios, comunidades y pobladores que se beneficiaron

Comunidades	Pobladores	Usuarios
28	3 404	851

Nota: (DGER, 2023).

La tabla 28 muestra la cantidad, población y abonados totales del proyecto de electrificación rural. Así también, la tabla 29 presenta la información de la empresa de distribución que otorgó el punto de alimentación.

La tabla 30 muestra la relación de localidades y abonados beneficiados del proyecto.

Documento otorgamiento del punto de alimentación:

Tabla 29

Información de la empresa concesionaria

Empresa Concesionaria	:	Electrocentro SA
Documento	:	ELCTO-A-0683-2021
Fecha de Emisión	:	27/08/2021
Punto de Diseño	:	Varios

Nota: (DGER, 2023).

Tabla 30*Relación de localidades y abonados beneficiados*

Nº	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD	Abonados
1	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	CACHICCARANA	13
2	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	MILLPUCCOCHA	33
3	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	JATUMPUCRO	5
4	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	CALLPANA	19
5	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	CUSIBAMBA	8
6	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	PARIA HUANCA	80
7	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	PUPAMAPAQCHA - CAPOLIYOC	18
8	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	LLUMCHI CCATA	11
9	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	LLUMCHICANCHA BARRIO PACCARISCCA	22
10	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	CONDORCCOCHA	31
11	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	MARAYCERAPAMPA	15
12	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	SAN JUAN DE PAPACHACRA	23
13	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	ACHUPA	9
14	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	BUENA VISTA BARRIO BELLA VISTA	248
15	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	YUTUQAPINA	14
16	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	SECTOR HUANDINGA	41
17	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	JUSCAYMARCA	91
18	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	SILLACCASA PAMPA	5
19	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	SANTA CRUZ DE ÑUÑUNHUAYCCO	10
20	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	SAN JOSÉ	6
21	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	CHURROPALLANA BARRIO BATANA	16
22	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	CHURRUPALLA (BARRIO CHIMPAPAMPA)	16
23	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	HUERTAHUAYCCO	7
24	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	QUINSAHUASI	9
25	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	HUALLCHANCCA	55
26	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	PATAHUASI BELÉN HUALLCHANCCA	25
27	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	JATUSPATA	10
28	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	SAYHUAPATA	11
TOTAL					851

Nota: (DGER, 2023).

Descripción técnica del proyecto

Tabla 31

Características técnicas de las líneas primarias

Parte del sistema	Líneas Primarias
Sistema	22,9 KV trifásico de 3 hilos. 22,9 KV monofásico de 2 hilos. 13,2 kV monofásico retorno total por tierra MRT
Niveles de aislamiento externo	Sistema 22,9/13,2 kV <ul style="list-style-type: none"> Tensión máxima de servicio: 25 kV, 60 Hz. Tensión máxima del equipamiento: 27 kV, 60 Hz Tensión de sostenimiento al impulso: 170 kV pico Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial: 50 kV, 60 Hz Línea de fuga específica: medio 16 mm/kV
Niveles de aislamiento interno	Sistema 22,9/13,2 kV <ul style="list-style-type: none"> Tensión máxima de servicio: 25 kV, 60 Hz. Tensión máxima del equipamiento: 27 kV, 60 Hz Tensión de sostenimiento al impulso: 125 kV pico Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial: 40 kV, 60 Hz
Longitud de línea Primaria	Total = 16,90 km 22,9 KV trifásico de 3 hilos = 6,46 km 22,9 KV monofásico de 2 hilos = 6,90 km 13,2 kV monofásico retorno total por tierra MRT = 3,54 km
Altitud promedio	3 100 msnm (mínimo) – 4 000 msnm (máximo)
Nivel Isoceráunico	30
Conductor	Aleación de aluminio AAAC <ul style="list-style-type: none"> Aleación de Aluminio de 35 mm² Esfuerzo EDS inicial 15% UTS
Estructuras	<ul style="list-style-type: none"> Postes de CAC de 12 m – 200 daN y 12m - 300 daN Cimentación: Concreto Ciclópeo, Se considera solado de concreto de 10 cm de espesor, según recomendaciones del estudio de geología y geotecnia.
Vano promedio	Según distribución optimizada y aplicación de prestaciones electromecánicas de las estructuras: Promedio 130 m.
Crucetas	<ul style="list-style-type: none"> Madera tornillo de 90mm x 115 mm x 1,20 m Madera tornillo de 90mm x 115 mm x 2,40 m Madera tornillo de 127mm x 127 mm x 4,30 m
Disposición de conductor	Horizontal y vertical
Aisladores	<ul style="list-style-type: none"> Aislador de Porcelana Tipo Pin, Clase ANSI 56-4 Aislador tipo suspensión poliméricos de 36 kV
Equipos de protección y maniobra	EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO EN ESTRUCTURAS DE SECCIONAMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> Seccionador fusible unipolar tipo expulsión (Cut Out) 27/38kVA, 150KV-BIL, 100 A Pararrayos de óxido metálico 21kV, 10kA, clase 1 (IEC)
Puesta a tierra	<ul style="list-style-type: none"> Estructuras de seccionamiento y protección, se instalará 02 electrodos verticales de puesta a tierra c/u con caja de registro. Con 10 Ohm de valor máximo de la resistencia de puesta a tierra. El armado corresponde al tipo PAT-2. Estructuras sin equipos de seccionamiento o protección: <ul style="list-style-type: none"> Tipo PAT-1C; Contrapeso rectangular sin electrodo vertical de puesta a tierra, para tramos que recorren por zonas con apantallamiento por los cerros y los árboles existentes, expuestas a sobretensiones por descargas indirectas. Retenidas: Estarán equipadas con aislador polimérico de 36 kV. Accesorios de ferretería: Serán conectados al sistema de puesta a tierra en todas las estructuras.

Nota: (DGER, 2023).

Tabla 32*Características técnicas de las redes primarias*

Parte del sistema	Redes Primarias
Localidades involucradas	28 localidades proyectadas
Tensión de operación de redes eléctricas proyectadas	22,9 / 13,2 KV trifásico de 3 hilos, monofásico de 2 hilos y retorno total por tierra MRT.
Niveles de aislamiento externo	<p>Sistema 22,9/13,2 KV</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tensión máxima de servicio: 25 KV, 60 Hz. • Tensión máxima del equipamiento: 27 KV, 60 Hz • Tensión de sostenimiento al impulso: 170 KV pico • Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial: 50 KV, 60 Hz • Línea de fuga específica: medio 16 mm/kV
Niveles de aislamiento interno	<p>Sistema 22,9/13,2 KV</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tensión máxima de servicio: 25 KV, 60 Hz. • Tensión máxima del equipamiento: 27 KV, 60 Hz • Tensión de sostenimiento al impulso: 125 KV pico • Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial: 40 KV, 60 Hz
Altitud promedio	3 100 msnm (mínimo) – 4 000 msnm (máximo)
Nivel Isoceráunico	30
Conductor	<p>Aleación de aluminio AAAC</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aleación de Aluminio, 35 mm² • Esfuerzo EDS inicial 15% UTS
Estructuras	<p>Cimentación: Concreto Ciclope, Se considera solado de concreto de 10 cm de espesor, según recomendaciones del estudio de geología y geotecnia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Postes de CAC de 12 m / 200 daN, y 12 m / 300 daN
Crucetas	<ul style="list-style-type: none"> • Madera tornillo de 90mm x 115 mm x 1,20 m • Madera tornillo de 90mm x 115 mm x 1,50 m • Madera tornillo de 90mm x 115 mm x 2,40 m
Vano promedio máximo / mínimo	Según distribución optimizada y aplicación de prestaciones electromecánicas de las estructuras: No menor a 35 m.
Aisladores	<ul style="list-style-type: none"> • Aislador de Porcelana Tipo Pin, Clase ANSI 56-4 • Aislador tipo suspensión poliméricos de 36 KV
Equipos de protección y maniobra	<ul style="list-style-type: none"> • Seccionador fusible unipolar tipo expulsión (Cut Out) 27/38kVA, 150KV-BIL, 100 A • Pararrayos de óxido metálico 21kV, 10kA, clase 1 (IEC)
Subestaciones de distribución	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre carga: 30% de potencia nominal • Transformadores monofásicos: <ul style="list-style-type: none"> - 1Ø 13,2±2*2,5%KV de 10 y 15 KVA; 60 Hz; Vcc 4% - 2Ø 22,9±2*2,5%KV de 10 y 15 KVA; 60 Hz; Vcc 4% - 3Ø 22,9±2*2,5%KV de 40 KVA; 60 Hz; Vcc 4% • Tableros de distribución según especificación técnica DGE
Puesta a tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Subestación y estructura de seccionamiento, protección o medición: Electrodo(s) vertical(es) de puesta a tierra con caja de registro de puesta a tierra. Armado PAT-1 y PAT-2. • En estructuras: Contrapeso rectangular sin electrodo vertical de puesta a tierra. Armado PAT-1C. Otras estructuras: Contrapeso rectangular sin electrodo vertical de puesta a tierra. Armado PAT-1C. • Accesorios de ferretería: puestos a tierra en todas las estructuras. • Límites máximos de resistencia de PAT: <ul style="list-style-type: none"> Subestaciones monofásicos 22,9 / 13,2 KV: 10 Ohm Subestaciones trifásicas 22,9 KV: 25 Ohm

Nota: (DGER, 2023).

Tabla 33*Características técnicas de las redes secundarias*

Parte del sistema	Redes Secundarias
Localidades involucradas	28 localidades proyectadas
Sistema	Monofásico con neutro corrido
Tensión	440/220 V (monofásico)
Calificación eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo I: 600 W/lote • Tipo II: 400 W/lote
Factor de simultaneidad	Cargas de servicio particular: 0,8 Cargas de uso general: 1,0
Número de conexiones	851 abonados
Altitud promedio	3 100 msnm (mínimo) – 4 000 msnm (máximo)
Conductor	Autoportante de aluminio con portante de aleación aluminio: 1x16/25, 2x16/25; 1x16+16/25; 2x16+16/25; 3x16/25, 3x16+16/25 y 3x25+16/25 Esfuerzo EDS inicial 15% UTS
Estructuras	<ul style="list-style-type: none"> • Poste de CAC de 8m / 200 daN • Poste de CAC de 11m / 200 daN Cimentación: Concreto Ciclópeo, Se considera solado de concreto de 10 cm de espesor, según recomendaciones del estudio de geología y geotecnia.
Vano promedio	Según distribución optimizada y aplicación de prestaciones mecánicas de estructuras: No menor a 50 m
Alumbrado público	<ul style="list-style-type: none"> • Lámparas de vapor de sodio de 50 W. • Distribución según lo indicado en la norma DGE/MEM para alumbrado de vías públicas en áreas rurales. • KALP = 6,3 kWh/ (usuario por mes).
Puesta a tierra	<ul style="list-style-type: none"> • En las subestaciones: puesta a tierra común con la media tensión • Otras estructuras: Un electrodo de acero recubierto de cobre de 16 mm Ø x 2,40 m, instalados vertical cada 180 – 250 m, y cable de acero con recubrimiento metalúrgico de cobre Cu de 4 AWG (21,15 mm²) • Límite máximo equivalente de la resistencia de puesta a tierra del sistema (Sin incluir la puesta a tierra de la subestación) Sistema monofásico 440/220 V: 10 ohm • Retenidas: todas conectadas a tierra a través del conductor neutro del sistema.
Conexiones domiciliarias	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas, monofásicas, con medidor estático de energía monofásico 220V-10 A; cable concéntrico de cobre 2x4 mm², caja metálica porta medidor, equipada con interruptor Termomagnético de 10A.

Nota: (DGER, 2023).

Los detalles técnicos de las secciones de obra figuran en las tablas 31, 32 y 33, respectivamente.

Valor Referencial de obra

El valor referencial de obra comprende todas las secciones de obra.

Tabla 34

Valor referencial del proyecto

PROYECTO : "CREACIÓN ELECTRIFICACIÓN RURAL INTEGRAL EN EL DISTRITO DE LOS MOROCHUCOS DE LA PROVINCIA CANGALLO DEL DEPARTAMENTO DE AYACUCHO"

DEPARTAMENTOS : AYACUCHO

FECHA: 30/05/2022

T.C. (S/. /US\$): 3,683

ITEM	DESCRIPCION	LINEAS PRIMARIAS	REDES PRIMARIAS	REDES SECUNDARIAS	TOTAL S./
A	SUMINISTROS DE MATERIALES	403 733,86	596 252,03	1 341 360,31	2 341 346,20
B	MONTAJE ELECTROMECANICO	461 300,16	282 955,07	1 391 736,31	2 135 991,54
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	74 942,86	72 695,85	266 402,35	414 041,06
D	COSTO DIRECTO (C.D.)	939 976,88	951 902,95	2 999 498,97	4 891 378,80
E	GASTOS GENERALES	198 522,81	201 041,59	633 493,21	1 033 057,61
F	UTILIDADES(8%)	75 198,15	76 152,24	239 959,91	391 310,30
SUB-TOTAL SIN I.G.V.(S/.)		1 213 697,84	1 229 096,78	3 872 952,09	6 315 746,71
IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS IGV (18%)		218 465,61	221 237,42	697 131,38	1 136 834,41
COSTO TOTAL (Incluye I.G.V.) S./		1 432 163,45	1 450 334,20	4 570 083,47	7 452 581,12

Nota: (DGER, 2023).

La tabla 34 presenta el valor referencial del proyecto que contempla el suministro, montaje y transporte de las secciones de obra.

La tabla 35 muestra el plazo para la elaboración del estudio y la ejecución de obras.

Plazo de ejecución de estudio y obra

La preparación del estudio definitivo y las obras es de 360 días.

Tabla 35

Plazo de ejecución de las obras y desarrollo del estudio definitivo

Plazo de Ejecución	Meses	Días Calendario
Estudio Definitivo	3	90
Ejecución de Obra	9	270
Plazo Total	12	360

Nota: (DGER, 2023).

Ruta de acceso

Se presentan los formatos de la Ficha Técnica de Preinversión del proyecto en mención en la ruta adjunta:

<https://drive.google.com/drive/folders/1ePt-1I6d1vhLjF0Y1PmwwLNKksCTf6Cq>

3.6.2 Formatos del Estudio de Perfil

Se toma como ejemplo los formatos del proyecto que cuenta con el Estudio de Perfil aprobado por la Unidad Formuladora.

A continuación, se presenta las características generales del proyecto.

Nombre del proyecto: “Creación del sistema eléctrico rural en 2 distritos de la provincia La Mar, departamento de Ayacucho”

Ubicación: Distritos Anco y Chunqui, Provincia La Mar, Departamento Ayacucho

Objetivo

Suministrar de energía eléctrica a dos distritos en la provincia de La Mar, departamento de Ayacucho.

Relación de localidades beneficiadas

Tabla 36

Relación de localidades y abonados beneficiados

ítem	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD	Abonados Total
1	Ayacucho	LA MAR	ANCO	HUARANCARQUI	9
2	Ayacucho	LA MAR	ANCO	LLACTAPATA	18
3	Ayacucho	LA MAR	ANCO	LLACTAPATA II	27
4	Ayacucho	LA MAR	ANCO	MALVINAS ALTA	11
5	Ayacucho	LA MAR	ANCO	NUEVA MEJORADA	46
6	Ayacucho	LA MAR	ANCO	NUEVA MEJORADA II	5
7	Ayacucho	LA MAR	ANCO	PUCHITAKIYATO	10
8	Ayacucho	LA MAR	ANCO	SINTU	3
9	Ayacucho	LA MAR	ANCO	VILLA RICA	19
10	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	CCANCHI	28
11	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	HUAIDOR	32
12	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	HUAYRINKILLA	31
13	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	HUIRACOCHA	31
14	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	MAZO	11
15	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	TORRE	71
16	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	VILLA LAS LOMAS	38
17	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	VILLA UNION	15

Nota: (DGER, 2023).

Población beneficiada y número de abonados

Tabla 37

Relación de comunidades, pobladores y usuarios beneficiados

Comunidades	Pobladores	Usuarios
17	1 620	405

Nota: (DGER, 2023).

La tabla 36 muestra la relación de localidades y abonados beneficiados del proyecto. Así también, la tabla 37 presenta la cantidad de localidades, población y abonados totales.

Documento que otorga el punto de alimentación

Tabla 38

Información de la empresa concesionaria 1

Empresa Concesionaria	:	Electrocentro SA
Documento	:	ELCTO-A-1012-2021
Fecha de Emisión	:	17/11/2021
Punto de Diseño	:	Varios

Nota: (DGER, 2023).

Tabla 39

Información de la empresa concesionaria 2

Empresa Concesionaria	:	Electro Sur Este SA
Documento	:	RA – AN - 247 - 2021
Fecha de Emisión	:	3/11/2021
Punto de Diseño	:	Alimentador AN05 (punto de diseño: 9271)

Nota: (DGER, 2023).

Las tablas 38 y 39 presentan los datos de las empresas de distribución eléctrica que otorgaron los puntos de alimentación.

El suministro de energía eléctrica será mediante líneas primarias, alimentadas desde las líneas de media tensión existentes en 22,9/13,2 kV de la concesionaria Electrocentro SA., las que se alimentan de la subestación:

Tabla 40

Información de las subestaciones de potencia

Subestaciones alimentadoras	Potencia Nominal (kVA) ONAN	Potencia Efectiva (kW)	Potencia Utilizada (kW)	Potencia de Reserva (kW)
SET SAN FRANCISCO 60/22.9/13.2 kV; 15/15 MVA-ONAN	15 000,00	14 250,00	0,00	14 250
SET AYACUCHO 60/22,9/10 KV; 25/5/22 MVA; Dyn1yn5	5 000,00	4 750,00	3 800,00	950
SET ANDAHUAYLAS 60/22,9/13,2 kV; 20/10/15 MVA; Dyn1yn5	10 000,00	9 500,00	2 700,00	6 800

Nota: (DGER, 2023).

La tabla 40 presenta datos de las subestaciones de potencia de donde salen los alimentadores que abastecerán de energía eléctrica a los sistemas eléctricos proyectados.

Descripción técnica del proyecto

Los detalles técnicos de las secciones de obra del proyecto figuran en las tablas 41, 42 y 43, respectivamente.

La tabla 44 muestra el valor referencial del estudio y la obra. Así también, la tabla 45 presenta el resumen general del valor referencial de la obra. Asimismo, la tabla 46 muestra el análisis de costos de elaboración del expediente técnico de obra.

Líneas Primarias

Tabla 41

Características técnicas de las líneas primarias

Sistema	Sistema Monofásico 22,9 kV, fase - fase Sistema monofásico retorno total por tierra MRT – 13,2 kV
Niveles de aislamiento externo	Sistema 22,9/13,2 kV <ul style="list-style-type: none"> Tensión máxima de servicio: 25 kV, 60 Hz. Tensión máxima del equipamiento: 27 kV, 60 Hz Tensión de sostenimiento al impulso: 150 kV pico Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial: 50 kV, 60 Hz Línea de fuga específica: medio 16 mm/kV
Niveles de aislamiento interno	Sistema 22,9/13,2 kV <ul style="list-style-type: none"> Tensión máxima de servicio: 25 kV, 60 Hz. Tensión máxima del equipamiento: 27 kV, 60 Hz Tensión de sostenimiento al impulso: 125 kV pico Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial: 40 kV, 60 Hz
Longitud de línea Primaria	Total = 20,05 km 22,9 kV - Sistema Monofásico, fase – fase = 1,94 13,2 kV - Sistema monofásico retorno total por tierra MRT = 18,11
Altitud promedio	1 000 msnm (mínimo) – 3 490 msnm (máximo)
Conductor	Aleación de aluminio AAAC <ul style="list-style-type: none"> Aleación de Aluminio de 35 mm² Esfuerzo EDS inicial 15% UTS
Estructuras	Configuración: Según normalización DGE <ul style="list-style-type: none"> Poste de madera importada de 11 m, clase 6 Poste de madera importada de 11 m, clase 5 Cimentación: En terreno normal y rocoso directamente enterrado con material seleccionado y material de préstamo (bolonería).
Vano promedio	Según distribución optimizada y aplicación de prestaciones electromecánicas de las estructuras: Promedio 150 m.
Crucetas	<ul style="list-style-type: none"> Madera tornillo de 90mm x 115 mm x 1,20 m Madera tornillo de 90mm x 115 mm x 2,40 m
Aisladores	<ul style="list-style-type: none"> Aislador de porcelana tipo PIN 56-3 Aislador tipo suspensión polimérico de 36 kV
Equipos de protección y maniobra	EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO EN ESTRUCTURAS DE SECCIONAMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> Seccionador fusible unipolar tipo expulsión (Cut Out) 27/38kVA, 150kV-BIL, 100 A Pararrayos de óxido metálico 21kV, 10kA, 150kV-BIL, clase 1 (IEC)
Puesta a tierra	<ul style="list-style-type: none"> Estructuras de seccionamiento y protección, se instalará 01 electrodo vertical de puesta a tierra con buzón de registro con 10 Ohm de valor máximo de la resistencia de puesta a tierra. El armado corresponde al tipo PAT-1. Estructuras sin equipos de seccionamiento o protección: <ul style="list-style-type: none"> Tipo PAT-1C; Contrapeso circular sin electrodo vertical de puesta a tierra, para tramos que recorren por zonas con apantallamiento por los cerros y los árboles existentes, expuestas a sobretensiones por descargas indirectas. Retenidas: Estarán equipadas con aislador polimérico de 36 kV. Accesorios de ferretería: Serán conectados al sistema de puesta a tierra en todas las estructuras.

Nota: (DGER, 2023).

Redes Primarias

Tabla 42

Características técnicas de las redes primarias

Localidades involucradas	17 localidades proyectadas
Tensión de operación de redes eléctricas proyectadas	22,9 kV - Sistema Monofásico, fase - fase 13,2 kV - Sistema monofásico retorno total por tierra MRT
Niveles de aislamiento externo	Sistema 22,9/13,2 kV <ul style="list-style-type: none"> Tensión máxima de servicio: 25 kV, 60 Hz. Tensión máxima del equipamiento: 27 kV, 60 Hz Tensión de sostenimiento al impulso: 150 kV pico Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial: 50 kV, 60 Hz Línea de fuga específica: medio 16 mm/kV
Niveles de aislamiento interno	Sistema 22,9/13,2 kV <ul style="list-style-type: none"> Tensión máxima de servicio: 25 kV, 60 Hz. Tensión máxima del equipamiento: 27 kV, 60 Hz Tensión de sostenimiento al impulso: 125 kV pico Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial: 40 kV, 60 Hz
Altitud promedio	1 000 msnm (mínimo) – 3 490 msnm (máximo)
Nivel Isoceráunico	50 - 80
Conductor	Aleación de aluminio AAAC <ul style="list-style-type: none"> Aleación de Aluminio, 35 mm² Esfuerzo EDS inicial 15% UTS
Estructuras	Configuración: Según normalización DGE Postes: <ul style="list-style-type: none"> Poste de madera importada de 12 m, clase 5 Poste de madera importada de 12 m, clase 6 Cimentación: En terreno normal y rocoso directamente enterrado con material seleccionado y material de préstamo (bolonería).
Crucetas	<ul style="list-style-type: none"> Madera tornillo de 90mm x 115 mm x 1,20 m Madera tornillo de 90mm x 115 mm x 2,40 m
Vano promedio máximo / mínimo	Según distribución optimizada y aplicación de prestaciones electromecánicas de las estructuras: No menor a 20 m.
Aisladores	<ul style="list-style-type: none"> Aislador de porcelana tipo PIN 56-3 Aislador tipo suspensión polimérico de 36 kV
Equipos de protección y maniobra	<ul style="list-style-type: none"> Seccionador fusible unipolar tipo expulsión (Cut Out) 27/38kVA, 150kV-BIL, 100 A Pararrayos de óxido metálico 21kV, 10kA, 150kV-BIL, clase 1 (IEC)
Subestaciones de distribución	<ul style="list-style-type: none"> Sobrecarga: 30% de potencia nominal Transformadores monofásicos: <ul style="list-style-type: none"> 1Ø MRT 13,2±2*2,5% kV de 10, 15 y 25 kVA; 60 Hz; Vcc 4% 1Ø fase-fase 22,9±2*2,5% kV de 10 kVA; 60 Hz; Vcc 4% Tableros de distribución según especificación técnica DGE
Puesta a tierra	<ul style="list-style-type: none"> Subestación y estructura de seccionamiento, protección o medición: Electrodo(s) vertical(es) de puesta a tierra con buzones de puesta a tierra. Armado PAT-2. Otras estructuras: Contrapeso circular sin electrodo vertical de puesta a tierra. Armado PAT-1C. Accesorios de ferretería: puestos a tierra en todas las estructuras. Límites máximos de resistencia de PAT: Subestaciones monofásicos 13,2 kV y 22,9 kV: 10 Ohm

Nota: (DGER, 2023).

Redes Secundarias

Tabla 43

Características técnicas de las redes secundarias

Localidades involucradas	17 localidades proyectadas
Sistema	Monofásico con neutro corrido
Tensión	440/220 V (monofásico)
Calificación eléctrica	• Tipo I: 400 W/lote
Factor de simultaneidad	Cargas de servicio particular: 0,8 y Cargas de uso general: 1,0
Número de conexiones	405 abonados
Altitud promedio	1 000 msnm (mínimo) – 3 490 msnm (máximo)
Conductor	Autoportante de aluminio con portante de aleación aluminio: 1x16/25; 2x16/25; 1x16+16/25; 2x16+16/25 y 2x25+16/25. Esfuerzo EDS inicial 15%.
Estructuras	• Poste de madera importada de 8 m, clase 6 Cimentación: En terreno normal directamente enterrado con material seleccionado y material de préstamo (botonería).
Vano promedio	Según distribución optimizada y aplicación de prestaciones mecánicas de estructuras.
Alumbrado público	• Lámparas de vapor de sodio de 50 W. • Distribución según lo indicado en la norma DGE/MEM para alumbrado de vías públicas en áreas rurales. • KALP = 6,3 kWh/(usuario por mes).
Puesta a tierra	• En las subestaciones: puesta a tierra común con la media tensión • Otras estructuras: Un electrodo de acero recubierto de cobre de 16 mm Ø x 2,40 m, instalados vertical cada 200 – 350 m, y cable de acero con recubrimiento metalúrgico de cobre Cu de 4 AWG (21,15 mm ²) • Límite máximo equivalente de la resistencia de puesta a tierra del sistema (Sin incluir la puesta a tierra de la subestación). Sistema monofásico 440/220 V: 10 ohm • Retenidas: todas conectadas a tierra a través del conductor neutro del sistema.
Conexiones domiciliarias	• Aéreas, monofásicas, con medidor estático de energía monofásico 220V-10 A; cable concéntrico de cobre 2x4 mm ² , caja metálica porta medidor, equipada con interruptor Termomagnético de 10A.

Nota: (DGER, 2023).

Valor Referencial de obras

Tabla 44

Resumen general del valor referencial del estudio y obra

Departamento : Ayacucho		Fecha: 30-Set-21		
Ítem	Descripción	Total Sin I.G.V. (S/.)	I.G.V.	Total S/.
A	COSTO DE OBRA	3 137 594,44	564 767,00	3 702 361,44
B	COSTO DE EXPEDIENTE TÉCNICO	251 107,77	45 199,40	296 307,17
	TOTAL	3 388 702,21	609 966,40	3 998 668,61

Nota: (DGER, 2023).

Tabla 45*Resumen general del valor referencial de obra*

Departamento : Ayacucho		Fecha: 30/09/2021			
Ítem	Descripción	Lineas Primarias	Redes Primarias	Redes Secundarias	Total S/.
A	Suministros de Materiales	562 385,99	204 203,79	680 724,64	1 447 314,42
B	Montaje Electromecánico	413 234,57	53 176,52	388 681,51	855 092,60
C	Transporte de Materiales	50 119,08	13 898,88	81 024,91	145 042,87
D	Costo Directo (C.D.)	1 025 739,64	271 279,19	1 150 431,06	2 447 449,89
E	Gastos Generales	207 184,19	54 794,37	232 370,00	494 348,56
F	Utilidades	82 059,17	21 702,34	92 034,48	195 795,99
Sub-Total Sin I.G.V. (S/.)		1 314 983,00	347 775,90	1 474 835,54	3 137 594,44
Impuesto General a las Ventas IGV (18%)					564 767,00
Costo Total S/. (Incluye I.G.V.)					3 702 361,44

Nota: (DGER, 2023).

Tabla 46*Análisis de costos de elaboración del expediente técnico*

Ítem	Descripción	LP S/.	RP S/.	RS S/.	Total S/.
1.	COSTO DIRECTO	87 088,19	55 531,36	66 636,93	209 256,47
	A. Costo de Personal	41 983,33	34 483,33	38 233,34	114 700,00
	B. Levantamiento Topográfico de Línea Primarias	14 911,99	0,00	0,00	14 911,99
	C. Levantamiento Topográfico de Planos Catastrales	0,00	919,45	8 275,01	9 194,45
	D. Gastos Principales para el Desarrollo del Estudio	30 192,87	20 128,58	20 128,58	70 450,03
2.	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES				41 851,30
	A. Gastos Generales				25 110,78
	B. Utilidades (8% de 1)				16 740,52
TOTAL (1 + 2)					251 107,77
					con IGV 296 307,17

Nota: (DGER, 2023).

Plazo de ejecución

Tanto la preparación del estudio final como los trabajos propiamente dichos se incluyen en el plazo de ejecución de 330 días.

Tabla 47

Plazo de ejecución de estudio definitivo y obra

Plazo de Ejecución	Meses	Días Calendario
Estudio Definitivo	4,00	120,00
Ejecución de Obra	7,00	210,00
Plazo Total	11,00	330,00

Nota: (DGER, 2023).

La tabla 47 presenta el tiempo para la preparación del estudio final y la ejecución de las obras.

Ruta de acceso

Se presentan los formatos del Estudio de Preinversión nivel de perfil del proyecto en mención en la ruta adjunta:

<https://drive.google.com/drive/folders/1mq-2MSWOusLRCg5aCHIFls5sQw45Jzka>

3.6.3 Formatos del Estudio Definitivo

Se tomo como ejemplo los formatos del proyecto que cuenta con el Estudio Definitivo aprobado por la Unidad Ejecutora de Inversiones.

A continuación, se describe las características generales del proyecto.

Nombre del proyecto

Mejoramiento y ampliación del sistema eléctrico rural del distrito de Sina, provincia de San Antonio de Putina, departamento de Puno.

Relación de localidades beneficiadas

Tabla 48

Relación de localidades, abonados y población beneficiada

Item	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Abonados	Población
1	Totora	Sina	San Antonio de Putina	Puno	84	280
2	Saqipata	Sina	San Antonio de Putina	Puno	23	76
3	Queñuani II	Sina	San Antonio de Putina	Puno	18	64
4	Saquicucho	Sina	San Antonio de Putina	Puno	21	80
5	Chaypihuayco	Sina	San Antonio de Putina	Puno	18	72
6	Uyuni	Sina	San Antonio de Putina	Puno	4	16
7	Homopampa	Sina	San Antonio de Putina	Puno	12	48
8	Sina	Sina	San Antonio de Putina	Puno	363	1 400
Total					543	2 036

Nota: (DGER, 2023).

Población beneficiada y número de abonados

Tabla 49

Relación de comunidades, pobladores y usuarios beneficiados

Comunidades	Pobladores	Usuarios
08	2 036	543

Nota: (DGER, 2023).

Las tablas 48 y 49 presentan la relación y la cantidad de las localidades, población y abonados beneficiados del proyecto, respectivamente.

Objetivo del proyecto

Dotar de energía eléctrica a ocho comunidades del distrito de Sina.

Descripción técnica del proyecto

Tabla 50

Características técnicas de la línea primaria

Parte del sistema eléctrico	Línea Primaria
Sistema	Trifásico, Monofásico fase – fase
Tensión Nominal	22, 9kV
Niveles de aislamiento externo	Tensión máxima de servicio: 25 kV, 60 Hz Tensión de sostenimiento al impulso: 170 kV pico Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial: 70 kV, 60 Hz Línea de fuga específica: mínimo 16mm/kV
Niveles de aislamiento interno	Tensión de sostenimiento al impulso Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial Línea de fuga específica
Longitud de líneas eléctricas	Total: 31,27 km Líneas Nuevas : 17,19 km Líneas con reforzamiento: 14,08 km
Nº de ternas	Una terna Trifásica y Bifásica
Altitud promedio	3 100 m.s.n.m. (mínimo) - 4 500 m.s.n.m. (máximo)
Conductor	Aleación de aluminio (AAAC) de 50 mm ² y 70 mm ² para vanos mayores a 600m.
Estructuras	Configuración: Normalizada por la DGE-MINEM Postes de concreto 13m/300daN, 13m/400daN, 12m/200daN y 12m/300daN Postes de madera tratada de 13m clase 5 y 6, 12m clase 5 y 6. Relleno y compactación para cimentación Cimentación de concreto para postes C.A.C. en terrenos húmedos.
Crucetas	Madera tornillo nacional de 1,20m; 2,40m y 4,30m de longitud
Vano promedio	Según distribución optimizada y aplicación de prestaciones electromecánicas de las estructuras.
Aisladores	Aisladores polimérico tipo suspensión de 36kV Aisladores tipo PIN clase ANSI 56-4
Equipos de protección y maniobra	Seccionador fusible tipo expulsión (Cut-Out), 38 kV, 170 kV BIL, 100 A. Pararrayos de óxido metálico Sistema 22,9 kV: 21 kV, 10 kA, Clase 1 (IEC), 170 kV BIL
Sistema de puesta tierra	Estructuras de seccionamiento, protección o medición: Electrodo (s) vertical (es) de puesta a tierra con cajas de registro. 25 ohm de valor máximo de resistencia de PAT-2. Estructuras sin equipos de seccionamiento, protección o medición: Contrapeso circular sin electrodo vertical de puesta a tierra. Armado PAT-1C. Accesorios de ferretería, puestos a tierra en todas las estructuras.

Nota: (DGER, 2023).

Tabla 51*Características técnicas de las redes primarias*

Parte del sistema eléctrico	Redes Primarias
Localidades	Ocho (08)
Sistema	Trifásico, Monofásico fase – fase
Tensión Nominal	22, 9kV
Niveles de aislamiento externo	Tensión máxima de servicio: 25 kV, 60 Hz Tensión de sostenimiento al impulso: 170 kV pico Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial: 70 kV, 60 Hz Línea de fuga específica: mínimo 16mm/kV
Niveles de aislamiento interno	Tensión máxima de servicio: 25 kV, 60 Hz Tensión de sostenimiento al impulso: 125 kV pico Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial: 50 kV, 60 Hz
Altitud promedio	3 100 m.s.n.m. (mínimo) - 4 500 m.s.n.m. (máximo)
Conductor	Aleación de aluminio (AAAC) de 50 mm ²
Estructuras	Configuración: Normalizada por la DGE-MINEM Postes de concreto 13m/300daN, 13m/400daN, 12m/200daN y 12m/300daN Postes de madera tratada de 13m clase 5 y 6, 12m clase 5 y 6. Relleno y compactación para cimentación Cimentación de concreto para postes C.A.C. en terrenos húmedos.
Crucetas	Madera tornillo nacional de 1,50m y 2,40m de longitud
Vano promedio	Según distribución optimizada y aplicación de prestaciones electromecánicas de las estructuras.
Aisladores	Aisladores polimérico tipo suspensión de 36kV Aisladores tipo PIN clase ANSI 56-4
Equipos de protección y maniobra	Seccionador fusible tipo expulsión (Cut-Out), 38 kV, 170 kV BIL, 100 A. Pararrayos de oxido metálico Sistema 22,9 kV: 21 kV, 10 kA, Clase 1 (IEC), 170 kV BIL
Subestaciones de distribución	13 subestaciones proyectadas
Sistema de puesta tierra	Subestaciones y estructuras de seccionamiento, protección o medición: Electrodo (s) vertical (es) de puesta a tierra con cajas de registro de puesta a tierra. Armados PAT-2 y PAT-3. Otras estructuras: Contrapeso circular sin electrodo vertical de puesta a tierra. Armado PAT-1C. Accesorios de ferretería: puestos a tierra en todas las estructuras. Para PAT-2 y PAT-3: 25 ohm de valor máximo de resistencia

Nota: (DGER, 2023).

Tabla 52*Características técnicas de las redes secundarias*

Parte del sistema eléctrico	Redes Secundarias
Localidades	Ocho (08)
Sistema	Trifásico, Monofásico
Tensión Nominal	380/220V 440/220V
Número de conexiones	543 conexiones
Altitud promedio	3 100 m.s.n.m. (mínimo) - 4 500 m.s.n.m. (máximo)
Calificación eléctrica	Tipo I: 600 W/lote Tipo II: 400 w/lote
Conductor	Autoportante de aluminio con portante de aleación de aluminio y neutro aislado
Estructuras	Configuración: Normalizada por la DGE-MINEM Postes de concreto 8m/200daN Postes de madera tratada de 8m clase 7 Postes de concreto de 11m/200daN y postes de madera 11m clase 6, para cruces de vías principales y carreteras. Relleno y compactación para cimentación Cimentación de concreto para postes C.A.C. en terrenos húmedos.
Vano promedio	Según distribución optimizada y aplicación de prestaciones electromecánicas de las estructuras.
Sistema de puesta tierra	Subestaciones y estructuras de seccionamiento, protección o medición: Electrodo (s) vertical (es) de puesta a tierra con cajas de registro de puesta a tierra. Armados PAT-2 y PAT-3. Otras estructuras: Contrapeso circular sin electrodo vertical de puesta a tierra. Armado PAT-1C. Accesorios de ferretería: puestos a tierra en todas las estructuras. Para PAT-2 y PAT-3: 25 ohm de valor máximo de resistencia
Conexiones	Aéreas, monofásicas y trifásicas. Con medidor de energía 220V, cable concéntrico de cobre 2x4mm ² , caja porta medidor de material polimérico, equipada con interruptor termomagnético.
Alumbrado público	Lámparas LED de 50 W para todas las localidades del proyecto Distribución según lo indicado en la Norma DGER-MINEM para alumbrado de vías públicas en áreas rurales.

Nota: (DGER, 2023).

Los detalles técnicos de las secciones de obra figuran en los cuadros 50, 51 y 52, respectivamente.

La tabla 53 muestra el resumen general del valor referencial del proyecto de electrificación rural.

Plazo de ejecución de las obras

Doscientos cuarenta (240) días calendarios (08 meses).

Valor Referencial del proyecto

Tabla 53

Valor referencial de obra

PROYECTO: "MEJORAMIENTO, AMPLIACION DE LA REDES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DE LAS LOCALIDADES DEL, DISTRITO DE SINA - SAN ANTONIO DE PUTINA - PUNO"

SECCIÓN I, II y III : Líneas Primarias, Redes Primarias y Redes Secundarias

DEPARTAMENTO: PUNO

PROVINCIA: SAN ANTONIO DE PUTINA

DISTRITO: SINA

FECHA: 30 de Mayo del 2022
T.C. (S//US\$)= 3,683

ITEM	DESCRIPCIÓN	LÍNEAS PRIMARIAS	REDES PRIMARIAS	REDES SECUNDARIAS	PRE SUPUESTO CONTRACTUAL S/
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	1 239 909,24	366 248,00	839 309,35	2 445 466,59
B	MONTAJE ELECTROMECÁNICO	757 017,47	142 160,78	579 592,22	1 478 770,47
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	172 286,31	43 884,03	125 701,69	341 872,03
D	TOTAL COSTO DIRECTO	2 169 213,02	552 292,81	1 544 603,26	4 266 109,09
E	GASTOS GENERALES	261 083,10	66 473,10	185 906,04	513 462,24
E1	GASTOS GENERALES VARIABLES	239 245,75	60 913,20	170 356,61	470 515,56
E2	GASTOS GENERALES FIJOS	21 837,35	5 559,90	15 549,43	42 946,68
F	UTILIDADES	173 537,04	44 183,42	123 568,27	341 288,73
G	SUB-TOTAL SIN I.G.V	2 603 833,16	662 949,33	1 854 077,57	5 120 860,06
H	I.G.V. 18%	468 689,97	119 330,88	333 733,96	921 754,81
	COSTO TOTAL S/ (Incluye I.G.V.)	3 072 523,13	782 280,21	2 187 811,53	6 042 614,87

Nota: (DGER, 2023).

Ruta de acceso

Se presentan los formatos del Estudio Definitivo del proyecto en mención en la ruta adjunta:

<https://drive.google.com/drive/folders/1wGYuJZfRgpOKLSmW2lfLiHE8CV2WCNaP>

3.7 Factores que causan atraso en la aprobación de los estudios técnicos

Se presenta las observaciones frecuentes que surgen al revisar una Ficha Técnica, un Estudio de Perfil o un Estudio Definitivo:

- No se presentan los volúmenes que conforman el contenido mínimo de la Ficha Técnica, el Estudio de Perfil o Estudio Definitivo.
- No se presenta la información en los formatos establecidos por la DGER-MINEM.
- Están mal hechos los cálculos justificativos o está faltando información.

- No se utiliza las normas de diseño establecidas por la DGE-MINEM para la ingeniería del proyecto.
- Faltan los formatos primigenios para verificar los cálculos justificativos, diseños de las redes de distribución, metrados y presupuestos.
- Para LP, RP y RS, no hay especificaciones técnicas para los equipos y materiales.
- Faltan las cotizaciones de mercado para el suministro de materiales y equipos para la LP, RP y RS.
- Faltan las láminas de armados para la LP, RP y RS
- Faltan planos de ubicación, vías de acceso y diagramas unifilares del proyecto.
- La cantidad de usuarios indicado en el plano de diseño RS, no coincide con la cantidad indicada en el Padrón de Usuarios.
- La ubicación de la subestación de distribución presentada en los planos de RP no coincide con la ubicación presentada en los plano RS.
- El GIS de las redes existentes de la concesionaria está desfasada; no coincide con la georreferenciación de los puntos ubicados en campo.
- La georreferenciación de los abonados en campo no coincide con las coordenadas de ubicación presentadas en los planos RS.
- Falta la firma de los profesionales que elaboraron el estudio.

3.7.1 Documentos complementarios

- Falta padrón de Usuarios o está incompleto
- Falta el Estudio de Geología y Geotecnia
- Falta el documento que otorga el punto de alimentación o está vencido.
- Falta opinión técnica de la Concesionaria Eléctrica.
- Falta la Resolución que aprueba la Declaración de Impacto Ambiental (DIA)
- Falta la Resolución que aprueba el Certificado de Restos Arqueológicos (CIRA)
- Falta la autorización de disponibilidad del terreno emitido por la Municipalidad.

- Falta la orden de servicio o contrato del consultor que elaboró el Estudio de Perfil o Estudio Definitivo.
- El trazo de ruta de la LP, no coincide con el trazo aprobado en el CIRA.
- Los puntos de diseño presentados en los planos de LP no coinciden con los puntos aprobados por la EDE.

3.8 Medidas para lograr la aprobación oportuna de los Estudios Técnicos

Las medidas para lograr la aprobación oportuna de los Estudios Técnicos de los proyectos de electrificación rural se presentan en la figura 24.

Figura 24

Medidas para la aprobación oportuna de los Estudios Técnicos

<u>Elaboración</u>	<u>Presentación</u>	<u>Aprobación</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Reunión de coordinación • Plan de trabajo • Cronograma de trabajo • Elaboración del estudio técnico 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación del estudio técnico • Revisión del estudio: Informe de observaciones • Levantamiento de observaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación del estudio técnico

Nota: propio autor.

3.8.1 Reunión de coordinación

Se debe realizar reuniones de coordinación con los actores del proyecto estos son Consultor, Alcalde o Gobernador, Coordinador de Estudios de la DGER-MINEM, la empresa concesionaria eléctrica, representante de la DREM, representante del Ministerio de Cultura.

3.8.2 Plan de Trabajo

Establecer el plan de trabajo, asignando las responsabilidades para la presentación, revisión y aprobación del Estudio de Perfil o Estudio Definitivo.

3.8.3 Cronograma de trabajo

El cronograma de trabajo definirá el tiempo aproximado para la elaboración, presentación, revisión y aprobación del Estudio de Perfil o Estudio Definitivo.

3.8.4 Elaboración del Estudio Técnico

La elaboración del estudio técnico será elaborada de acuerdo a lo indicado en las secciones 3.1, 3.2 y 3.3 del presente estudio.

3.8.5 Presentación del Estudio Técnico

La presentación de la Ficha técnica, el Estudio de Perfil o Estudio Definitivo se presentará por medio digital e impreso los volúmenes contemplados de acuerdo al alcance del proyecto.

3.8.6 Revisión del Estudio: Informe de observaciones

El coordinador de Estudios de la JEST-DGER después de revisar el Estudio Técnico emitirá un informe de observaciones, el mismo que tiene que ser levantado por el Consultor que elaboró el Estudio.

3.8.7 Levantamiento de observaciones

El consultor emitirá el levantamiento de observaciones al área de Estudios de la DGER, JEST-DGER.

3.8.8 Aprobación del Estudio Técnico

La aprobación de la ficha técnica o el estudio de perfil estará dada por la Unidad Formuladora y la aprobación del Estudio Definitivo estará dada por la Unidad Ejecutora de Inversiones.

3.9 Propuestas de mejora técnicas para desarrollar proyectos de electrificación rural

Las propuestas de mejora técnicas para desarrollar proyectos de electrificación rural se presentan para la etapa de elaboración de los estudios técnicos en la parte del diseño e ingeniería del proyecto.

Las siguientes propuestas de mejora vienen siendo implementadas en los proyectos de electrificación rural.

- Uso de la cinta plana de armar entre el conductor y la grapa de anclaje, para la protección mecánica del conductor.
- Uso de los conductores de AAC engrasados para proyectos en la Costa Peruana.
- Uso de los bastidores de perfil angular estandarizados por la EDE para satisfacer la distancia mínima de seguridad con los predios de los abonados.
- Uso del Seccionalizador y Recloser para la protección de las líneas primarias.
- Uso de las luminarias LED de 50W y 70W para el alumbrado público
- Uso de cajas porta medidor de material polimérico.
- Uso de los paneles solares mayores a 400Wp, debido al desarrollo tecnológico del mercado.
- Uso de las baterías de litio para los sistemas fotovoltaicos.
- Uso de antenas para la comunicación y transmisión de datos para el control de la operación de los sistemas fotovoltaicos.

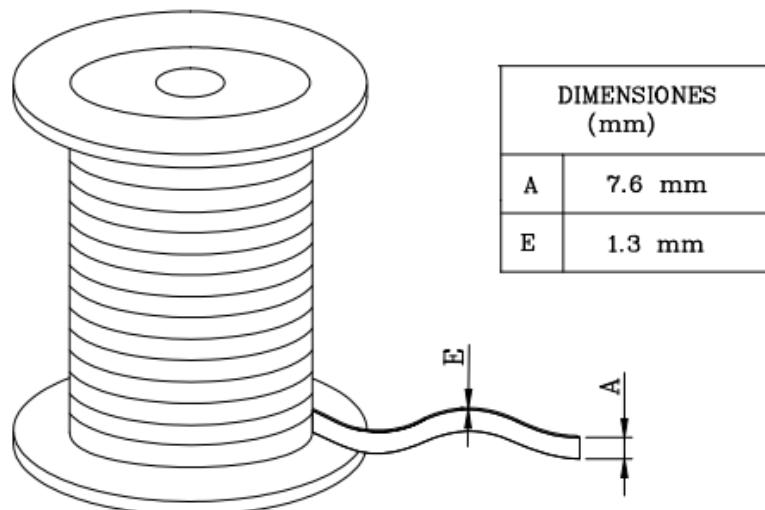
3.9.1 Uso de la cinta plana de armar

La cinta plana de armar es un accesorio para proteger el conductor AAC.

Se muestra el dibujo de la cinta plana de armar, véase la figura 25. Asimismo, se presenta la tabla de datos técnicos, véase la tabla 54.

Figura 25

Cinta plana de armar



Nota: (Proveedor El Detalle, 2019).

Tabla 54

Características técnicas de la cinta plana de armar

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR OFERTADO
1	<u>CINTA PLANA DE ARMAR</u>			
2	FABRICANTE			
3	MATERIAL		ALUMINIO DE GRADO ELÉCTRICO 1350	
3	DIMENSIONES	mm	A: 7.6 E: 1.3	
4	RANGO DE SECCIÓN DE CONDUCTOR A APLICARSE	mm ²	16-120	
5	NORMAS DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS		ASTM B-233	
6	MAS POR UNIDAD	kg/m	0,035	

Nota: (Proveedor El Detalle, 2019).

3.9.2 Uso de los conductores AACC engrasados

Las líneas de transmisión y las redes de distribución a lo largo de las costas oceánicas, donde la corrosión del acero en un conductor ACSR puede ser un problema,

emplean conductores AAAC aceitados, que se componen de la aleación de aluminio 6201-T81. Se presenta la tabla de datos técnicos, véase la tabla 55.

Tabla 55

Datos del conductor 35mm², AAAC

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR OFERTADO
	<u>CONDUCTOR 35mm² AAAC,</u> <u>ENGRASADO</u>			
1	CARACTERÍSTICAS GENERALES			
1,1	FABRICANTE			
1,2	MATERIAL			
1,3	NÚMERO DE ALAMBRES		AAAC 6201, T81	
1,4	NORMA DE FABRICACIÓN		7	
	DIMENSIONES		ASTM B-399	
2	SECCIÓN NOMINAL			
2,1	SECCIÓN REAL	mm ²	35	
2,2	DIÁMETRO DE LOS ALAMBRES	mm ²	34,35	
2,3	DIÁMETRO EXTERIOR DEL	mm	2,50	
2,4	CONDUCTOR	mm	7,50	
	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS			
3,1	MASA DEL CONDUCTOR	kg/km	100,1	
3,2	CARGA DE ROTURA MÍNIMA	kN	11,10	
3,3	MÓDULO DE ELASTICIDAD INICIAL	kN/mm ²	57,82	
3,4	MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL	kN/mm ²	63,21	
3,5	COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA	1/°C	23x10 ⁻⁶	
	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
	RESISTENCIA ELÉCTRICA MÁXIMA	Ohm/km	0,9595	
4,1	EN C.C. A 20 ° C			
4,2	COEFICIENTE TÉRMICO DE RESISTENCIA ELÉCTRICA	1/°C	0,00347	

Nota: (Tecsur, 2023).

Se muestran los parámetros eléctricos de los dos tipos de conductores AAAC para diferentes secciones, véase las tablas 56 y 57.

Tabla 56*Tabla de parámetros eléctricos de conductores AAAC, sin grasa*

Calibre mm ²	Nº de Hilos	D. del Hilo mm	D. Conductor mm	Peso kg/km	R 20°C Ohm/km	R 80°C Ohm/km	Carga Rotura kg	Cap. de corriente A
25	7	2,10	6,3	66	1,38	1,67	784	125
35	7	2,52	7,56	95,8	0,95	1,16	1110	160
50	7	3,02	9,06	137,6	0,66	0,81	1599	195
70	19	2,15	10,8	184,8	0,51	0,62	2060	235
95	19	2,52	12,6	260,7	0,35	0,42	2920	300
120	19	2,85	14,0	321	0,28	0,34	3662	340

Nota: (Tecsur, 2023).**Tabla 57***Tabla de parámetros eléctricos de conductores AAAC, con grasa*

Calibre mm ²	Nº de Hilos	D. del Hilo mm	D. Conductor mm	Peso kg/km	R 20°C Ohm/km	R 80°C Ohm/km	Carga Rotura kg	Cap. de corriente A
35	7	2,52	7,56	100,1	0,95	1,16	1110	160
70	19	2,15	10,8	184,8	0,51	0,62	2060	235
120	19	2,85	14,0	321	0,28	0,34	3662	340
185	37	2,52	17,6	506	0,18	0,23	5684	455

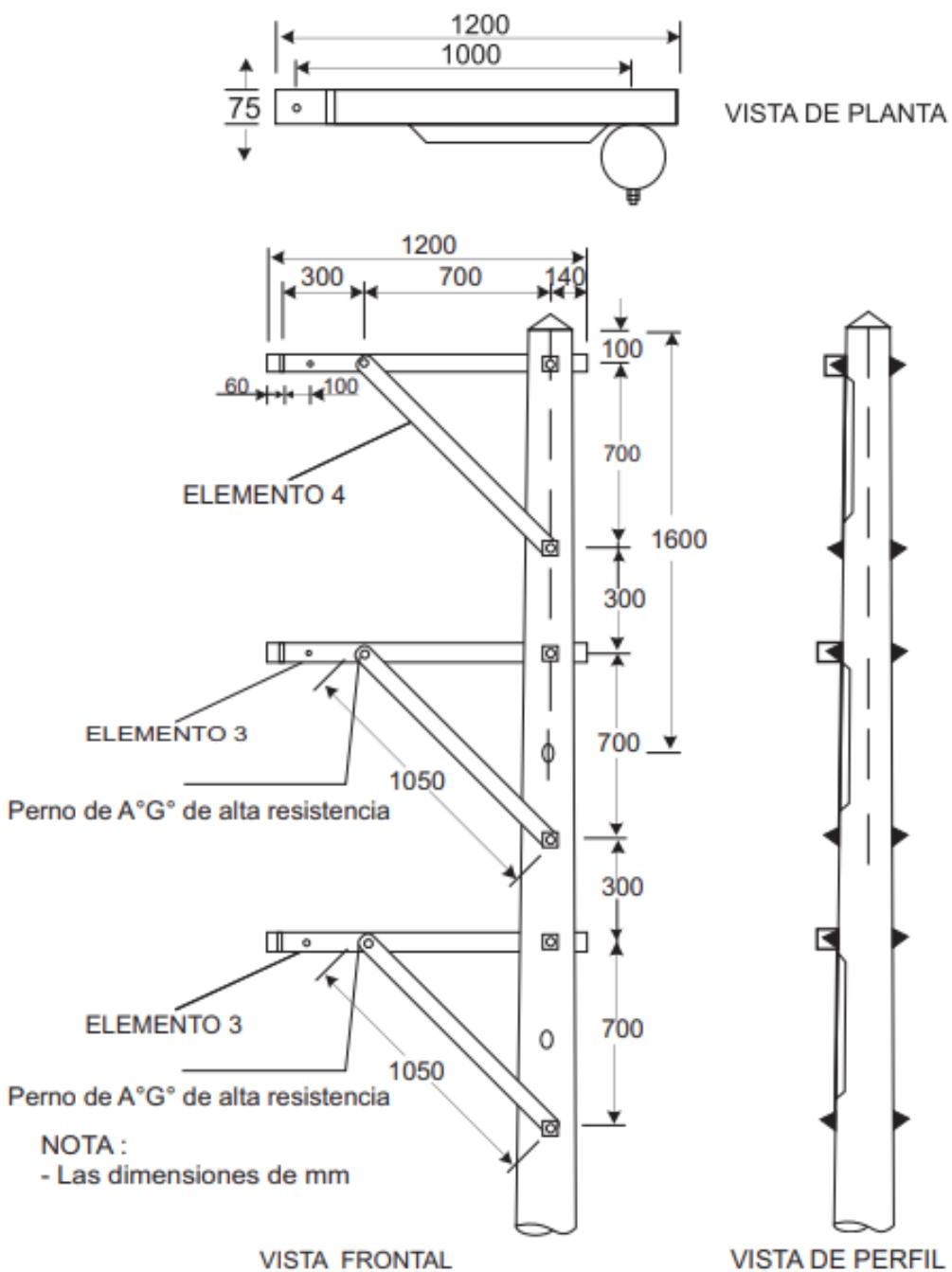
Nota: (Tecsur, 2023).

3.9.3 Uso de los bastidores del perfil angular

Los bastidores de perfil angular tipo L son hechos de acero galvanizado en caliente de alta resistencia, se utilizan para distanciar el conductor de los predios de los usuarios, así cumplir la distancia mínima de seguridad para la protección de personas y propiedades.

Se muestra los dibujos del bastidor de perfil angular utilizados en los sistemas de distribución, véase las figuras 26 y 27.

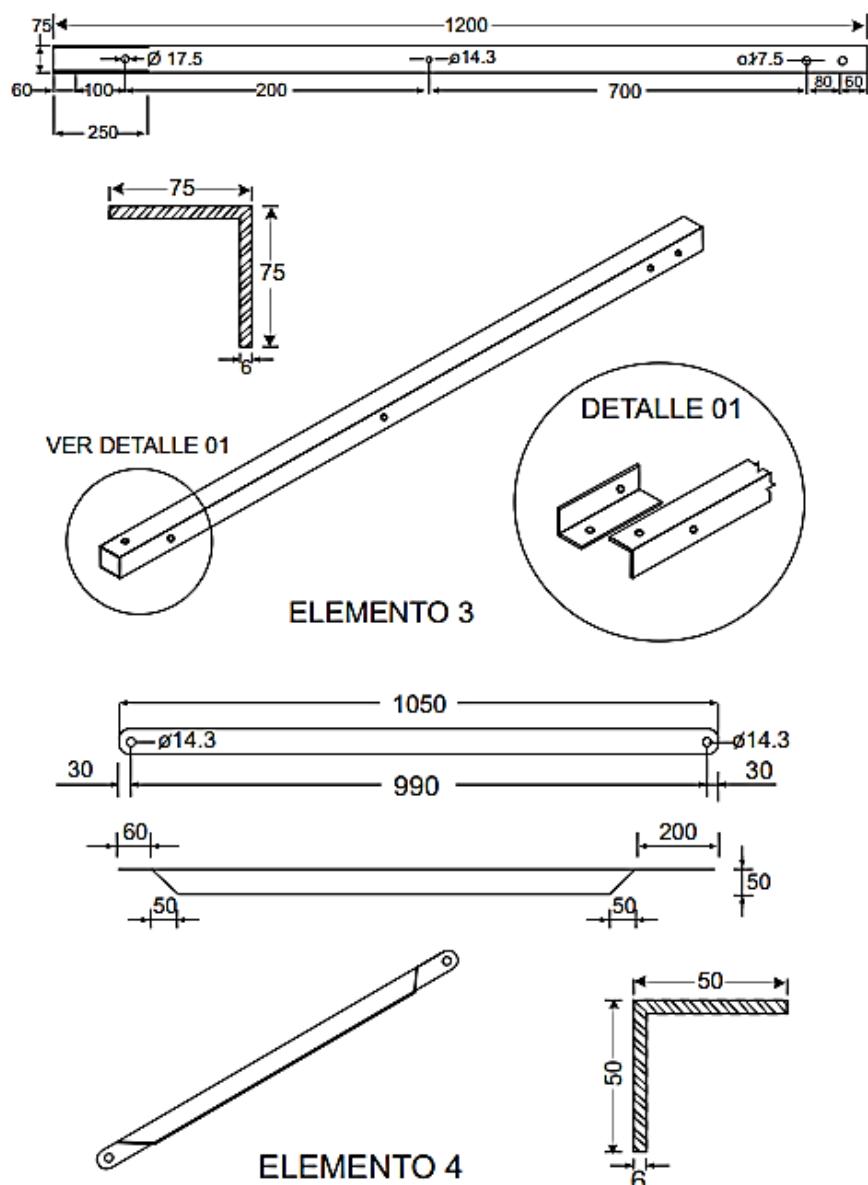
Figura 26
Armados PS1-3 con bastidor de perfil angular tipo L



Nota: (JYM Materiales, 2023).

Figura 27

Detalle de bastidor de perfil angular tipo L

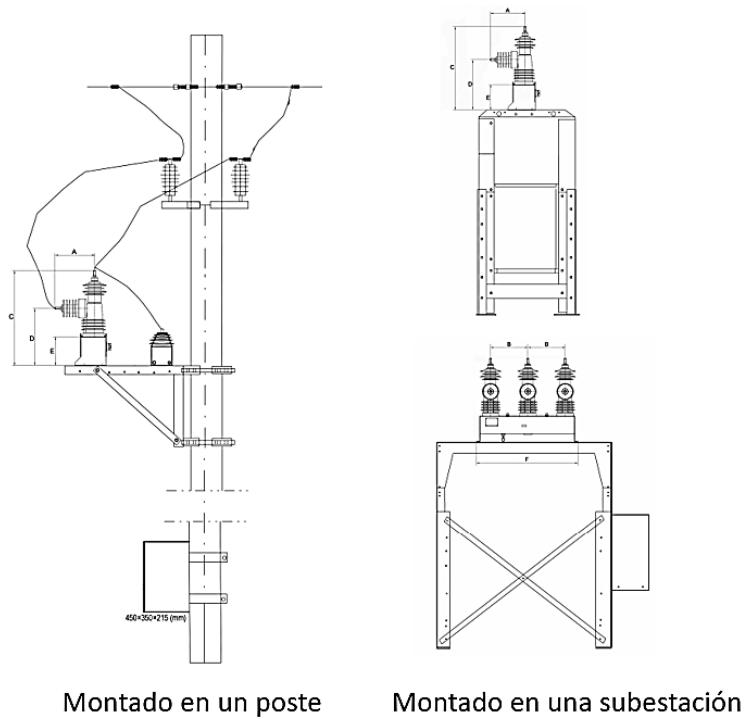


Nota: (JYM Materiales, 2023).

3.9.4 Uso del recloser y del seccionalizador

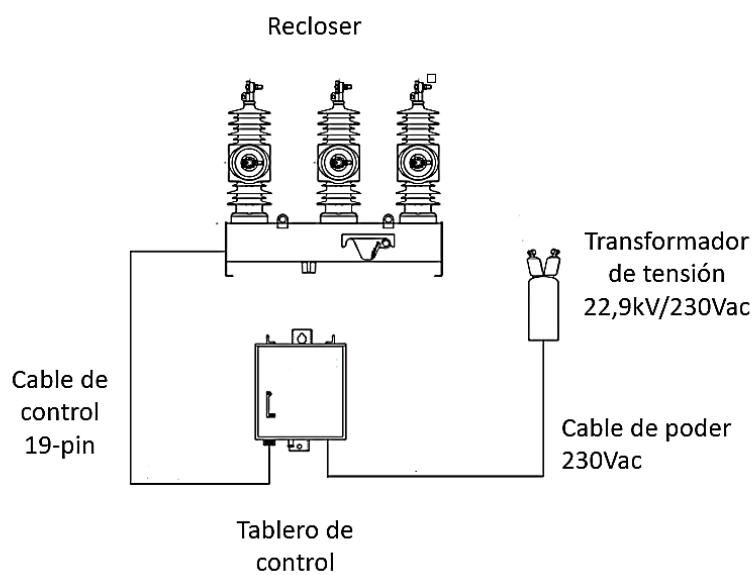
Los reclosers son usados en líneas aéreas y en subestaciones. Se muestra un bosquejo de la instalación del recloser, véase la figura 28.

Figura 28
Detalle de la instalación del recloser



Nota: (Pomanique, 2023).

Figura 29
Conexión del recloser



Nota: (Eaton, 2024).

Tabla 58*Niveles de tensión y corriente de operación del recloser trifásico*

Voltaje nominal	15 kV	15 kV	27 kV	27 kV	38 kV
Voltaje máximo	15.5 kV	15.5 kV	29.2 kV	29.2 kV	38 kV
Nivel básico de Impulso (BIL) nominal	110 kV	125 kV	125 kV	150 kV	170 kV
Límite de ruido de radio (μ V)	100a 9,4kV	100a 9,4kV	100a 16,4kV	100a 16,4kV	100a 23,0kV
Resistencia a la frecuencia de potencia, en seco	50kV	50kV	60kV	60kV	70kV
Resistencia a la frecuencia de potencia, en mojado	45kV	45kV	50kV	50kV	60kV
Capacidad de corriente continua	630*	630*	630*	630*	630*
Corriente de cortocircuito, simétrica	12,5kA**	12,5kA**	12,5kA**	12,5kA**	12,5kA**
Corriente de conexión, pico simétrico	31 kA	31 kA	31 kA	31 kA	31 kA
Corriente de carga del cable	10 A	10 A	25 A	25 A	40 A
Operaciones mecánicas/eléctricas mínimas sin mantenimiento (C-O) 10 000					
* El accesorio de 800 amperios también está disponible					
** La opción de 16 kA también está disponible (la corriente de conexión es de 40 kA, pico asimétrico)					

Nota: (ABB, 2024).

Se presentan los dibujos de la conexión del recloser, véase la figura 32. Así también, los niveles de tensión y corriente de operación del recloser trifásico, véase la tabla 58.

El seccionalizador es un dispositivo de apertura que opera en conjunto con interruptores o reconnectadores. Este equipo abre sus contactos cuando el circuito se encuentra sin energía debido a la acción del interruptor, permitiendo la interrupción de fallas de baja capacidad. Además, es capaz de identificar fallas a tierra, ya sean monofásicas, bifásicas o trifásicas.

Se muestra el esquema de aislamiento de fallas para el seccionalizador, véase la figura 30.

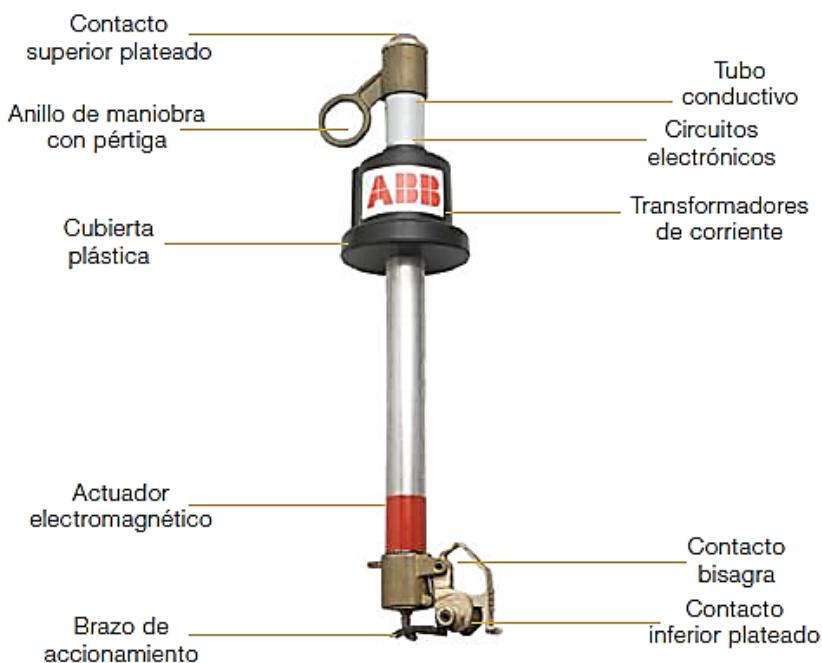
Figura 30
Reconectador y seccionalizador para despejar las fallas



Nota: (ABB, 2024).

Se presenta los componentes del Seccionalizador del proveedor ABB, véase la figura 31. Así también, se presenta los niveles de tensión y corriente de operación del seccionalizador trifásico, véase la tabla 59.

Figura 31
Componentes del seccionalizador



Nota: (ABB, 2024).

3.9.5 Uso de las luminarias de tecnología LED

Las empresas de distribución eléctrica están usando las luminarias de tecnología LED de 50W y 70W para calles principales, vías públicas, avenidas principales, plazas y zonas urbanas. Estas luminarias mejoran la calidad de luz y reduce el consumo energético.

Esta norma te indica que se puede hacer uso de lámpara de vapor de sodio o luminaria con tecnología LED para proyectos de electrificación rural.

La Luminaria deberá de venir preparada para poder instalar un sistema de tele gestión.

3.9.6 Uso de cajas porta medidor de material polimérico

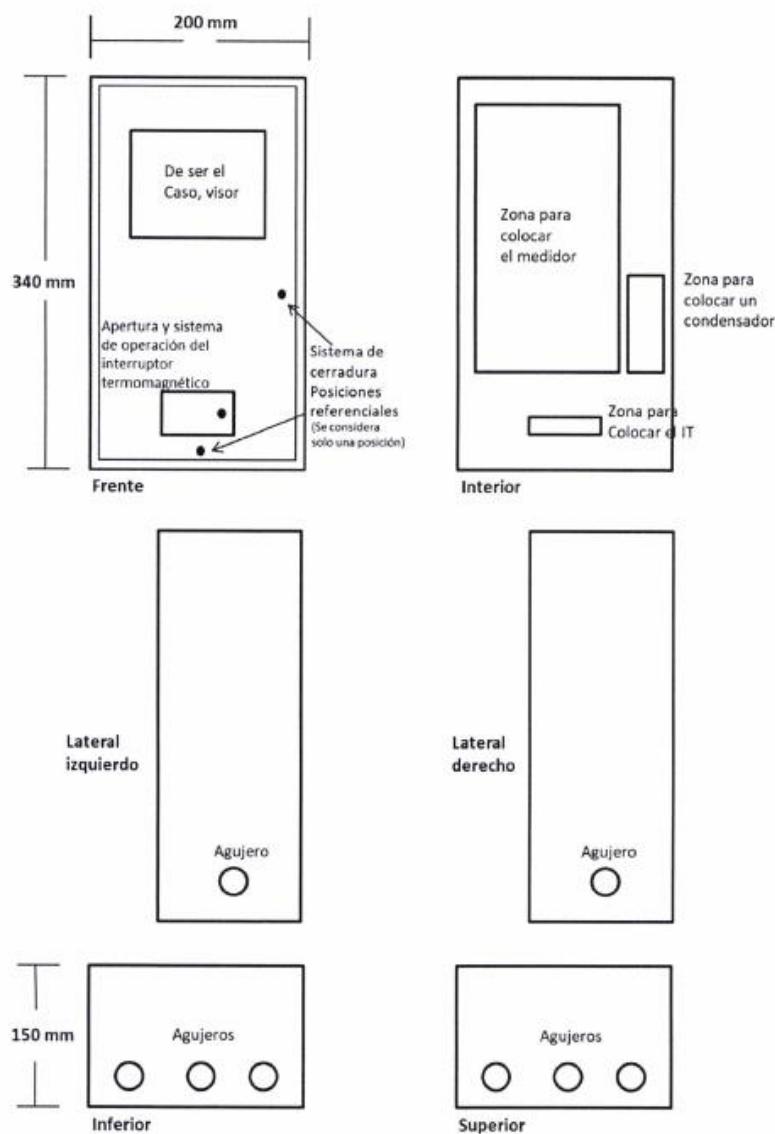
Las cajas porta medidor monofásico de material polimérico equipada con interruptor termomagnético de 16A se han implementado en los proyectos de electrificación rural en vez de las cajas metálicas, debido a la corrosión de estas últimas.

Con fecha 03 de agosto de 2020, la DGE-MINEM (2020) aprobó la Norma Especificación Técnica Caja Porta medidor Monofásico de Material Polimérico a través de la Resolución Directoral N° 078-2020-MINEM/DGE.

Se muestra el detalle de la caja porta medidor de material polimérico, véase la figura 32.

Figura 32

Detalle de la caja porta medidor de material polimérico



Nota: (Norma DGE-MINEM, 2020).

3.9.7 Uso de paneles solares mayores a 400Wp

Los paneles solares son sistemas de celdas que toman la radiación solar y la convierten en energía eléctrica compatible con los sistemas eléctricos de corriente convencionales, algo que permite suministrar electricidad a los lugares en donde son instalados, ya sean en casas, empresas, universidades o cualquier otro tipo de espacios privados. Se usan baterías de litio en estos sistemas de producción solar por la gran capacidad que tienen de almacenar y suministrar la energía en los momentos de inactividad

como lo son las noches o los días nublados en donde no hay radiación suficiente para la generación eléctrica.

3.9.8 Uso de las baterías de litio

La importancia de las baterías de litio en los sistemas fotovoltaicos se basa en la gran capacidad que tienen de almacenar y suministrar la energía en los momentos de inactividad como lo son las noches o los días nublados en donde no hay radiación suficiente para la generación eléctrica.

Las baterías de litio tienen las siguientes características:

Alta densidad energética, poco mantenimiento, no emiten gases tóxicos o contaminantes y tardan menos tiempo en cargarse.

Funcionan bajo un sistema de cuatro elementos principales: el ánodo, que es el polo positivo, el cátodo que funciona como metal positivo, un electrodo y un separador. Este conjunto de elementos genera energía gracias a las reacciones químicas que se dan al reducir el metal positivo y oxidar el negativo. Esto no es una novedad, pues, muchas pilas funcionan con esta lógica, lo que hace diferente a las baterías de litio es el uso de metales que son capaces de producir más energía, con mayor frecuencia y garantizando un mayor tiempo de vida útil.

Se muestra la batería de litio hierro fosfato, LiFePo4, del proveedor Victron Energy, véase la figura 33.

Figura 33

Batería de Litio Hierro Fosfato LiFePo4



Nota: (Victron Energy, 2023).

Las baterías de litio hierro y fosfato están disponibles en 12,8V o 25,6V y en distintas capacidades. Pueden conectarse en serie y/o en paralelo, de modo que se puede componer un banco de baterías para tensiones de 12 V, 24V o 48V. El número máximo de baterías en un sistema es de 20, que supone un almacenamiento máximo de energía de 84kWh en un sistema de 12V y de 102 kWh en un sistema de 24V y 48V.

Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados

Como resultado se presenta los indicadores más relevantes de los estudios técnicos de tres proyectos de electrificación rural donde la ficha técnica, el estudio de perfil y el estudio definitivo fueron aprobados por la unidad formuladora y unidad ejecutora de inversiones, respectivamente.

Los proyectos de electrificación rural denominados:

- Proyecto 1: Creación del sistema eléctrico rural de los Morochucos, provincia Cangallo, departamento de Ayacucho. (Ficha Técnica de preinversión).
- Proyecto 2: Creación del sistema eléctrico rural en dos (2) distritos de la provincia La Mar, departamento de Ayacucho. (Estudio de Perfil).
- Proyecto 3: Mejoramiento y ampliación del sistema eléctrico rural en el distrito de Sina, provincia de San Antonio de Putina, departamento de Puno. (Estudio Definitivo).

A continuación, se presentan los resultados más relevantes de estos estudios:

4.1 Resultados del proyecto 1

4.1.1 *Ubicación*

Distrito Los Morochucos, provincia Cangallo, departamento Ayacucho

4.1.2 *Localidades y abonados beneficiados*

Se presenta la relación de las localidades y abonados beneficiados del proyecto de electrificación rural, véase la tabla 59.

Tabla 59*Relación de localidades y abonados beneficiados*

Nº	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD	Abonados Total
1	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	CACHICCARANA	13
2	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	MILLPUCCOCHA	33
3	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	JATUMPUCRO	5
4	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	CALLPANA	19
5	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	CUSIBAMBA	8
6	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	PARIA HUANCA	80
7	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	PUPAMAPAQCHA - CAPOLIYOC	18
8	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	LLUMCHI CCATA	11
9	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	LLUMCHICANCHA BARRIO PACCARISCCA	22
10	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	CONDORCCOCHA	31
11	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	MARAYCERAPAMPA	15
12	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	SAN JUAN DE PAPACHACRA	23
13	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	ACHUPA	9
14	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	BUENA VISTA BARRIO BELLA VISTA	248
15	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	YUTUQAPINA	14
16	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	SECTOR HUANDINGA	41
17	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	JUSCAYMARCA	91
18	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	SILLACCASA PAMPA	5
19	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	SANTA CRUZ DE ÑUNUNHUAYCCO	10
20	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	SAN JOSÉ	6
21	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	CHURROPALLANA BARRIO BATANA	16
22	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	CHURRUPALLA (BARRIO CHIMPAPAMPA)	16
23	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	HUERTAHUAYCCO	7
24	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	QUINSAHUASI	9
25	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	HUALLCHANCCA	55
26	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	PATAHUASI BELEN HUALLCHANCCA	25
27	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	JATUSPATA	10
28	AYACUCHO	CANGALLO	LOS MOROCHUCOS	SAYHUAPATA	11
TOTAL					851

Nota: (DGER, 2023).

4.1.3 Cantidad de localidades, población y abonados beneficiados

Se muestra la cantidad de localidades, población y abonados totales del proyecto de electrificación rural, véase la tabla 60.

Tabla 60*Cantidad de comunidades, pobladores y usuarios beneficiados*

Comunidades	Pobladores	Usuarios
28	3 404	851

Nota: (DGER, 2023).

4.1.4 Valor Referencial de obra

La tabla 61 muestra el valor referencial que incluye las secciones de obra.

Tabla 61*Valor referencial de obra*

PROYECTO : "CREACIÓN ELECTRIFICACIÓN RURAL INTEGRAL EN EL DISTRITO DE LOS MOROCHUCOS DE LA PROVINCIA CANGALLO DEL DEPARTAMENTO DE AYACUCHO"

DEPARTAMENTOS : AYACUCHO

FECHA: 30/05/2022

T.C. (S./US\$): 3,683

ITEM	DESCRIPCION	LINEAS PRIMARIAS	REDES PRIMARIAS	REDES SECUNDARIAS	TOTAL S/.
A	SUMINISTROS DE MATERIALES	403 733,86	596 252,03	1 341 360,31	2 341 346,20
B	MONTAJE ELECTROMECANICO	461 300,16	282 955,07	1 391 736,31	2 135 991,54
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	74 942,86	72 695,85	266 402,35	414 041,06
D	COSTO DIRECTO (C.D.)	939 976,88	951 902,95	2 999 498,97	4 891 378,80
E	GASTOS GENERALES	198 522,81	201 041,59	633 493,21	1 033 057,61
F	UTILIDADES (8%)	75 198,15	76 152,24	239 959,91	391 310,30
SUB-TOTAL SIN I.G.V. (S.)		1 213 697,84	1 229 096,78	3 872 952,09	6 315 746,71
IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS IGV (18%)		218 465,61	221 237,42	697 131,38	1 136 834,41
COSTO TOTAL (Incluye I.G.V.) S/.		1 432 163,45	1 450 334,20	4 570 083,47	7 452 581,12

Nota: (DGER, 2023).

4.1.5 Valor Referencial del expediente técnico más la obra

La tabla 62 muestra el valor referencial para la elaboración del expediente técnico y el desarrollo de las obras.

Tabla 62*Valor referencial del expediente técnico y ejecución de las obras*

Ítem	Descripción	Total Sin I.G.V. (S/.)	I.G.V.	Total S/.
A	COSTO DE OBRA	6 315 746,71	1 136 834,41	7 452 581,12
B	COSTO DE EXPEDIENTE TÉCNICO	236 961,21	42 653,02	279 614,23
	TOTAL	6 552 707,92	1 179 487,43	7 732 195,35

Nota: (DGER, 2023).

4.1.6 Indicadores económicos

Se presentan los indicadores económicos del proyecto de electrificación rural, véase la tabla 63.

Tabla 63*Indicadores económicos del proyecto de electrificación rural*

Componentes	US\$ sin IGV)	Cantidad
US\$ / km Línea Primaria	19 499	US\$ / km
US\$ / Conexión Línea Primaria	387	US\$ / Conexión
US\$ / Conexión Red Primaria (1/)	392	US\$ / Conexión
US\$ / Conexión Red Secundaria y Conexiones Domiciliarias	1 236	US\$ / Conexión
US\$ Conexión Total (incluye IGV)	2 015	US\$ / Conexión

Nota: (DGER, 2023).

4.1.7 Línea de tiempo para la aprobación de la ficha de preinversión

Se presenta la línea de tiempo para la aprobación de la ficha técnica de preinversión del proyecto de electrificación rural, véase la tabla 64.

Tabla 64

Línea de tiempo para la aprobación de la ficha técnica de preinversión

Etapas/Tiempo	6 meses	1 sem.	2 sem.	1 año	1 sem.	2 meses	1 sem.	% avance para la aprobación del estudio
Días	180	7	14	360	7	60	7	
Elaboración del estudio								45%
Presentación del estudio								5%
Revisión del estudio - Informe de observaciones								
Respuesta al informe de observaciones - Revisión (Loop)								
Envío del contenido mínimo, formatos estandarizados, normas y procedimientos vigentes.								10%
Levantamiento de observaciones								35%
Aprobación del estudio								5%

Nota: (DGER, 2023).

4.1.8 Comparación y verificación de la ficha técnica de preinversión

Se muestra la comparación y verificación de la ficha técnica de preinversión aprobada del proyecto de electrificación rural, véase la tabla 65.

Tabla 65*Comparación y verificación de la ficha técnica de preinversión aprobada*

ítem	Estudio de preinversión del proyecto de electrificación rural	Verificación
1	Contenido mínimo del estudio	Se verifica el cumplimiento de la sección 3.5 del presente trabajo.
2	Revisión del contenido del estudio: Cumplimiento de la normativa vigente para proyectos de electrificación rural.	Se verifica el cumplimiento de la sección 3.1 del presente trabajo.
3	Uso de los formatos estandarizados para elaboración de los estudios técnicos	Se verifica el cumplimiento de la sección 3.6 del presente trabajo.
4	Indicadores económicos	Se verifica el cumplimiento de la sección 4.1.6. del presente trabajo.

Nota: (DGER, 2023).

4.2 Resultados del proyecto 2

4.2.1 Ubicación

Distrito: Anco y Chunqui; provincia La Mar; departamento Ayacucho

4.2.2 Relación de localidades beneficiadas

Las comunidades y abonados beneficiados del proyecto de electrificación rural, véase la tabla 66.

Tabla 66*Relación de localidades y abonados beneficiados*

ítem	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD	Abonados Total
1	Ayacucho	LA MAR	ANCO	HUARANCARQUI	9
2	Ayacucho	LA MAR	ANCO	LLACTAPATA	18
3	Ayacucho	LA MAR	ANCO	LLACTAPATA II	27
4	Ayacucho	LA MAR	ANCO	MALVINAS ALTA	11
5	Ayacucho	LA MAR	ANCO	NUEVA MEJORADA	46
6	Ayacucho	LA MAR	ANCO	NUEVA MEJORADA II	5
7	Ayacucho	LA MAR	ANCO	PUCHITAKIYATO	10
8	Ayacucho	LA MAR	ANCO	SINTU	3
9	Ayacucho	LA MAR	ANCO	VILLA RICA	19
10	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	CCANCHI	28
11	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	HUAIDOR	32
12	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	HUAYRINKILLA	31
13	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	HUIRACOCHA	31
14	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	MAZO	11
15	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	TORRE	71
16	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	VILLA LAS LOMAS	38
17	Ayacucho	LA MAR	CHUNGUI	VILLA UNION	15

Nota: (DGER, 2023).

4.2.3 Población y número de usuarios beneficiados

Se presenta la cantidad de la comunidades, población y usuarios totales del proyecto de electrificación rural, véase la tabla 67.

Tabla 67*Cantidad de comunidades, pobladores y usuarios beneficiados*

Comunidades	Pobladores	Usuarios
17	1 620	405

Nota: (DGER, 2023).

4.2.4 Valor Referencial del proyecto

Se muestra el resumen general del valor referencial de la obra, que contiene las secciones de obra, véase la tabla 68.

Tabla 68*Resumen general del valor referencial de obra*

Proyecto : CREACIÓN ELECTRIFICACIÓN RURAL INTEGRAL EN 2 DISTRITOS DE LA PROVINCIA LA MAR DEL DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

Departamento : Ayacucho

Fecha: 30/09/2021

Ítem	Descripción	Líneas Primarias	Redes Primarias	Redes Secundarias	Total S/.
A	Suministros de Materiales	562 385,99	204 203,79	680 724,64	1 447 314,42
B	Montaje Electromecánico	413 234,57	53 176,52	388 681,51	855 092,60
C	Transporte de Materiales	50 119,08	13 898,88	81 024,91	145 042,87
D	Costo Directo (C.D.)	1 025 739,64	271 279,19	1 150 431,06	2 447 449,89
E	Gastos Generales	207 184,19	54 794,37	232 370,00	494 348,56
F	Utilidades	82 059,17	21 702,34	92 034,48	195 795,99
Sub-Total Sin I.G.V. (S/.)		1 314 983,00	347 775,90	1 474 835,54	3 137 594,44
Impuesto General a las Ventas IGV (18%)					564 767,00
Costo Total S/. (Incluye I.G.V.)					3 702 361,44

Nota: (DGER, 2023).

La figura 69 muestra el valor referencial utilizado para preparar el expediente técnico y la obra.

Tabla 69*Valor referencial del expediente técnico y la obra*

Proyecto : CREACIÓN ELECTRIFICACIÓN RURAL INTEGRAL EN 2 DISTRITOS DE LA PROVINCIA LA MAR DEL DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

Departamento : Ayacucho

Fecha: 30-Set-21

Ítem	Descripción	Total Sin I.G.V. (S/.)	I.G.V.	Total S/.
A	COSTO DE OBRA	3 137 594,44	564 767,00	3 702 361,44
B	COSTO DE EXPEDIENTE TÉCNICO	251 107,77	45 199,40	296 307,17
	TOTAL	3 388 702,21	609 966,40	3 998 668,61

Nota: (DGER, 2023).

4.2.5 Indicadores económicos

Se muestran los indicadores económicos del proyecto de electrificación rural, véase la tabla 70.

Tabla 70*Indicadores económicos del proyecto de electrificación rural*

Secciones	US\$ sin IGV)	Unidad
US\$ / km Línea Primaria	15 857	US\$ / km
US\$ / Conexión Línea Primaria	785	US\$ / Conexión
US\$ / Conexión Red Primaria	208	US\$ / Conexión
US\$ / Conexión Red Secundaria y Conexiones Domiciliarias	880	US\$ / Conexión
US\$ Conexión Total (incluye IGV)	1 873	US\$ / Conexión

Nota: (DGER, 2023).

4.2.6 Línea de tiempo para la aprobación del estudio de preinversión

Se muestra la línea de tiempo para la aprobación del estudio de preinversión del proyecto, véase la tabla 71.

Tabla 71*Línea de tiempo para la aprobación del estudio de preinversión*

Etapas/Tiempo	6 meses	1 sem.	2 sem.	1,5 años	1 sem.	2 meses	1 sem.	% avance para la aprobación del estudio
Días	180	7	14	540	7	60	7	
Elaboración del estudio								40%
Presentación del estudio								5%
Revisión del estudio - Informe de observaciones								
Respuesta al informe de observaciones - Revisión (Loop)								
Envío del contenido mínimo, formatos estandarizados, normas y procedimientos vigentes.								10%
Levantamiento de observaciones								40%
Aprobación del estudio								5%

Nota: Elaboración propia

4.2.7 Verificación del estudio de preinversión aprobado

Se muestra la comparación y verificación del estudio de preinversión aprobado, véase la tabla 72.

Tabla 72

Comparación y verificación del estudio de preinversión aprobado

Ítem	Estudio de preinversión del proyecto de electrificación rural	Verificación
1	Contenido mínimo del estudio	Se verifica el cumplimiento de la sección 3.5 del presente trabajo.
2	Revisión del contenido del estudio: Cumplimiento de la normativa vigente para proyectos de electrificación rural.	Se verifica el cumplimiento de la sección 3.1 del presente trabajo.
3	Uso de los formatos estandarizados para elaboración de los estudios técnicos	Se verifica el cumplimiento de la sección 3.6 del presente trabajo.
4	Indicadores económicos	Se verifica el cumplimiento de la sección 4.2.6. del presente trabajo.

Nota: (DGER, 2023).

4.3 Resultados del proyecto 3

4.3.1 Ubicación

Distrito Sina, provincia San Antonio de Putina, departamento Puno.

4.3.2 Relación de localidades beneficiadas

Se presenta la relación de las localidades y abonados beneficiados del proyecto de electrificación rural, véase la tabla 73.

Tabla 73*Relación de localidades y abonados beneficiados*

Ítem	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Abonados	Población
1	Totoro	Sina	San Antonio de Putina	Puno	84	280
2	Saqipata	Sina	San Antonio de Putina	Puno	23	76
3	Queñuani II	Sina	San Antonio de Putina	Puno	18	64
4	Saquicucho	Sina	San Antonio de Putina	Puno	21	80
5	Chaypihuayco	Sina	San Antonio de Putina	Puno	18	72
6	Uyuni	Sina	San Antonio de Putina	Puno	4	16
7	Homopampa	Sina	San Antonio de Putina	Puno	12	48
8	Sina	Sina	San Antonio de Putina	Puno	363	1 400
Total					543	2 036

Nota: (DGER, 2023).

4.3.3 Población y número de usuarios beneficiados

Se presenta la cantidad de localidades, población y abonados totales del proyecto de electrificación rural, véase la tabla 74.

Tabla 74*Cantidad de comunidades, pobladores y usuarios beneficiados*

Comunidades	Pobladores	Usuarios
08	2 036	543

Nota: (DGER, 2023).

4.3.4 Valor Referencial de obras

La tabla 75 muestra el valor referencial del proyecto que incluye las secciones de obra.

Tabla 75*Valor referencial de la obra*

PROYECTO: "MEJORAMIENTO, AMPLIACION DE LA REDES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DE LAS LOCALIDADES DEL, DISTRITO DE SINA - SAN ANTONIO DE PUTINA - PUNO"

SECCIÓN I, II y III : Líneas Primarias, Redes Primarias y Redes Secundarias

DEPARTAMENTO: PUNO

PROVINCIA: SAN ANTONIO DE PUTINA

DISTRITO: SINA

FECHA: 30 de Mayo del 2022

T.C. (S/US\$)= 3,683

ITEM	DESCRIPCIÓN	LÍNEAS PRIMARIAS	REDES PRIMARIAS	REDES SECUNDARIAS	PRESUPUESTO CONTRACTUAL S/
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	1 239 909,24	366 248,00	839 309,35	2 445 466,59
B	MONTAJE ELECTROMECÁNICO	757 017,47	142 160,78	579 592,22	1 478 770,47
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	172 286,31	43 884,03	125 701,69	341 872,03
D	TOTAL COSTO DIRECTO	2 169 213,02	552 292,81	1 544 603,26	4 266 109,09
E	GASTOS GENERALES	261 083,10	66 473,10	185 906,04	513 462,24
E1	GASTOS GENERALES VARIABLES	239 245,75	60 913,20	170 356,61	470 515,56
E2	GASTOS GENERALES FIJOS	21 837,35	5 559,90	15 549,43	42 946,68
F	UTILIDADES	173 537,04	44 183,42	123 568,27	341 288,73
G	SUB-TOTAL SIN I.G.V	2 603 833,16	662 949,33	1 854 077,57	5 120 860,06
H	I.G.V. 18%	468 689,97	119 330,88	333 733,96	921 754,81
	COSTO TOTAL S/ (Incluye I.G.V.)	3 072 523,13	782 280,21	2 187 811,53	6 042 614,87

Nota: (DGER, 2023).

4.3.5 Indicadores económicos

Se muestran los indicadores económicos del proyecto de electrificación rural, véase la tabla 76.

Tabla 76*Indicadores económicos*

Componentes	US\$ sin IGV)	Cantidad
Líneas Primarias	26 774,87	US\$/km
Redes Primarias	43 569,93	US\$/km
Redes Primarias	391,57	US\$/Conexión
Redes Secundarias	1 088,04	US\$/Conexión
Total	3 021,51	US\$/Abonado

Nota: (DGER, 2023).

4.3.6 Línea de tiempo para la aprobación del estudio definitivo

Se presenta la línea de tiempo para lograr la aprobación del estudio definitivo del proyecto de electrificación rural, véase la tabla 77.

Tabla 77*Línea de tiempo del estudio definitivo*

Etapas/Tiempo	6 meses	1 sem.	2 sem.	2 años	1 sem.	2 meses	1 sem.	% avance para la aprobación del estudio
Días	180	7	14	720	7	60	7	
Elaboración del estudio definitivo								35%
Presentación del estudio definitivo								5%
Revisión del estudio definitivo - Informe de observaciones								
Respuesta al informe de observaciones - Revisión (Loop)								
Envío del contenido mínimo, formatos estandarizados, normas y procedimientos vigentes.								10%
Levantamiento de observaciones								45%
Aprobación del estudio definitivo								5%

Nota: Elaboración propia

4.3.7 Comparación y verificación del estudio definitivo aprobado

Se muestra la comparación y verificación del contenido del estudio definitivo aprobado, véase la tabla 78.

Tabla 78

Comparación y verificación del contenido del estudio definitivo aprobado

Ítem	Estudio definitivo del proyecto de electrificación rural	Verificación
1	Contenido mínimo del estudio	Se verifica el cumplimiento de la sección 3.5 del presente trabajo.
2	Revisión del contenido del estudio: Cumplimiento de la normativa vigente para proyectos de electrificación rural.	Se verifica el cumplimiento de la sección 3.1 del presente trabajo.
3	Uso de los formatos estandarizados para elaboración de los estudios técnicos	Se verifica el cumplimiento de la sección 3.6 del presente trabajo.
4	Indicadores económicos	Se verifica el cumplimiento de la sección 4.3.5. del presente trabajo.

Nota: Elaboración propia

4.4 Comparación del presente estudio con los trabajos anteriores

Se presenta la comparación del estudio desarrollado con los trabajos anteriores, véase la tabla 79.

Tabla 79

Comparación del estudio con trabajos anteriores

Documento	Problemática	Solución, aporte
Decreto Legislativo 1252	Aplazamientos en la ejecución de iniciativas de inversión pública.	El sistema Invierte.pe se desarrolla con el objetivo principal de cerrar las brechas de acceso de la población a las infraestructuras o a los servicios públicos.
Resolución Directoral N°001-2019-EF/63.01 - Anexo N° 07	Aún no está claro qué debe incluirse en una evaluación de preinversión para un proyecto de inversión de alta complejidad	Esboza los componentes esenciales del estudio de preinversión a nivel de perfil.
Ficha Contenido Básico para la elaboración del expediente técnico - electrificación	Falta definir el contenido de un expediente técnico	Esboza la información fundamental necesaria para preparar un expediente técnico para un proyecto de electrificación rural.
Este trabajo	Atrasos en la aprobación de los estudios de preinversión y definitivos de los proyectos de electrificación rural	Presentación de los formatos estandarizados y contenido mínimo de los estudios técnicos. Presentación de los factores que causan atrasos para la aprobación de los estudios técnicos.

Nota: Elaboración propia

Conclusiones

- Se ha presentado el contenido mínimo para desarrollar estudios de preinversión y definitivo de proyectos de electrificación rural, de acuerdo a la normativa de la DGE/MINEM, INVIERTE.PE y SEACE.
- Se ha presentado los formatos estandarizados para desarrollar los estudios de preinversión y definitivo de proyectos de electrificación rural.
- Se ha indicado las normas y procedimientos vigentes para desarrollar estudios de perfil y definitivo de proyectos de electrificación rural.
- Se ha identificado los factores que causan atraso en la aprobación de los estudios técnicos de los proyectos de electrificación.
- Se ha planteado el uso de equipos de tecnología actual para garantizar la continuidad del servicio de los sistemas eléctricos rurales.
- Finalmente, se deben definir equipos de trabajo de las Unidades Formuladoras y Unidades Ejecutoras que inicien, desarrollos, revisen y aprueben dichos estudios; planteando un plan de trabajo, asignando responsabilidades, con su respectivo cronograma de actividades y línea de tiempo.

Recomendaciones

- Los agentes beneficiarios (alcalde, Consultor, DGER/MINEM, EDE, MC, DREM, entre otros) de un proyecto de electrificación rural deben realizar reuniones de coordinación para definir el plan de trabajo, asignación de responsabilidades de acuerdo a su competencia, y definir un cronograma de actividades y la línea de tiempo para cada proyecto.
- La DGER/MINEM, DGE/MINEM, EDE y Consultores deben establecer un equipo de trabajo para proponer nuevas normas y especificaciones técnicas para el uso de nuevos equipos en los sistemas de distribución, sistemas fotovoltaicos de última tecnología, que cumplan con una evaluación técnica y económica, los cuales serán instalados de acuerdo a la región costa, sierra y selva del Perú.
- La DGER/MINEM debe automatizar procesos para el desarrollo, revisión y aprobación de los estudios de perfil y definitivo de estos proyectos.
- La DGER/MINEM debe sostener reuniones con las autoridades del MC y la DREM para lograr la aprobación oportuna del CIRA y la DIA respectivamente, para proyectos de electrificación rural.

Referencias bibliográficas

- Congreso de la República (2000). Ley N° 27293 Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública. Perú.
- Congreso de la República (2006). Ley N° 28749 Ley General de Electrificación Rural. Perú.
- Congreso de la República (2014). Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado. Perú.
- Congreso de la República (2019). Decreto Supremo N° 344-2018-EF, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30225 y sus modificatorias. Perú.
- De la Cruz, J. (2021). Guía de Trabajo del Curso Profesional para el Diseño de Líneas y Redes de Distribución de Energía Eléctrica para Media y Baja Tensión.
- Del Río L. (2023). Desarrollo de un modelo de gestión para proyectos de electrificación rural en países en desarrollo.
- DGE-MINEM (2003). Norma Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural. Perú.
- DGE-MINEM (2023). Bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificación rural. Perú.
- DGE-MINEM (2003). Especificaciones Técnicas de soportes normalizados para líneas y redes primarias para electrificación rural. Perú.
- DGE-MINEM (2003). Especificaciones Técnicas de soportes normalizados para líneas y redes secundarias para electrificación rural. Perú.
- DGE-MINEM (2018). Norma Técnica de los Sistemas Eléctricos Rurales no Convencionales abastecidos por Sistemas Fotovoltaicos Autónomos. Perú.
- DGE-MINEM (2020). Modificación de las cuatro (04) Fichas de Homologación para Luminarias LED de alumbrado público. Perú.
- Elbaset A., Mohamed S., Anwer H. & Elsayed M. (2019). Performance Analysis of Photovoltaic Systems with Energy Storage Systems.

- EPRI (2011). Estimating the Costs and Benefits of the Smart Grid: A Preliminary Estimate of the Investment Requirements and the Resultant Benefits of a Fully Functioning Smart Grid. Palo Alto: EPRI.
- Gómez D. (2021). Evaluación de planes de electrificación rural y propuesta de planificación con criterios técnicos y sociales.
- Juárez J. (1995). Sistemas de distribución de energía eléctrica
- McLean, C.A. (2015). Design Manual for High Voltage Transmission Lines RUS Bulletin 1724E-200.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2000). Glosario de Inversión Pública. Perú.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2019). Guía General para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión. Perú.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2019). Anexo N° 07: Contenido mínimo del estudio de preinversión a nivel de perfil para proyectos de preinversión. Perú.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2019). Anexo N° 10: Criterios para determinar la clasificación del nivel de complejidad de los Proyectos de Inversión. Perú.
- OSCE (2024). Términos de referencia para la elaboración de los estudios de preinversión y definitivo de proyectos de electrificación rural 2023 y 2024.
- Presidente de la República (2007). Decreto Supremo N° 025-2007-EM que aprueba el Reglamento de la Ley N° 28749, Ley General de Electrificación Rural. Perú.
- Presidente de la República (2016). Decreto Legislativo N° 1252 Decreto Legislativo que crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones y deroga la Ley N° 27293, Ley del SNIP. Perú.
- Presidente de la República (2017). Decreto Legislativo que Modifica la Ley N° 28749, Ley General de Electrificación Rural. Perú.
- Rivas E. (2019). La administración de los proyectos de inversión y la ejecución de obras de electrificación rural en el Perú, 2017.
- Ruff, L. (2002). Economic principles of demand response in electricity. Washington D.C: Edison Electric Institute.

Stevenson, W. (1962). Elements of Power System Analysis, Second Edition.

Yebra J. (2009). Sistemas Eléctricos de Distribución, Editorial Reverté.

Anexos

Anexo 1	Glosario.....	1
Anexo 2	Normativa vigente referida a los proyectos de electrificación rural	3

Anexo 1

Glosario

Se presenta el Glosario de definiciones utilizadas en los proyectos de electrificación rural. Estas definiciones son usadas por la DGE-MINEM, la DGER-MINEM y el MEF.

Definición de los términos del glosario

Término	Definición
Abonado	Usuario beneficiado del servicio de energía eléctrica
AP	Alumbrado Público
ADINELSA	Empresa de Administración de Infraestructura Eléctrica S.A.
B/C	Beneficio – costo
Calidad de Producto	Tensión, Frecuencia y Perturbaciones
Calidad de Suministro	Interrupciones (número de veces y duración).
CIRA	Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos
CNE	Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011
COES	Comité de Operación Económica del Sistema
CUD	Consumo unitario doméstico
CUI	Código Único de Inversión
DGE-MINEM	Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas
DGER-MINEM	Dirección General de Electrificación Rural del Ministerio de Energía y Minas.
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
DREM	Dirección Regional de Energía y Minas
EDE	Empresa de distribución eléctrica llamada también concesionaria, encargada de dar servicio de electricidad, operación, mantenimiento y facturación en las zonas de su concesión.
FONAFE	Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado.
GL	Gobierno Local
GR	Gobierno Regional
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
JPEI-DGER	Jefatura de Programación y Evaluación de Inversiones de la Dirección de Electrificación Rural.
JEST-DGER	Jefatura de Estudios de la Dirección de Electrificación Rural
Línea Primaria	Línea troncal de media tensión

Nota: (DGER, 2023).

Definición de los términos del glosario continuación

Término	Definición
Máxima Demanda	Es la potencia máxima o consumo máximo coincidente de los usuarios en un sistema eléctrico, sin restricciones de suministro en la hora de máxima demanda del periodo evaluado
MC	Ministerio de Cultura
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
NTCSE	Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, aprobada por Decreto Supremo N° 020-97-EM.
OSCE	Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.
PIP	Proyecto de Inversión Pública
PIDE	Plan de Inversiones de Distribución de las empresas de distribución
PNER	Plan Nacional de Electrificación Rural de la DGER
Punto de diseño	Punto de alimentación de la línea primaria o red primaria del proyecto
Red Primaria	Derivación de media tensión que toma un punto de la línea troncal
Red Secundaria	Sistema de baja tensión que parte de la subestación de distribución y recorre la localidad para llevar energía eléctrica a los pobladores.
RER	Recursos Energéticos Renovables
SEACE	Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado
SED	Subestación de distribución
SEIN	Sistema eléctrico interconectado nacional
SER	Sistema eléctrico rural
SERNANP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
SET	Subestación de Transmisión de potencia
Sistema aislado	Sistema eléctrico no enlazado al SEIN
Sistema Fotovoltaico	Sistema eléctrico conformado por paneles solares que pueden ser individuales o pueden formar un sistema centralizado
UF	Unidad Formuladora
UEI	Unidad Ejecutora de Inversiones
UP	Unidad Productora
USS/Abonado	dólares por abonado
USS/km	dólares por km de línea primaria
TIR	Tasa Interna de Retorno
VAN	Valor actual neto
ZRT	Zona de Responsabilidad Técnica

Nota: (DGER, 2023).

Anexo 2

Normativa vigente referida a los proyectos de electrificación rural

Se presenta la normativa vigente aprobado por la DGE-MINEM, véanse las tablas siguientes:

Normas de líneas y redes primarias

Normas vigentes	Nombre de las normas
R.D. 026-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas para el suministro de materiales y equipos de líneas y redes primarias
R.D. 016-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas de montaje para líneas y redes primarias
R.D. 024-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas de soportes normalizados para líneas y redes primarias
R.D. N° 111-88-EM/DGE	Norma sobre imposición de servidumbres

Nota: (DGER, 2023).

Normas de redes secundarias

Norma vigente	Nombre de la norma
R.D. 025-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas para el suministro de materiales y equipos de redes secundarias
R.D. 020-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas de montaje para redes secundarias
R.D. 023-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas de soportes normalizados para redes secundarias
R.M. N° 214-2011-MEM	Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011

Nota: (DGER, 2023).

Normas de diseño

Norma vigente	Nombre de la norma
R.D. 018-2003-EM/DGE	Bases para el diseño de líneas y redes primarias
R.D. 108-2023-EM/DGE	Bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificación rural
R.D. 030-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas para estudios de topografía
R.D. 029-2003-EM/DGE	Especificaciones técnicas para la elaboración de estudios de geología y geotecnia de electroductos
R.D. 017-2003-EM/DGE	Alumbrado de vías públicas en áreas rurales

Nota: (DGER, 2023).

Normas de sistemas fotovoltaicos

Norma vigente	Nombre de la norma
R.D. N° 203-2015-MEM/DGE	Especificación técnica del sistema fotovoltaico y sus componentes para la electrificación rural
NTP 339-403-2006	Sistemas fotovoltaicos hasta 500Wp, especificaciones técnicas y método para calificación energética de un sistema fotovoltaico
R.M. N° 037-2006-MEM	Código nacional de electricidad - utilización

Nota: (DGER, 2023).

Normas aplicables al desarrollo de proyectos de electrificación rural

Norma vigente	Nombre de la norma
Ley N° 28749	Ley General de Electrificación Rural
D.S. N° 018-2020-EM	Reglamento de la Ley General de Electrificación Rural
Ley N° 25844	Ley de Concesiones Eléctricas
D.S. N° 009-93-EM	Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas
Ley N° 27446 D.L. N° 1078	Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y Modificatoria
D.S. N° 019-2009-MINAM	Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.
D.S. N° 014-2019-EM D.S. N° 003-2011-MINAM	Contenido mínimo de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para ejecución de proyectos de electrificación rural
D.S. N° 011-2022-MC	Reglamento de Intervenciones Arqueológicas
Directiva N° 012-2017-OSCE/CD	Gestión de riesgos en la planificación de la ejecución de obras

Nota: (DGER, 2023).

Normas aplicables a proyectos de inversión pública

Norma vigente	Nombre de la norma
D.L. N° 1252	Ley que crea la Ley del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones
D.S. N° 284-2018-EF	Reglamento del D.L. N° 1252
Directiva N° 001-2019-EF/63.01	Directiva general del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones
Anexo 7 - Directiva N° 001-2019-EF/63.01	Contenido mínimo del Estudio de Preinversión a nivel de perfil para Proyectos de Inversión
Anexo 10 - Directiva N° 001-2019-EF/63.01	Criterios para determinar la clasificación del nivel de complejidad de los Proyectos de Inversión

Nota: (MEF, 2020).

Se adjuntan las normas mencionadas en la ruta adjunta:

https://drive.google.com/drive/folders/1fnQ1P4dMUe9Ag-cHyCUch3TeQ11od_qW