



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias
y los Recursos Naturales No Renovables

Carrera de Electricidad

Análisis y Reconfiguración de la Red de Media Tensión del Campus Matriz de la Universidad Nacional de Loja para la Integración de Generación Distribuida

Trabajo de Integración Curricular, previo a
la obtención del título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR:

Juan Carlos Cabrera Villalta

DIRECTOR:

Ing. Juan Carlos Guamán Parra, Mg. Sc.

Loja-Ecuador

2025

Certificación

Loja, 7 de febrero de 2025

Ing. Juan Carlos Guamán Parra, Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **“Análisis y Reconfiguración de la Red de Media Tensión del Campus Matriz de la Universidad Nacional de Loja para la Integración de Generación Distribuida”**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico**, de la autoría del estudiante **Juan Carlos Cabrera Villalta**, con **cédula de identidad Nro. 1150428074**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Juan Carlos Guamán Parra, Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Juan Carlos Cabrera Villalta**, declaro ser autor del presente Trabajo de integración de Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular o de Titulación en el Repositorio Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula de identidad: 1150428074.

Fecha: 7 de febrero de 2025.

Correo electrónico: juan.c.cabrera.v@unl.edu.ec.

Teléfono: 0980892597.

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación

Yo, **Juan Carlos Cabrera Villalta**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **“Análisis y Reconfiguración de la Red de Media Tensión del Campus Matriz de la Universidad Nacional de Loja para la Integración de Generación Distribuida”**, como requisito para optar el título de **Ingeniero Eléctrico**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar los contenidos de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los nueve días del mes de abril de dos mil veinticinco.

Firma:

Autor: Juan Carlos Cabrera Villalta

Cédula de identidad: 1150428074.

Dirección: Loja, Barrio Reina del Cisne, KM 11 vía antigua a Cuenca.

Correo electrónico: juan.c.cabrera.v@unl.edu.ec

Teléfono: 0980892507.

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Juan Carlos Guamán Parra, Mg. Sc.

Dedicatoria

A Dios, por Su infinita bondad, por las innumerables bendiciones que ha derramado sobre mí, permitiéndome completar este largo y hermoso trayecto. Gracias por darme la fortaleza y guiarme siempre por el camino correcto.

A mis padres y hermanos, por su amor incondicional, por estar siempre a mi lado y por darme el soporte necesario en cada paso de este proceso. Gracias por su paciencia, sus sacrificios y sus enseñanzas. Este éxito no es solo mío, sino de ustedes, que han sido mi mayor inspiración.

A todos quienes estuvieron conmigo, acompañándome y confiando en mí a lo largo de mi vida universitaria, por su constante presencia y por su fe en mi capacidad. Sin su apoyo, no habría sido posible llegar hasta aquí.

Juan Carlos Cabrera Villalta

Agradecimiento

Al finalizar esta etapa tan importante en mi vida, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a quienes han sido mi fortaleza y guía en este camino.

A Dios, por darme la vida, la salud y la sabiduría para superar cada adversidad. Por brindarme fuerza en los momentos difíciles y esperanza cuando más la necesitaba. Sin sus bendiciones, este logro no habría sido posible.

A mis padres, Luis Cabrera y Yoiz Villalta, por su amor incondicional, por ser siempre ese ejemplo de esfuerzo y perseverancia, y por la educación recibida que me ha permitido llegar hasta donde estoy ahora. Gracias por creer en mí, incluso cuando yo dudé. Este triunfo también es de ustedes.

A mis hermanas, Diana y Carmen, por su compañía, por cada palabra de aliento y por recordarme siempre que los sueños se alcanzan con dedicación y constancia. Su presencia ha sido un refugio y una fuente inagotable de motivación.

A mi hermano José Luis, compañero de vida y de sueños, gracias por estar siempre a mi lado, por brindarme esa mano amiga, ese apoyo incondicional y por cada palabra de aliento en los momentos difíciles. Gracias, hermano, por nunca dudar de mí y por alimentar siempre esa esperanza de poder decirte un día que finalmente lo logramos.

A mi director de tesis, Ingeniero Juan Carlos Guamán, por su invaluable orientación, paciencia y compromiso. Su guía ha sido fundamental para la realización de este trabajo, y su dedicación ha dejado una huella imborrable en mi formación académica y profesional. Finalmente, quiero agradecer a mis amigos y a todos aquellos que, de una u otra forma, han formado parte de este camino. Al personal docente de la carrera de Electricidad de la UNL, les quedo eternamente agradecido por los conocimientos brindados.

Juan Carlos Cabrera Villalta

Índice de Contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de Autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenidos	vii
Índice de Tablas	xii
Índice de Figuras	xiv
Índice de Anexos	xvi
Simbología	xviii
1 Título	1
2 Resumen	2
Abstract	3
3 Introducción	4
4 Marco Teórico	7
4.1 Generación Distribuida	7
4.2 Microrred	8
4.2.1 Conectada a la red	8
4.2.2 Desconectada de la red	8
4.2.3 Microrred Comunitaria	9
4.3 Energía solar fotovoltaica	10
4.3.1 Degradación de los módulos fotovoltaicos	11
4.3.1.1 Modelo exponencial para la degradación de módulos FV.	12
4.4 Sistema de distribución de energía eléctrica	13
4.5 Redes de distribución	13
4.6 Clasificación de la redes de distribución	14
4.6.1 por su nivel de voltaje	14
4.6.1.1 Media tensión o red primaria.	14
4.6.1.2 Baja tensión o red secundaria.	14
4.6.2 Por su ubicación geográfica	15
4.6.2.1 Redes Urbanas.	15
4.6.2.2 Redes Rurales.	15

4.6.3	Por su topología	15
4.6.3.1	Redes de distribución con topología radial.	16
4.6.3.2	Redes de distribución con topología en anillo.	16
4.7	Redes eléctricas de media tensión	17
4.8	Redes de media tensión aéreas	18
4.8.1	Componentes de las redes aéreas	18
4.8.1.1	Postes.	18
4.8.1.2	Conductores.	19
4.8.1.3	Crucetas.	19
4.8.1.4	Aisladores.	19
4.8.1.5	Herrajes eléctricos.	19
4.8.2	Protección y seccionamiento en redes de media tensión aéreas	19
4.8.2.1	Pararrayos.	20
4.8.2.2	Puesta a tierra.	20
4.8.2.3	Seccionadores fusible.	20
4.8.2.4	Seccionadores tipo barra.	20
4.9	Redes de media tensión subterráneas	21
4.9.1	Componentes de las redes subterráneas	21
4.9.1.1	Conductores.	21
4.9.2	Pozos de revisión	21
4.9.3	Banco de ductos	22
4.9.3.1	Zanjas.	22
4.9.3.2	Ductos.	23
4.9.4	Cámaras eléctricas	23
4.9.5	Protección y seccionamiento en redes de media tensión subterráneas	24
4.9.5.1	Celdas de media tensión.	24
4.9.5.2	Interruptor para redes de medio voltaje subterráneas.	24
4.9.5.3	Sistema de puesta a tierra.	24
4.9.5.4	Conectores aislados separables.	25
4.9.5.4.1	Boquilla tipo pozo.	25
4.9.5.4.2	Boquilla tipo inserto.	25
4.9.5.4.3	Boquilla tipo inserto doble.	26
4.9.5.4.4	Conector tipo codo.	26
4.9.5.4.5	Conector tipo T.	27
4.9.5.4.6	Codo portafusible.	27
4.9.5.4.7	Barrajes para derivación en medio voltaje.	28
4.9.5.4.8	Codo apartarayos.	28
4.9.6	Accesorios	28
4.9.6.1	Terminales de medio voltaje.	28
4.9.6.2	Empalmes de medio voltaje.	29
4.9.6.3	Boquilla de parqueo aislado.	29
4.9.6.4	Tapón aislado.	30
4.10	Flujo de carga en redes de distribución	30
4.10.1	Formulación convencional del flujo de potencia	31
4.10.2	Modelado matemático de una red de distribución radial	33
4.10.3	Método de caída de tensión desequilibrado para resolución de flujos de carga	36
4.10.3.1	Distribución de carga.	36

4.10.3.1.1	Metodo kVA conectado.	37
4.10.3.1.2	Método kWh.	37
4.10.3.1.3	Método REA.	38
4.11	Estándares y normativas	38
4.11.1	Regulación Nro. ARCONEL 008/2024 “Distribución y comercialización de energía eléctrica”	38
4.11.2	Regulación Nro. ARCONEL-001/24 “Código de Conexión del Sistema Eléctrico Ecuatoriano”	38
4.11.2.1	Desbalance de voltaje.	39
4.11.3	Regulación Nro. ARCERNNR-008/23 “Marco normativo de la generación distribuida para el autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica”	40
4.11.4	IEEE 2030.7-2017 - Estándar IEEE para la Especificación de Controladores de Microrredes	41
4.11.5	Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	42
4.11.5.1	Caída de tensión admisible para redes primarias.	42
4.11.5.2	Caída de tensión admisible para redes secundarias.	43
5	Metodología	44
5.1	Metodología utilizada para el desarrollo del primer objetivo	45
5.2	Metodología utilizada para el desarrollo del segundo objetivo	47
5.2.1	Selección de la ruta y topología del alimentador principal	47
5.2.2	Selección del conductor y tipo de estructuras	48
5.2.3	Identificador nemotécnico	49
5.3	Metodología utilizada para el desarrollo del tercer objetivo	51
5.3.1	Estudio de cortocircuito	52
5.3.2	Análisis de desbalance de voltaje	52
5.3.3	Análisis de variaciones de voltaje	52
5.4	Metodología utilizada para el desarrollo del cuarto objetivo	52
5.5	Metodología utilizada para el desarrollo del quinto objetivo	53
6	Resultados	55
6.1	Descripción del estado actual de la red de Media tensión	55
6.1.1	Ramal 1	56
6.1.1.1	Observaciones.	57
6.1.2	Ramal 2	57
6.1.2.1	Observaciones.	58
6.1.3	Ramal 3	59
6.1.3.1	Observaciones.	59
6.1.4	Ramal 4	60
6.1.4.1	Observaciones.	60
6.1.5	Ramal 5	61
6.1.5.1	Observaciones.	63
6.1.6	Ramal 6	63
6.1.6.1	Observaciones.	64
6.1.7	Ramal 7	64
6.1.7.1	Observaciones.	65
6.1.8	Ramal 8	65

6.1.8.1	Observaciones.	66
6.1.9	Ramal 9	66
6.1.9.1	Observaciones.	68
6.1.10	Ramal 10	68
6.1.10.1	Observaciones.	69
6.2	Resultados de la simulación de la red actual	69
6.2.1	Líneas y cables sobrecargados	70
6.2.2	Caídas de voltaje	70
6.2.3	Reporte Sumario	71
6.3	Descripción de la red de media tensión propuesta	71
6.3.1	Ruta	73
6.3.2	Conductores	74
6.3.3	Estructuras	76
6.3.4	Equipos de protección y seccionamiento	77
6.3.5	Puntos de ingreso de generación distribuida	79
6.4	Resultados de la simulación de la red propuesta	81
6.4.1	Modo conectado a la red con la demanda actual	81
6.4.1.1	Líneas y cables sobrecargados.	81
6.4.1.2	Caídas de voltaje.	81
6.4.1.3	Pérdidas totales.	82
6.4.2	Modo conectado a la red con la demanda proyectada a 15 años	83
6.4.2.1	Líneas y cables sobrecargados.	83
6.4.2.2	Caídas de voltaje.	84
6.4.2.3	Pérdidas totales.	84
6.4.3	Modo aislado con la demanda actual	85
6.4.3.1	Líneas y cables sobrecargados.	87
6.4.3.2	Caídas de voltaje.	88
6.4.3.3	Reporte sumario.	88
6.4.3.3.1	Producción total.	89
6.4.3.3.2	Cargas totales.	89
6.4.3.3.3	Capacitancia shunt total.	90
6.4.3.3.4	Pérdidas del sistema.	90
6.4.4	Modo aislado con la demanda proyectada a 15 años	90
6.4.4.1	Líneas y cables sobrecargados.	91
6.4.4.2	Caídas de voltaje.	91
6.4.4.3	Reporte sumario.	91
6.4.4.3.1	Producción total.	93
6.4.4.3.2	Cargas totales.	93
6.4.4.3.3	Capacitancia shunt total.	93
6.4.4.3.4	Pérdidas del sistema.	93
6.5	Resultados del análisis de cortocircuito	93
6.6	Resultados del análisis de desbalance de voltaje	95
6.7	Resultados del análisis de variación de voltaje	95
6.8	Selección del PCC y configuración para el modo conectado a la red	95
6.9	Presupuesto	96
7	Discusión	97

8 Conclusiones	100
9 Recomendaciones	102
10 Bibliografía	103
11 Anexos	108

Índice de Tablas

Tabla 1.	Resumen de los modos de degradación en paneles fotovoltaicos	11
Tabla 2.	Calibres de conductores para redes de distribución	15
Tabla 3.	Dimensiones interiores para pozos de revisión	22
Tabla 4.	Profundidad mínima para bancos de ductos	23
Tabla 5.	Diámetro de ductos y tubería metálica para canalizaciones y transiciones	23
Tabla 6.	Dimensiones de cámaras eléctricas	24
Tabla 7.	Categorías de las centrales de generación	39
Tabla 8.	Tiempos mínimos de operación de una central de generación a distintos valores de frecuencia	39
Tabla 9.	Rango de voltaje de operación de una central de generación	39
Tabla 10.	Voltajes de conexión y categorías de los SGDA	40
Tabla 11.	Estudios para determinar la factibilidad de conexión de un SGDA	41
Tabla 12.	Función de transición: de la conexión a red al modo isla	41
Tabla 13.	Primer campo del identificador nemotécnico	50
Tabla 14.	Segundo campo del identificador nemotécnico	50
Tabla 15.	Estructuras de interconexión con el alimentador Cajanuma	55
Tabla 16.	Transformadores del ramal 1	56
Tabla 17.	Transformadores del ramal 2	58
Tabla 18.	Transformadores del ramal 3	59
Tabla 19.	Transformadores del ramal 4	60
Tabla 20.	Transformadores del ramal 5	61
Tabla 21.	Transformadores del ramal 7	64
Tabla 22.	Valores de potencia medidos en la cabecera del alimentador Cajanuma	69
Tabla 23.	Corrientes medidas en las fases del alimentador Cajanuma	69
Tabla 24.	Parámetros operacionales en la partida del ramal 5	70
Tabla 25.	Líneas y cables sobrecargados	70
Tabla 26.	Máximas caídas de voltaje registradas en el alimentador Cajanuma	71
Tabla 27.	Resumen de la simulación del estado actual de la red eléctrica	71
Tabla 28.	Componentes reutilizadas en el diseño propuesto	72
Tabla 29.	Transformadores retirados o reemplazados en el diseño propuesto	72
Tabla 30.	Demanda del campus matriz de la UNL	75
Tabla 31.	Estructuras utilizadas en el diseño de la red de media tensión	77
Tabla 32.	Disposición de fusibles para transformadores de distribución	78
Tabla 33.	Celdas de media tensión consideradas para la nueva red de media tensión	78
Tabla 34.	Instalaciones fotovoltaicas dentro del campus	79
Tabla 35.	Conductores más cargados con demanda actual	81
Tabla 36.	Máximas caídas de voltaje registradas en la red	82
Tabla 37.	Resumen de pérdidas en el alimentador Cajanuma	82
Tabla 38.	Valores totales de potencia proyectada	83
Tabla 39.	Parámetros operacionales en el punto de interconexión A con la demanda proyectada	83

Tabla 40.	Parámetros operacionales en el punto de interconexión B con la demanda proyectada	83
Tabla 41.	Máximas caídas de voltaje registradas en la red con la demanda proyectada .	84
Tabla 42.	Resumen de pérdidas en el alimentador Cajanuma con la demanda proyectada	85
Tabla 43.	Valores de potencia medidos al medio día en cabecera del alimentador Cajanuma	87
Tabla 44.	Demanda por fase del campus matriz UNL al medio día	87
Tabla 45.	Parámetros operacionales en el tramo de red E2-E3	88
Tabla 46.	Reporte sumario de la configuración 1 de la red en modo isla con demanda actual	88
Tabla 47.	Reporte sumario de la configuración 2 de la red en modo isla con demanda actual	89
Tabla 48.	Valores de potencia proyectada por fase al medio día	90
Tabla 49.	Potencia aportada por los RED luego de 15 años de operación	90
Tabla 50.	Parámetros operacionales en el tramo de red E67-E67a	91
Tabla 51.	Reporte sumario de la configuración 1 de la red en modo isla con demanda proyectada	92
Tabla 52.	Reporte sumario de la configuración 2 de la red en modo isla con demanda proyectada	92
Tabla 53.	Cuadro de cortocircuito IEC 60909	93
Tabla 54.	Resumen de caídas de tensión según normativa de la EERSSA	96
Tabla 55.	Resumen de los costos de inversión	96

Índice de Figuras

Figura 1.	Generación distribuida con tecnología fotovoltaica	7
Figura 2.	Arquitectura de una microrred comunitaria	10
Figura 3.	Jerarquía fotovoltaica	11
Figura 4.	Curva exponencial de degradación de módulos FV	13
Figura 5.	Red eléctrica tipo radial	16
Figura 6.	Red eléctrica tipo anillo	17
Figura 7.	Red de media tensión aérea trifásica	18
Figura 8.	Pozo de revisión para redes subterráneas	22
Figura 9.	Boquilla tipo pozo para 15 kV	25
Figura 10.	Boquilla tipo inserto para 15 kV	26
Figura 11.	Boquilla tipo inserto doble para 15 kV	26
Figura 12.	Conector tipo codo para 15 kV	27
Figura 13.	Conector tipo T para 15 kV	27
Figura 14.	Codo portafusible para 15 kV	27
Figura 15.	Barraje de derivación para 15 kV	28
Figura 16.	Codos apartarrayos para 15, 25 y 35 kV	28
Figura 17.	Terminal contráctil en frío para medio voltaje	29
Figura 18.	Empalme contraíble en frío hasta 15 kV	29
Figura 19.	Boquilla de parqueo para 15 kV	30
Figura 20.	Tapón aislado para 15 kV	30
Figura 21.	Modelo de alimentador trifásico	31
Figura 22.	Modelo simplificado de una sección de la RDN para el cálculo del flujo de carga	33
Figura 23.	Croquis del campus matriz de la UNL	44
Figura 24.	Diagrama de flujo de la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo de investigación	45
Figura 25.	Ruta de la red actual de media tensión	46
Figura 26.	Ruta seleccionada para el rediseño de la red de media tensión	48
Figura 27.	Estructura del identificador nemotécnico.	49
Figura 28.	Simbología para redes eléctricas	56
Figura 29.	Ramal trifásico 1	57
Figura 30.	Ramal trifásico 2	58
Figura 31.	Ramal monofásico 3	59
Figura 32.	Ramal trifásico 4	60
Figura 33.	Ramal trifásico 5	62
Figura 34.	Ramal trifásico 6	64
Figura 35.	Ramal trifásico 7	65
Figura 36.	Ramal trifásico 8	66
Figura 37.	Ramal trifásico 9	67
Figura 38.	Ramal trifásico 10	68
Figura 39.	Ruta de la red de media tensión propuesta	74
Figura 40.	Capacidades de conductores de aluminio reforzado ACSR.	76

Figura 41.	Configuración de celdas en las cámaras proyectadas	79
Figura 42.	Ubicación de los proyectos fotovoltaicos de la UNL	80
Figura 43.	Características de los paneles ingresados al software de uso específico . . .	86
Figura 44.	Curva de carga del alimentar Cajanuma al medio día.	86
Figura 45.	Desbalance de voltaje en los puntos de conexión del SGDA	95

Índice de Anexos

Anexo 1.	Certificación de traducción del resumen	108
Anexo 2.	Control de estructuras de la red actual de media tensión	110
Anexo 3.	Configuraciones de la red de media tensión propuesta	117
Anexo 4.	Análisis de variación de voltaje en los nodos	119
Anexo 5.	Calculo de caídas de voltaje	126
Anexo 6.	Presupuesto referencial	132
Anexo 7.	Análisis de precios unitarios	136
Anexo 8.	Configuraciones de la red en modo isla	200
Anexo 9.	Transiciones aéreo-subterráneas en media tensión	202
Anexo 10.	Estructuras centradas en media tensión	204
Anexo 11.	Estructuras voladas en media tensión	206
Anexo 12.	Cronograma valorado de trabajos	208
Anexo 13.	Especificaciones técnicas de celdas de media tensión EATON	212
Anexo 14.	Red de media tensión actual de campus La Argelia UNL	215
Anexo 15.	Diseño de la nueva red de media tensión de la UNL	217

Simbología

Acrónimos

A	Amperio
AAC	Conductor totalmente de aluminio, del inglés <i>All aluminum conductor</i>
ACSR	Conductor de aluminio reforzado con acero, del inglés <i>Aluminum conductor steel reinforced</i>
ANSI	Instituto nacional americano de normas, del inglés <i>American national standards institute</i>
ARCERNNR	Agencia de regulación y control de energía y recursos Naturales no renovables
ARCONEL	Agencia de regulación y control de electricidad
ASTM	Sociedad americana para pruebas y materiales, del inglés <i>American society for testing and materials</i>
AWG	Calibre de cable americano, del inglés <i>American wire gauge</i>
CA	Corriente alterna
CC	Corriente continua
EASA	Empresa Eléctrica Ambato
EEQ	Empresa Eléctrica Quito
EERSSA	Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A
FDV	Factor de caída de voltaje
FP	Factor de potencia
FV	Fotovoltaica/o
GD	Generación distribuida
IEC	Comisión electrotécnica internacional, del inglés <i>International electro-technical commission</i>
IEEE	Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos, del inglés <i>Institute of electrical and electronics engineers</i>
INEN	Servicio ecuatoriano de normalización
kV	Kilovoltio

kVA	Kilovolt-amperio
kVAr	Kilovolt-amperio reactivo
kW	Kilovatio, del inglés <i>Kilowatt</i>
kWh	Kilovatio-hora
LVRU	Índice de desbalance de voltaje en la línea, del inglés <i>Line voltage unbalance rate</i>
MEM	Ministerio de energía y minas
MG	Microrred, del inglés <i>Microgrid</i>
NEMA	Asociación nacional de fabricantes eléctricos, del inglés <i>National electrical manufacturers association</i>
NOM	Norma oficial mexicana
PCC	Punto común de acoplamiento, del inglés <i>Point of Common Coupling</i>
PVRU	Índice de desbalance de voltaje de fase, del inglés <i>Phase voltage unbalance rate</i>
RD	Redes de distribución
RDN	Red de distribución radial, del inglés <i>Radial distribution network</i>
SEP	Sistema eléctrico de potencia
SGDA	Sistema de generación distribuida para autoabastecimiento
VUF	Índice de desbalance de voltaje, del inglés <i>Voltage unbalance rate</i>
XLPE	Polietileno reticulado, del inglés <i>Cross-linked polyethylene</i>

Constantes y variables

e	Número de euler
I	Corriente
P	Potencia activa
Q	Potencia reactiva
R	Resistencia
S	Potencia aparente
V	Voltaje
X	Reactancia

Y	Admitancia	$*$	Conjugado/a
Z	Impedancia	A	Fase A
Símbolos griegos		B	Fase B
α	Ángulo de corriente	C	Fase C
δ	Ángulo de voltaje	n	Número total de nodos o barras
Ω	Ohmios	Subíndices	
θ	Ángulo de admitancia	c	Carga
$\emptyset$	Fase	$i, j, k..n$	Nodos o barras desde i hasta n-ésimo
ϕ	Diferencia del ángulo de corriente y voltaje	p	Pérdidas
Superíndices		$p.u$	Valor en por unidad

1. Título

**Análisis y Reconfiguración de la Red de Media Tensión del Campus Matriz de la
Universidad Nacional de Loja para la Integración de Generación Distribuida**

2. Resumen

En la presente investigación se realizó el análisis de la red de media tensión del campus matriz de la Universidad Nacional de Loja, con el objetivo de proponer una reconfiguración que permitiera la integración de generación distribuida y garantizara una distribución eficiente y segura de la energía eléctrica, asegurando un funcionamiento adecuado del sistema y reduciendo el área de afectación en caso de falla en cualquier punto de la red, cumpliendo con la normativa técnica nacional vigente. Para ello, se llevó a cabo un levantamiento detallado de la infraestructura eléctrica existente y un diagnóstico de su estado actual. Posteriormente, se propuso una nueva topología de red, considerando los puntos preestablecidos de inyección de generación distribuida, garantizando la capacidad de operar en modo aislado cuando fuera necesario. Para validar la propuesta, se realizaron simulaciones mediante un software especializado en dos escenarios distintos: el primero, considerando la demanda actual del campus, y el segundo, con una proyección de la demanda a 15 años, asumiendo un crecimiento anual del 3%. La potencia total aportada por los sistemas de generación distribuida se determinó con base en las características de los arreglos fotovoltaicos propuestos por el equipo de investigación de la carrera de Electricidad, considerando una degradación anual de los módulos fotovoltaicos del 1%. Finalmente, a partir del análisis realizado, se determinó el punto común de acoplamiento más adecuado para el funcionamiento en régimen permanente de la red del campus matriz cuando esta debe operar conectada al alimentador Cajanuma, y se estimó el costo de inversión correspondiente a la construcción de la reconfiguración propuesta.

Palabras claves: Red de distribución, Media tensión, Generación distribuida, Energía fotovoltaica, Flujo de carga.

Abstract

This study analyzes the medium-voltage network of the main campus of the Universidad Nacional de Loja to propose a reconfiguration that enables the integration of distributed generation and ensure an efficient and safe distribution of electrical energy, ensuring the proper functioning of the system and reducing the affected area in the event of a failure at any point in the network, in compliance with the current national technical regulations. For this purpose, a detailed survey of the existing electrical infrastructure was conducted, followed by a diagnostic assessment of its current state. Subsequently, a new network topology was proposed, considering the pre-established distributed generation injection points, guaranteeing the capacity to operate in isolated mode when necessary. To validate the proposal, simulations were performed using specialized software under two scenarios: one based on the campus's current energy demand and another incorporating a 15-year demand projection, assuming an annual growth rate of 3 %. The total power contribution from distributed generation systems was determined according to the specifications of the photovoltaic arrays proposed by the Electricity research team, accounting for an annual degradation rate of 1 % in photovoltaic module efficiency. Finally, based on the analysis, the study identified the optimal common coupling point for the campus network to maintain stable operation when connected to the Cajanuma feeder. Additionally, an investment cost estimation was conducted for implementing the proposed reconfiguration.

Keywords: Distribution network, Medium voltage, Distributed generation, Photovoltaic energy, Load flow.

3. Introducción

En todo el Ecuador, las universidades tanto públicas como privadas, son organismos cuyos consumos energéticos resultan ser elevados en comparación a las cargas comúnmente denominadas “convencionales”, además, debido a la importancia de las actividades que se desarrollan en estos establecimientos, es indispensable que por parte de las empresas distribuidoras se las considere como cargas prioritarias y se pueda garantizar la continuidad del servicio eléctrico en estas instituciones educativas.

La Universidad Nacional de Loja (UNL), es una entidad cuyo consumo anual ronda alrededor de los 1,3 GWh, gran parte de esta energía es utilizada por cargas de uso indispensable para el correcto desarrollo de las actividades académicas y administrativas que se llevan a cabo en la institución. Por ende, para garantizar un correcto avance, sobre todo en los procesos de enseñanza - aprendizaje, es necesario que el suministro eléctrico del establecimiento sea eficiente en los parámetros de cantidad, calidad y continuidad.

En la ciudad de Loja, la administración de la energía en niveles de subtransmisión y distribución, está bajo la responsabilidad de la Empresa Eléctrica Regional del Sur SA. (EERS-SA), la metodología de gestión que utilizan y la configuración actual de la red eléctrica, no les permite clasificar las cargas debido a su prioridad, lo cual significó un gran problema durante la crisis energética que afectó a Ecuador en el año 2024, donde los problemas en el manejo del recurso energético provocaron una serie de cortes de energía no previstos, que afectaron gravemente al sector comercial, productivo y educativo.

Estos apagones, sumados a las fallas en la red eléctrica, se han convertido en una problemática constante para varios sectores del país, ya que garantizar la continuidad del servicio eléctrico resulta complicado cuando se depende completamente de la red eléctrica pública. Por esta razón, a nivel mundial ha surgido el concepto de microrredes, que consiste en un conjunto de unidades generadoras de potencia relativamente baja utilizadas para alimentar cargas específicas. Este modelo de generación brinda a los consumidores una mayor autonomía eléctrica, ya que, en casos de emergencia, estas unidades pueden desconectarse de la red y operar de manera aislada para garantizar el suministro en las cargas que alimentan, siempre y cuando los sistemas de control permitan la formación de una microrred que opere en modo aislado (Bordons et al., 2015).

El uso de microrredes, principalmente con fuentes de energía renovables como la solar fotovoltaica, se presenta como una solución viable ante los desafíos energéticos que enfrenta el país (Puente Bosquez et al., 2024). El problema principal va más allá de la falta de recursos naturales para la generación de energía eléctrica; también involucra problemas estructurales y de gestión que no pueden resolverse a corto plazo (Pesantes, 2024), lo que sugiere que, en

el futuro, los cortes de energía podrían repetirse. Para garantizar altos niveles de calidad en la educación superior, es fundamental que los centros universitarios cuenten con sistemas de energía adecuados, ya que la falta de continuidad del servicio eléctrico afecta directamente la calidad de la enseñanza (García, 2024).

La UNL ha planteado una serie de propuestas para alcanzar la sostenibilidad energética de su campus central, entre ellas, el uso de energías renovables. Dado que el campus abarca una extensión considerable de terreno, resulta conveniente estructurar una microrred a nivel de media tensión para reducir la corriente que circula por los conductores y, con ello, minimizar las pérdidas en la distribución de energía (Castilla Gallego, 2019). Sin embargo, el estado actual y la topología radial de la red de media tensión del campus la hacen poco resiliente y confiable. Además, si se implementaran sistemas de generación distribuida utilizando la infraestructura existente, no se garantizaría que la energía generada sea consumida localmente en su totalidad, debido a la presencia de múltiples puntos de interconexión con la red de la empresa distribuidora, lo que dificulta significativamente el control de la energía.

Para aumentar la autonomía energética del campus mediante el uso de sistemas de generación distribuida, es necesario contar con una red de media tensión que pueda operar tanto en modo conectado a la red, utilizando la energía comprada a la empresa eléctrica, como en modo isla, empleando la potencia generada por las unidades generadoras distribuidas dentro del campus.

El presente trabajo de investigación se centra en el diseño y análisis de una red de media tensión que permita aumentar la confiabilidad energética dentro del campus de la UNL y que, además, considere el uso de sistemas de generación distribuida para operar de manera aislada cuando el suministro externo no garantice los índices de calidad necesarios. El rediseño de la red es de suma importancia para asegurar que la generación distribuida se integre de manera eficiente y estable, maximizando el aprovechamiento de los recursos energéticos disponibles. Una correcta integración permitirá garantizar la continuidad del suministro eléctrico en el campus universitario.

Además de los beneficios directos para la UNL, este proyecto servirá como un caso de estudio y referencia para otras instituciones académicas y entidades interesadas en la integración de generación distribuida. Los resultados de esta investigación proporcionarán datos y conocimientos valiosos que podrán ser utilizados para mejorar las prácticas actuales de rediseño de redes eléctricas y fomentar el desarrollo de sistemas energéticos más sostenibles y resilientes.

El uso de tecnologías renovables ha tenido una gran acogida en el país. Prueba de ello es que el gobierno nacional, a través de la expansión del Plan Maestro de Electricidad hasta 2031, espera alcanzar un aporte total de 1440 MW de potencia proveniente exclusivamente de energías no convencionales (CELEC, 2021). Sin embargo, en modelos energéticos similares implementados en otras partes del mundo, se han registrado fallas en la entrega de energía a los usuarios finales, principalmente debido a la limitada capacidad de las redes de distribución (Berrío & Zuluaga, 2014). En este contexto, los objetivos planteados para el desarrollo de este trabajo son los siguientes:

Objetivo General

Realizar la propuesta de reconfiguración de la red de media tensión del campus matriz de la Universidad Nacional de Loja cumpliendo la normativa técnica nacional para la integración de generación distribuida

Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento y diagnóstico detallado del estado actual de la red de media tensión del campus matriz de la UNL
- Realizar la propuesta de reconfiguración de la red de media tensión a partir de puntos preestablecidos de inyección de generación distribuida considerando una topología que permita operar la red en modo aislado.
- Simular el funcionamiento de la reconfiguración propuesta para verificar el cumplimiento de los parámetros técnico-operacionales descritos en la normativa nacional.
- Determinar el punto más conveniente de interconexión con la red de la empresa eléctrica distribuidora en base a la reconfiguración propuesta.
- Estimar los costos de inversión de la reconfiguración de la red de media tensión

4. Marco Teórico

4.1. Generación Distribuida

Las unidades de generación distribuida (GD) son fuentes de generación de energía relativamente pequeñas que están conectadas a las redes de distribución (RD) y se ubican cerca de las cargas que abastecen (Huda & Živanović, 2017).

Los generadores distribuidos pueden incluir microturbinas eólicas y sistemas de energía fotovoltaica (Figaj, 2021), así como generadores convencionales, entre ellos generadores monofásicos, trifásicos de inducción y síncronos, los cuales producen electricidad a partir de la combustión de combustibles fósiles (Ferahtia et al., 2024).

Los sistemas de generación distribuida (GD) forman parte del concepto de microrred, la cual está compuesta por diversos generadores distribuidos, incluidas fuentes de energía renovable, sistemas de almacenamiento de energía, cargas controlables y no controlables, así como equipos de red, como sistemas de control y protección (Dagar et al., 2021). Estos elementos son fundamentales en el desarrollo de ciudades inteligentes (Smart Cities), ya que una correcta distribución de la GD permite un equilibrio en la generación y reduce la dependencia de grandes centrales eléctricas. Además, la generación distribuida emplea, en gran medida, fuentes de energía renovable, lo que contribuye a una reducción significativa de las emisiones de CO_2 (Fundación Endesa, 2014). En la figura 1 se muestra la arquitectura básica de la instalación de sistemas fotovoltaicos para generación distribuida.

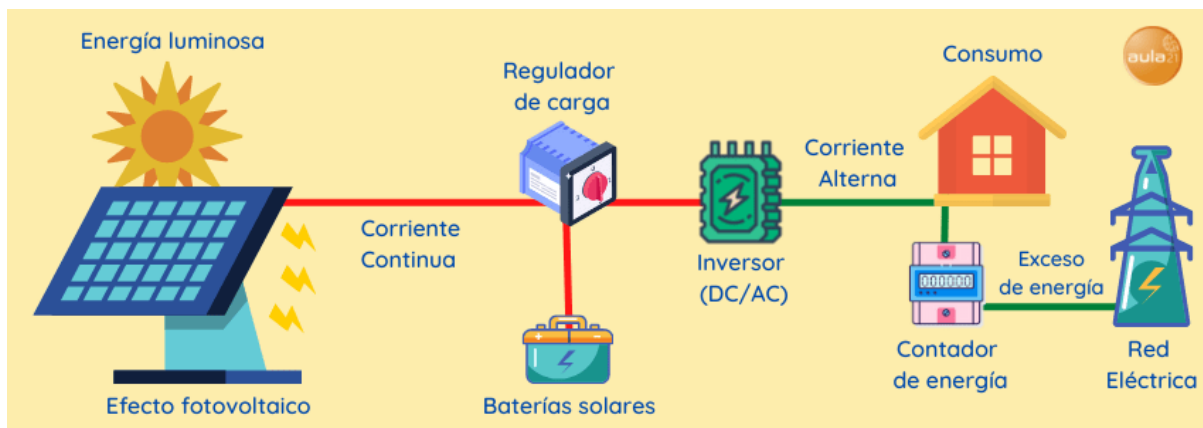


Figura 1. Generación distribuida con tecnología fotovoltaica

Fuente: (Aula 21, 2024)

Entre las principales características de la GD se pueden destacar las siguientes:

- **Reducción de pérdidas:** Al ubicarse cerca de los puntos de consumo, la generación distribuida permite el uso de redes eléctricas más cortas, lo que disminuye las pérdidas en el transporte de energía.

- **Mayor confiabilidad del sistema eléctrico:** La generación distribuida puede suministrar energía a los consumidores sin depender completamente de la red eléctrica convencional, lo que permite mantener el suministro incluso cuando la red externa está fuera de servicio.
- **Unidades de pequeña potencia:** Cada unidad de generación abastece a un número limitado de usuarios, por lo que su potencia no necesariamente es alta, siendo comúnmente inferior a 10 kW.
- **Uso de energías renovables:** Las tecnologías basadas en energías renovables son las más adecuadas para este tipo de instalaciones, ya que pueden integrarse fácilmente en las proximidades de las cargas.

4.2. Microrred

Una microrred (MG) se define como un grupo de cargas y microgeneradores que operan como un sistema único, proporcionando energía a su área local (Ferahtia et al., 2024). Existen varios tipos de microrredes, las cuales pueden trabajar en corriente continua (CC) o en corriente alterna (CA) (Che et al., 2015).

Una ventaja de las microrredes es que pueden suministrar energía a regiones que no tienen acceso a la red de distribución eléctrica. Las denominadas “microrredes aisladas” se caracterizan por estar dotadas de generación in situ, basada en los recursos disponibles en la zona o en combustibles de fácil transporte. Las energías renovables como la solar, eólica e hídrica pueden ser abundantes de manera local, lo que las convierte en fuentes de generación potenciales para este tipo de instalaciones (Medina, 2014).

En contraste con las microrredes aisladas, las microrredes interconectadas con la red se enlazan con la red de distribución mediante un punto común de acoplamiento (PCC), el cual es un interruptor que permite una transición suave entre los modos “conectado” y “desconectado”. Este interruptor tiene, además, la capacidad de aislar la microrred si la calidad del suministro eléctrico externo disminuye por debajo de un umbral establecido (Medina, 2014).

El PCC permite a la MG operar en cualquiera de los siguientes modos:

4.2.1. *Conectada a la red*

En este modo, la MG abastece la mayor cantidad posible de la demanda y gestiona la carga y/o descarga de los sistemas de almacenamiento. La red externa actúa como una barra slack, proporcionando la referencia de tensión y frecuencia para la correcta operación de la microrred (Medina, 2014).

4.2.2. *Desconectada de la red*

La MG puede operar en este modo por cualquiera de las siguientes razones:

- La energía suministrada por la red externa es de baja calidad.
- El precio de la energía es elevado.
- El sistema eléctrico se encuentra en estado de alerta.

Para una correcta operación de la microrred desconectada de la red, debe existir en todo momento un correcto equilibrio entre la generación y la demanda, es por ello que en este modo es muy importante que los sistemas de control brinden las facilidades necesarias para poder realizar una activa gestión de la carga, sobre todo en sistemas donde la capacidad de almacenamiento o la energía disponible no es considerable (Medina, 2014).

Las microrredes operan por lo regular a niveles de baja tensión alimentando demandas no superiores a los 10kW (Guamán-Sánchez, 2017), por lo que se podría considerar una microrred como un generador con la potencia necesaria para abastecer cargas cercanas a este, sin embargo cuando la carga y la generación están distribuidas a lo largo de una extensión de terreno, mantener en niveles permisibles los parámetros de estabilidad, dinámica y control se vuelve un reto significativo en la gestión de la energía, por lo que entonces surge el concepto de microrred comunitaria.

4.2.3. *Microrred Comunitaria*

Una microrred comunitaria, conecta múltiples microrredes individuales, aquí se considera que cada microrred individual opera como un sistema auto controlable que puede cooperar con las microrredes vecinas para ofrecer operaciones de respaldo a la microrred comunitaria (Che et al., 2015), por lo que se requiere de un sistema de distribución que permita interconectar adecuadamente todas las microrredes.

Actualmente, el uso de microrredes cubre las siguientes áreas de aplicación: En primer lugar, suministran electricidad a zonas remotas. En segundo lugar, proporcionan una fuente de respaldo para clientes con requisitos de alta confiabilidad en caso de una falla en la red. En tercer lugar, apoyan la disminución de picos al proporcionar energía durante los períodos de máxima demanda, lo que ayuda a reducir las cargas máximas. En cuarto lugar, brindan soporte en el equilibrio del voltaje de la red, lo que reduce la pérdida de energía y mejora el factor de potencia. Por último, la generación distribuida ofrece beneficios económicos que los usuarios pueden aprovechar a través de una inversión para acceder a la red (Liu, 2015). La arquitectura básica de una microrred comunitaria se muestra en la figura 2.

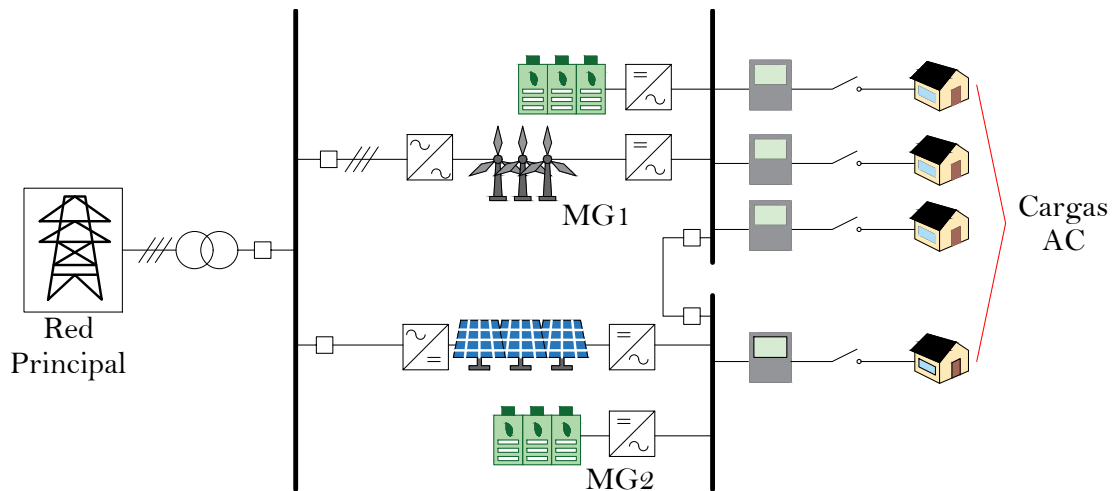


Figura 2. Arquitectura de una microrred comunitaria

Para que los sistemas eléctricos puedan operar de manera adecuada, las microrredes deben garantizar la estabilidad de si mismas, así como la de la red con la cual se conectan, según (Gonzales, 2014) para que esto sea posible es necesario realizar lo siguiente:

- Supervisar continuamente la condición de los componentes de la MR.
- Programar correctamente todos los sistemas conectados.
- Brindar las facilidades al operador del sistema eléctrico para que este pueda tener control sobre la previsión de la generación y demanda.
- Tener una comunicación activa con el mercado eléctrico para garantizar un funcionamiento económico.
- Realizar la correcta coordinación de protecciones de la MR.

4.3. Energía solar fotovoltaica

La tecnología solar fotovoltaica (FV) es una fuente de generación de energía eléctrica que aprovecha el efecto fotovoltaico, un proceso mediante el cual la luz solar, compuesta por fotones, se convierte en electricidad. Un sistema fotovoltaico está compuesto por módulos o paneles, los cuales contienen las células solares encargadas de transformar la radiación en energía eléctrica. Para obtener una mayor producción de electricidad, varios módulos se conectan entre sí, formando arreglos más grandes, como se ilustra en la jerarquía fotovoltaica de la figura 3 (Mukhopadhyay, 2023).

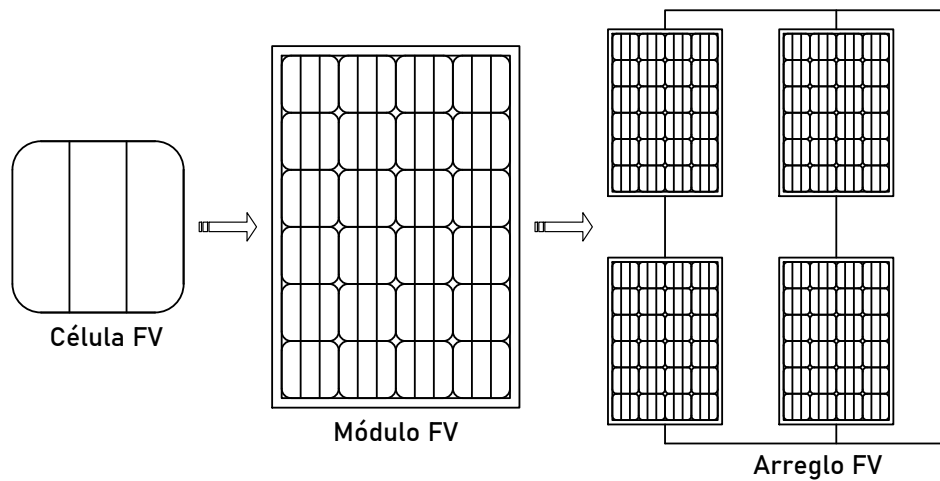


Figura 3. Jerarquía fotovoltaica

Fuente: Adaptado de (Mukhopadhyay, 2023)

El sistema solar fotovoltaico completo consta de un panel solar, un convertidor CC-CC, un inversor y la carga. El impacto variable de la irradiancia solar y la temperatura de la célula degrada el rendimiento del panel solar de modo que no funciona a su máxima potencia (Kamran, 2023).

4.3.1. Degradación de los módulos fotovoltaicos

A continuación, en la tabla 1, se muestran los distintos modos de degradación, los factores ambientales que los inducen o aceleran y los parámetros eléctricos que se ven inmediatamente afectados por su incidencia, contemplando que todos los modos producen una disminución en la potencia generada por el módulo fotovoltaico.

Tabla 1. Resumen de los modos de degradación en paneles fotovoltaicos

Modo de Degradación	Factor Ambiental	Parámetro Eléctrico
Decoloración	Radiaciones ultra violeta	Disminución de I_{SC}
Delaminación	Calor y humedad	Aumento de R_S
Corrosión	Humedad	Aumento de R_S
Puntos calientes	Sombreamiento parcial, falla de fábrica	Disminución de I_{SC} y V_{OC}
Burbujas	Calor y humedad	Aumento de R_S
Roturas	Granizo, actos vandálicos, falla de fábrica	Aumento de R_S , disminución de I_{SC} y V_{OC}
PID	Calor y humedad	Disminución de P_{MPP} y R_P
Descargas eléctricas	Relámpagos	Aumento de R_S

Fuente: (Reguera Gil et al., 2015)

4.3.1.1 Modelo exponencial para la degradación de módulos FV. Este modelo matemático se basa en la disminución de potencia que ocurre con el tiempo debido a la degradación de los módulos fotovoltaicos. La pérdida de potencia está directamente relacionada con el nivel de degradación: cuanto mayor es la degradación, menor es la electricidad generada.

Partiendo de una potencia inicial de la instalación, denominada P_0 (potencia nominal del módulo), la potencia disponible en un momento determinado se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$P(t) = P_0 - At \quad (1)$$

Donde A es un parámetro que representa la disminución anual de la potencia del módulo, y t es el tiempo en años. Así, la tasa de degradación anual del módulo fotovoltaico $\left(\frac{-A}{P_0}\right)$ se mantiene constante a lo largo de los años.

Sin embargo, de acuerdo con (Reguera Gil et al., 2015), esta expresión no cuenta con la fundamentación suficiente para ser considerada válida. Por ello, recomienda utilizar la siguiente relación exponencial, la cual es más adecuada para elementos optoelectrónicos:

$$P(t) = P_0 e^{-\alpha t} \quad (2)$$

Donde α es el factor de degradación del módulo, determinado por el fabricante a partir de diversas pruebas de ensayo. La curva de degradación de este modelo se puede visualizar en la Figura 4, donde se observa la tendencia de reducción de la potencia generada a lo largo del tiempo.

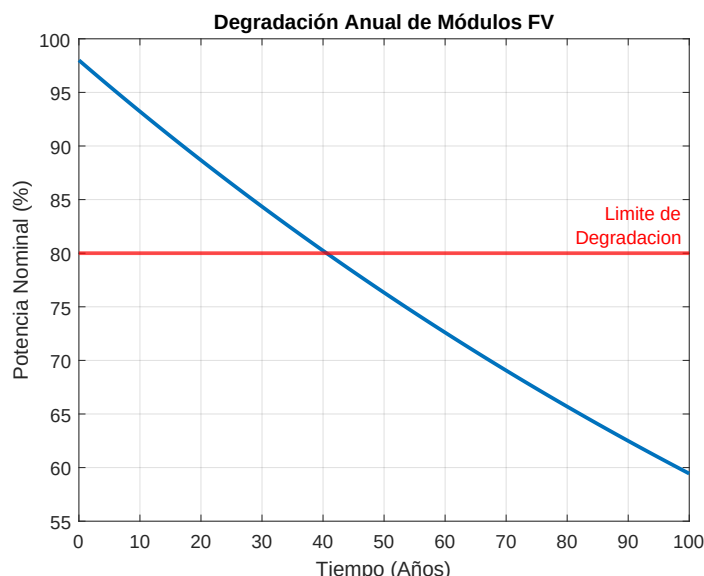


Figura 4. Curva exponencial de degradación de módulos FV

Fuente: Adaptado de (Reguera Gil et al., 2015)

4.4. Sistema de distribución de energía eléctrica

Los sistemas eléctricos de potencia (SEP) comprenden las etapas de generación, transmisión y distribución (Huda & Živanović, 2017). Debido a la complejidad asociada al estudio de los SEP, estas etapas se analizan por separado; es decir, por un lado, se estudian la generación y la transmisión, y por otro, la distribución. Este principio se aplica incluso en las empresas eléctricas alrededor del mundo, donde se establecen departamentos especializados para el estudio de cada una de estas áreas (Moron, 2009).

Según (Castaño, 2009), un sistema de distribución abarca las subestaciones de distribución, las líneas primarias de distribución, los transformadores de distribución y las líneas secundarias de distribución. A esto se suman las acometidas y los medidores (Moron, 2009).

4.5. Redes de distribución

Las redes de distribución eléctrica están formadas por un sistema de conductores y transformadores que trabajan en conjunto para transportar la energía desde las subestaciones de distribución hasta los usuarios finales. Una característica determinante de las redes de distribución es su nivel de tensión, que es considerablemente menor en comparación con las redes de transmisión y subtransmisión (Flores Villafuerte, 2022). Estas redes deben cumplir con estándares de calidad que permitan a las empresas distribuidoras garantizar la confiabilidad del suministro eléctrico (Fundación Endesa, 2019).

4.6. Clasificación de la redes de distribución

4.6.1. *por su nivel de voltaje*

4.6.1.1 Media tensión o red primaria. La red primaria está conformada por todos los componentes que operan en niveles de voltaje dentro del rango de 0,6 kV hasta 30 kV (ARCONEL, 2024b; EEQ, 2021). Su función es transportar la energía desde las subestaciones de distribución hasta los transformadores (Moron, 2009).

Las líneas primarias se componen de troncales y ramales. Los troncales son los alimentadores a nivel de media tensión, cuyos conductores son de mayor calibre. Estos inician en las barras de salida de las subestaciones y constituyen la parte principal de la red primaria, por lo que poseen una elevada capacidad de transporte (EEQ, 2021). Por otro lado, los ramales son las líneas que se derivan lateralmente de los alimentadores o troncales para alcanzar un área de servicio específica (EEQ, 2021). Los calibres de los conductores utilizados en los ramales suelen ser menores que los empleados en las troncales (Moron, 2009).

En la región suroriental del Ecuador, dentro del área de concesión de la EERSSA, los alimentadores primarios operan con dos niveles de tensión, los cuales varían según la ubicación geográfica y las condiciones del sistema eléctrico de cada zona, de la siguiente manera (EERSSA, 2012):

- **Zona de Loja:** *“Abarca toda la provincia de Loja, donde el sistema de distribución funciona con una tensión de 13,8/7,97 kV.”*
- **Zona Oriental:** *“Comprende la provincia de Zamora Chinchipe y el cantón Gualaquiza, donde la tensión en el sistema de distribución es de 22/12,7 kV.”*

4.6.1.2 Baja tensión o red secundaria. Las redes secundarias operan con un voltaje menor a los 600 V, o también llamado voltaje de utilización (EEQ, 2021), las redes de secundarias son las que permiten abastecer de energía a las cargas residenciales, comerciales y a las pequeñas industrias (Castaño, 2009).

De acuerdo con (EERSSA, 2012), las redes secundarias pueden ser ser monofásicas o trifásicas, con los siguientes niveles de voltaje:

- Sistemas monofásicos: 240/120 V.
- Sistemas trifásicos: 220/127 V.
- Sistemas eléctricos industriales o comerciales: Se diseñan con niveles de voltaje especiales y son alimentados directamente desde los terminales de baja tensión del transformador.

Los tipos y calibres de conductores deben ser seleccionados de acuerdo con las necesi-

dades específicas de cada tipo de usuario o instalación. Según (EASA, 2021), la sección de los conductores a utilizar debe estar dentro del rango indicado en la tabla 2.

Tabla 2. Calibres de conductores para redes de distribución

Redes	Tipo de conductor	Calibre (AWG o MCM)	
		Min.	Max.
Primarias	ACSR	2/0	266,8
Secundarias	ACSR	1/0	2/0
	Preensamblado	3x1/0+1/0	3x2/0+2/0
		2x1/0+1/0	2x2/0+2/0

Nota. Los calibres de los conductores pueden variar de acuerdo con los requerimientos del usuario.

Fuente: (EASA, 2021).

4.6.2. Por su ubicación geográfica

Los parámetros técnicos constructivos de redes eléctricas cambian de acuerdo a la ubicación geográfica (EERSSA, 2012), por ello es importante considerar este aspecto previo al diseño de redes de distribución eléctrica.

4.6.2.1 Redes Urbanas. Las zonas céntricas de las áreas urbanas son sitios en donde las cargas son bastante concentradas. Las redes que dotan de energía a estas áreas se conforman entre líneas monofásicas y trifásicas. En las partes no céntricas predominan las redes de distribución aéreas, por otra parte, en las zonas centralizadas generalmente es mayoritario el uso de redes subterráneas (Flores Villafuerte, 2022).

4.6.2.2 Redes Rurales. Gran parte de las zonas rurales no cuentan con manzanas bien definidas. Debido a esto, los habitantes de las periferias rurales comúnmente se encuentran alejados unos de otros y dispersos en una amplia extensión de terreno, lo que hace que las redes eléctricas deban recorrer grandes distancias para transportar la electricidad hasta los usuarios finales (Flores Villafuerte, 2022).

Las contingencias en este tipo de redes son bastante recurrentes, y su ubicación, generalmente en zonas de difícil acceso, dificulta las labores de mantenimiento. La mayoría de las cargas localizadas en las zonas rurales son de tipo residencial, con demandas de energía bastante bajas (Castaño, 2009).

4.6.3. Por su topología

Dependiendo de la disposición del alimentador, un sistema de distribución se puede clasificar en función de su topología (Huda & Živanović, 2017), en donde se distinguen, sistemas

radiales, sistemas en anillo y sistemas tipo malla (Ochoa Álava & Bravo Contreras, 2022).

4.6.3.1 Redes de distribución con topología radial. En un sistema de distribución radial, las líneas parten desde las subestaciones y se ramifican por toda el área de suministro. La red radial se alimenta por un único extremo, desde el que se alimentan los diversos transformadores (Ochoa Álava & Bravo Contreras, 2022). De esta forma, la energía tiene un solo camino desde la subestación hasta el consumo, como se observa en la figura 5.

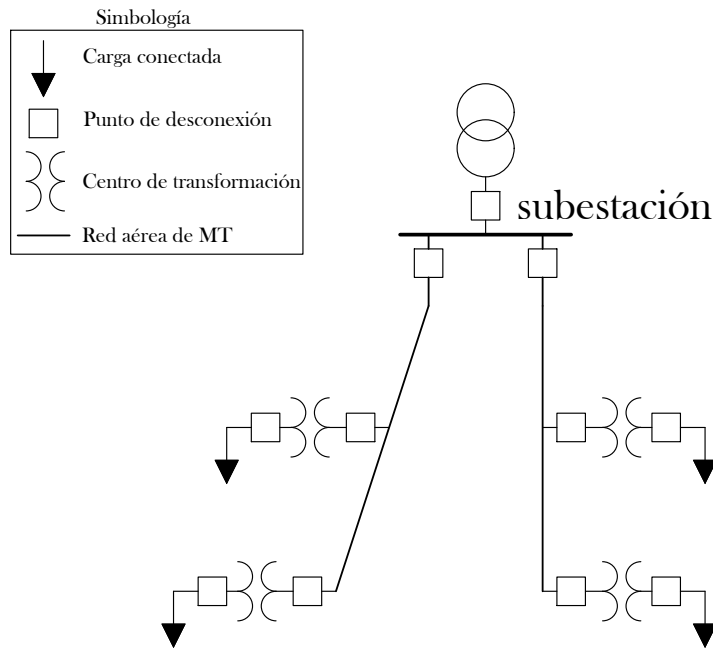


Figura 5. Red eléctrica tipo radial

Fuente: Adaptado de (Schlabach & Rofalski, 2014)

La confiabilidad con respecto a la continuidad del servicio en los alimentadores primarios radiales es baja, ya que una falla en cualquier parte del alimentador causa un corte de energía para todos los consumidores ubicados aguas abajo del punto de falla, sin embargo son sistemas de fácil mantenimiento y de bajo costo, por lo que son las empleados en la actualidad (Gonen, 2014).

4.6.3.2 Redes de distribución con topología en anillo. La configuración en anillo brinda dos caminos paralelos desde la subestación hacia la carga. La confiabilidad de estos sistemas es buena, ya que mediante el uso de disyuntores se puede aislar ciertas secciones del alimentador minimizando la zona de afectación en caso de falla (Ochoa Álava & Bravo Contreras, 2022).

El tipo más simple de anillo se obtiene conectando los extremos de la línea (partiendo desde una topología radial) de regreso a la subestación de alimentación, como se muestra en la

figura 6.

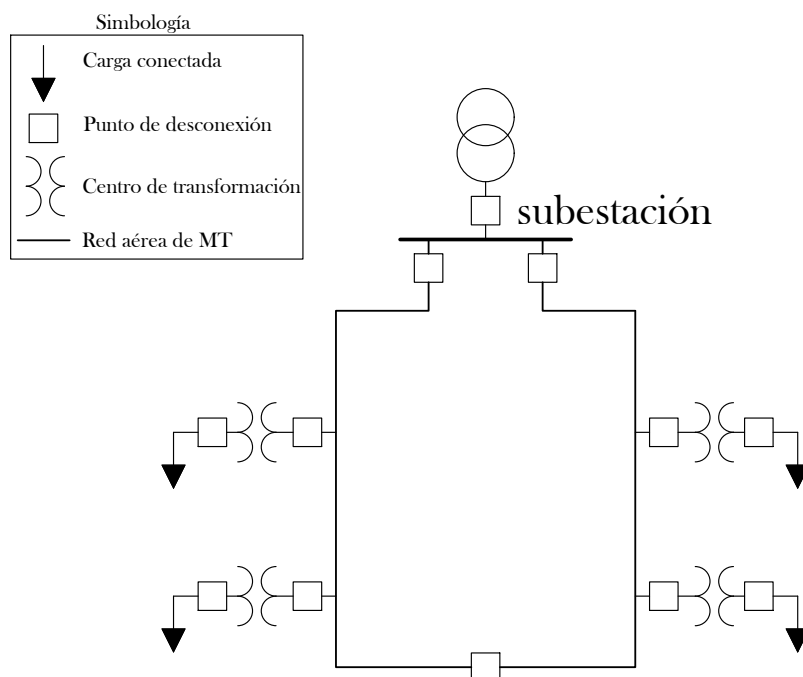


Figura 6. Red eléctrica tipo anillo

Fuente: Adaptado de (Schlabach & Rofalski, 2014)

Generalmente los sistemas en anillo funcionan con desconexión abierta en ubicaciones definidas en cada línea, lo que proporciona un funcionamiento sencillo que incluye una capacidad de reserva conmutable, la cual depende de la carga de las líneas. La capacidad de los conductores debe seleccionarse de tal manera que en caso de falla de una sección del alimentador, la carga total de esta sección en cuestión pueda ser suministrada después de cerrar el interruptor en el punto de desconexión abierto. Esto significa que la carga de cada alimentador debe mantenerse al 50 % de la carga térmicamente permitida (Schlabach & Rofalski, 2014).

4.7. Redes eléctricas de media tensión

Según la (ARCONEL, 2024b), los niveles de media tensión para todo el territorio ecuatoriano, van desde 0,6 kV hasta 40 kV, en la zona de concesión de la EERSSA los niveles de medio voltaje son de 13,8 kV y 22 kV en alimentadores trifásicos, y 7,97 kV, 12,7 kV en alimentadores monofásicos (EERSSA, 2012).

Las redes eléctricas a nivel de media tensión son las encargadas de alimentar los transformadores que entregan electricidad a los usuarios finales (Ochoa Álava & Bravo Contreras, 2022). Estas redes utilizan conductores, los cuales se encuentran dispuestos a lo largo de todo el recorrido. Los conductores pueden estar soportados por estructuras de hormigón, metálicas, fibra de vidrio, o, en algunas redes ya en desuso, por estructuras de madera en el caso de las

redes aéreas. Para las redes subterráneas, se utilizan canalizaciones construidas por debajo del nivel del suelo (Flores Villafuerte, 2022).

4.8. Redes de media tensión aéreas

En estas redes de media tensión la mayoría de componentes se encuentran ubicados por encima del nivel del suelo o terreno. Los conductores, los cuales son los encargados de transportar la energía eléctrica son colocados en la parte superior de los postes en estructuras que llevan el nombre de crucetas. Se conoce como poste a la estructura tipo columna fabricada de diferentes materiales, los mas comunes son los postes de hormigón armado, se disponen de manera vertical y sirven como soporte para la aparamenta que conforman las redes de distribución (EEQ, 2021).

La mayoría de este tipo de construcciones utilizan conductores desnudos, es decir que no cuentan con una chaqueta aislante, esto reduce significativamente el costo de construcción, además este tipo de redes son las mas utilizadas en todo el Ecuador, por lo que los materiales e insumos para su construcción tienen alta disponibilidad (Flores Villafuerte, 2022). En la figura 7 se muestra la disposición de una estructura utilizada en las redes aéreas.



Figura 7. Red de media tensión aérea trifásica

Fuente: El autor

4.8.1. Componentes de las redes aéreas

4.8.1.1 Postes. Estos pueden ser fabricados de diversos materiales, la elección de los mismos dependerá de su finalidad específica. Según (MEM, 2023), los postes a utilizarse en redes de distribución serán del tipo circulares de hormigón armado o plástico reforzado con fibra de vidrio que cumplan con las normas INEN y las exigencias del ministerio de energía y

minas.

Las alturas normalizadas son de 10 y 12 m, con una carga horizontal de rotura de 400 y 500 kg, respectivamente. En casos especiales y cuando sea necesario, se pueden utilizar postes de 14, 16 y 18 m, así como postes autosoportantes con una carga de rotura de 2000 kg para evitar el uso de tensores.

4.8.1.2 Conductores. En las redes de distribución aéreas se utilizan conductores desnudos de aluminio reforzado con acero, conocidos por sus siglas en inglés como ACSR (Aluminum Conductor, Steel Reinforced). Para calibres menores a 4/0, en el sistema de calibre de cable americano (AWG), el conductor está compuesto por 7 hilos, de los cuales 6 son de aleación de aluminio 1350-H19 (AAC), cableados de manera concéntrica en sentido horario alrededor de un núcleo formado por un hilo de acero galvanizado. Si el calibre a utilizar es de 266,8 mil circular mil (MCM), el conductor debe tener 33 hilos: 26 de aleación de aluminio en la capa exterior y 7 hilos de acero galvanizado para el núcleo, cableados en sentido contrario a la capa exterior inmediata (MEM, 2023).

4.8.1.3 Crucetas. Se utilizan para soportar los conductores y aisladores en las redes aéreas. De acuerdo con la norma de calidad NTE INEN 3046, estas deben fabricarse a partir de una sola pieza sin soldaduras, con un perfil tipo L cuyas dimensiones mínimas son 75 x 75 x 6 mm. El número de perforaciones y su distribución deben ser acordados entre el fabricante y el cliente. Además, las crucetas deben contar con un recubrimiento galvanizado en caliente, cuyo espesor mínimo promedio será determinado según la norma ASTM A123 (MEM, 2023)

4.8.1.4 Aisladores. Los aisladores en las redes eléctricas tienen la función de sujetar mecánicamente las líneas eléctricas, manteniéndolas aisladas de la tierra y de otros elementos conductores, evitando el flujo de corriente entre las líneas y los apoyos, tanto en condiciones normales de tensión como durante sobretensiones (Estructuralia, 2018). En las redes de distribución, los aisladores pueden ser de porcelana o de caucho siliconado, y deben contar con un nivel de aislamiento adecuado según la aplicación específica (MEM, 2023).

4.8.1.5 Herrajes eléctricos. Son elementos metálicos galvanizados que tienen como objetivo principal la fijación de todos los componentes que conforman la red eléctrica a las estructuras de sujeción y soporte. En todo caso el recubrimiento galvanizado de los herrajes debe estar sujeto a la norma ASTM A123.

4.8.2. *Protección y seccionamiento en redes de media tensión aéreas*

Los equipos de protección y seccionamiento se instalan con la finalidad de proteger la red, aislar fallas o reconfigurar la topología del sistema para garantizar el correcto funciona-

miento del mismo, en las redes de distribución se puede encontrar los siguientes dispositivos:

4.8.2.1 Pararrayos. Deben ser para instalación en exteriores, los pararrayos tienen como objetivo desviar las sobrecorrientes hacia tierra, evitando daños tanto a los usuarios como a los equipos de la red eléctrica. Los pararrayos deben ser diseñados y probados de acuerdo con las normativas IEEE Std C 62.11-2012, IEC 60099-4 y ASTM A153. Según los requisitos eléctricos, el material para la envolvente de los pararrayos puede ser polímero, caucho siliconado o concreto de polímero (MEM, 2023).

4.8.2.2 Puesta a tierra. La resistencia de puesta a tierra tendrá un valor máximo de $10\ (\Omega)$, la bajate a tierra se hará con conductor de cobre cableado desnudo, el calibre mínimo será el 4 AWG, y estará conectado al neutro de las redes aéreas mediante un conector perno hendido cobre-aluminio de tamaño adecuado, y conectado a tierra por medio de una varilla de cooperweld de $5/8'' \times 180\text{ cm}$ (EERSSA, 2012).

El neutro de las redes de distribución debe ser conectado a una puesta a tierra en cualquiera de los siguientes casos:

- Cada 500 o 600 metros en un alimentador primario.
- En cada estructura donde haya un centro de transformación.
- En las estructuras terminales de las redes de bajo voltaje.
- En todos los equipos de medición.

4.8.2.3 Seccionadores fusible. En redes aéreas se utiliza el seccionador fusible tipo abierto, para corriente mínima de 100 A (Castaño, 2009). Estos se encargan de seccionar y proteger contra sobrecorrientes todos los elementos conectados aguas abajo del mismo. Los seccionadores fusible deberán ser instalados en cualquiera de las siguientes instancias (EERSSA, 2012):

1. En ramales trifásicos y monofásicos que parten de un alimentador primario trifásico.
2. En las derivaciones de un alimentador monofásico que superen los 300 m.
3. Cada 3 km de red de distribución o de alimentadores primarios, se deben instalar seccionadores fusibles y pararrayos.
4. En el montaje de transformadores en poste, si estos son convencionales se deberá considerar también la instalación de pararrayos.
5. En todo tipo de transición aéreo-Subterránea.

4.8.2.4 Seccionadores tipo barra. A diferencia de los seccionadores fusible, los seccionadores tipo barra solo sirven para realizar maniobras de apertura y cierre sin brindar nin-

gún tipo de protección, estos últimos serán ubicados en puntos estratégicos del recorrido de los alimentadores principales, el diseño y dimensionamiento de los mismos debe realizarse en coordinación con la empresa distribuidora (EERSSA, 2012).

4.9. Redes de media tensión subterráneas

En una red de distribución subterránea todos los elementos que la conforman se encuentran bajo tierra, eliminando de esta manera la contaminación visual y los peligros inherentes al uso de redes aéreas, por lo general, las redes subterráneas se construyen en zonas urbanas, este tipo de redes son mas confiables y seguras, sin embargo su costo de construcción es elevado en comparación a las redes de distribución aéreas (Anchatuña Maigua, 2022). El tipo de materiales, elementos y componentes de esta red dependen mucho del nivel de tensión soportado por la misma.

4.9.1. Componentes de las redes subterráneas

4.9.1.1 Conductores. Para niveles de media tensión, (EERSSA, 2012) expone que, en todos los casos, el cable a utilizar para las fases debe ser monopolar, con aislamiento XLPE o similar, y, para el neutro, el conductor debe ser de cobre desnudo cableado. Tanto para las fases como para el neutro, el calibre mínimo es 2 AWG.

Debido a la dificultad que representa localizar fallas en los cables subterráneos, además de que su reparación puede tomar mucho tiempo, es recomendable que estos sistemas sean construidos en anillo abierto, de esta manera se puede garantizar la continuidad del servicio en caso de falla (Prócel, 2017).

4.9.2. Pozos de revisión

Se utilizan en cambios de dirección y en transiciones aéreo-subterráneas. En los tramos rectos de los circuitos el diseño debe garantizar que los pozos se ubiquen a una distancia mínima y máxima de 30 y 60 metros, respectivamente.

Según (MEM, 2011a) de acuerdo a la aplicación específica, las dimensiones interiores de los pozos se indican en la tabla 3.

Tabla 3. Dimensiones interiores para pozos de revisión

Tipo	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Aplicación
A0	0,40	0,40	0,40	AP
A	0,60	0,60	0,75	AP-Acometidas
B	0,90	0,90	0,90	MV-BV-AP
C	1,20	1,20	1,20	MV-BV-AP
D	1,60	1,20	1,50	MV-BV-AP
E	2,50	2,00	2,00	MV-BV-AP

Nota. Las profundidades indicadas son mínimas, estas pueden variar dependiendo de la cantidad de ductos.

Fuente: (MEM, 2011a)

Los pozos serán construidos de forma rectangular o cuadrada de acuerdo con la disposición de los ductos, como se muestra en la figura 8

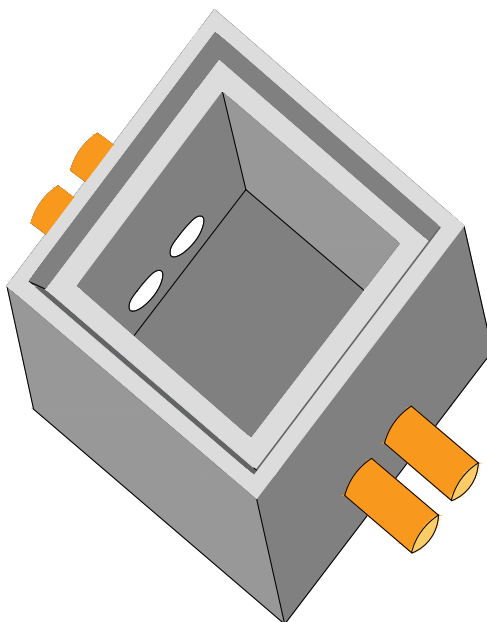


Figura 8. Pozo de revisión para redes subterráneas

Fuente: Adaptado de (MEM, 2011a)

4.9.3. Banco de ductos

4.9.3.1 Zanjas. El ancho de la zanja debe ser el mínimo necesario para garantizar el correcto acoplamiento de los ductos y la compactación del relleno, se lo obtiene a partir de la ecuación 3.

$$Bd = N \times D + (n - 1)e + 2x \quad (3)$$

Donde:

Bd: Ancho de la zanja.

N: Número de ductos.

D: Diámetro exterior del ducto.

e: Espacio entre ductos (≥ 5 cm).

x: Distancia entre los ductos y la pared de la zanja (≥ 10 cm).

La profundidad de las zanjas debe asegurar que las distancias mínimas sean las mostradas en la tabla 4. Estas distancias se consideran desde la parte más superficial de los ductos.

Tabla 4. Profundidad mínima para bancos de ductos

Zona	Profundidad mínima (m)
Lugares sin tránsito de vehículos	0,4
Lugares con tránsito de vehículos	0,6

Nota. En las zonas donde no sea posible lograr las distancias mínimas de profundidad se debe cubrir los ductos con hormigón armado cuya resistencia garantice la correcta protección del banco de ductos.

Fuente: (MEM, 2011a)

4.9.3.2 Ductos. Para los ductos de conductores de media y baja tensión, se debe utilizar tubería de PVC o HDPE con paredes exteriores corrugadas e interiores lisas. En las transiciones aéreas-subterráneas, se empleará tubería de acero galvanizado tipo EMT. Los diámetros correspondientes se detallan en la tabla 5.

Tabla 5. Diámetro de ductos y tubería metálica para canalizaciones y transiciones

Calibre del Conductor (AWG-kcmil)	Voltaje (kV)	Diámetro del ducto (mm) 1F-2C	Diámetro del ducto (mm) 3F-4C	Diámetro del ducto (mm) Transición
1/0, 2/0, 3/0, 4/0, 250, 300, 350, 500	35	110	160	160
2, 1/0, 2/0, 3/0, 4/0	15-25	110	110	110
250, 300, 350, 500	15-25	110	160	160
4, 2, 1/0, 2/0, 3/0, 4/0	0,6	-	110	110
6, 4, 2, 1/0	0,6 (Ap-Acometidas)	-	50	50

Fuente: (MEM, 2011a)

4.9.4. Cámaras eléctricas

De acuerdo con (MEM, 2011a), para la construcción de las cámaras eléctricas se debe seleccionar la ubicación mas adecuada considerando las estructuras existentes, la obra civil, las instalaciones eléctricas, la seguridad y equipamiento. Estas deben ser de uso exclusivo para los equipos de la red eléctrica y deben contar con ventilación y acabados adecuados.

Las cámaras pueden construirse a nivel de piso o de forma subterránea. Las dimensiones mínimas interiores dependen de las medidas de los equipos a instalar y de las distancias de seguridad. Para cámaras con celdas de media tensión, tablero de distribución de baja tensión y transformador con entre 200 y 800 kVA, las distancias mínimas sugeridas se detallan en la tabla 6.

Tabla 6. Dimensiones de cámaras eléctricas

Número de equipos	Voltaje en media tensión	Dimensiones mínimas libres (cm)		
		ancho	largo	alto
1	<24 kV	220	300	250
2	<24 kV	250	500	250

Nota. Para potencias menores a 200 kVA se considera unicamente la instalación del transformador de distribución y su protección o seccionamiento con barrajes desconectables.

Fuente: (MEM, 2011a)

4.9.5. Protección y seccionamiento en redes de media tensión subterráneas

Los equipos de protección y seccionamiento para redes subterráneas deben garantizar un aislamiento adecuado tanto en condiciones normales de operación como durante contingencias que generen sobrevoltajes y sobrecorrientes. De acuerdo con (MEM, 2011a), en redes subterráneas se pueden encontrar los siguientes equipos.

4.9.5.1 Celdas de media tensión. Estas deben ser diseñadas para realizar maniobras de seccionamiento, protección y medición en interiores, con corrientes de hasta 630 A y tensiones de hasta 38 kV. Si las celdas se instalan en cámaras a nivel, el medio utilizado para la extinción del arco eléctrico debe ser el gas hexafluoruro de azufre (SF_6). En cámaras subterráneas, se deben utilizar equipos tipo sumergibles conforme a la norma NOM 001 artículo 923-7b3.

4.9.5.2 Interruptor para redes de medio voltaje subterráneas. Estos interruptores están disponibles en configuraciones de 2 a 6 vías y permiten el seccionamiento monopolar o tripolar bajo carga, con aislamiento en SF_6 . Pueden instalarse tanto en interiores como en exteriores.

4.9.5.3 Sistema de puesta a tierra. Se construirá una rejilla de puesta a tierra bajo el suelo acabado de las cámaras eléctricas. Para ello, se utilizará hilo de cobre desnudo liso de 2/0 AWG, que se unirá sólidamente al suelo mediante soldadura exotérmica, y varillas metálicas revestidas de cobre de conductividad alta de 5/8" de diámetro y 180 cm de longitud. La cantidad de varillas dependerá de la resistividad del suelo. La resistencia de la malla de puesta a tierra tiene que ser menor o igual a 10Ω (MEM, 2011a).

Los elementos de las redes subterráneas que deben conectarse a tierra son los siguientes:

- La pantalla metálica de los conductores de medio voltaje.
- Los herrajes de soporte de los conductores.
- Las carcasas metálicas de celdas, transformadores, barrajes e interruptores de medio voltaje.
- El neutro de los transformadores.
- Equipos de medición.
- La carcasa metálica de los tableros de baja tensión.
- Partes metálicas de las cámaras eléctricas (Puertas, ventanas, rejillas y escaleras).

4.9.5.4 Conectores aislados separables. Estos dispositivos deben cumplir con los lineamientos establecidos en la norma ANSI/IEEE 386-2016. Su función principal es garantizar la conexión y protección de los distintos equipos de la red subterránea, como transformadores, celdas e interruptores.

Además, los conectores deben ofrecer un aislamiento seguro en todo momento, eliminando así el riesgo de contacto incluso en condiciones de inundación, hasta una profundidad de 1,8 metros. Los mas utilizados son:

4.9.5.4.1 Boquilla tipo pozo. Funciona como enlace entre el equipo donde se encuentra instalado y la boquilla tipo inserto. En la figura 9 se puede ver la boquilla tipo pozo para redes subterráneas.



Figura 9. Boquilla tipo pozo para 15 kV

Fuente: (Chardon Group, 2024)

4.9.5.4.2 Boquilla tipo inserto. Debe cumplir con la especificación ANSI/IEEE Std 386-2016 correspondiente al acoplamiento entre boquillas tipos pozo y tipo inserto. En la figura 10 se puede ver la boquilla tipo inserto para redes subterráneas.



Figura 10. Boquilla tipo inserto para 15 kV

Fuente: (Chardon Group, 2024)

4.9.5.4.3 Boquilla tipo inserto doble. Sirve para convertir en tipo malla a los transformadores radiales o añadir un descargador tipo codo. En la figura 11 se puede ver la boquilla tipo inserto doble para redes subterráneas.



Figura 11. Boquilla tipo inserto doble para 15 kV

Fuente: (Chardon Group, 2024)

4.9.5.4.4 Conector tipo codo. Sirven para conectar los extremos de los cables de media tensión subterráneos con distintos equipos, como celdas, transformadores, interruptores y barrajes. En la figura 12 se puede ver el conector tipo codo para redes subterráneas.



Figura 12. Conector tipo codo para 15 kV

Fuente: (Chardon Group, 2024)

4.9.5.4.5 Conector tipo T. Cumple la misma función que el conector tipo codo, a diferencia que en la parte posterior del conector tipo T se puede insertar un nuevo conector separable. En la figura 13 se puede ver el conector tipo T para redes subterráneas.



Figura 13. Conector tipo T para 15 kV

Fuente: (Chardon Group, 2024)

4.9.5.4.6 Codo portafusible. Estos elementos operan con una carga de hasta 200 A y, además de cumplir la función de un conector separable, proporcionan la protección de un fusible limitador de corriente. En la figura 14 se puede ver el codo portafusible para redes subterráneas.



Figura 14. Codo portafusible para 15 kV

Fuente: (Chardon Group, 2024)

4.9.5.4.7 Barrajes para derivación en medio voltaje. Se utilizan para realizar derivaciones en media tensión en redes subterráneas y pueden instalarse en cámaras o pozos de derivación. En la figura 15 se puede ver el barraje de derivación en medio voltaje para redes subterráneas.



Figura 15. Barraje de derivación para 15 kV

Fuente: (Chardon Group, 2024)

4.9.5.4.8 Codo apartarrayos. Se utilizan para proteger los equipos y cables contra sobrevoltajes en redes subterráneas. En la figura 16 se pueden ver los codos apartarrayos para redes subterráneas.



Figura 16. Codos apartarrayos para 15, 25 y 35 kV

Fuente: (Chardon Group, 2024)

4.9.6. Accesorios

4.9.6.1 Terminales de medio voltaje. Se instalan en los puntos donde es necesario cortar los cables subterráneos para conectar los distintos equipos de la red de distribución. El uso de estos elementos ayuda a prevenir fallas en el aislamiento. En la figura 17 se puede observar una punta terminal para cable subterráneo de media tensión.



Figura 17. Terminal contráctil en frío para medio voltaje

Fuente: (Chardon Group, 2024)

4.9.6.2 Empalmes de medio voltaje. Sirven para extender la longitud de los cables subterráneos o repararlos en caso de fallas. Los empalmes de media tensión reconstruyen las capas de aislamiento que fueron dañadas o removidas. En la figura 18 se muestra un empalme para cables subterráneos de media tensión.



Figura 18. Empalme contraíble en frío hasta 15 kV

Fuente: (Compet, 2024)

4.9.6.3 Boquilla de parqueo aislado. Se instalan en los soportes de parqueo de las barras de derivación y sirven como base para los codos desconectados, proporcionando un lugar seguro y firme para el sostenimiento de cables energizados. En la figura 19 se muestra la boquilla de parqueo aislado.



Figura 19. Boquilla de parqueo para 15 kV

Fuente: (Chardon Group, 2024)

4.9.6.4 Tapón aislado. Se utiliza para aislar y proteger las boquillas no utilizadas, evitando la entrada de humedad y partículas. En la figura 20 se puede ver el tapón aislado para boquillas tipo inserto.



Figura 20. Tapón aislado para 15 kV

Fuente: (Chardon Group, 2024)

4.10. Flujo de carga en redes de distribución

El cálculo de flujos de carga es una herramienta fundamental para el estudio y análisis de los sistemas eléctricos, aplicada tanto en la fase de planificación como en la de operación mediante el uso de software especializado como ETAP, PowerFactory y CYME, siendo este último el más utilizado por las empresas distribuidoras. Existen varios métodos para resolver el problema del flujo de carga, entre ellos Gauss-Seidel indirecto (matriz de admitancias de barras), Gauss-Seidel directo (matriz de impedancias de barras), Newton-Raphson y sus variantes desacopladas (Moghbeli, 2019). Sin embargo, estas técnicas han sido diseñadas principalmente para sistemas de transmisión, por lo que pueden resultar ineficaces en ciertos casos, como en las redes de distribución, que debido a la dispersión de los consumidores y la variabilidad de sus configuraciones, suelen estar mayormente desequilibradas (Parasher, 2014).

Las redes de distribución se caracterizan por su estructura radial y la presencia de alimentadores con una alta relación R/X. Los métodos convencionales de flujo de potencia presentan problemas de convergencia al aplicarse en este tipo de redes (Parasher, 2014). Además, incluso en los casos donde logran converger, resultan ineficaces en términos de requisitos de almacenamiento y velocidad de resolución. Por esta razón, a lo largo de los años han surgido métodos especializados en flujo de potencia, como el método de caída de tensión desequilibrado y el método de Newton-Raphson desequilibrado, los cuales aprovechan las características inherentes de las redes de distribución, como su radialidad y la existencia de un único bus controlado por tensión. Estos algoritmos alternativos han demostrado ser más eficientes y simples para redes de distribución radiales (RDN) en comparación con los métodos tradicionales de Gauss-Seidel y Newton-Raphson (Moghbeli, 2019).

4.10.1. Formulación convencional del flujo de potencia

En la figura 21 se muestra el modelo básico de un alimentador trifásico, la relación entre las tensiones de rama V_{ij} y las corrientes de rama I_{ij} entre dos nodos i y j puede expresarse como sigue en la ecuación 4 (Moghbeli, 2019).

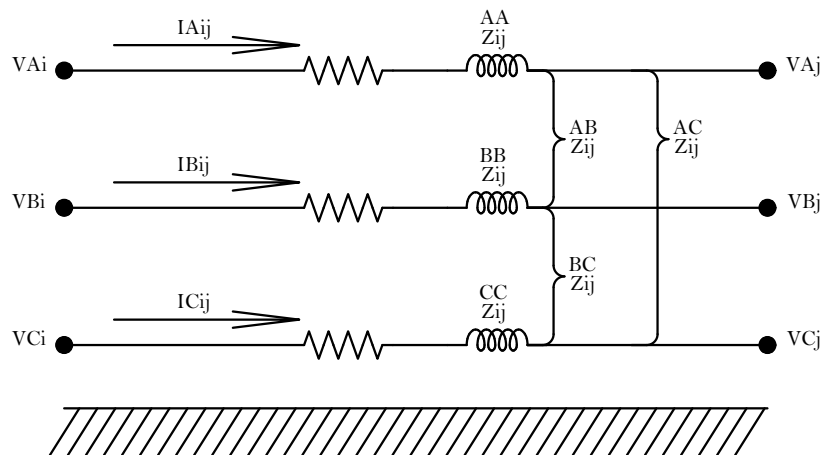


Figura 21. Modelo de alimentador trifásico

Fuente: Adaptado de (Moghbeli, 2019)

$$[V_{ij}^{ABC}] = [Z_{ij}^{ABC}] [I_{ij}^{ABC}] \quad (4)$$

Donde:

$$[V_{ij}^{ABC}] = \begin{bmatrix} V_{Ai} - V_{Aj} \\ V_{Bi} - V_{Bj} \\ V_{Ci} - V_{Cj} \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$[I_{ij}^{ABC}] = \begin{bmatrix} I_{Ai}j \\ I_{Bi}j \\ I_{Ci}j \end{bmatrix} \quad (6)$$

Las corrientes de las ramas pueden obtenerse en función del voltaje de las ramas mediante la ecuación 7.

$$[I_{ij}^{ABC}] = [Y_{ij}^{ABC}] [V_{ij}^{ABC}] \quad (7)$$

La admitancia de rama $[Y_{ij}^{ABC}]$, está dada por:

$$[Y_{ij}^{ABC}] = [Z_{ij}^{ABC}]^{-1} = \begin{bmatrix} Y_{ij}^{AA-n} & Y_{ij}^{AB-n} & Y_{ij}^{AC-n} \\ Y_{ij}^{BA-n} & Y_{ij}^{BB-n} & Y_{ij}^{BC-n} \\ Y_{ij}^{CA-n} & Y_{ij}^{CB-n} & Y_{ij}^{CC-n} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Para cada barra, la potencia inyectada en cada una de las tres fases se puede calcular de la siguiente manera:

$$[S_i^{ABC}] = [V_i^{ABC}] [I_i^{ABC}]^* \quad (9)$$

Donde, $[I_i^{ABC}]^*$ es el vector del conjugado complejo de las corrientes inyectadas en cada una de las tres fases en el nodo i. Esta corriente inyectada representa la suma de todas las corrientes de rama conectadas a la barra i, por lo tanto, la corriente inyectada puede expresarse como:

$$I_i^{ABC} = \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n I_{ij}^{ABC} \quad (10)$$

Sea P_i^{ABC} y Q_i^{ABC} la potencia activa y reactiva calculada e inyectada a la red en cada una de las tres fases en la barra i. Sustituyendo las ecuaciones 7 y 10 en 9, la potencia activa y reactiva calculada para la fase A se puede expresar como en 11 y 12. De manera similar, se pueden obtener ecuaciones equivalentes para la potencia activa y reactiva calculada en las fases B y C.

$$P_i^A = \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n \sum_{\varnothing=A,B,C} \left[\left| V_i^A \right| \left| Y_{ij}^{A\varnothing-n} \right| \left| V_i^\varnothing \right| \cos \left(\theta_{ij}^{A\varnothing} + \delta_i^\varnothing - \delta_i^A \right) - \left| V_j^A \right| \left| Y_{ij}^{A\varnothing-n} \right| \left| V_j^\varnothing \right| \cos \left(\theta_{ij}^{A\varnothing} + \delta_j^\varnothing - \delta_i^A \right) \right] \quad (11)$$

$$Q_i^A = \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n \sum_{\varnothing=A,B,C} \left[\left| V_i^A \right| \left| Y_{ij}^{A\varnothing-n} \right| \left| V_j^\varnothing \right| \sin \left(\theta_{ij}^{A\varnothing} + \delta_j^\varnothing - \delta_i^A \right) - \left| V_i^A \right| \left| Y_{ij}^{A\varnothing-n} \right| \left| V_i^\varnothing \right| \sin \left(\theta_{ij}^{A\varnothing} + \delta_i^\varnothing - \delta_i^A \right) \right] \quad (12)$$

Donde θ_{ij} es el ángulo de admitancia de la barra para la rama ij , y δ_i es el ángulo de voltaje en la barra i .

4.10.2. Modelado matemático de una red de distribución radial

En las RDNs, la alta relación R/X genera problemas de convergencia en los algoritmos convencionales de flujo de carga. Para una RDN balanceada, la red puede representarse mediante un diagrama unifilar equivalente.

A nivel de voltaje de distribución, las capacitancias en derivación de las líneas son muy pequeñas y, por lo tanto, pueden despreciarse. El modelo matemático simplificado de una sección de una RDN se muestra en la figura 22 (Parasher, 2014).

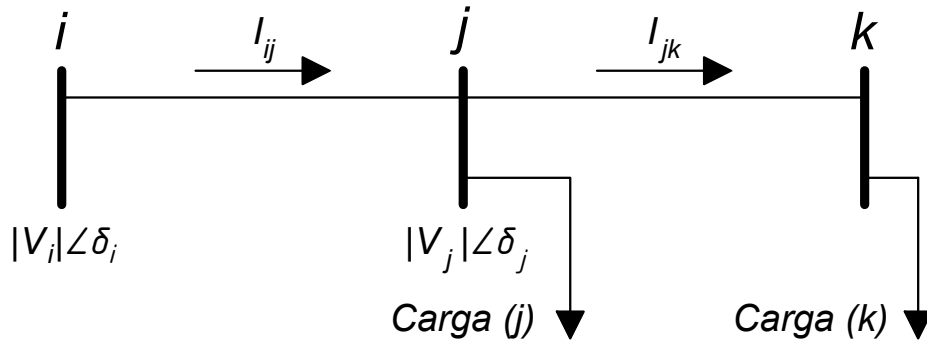


Figura 22. Modelo simplificado de una sección de la RDN para el cálculo del flujo de carga

Fuente: Adaptado de (Parasher, 2014)

La potencia compleja suministrada al nodo i puede representarse de la siguiente manera:

$$S_i = P_i + jQ_i = V_i(I_{Ci})^* \quad (13)$$

Donde:

$$I_{Ci} = \left(\frac{S_i}{V_i} \right)^* = \frac{P_{Pi} - jQ_{Pi}}{V_i^*} \quad (14)$$

$$|I_{Ci}| \angle \alpha_i = \frac{\sqrt{P_{Pi}^2 + Q_{Pi}^2}}{|V_i|} \frac{\angle \tan^{-1}(-Q_{Pi}/P_{Pi})}{\angle \delta_i} \quad (15)$$

$$|I_{Ci}| = \frac{\sqrt{P_{Pi}^2 + Q_{Pi}^2}}{|V_i|} = |I_{Ci}| \cos \alpha_i + j |I_{Ci}| \sin \alpha_i \quad (16)$$

$$\angle \alpha_i = \delta_i - \tan^{-1} \left(\frac{Q_{Pi}}{P_{Pi}} \right) \quad (17)$$

La corriente de rama se puede calcular de la siguiente manera:

$$I_{ij} = \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n |I_{Ci}| \cos \alpha_{ij} + j \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n |I_{Ci}| \sin \alpha_{ij} = I_{ij} + jI_{ij} \quad (18)$$

$$I_{ij} = |I_{ij}| \angle \alpha_{ij} \quad (19)$$

Donde:

$$|I_{ij}| = \sqrt{I_{ij}^2 + jI_{ij}^2} \quad (20)$$

$$\angle \alpha_{ij} = \tan^{-1} \frac{I_{ij}}{jI_{ij}} \quad (21)$$

Cálculo de la tensión.

$$V_i = V_j + I_{ij} \cdot Z_{ij} \quad (22)$$

$$|V_i| \angle \delta_i = |V_j| \angle \delta_j + |I_{ij}| \cdot |Z_{ij}| \angle \phi \quad (23)$$

Donde:

$$\angle \phi = \angle \alpha_{ij} - \angle \theta_{ij} \quad (24)$$

Al igualar la parte real y la parte imaginaria de la ecuación 23, esta puede dividirse de la siguiente manera:

$$|V_i| \cos \delta_i = |V_j| \cos \delta_j + |I_{ij}| \cdot |Z_{ij}| \cos \phi \quad (25)$$

$$|V_i| \sin \delta_i = |V_j| \sin \delta_j + |I_{ij}| \cdot |Z_{ij}| \sin \phi \quad (26)$$

Donde:

$$\phi = \alpha_{ij} - \theta_{ij} = \tan^{-1} \left(\frac{I_{ij}}{jI_{ij}} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{X_{ij}}{R_{ij}} \right) \quad (27)$$

Al elevar al cuadrado y sumar las ecuaciones 25 y 26, se obtiene la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} |V_j|^2 &= |V_i|^2 + |I_{ij}|^2 \cdot |Z_{ij}|^2 - 2 |V_i| \cdot |I_{ij}| \cdot |Z_{ij}| \{ \cos \delta_i \cos \phi + \sin \delta_i \sin \phi \} \\ &= |V_i|^2 + |I_{ij}|^2 \cdot |Z_{ij}|^2 - 2 |V_i| \cdot |I_{ij}| \cdot |Z_{ij}| \cos (\delta_i - \phi) \end{aligned} \quad (28)$$

Al dividir la ecuación 26 para la ecuación 25 y despejar el ángulo de la tensión en el nodo de recibo se obtiene:

$$\delta_j = \tan^{-1} \left[\frac{|V_i| \sin \delta_i - |I_{ij}| \cdot |Z_{ij}| \sin \phi}{|V_i| \cos \delta_i - |I_{ij}| \cdot |Z_{ij}| \cos \phi} \right] \quad (29)$$

En un análisis de flujo de carga, primero se calculan las corrientes de rama; a partir de esto, las tensiones de los nodos se estiman utilizando las ecuaciones mencionadas anteriormente. Por lo tanto, la complejidad de las soluciones radica en el cálculo de las corrientes de rama. De acuerdo con (Parasher, 2014), un proceso iterativo de flujo de carga sigue los siguientes

pasos:

1. Obtener los datos del sistema y establecer inicialmente todas las tensiones de los nodos en 1.0 p.u. y las corrientes de las ramas en 0.
2. Calcular las corrientes de todas las ramas de la RDN.
3. Actualizar las tensiones de los nodos empleando las corrientes de rama calculadas.
4. Si el valor absoluto de la diferencia entre la tensión de un nodo en la iteración anterior y la tensión en la iteración actual es mayor que un valor preestablecido, el proceso regresa al Paso 2; caso contrario, se detiene.

Este proceso se repite iterativamente hasta que las tensiones de los nodos converjan a valores constantes dentro de un umbral especificado, lo que indica que el flujo de carga ha sido resuelto correctamente.

4.10.3. Método de caída de tensión desequilibrado para resolución de flujos de carga

A diferencia de los sistemas de transmisión, las redes de distribución presentan características que hacen que el análisis del flujo de carga sea particularmente diferente. Por ello, para obtener resultados más precisos, es recomendable emplear un método diseñado específicamente para el análisis de alimentadores radiales o débilmente mallados. El método de caída de tensión se basa en iteraciones de corrientes y lleva a cabo una serie de operaciones ordenadas que permiten calcular los voltajes de cada fase, los flujos de potencia y las corrientes de fase y neutro.

La técnica de caída de tensión determina las tensiones y los flujos de carga en cada tramo de la red en 10 iteraciones o menos. El cálculo se detiene cuando ninguna de las tensiones calculadas en los nodos de la red cambia entre iteraciones, sin exceder la tolerancia de cálculo. La tolerancia predeterminada es del 0,1 %. Sin embargo, en algunos casos, el cálculo puede no converger, generalmente debido a datos imprecisos, como una impedancia demasiado alta o una configuración inusual de la red.

Si, durante la ejecución de alguna iteración, la tensión en un tramo o nodo cae por debajo del umbral mínimo, en la siguiente iteración todas las cargas de ese tramo se transforman en impedancias constantes. Esto no altera completamente los datos del sistema, sino que actúa como un recurso para garantizar que el cálculo converja en una solución, en lugar de no generar resultados (Calleja, 2014).

4.10.3.1 Distribución de carga. Este proceso permite estimar un modelo de carga con alta precisión, asignando demandas a lo largo de los alimentadores, basándose en la capacidad de los transformadores conectados, los registros de consumo o los datos de carga existentes (EATON, 2025).

La distribución de carga tiene como objetivo ajustar la carga conectada en el alimentador de tal manera que coincida con los valores de demanda medidos en la cabecera del alimentador. Este proceso se puede llevar a cabo mediante tres métodos (Vinzaca & Arias, 2018).

1. Método kVA conectado.
2. Método kWh.
3. Método REA.

4.10.3.1.1 Método kVA conectado. Este método distribuye la carga considerando la capacidad conectada de los transformadores, un factor de coincidencia asignado según el número de usuarios, un factor de carga que se atribuye a cada tipo de carga con base en las curvas características y las mediciones en la cabecera del alimentador. La estimación de la carga se realiza utilizando la ecuación 30. Para el análisis en alimentadores desequilibrados, se consideran las variables s y k , donde s representa el tramo y k la fase (Vinzaca & Arias, 2018).

$$TkVA(k) = \sum_{s=1}^N kVA_{conectado}(s, k) \times FC \quad (30)$$

La potencia real y potencia reactiva las obtiene aplicando las ecuaciones 31 y 32 respectivamente.

$$kW_{conectada}(s, k) = kW_{demanda}(k) \times \left[\frac{kVA_{conectado}(s, k) \times FC}{TkVA(k)} \right] \quad (31)$$

$$kVAR_{conectado}(s, k) = kW_{conectada}(s, k) \times \sqrt{\left(\frac{1}{FP(k)} \right)^2 - 1} \quad (32)$$

4.10.3.1.2 Método kWh. Este método estima la carga en función del consumo en kWh de los usuarios, utilizando la ecuación 33.

$$TkWh(k) = \sum_{s=1}^N kWh_{consumo_cliente}(s, k) \quad (33)$$

La potencia real y potencia reactiva las obtiene aplicando las ecuaciones 34 y 35 respectivamente.

$$kW_{conectada}(s, k) = kW_{demanda}(k) \times \left[\frac{kWh(s, k)}{TkWh(k)} \right] \quad (34)$$

$$kVAR_{conectado}(s,k) = kW_{conectada}(s,k) \times \sqrt{\left(\frac{1}{FP(k)}\right)^2 - 1} \quad (35)$$

4.10.3.1.3 Método REA. Este método consiste en la multiplicación de dos factores, A y B, que corresponden al número de clientes y al consumo en kWh por cada tramo y fase. Estos factores pueden obtenerse a partir de figuras y tablas o mediante el uso de las ecuaciones 36 y 37 (Vinzaca & Arias, 2018).

$$Factor A = N \left[1 - 0,4N + 0,4 \times (N^2 + 40)^{1/2} \right] \quad (36)$$

$$Factor B = 0,005925 \times (kWh/mes/Consumidor)^{0,885} \quad (37)$$

4.11. Estándares y normativas

4.11.1. Regulación Nro. ARCONEL 008/2024 “Distribución y comercialización de energía eléctrica”

Esta regulación tiene como finalidad establecer los lineamientos técnicos, comerciales y operativos que rigen las relaciones entre la distribuidora y el consumidor, así como entre la distribuidora, el transmisor y el consumidor cuando corresponda, garantizando la adecuada prestación del servicio público de energía eléctrica.

Aquí se establecen los elementos y modos de conexión para consumidores que se conectan a las redes de distribución y/o transmisión, en cualquiera de los niveles de voltaje listados a continuación:

- **Bajo Voltaje:** $V \leq 0,6 \text{ kV}$.
- **Medio Voltaje:** $0,6 \text{ kV} \leq V \leq 40 \text{ kV}$.
- **Alto Voltaje Grupo 1:** $40 \text{ kV} \leq V \leq 138 \text{ kV}$.
- **Alto Voltaje Grupo 2:** $V \geq 138 \text{ kV}$.

4.11.2. Regulación Nro. ARCONEL-001/24 “Código de Conexión del Sistema Eléctrico Ecuatoriano”

Esta regulación detalla los requisitos que deben cumplir las centrales de generación, tanto aquellas pertenecientes a empresas eléctricas como los autogeneradores que cuenten con un Título Habilitante otorgado por el Ministerio correspondiente, para operar dentro del sector eléctrico.

Los requisitos varían según la categoría de la central de generación. En la tabla 7 se

detallan las diferentes clasificaciones en función de la potencia nominal y el voltaje de conexión correspondiente. Además, en las tablas 8 y 9 se muestran los parámetros operativos de frecuencia y voltaje para las centrales de generación de categoría A, así como para aquellas de categoría B con una potencia nominal inferior a 5 MW.

Tabla 7. Categorías de las centrales de generación

Categoría	Potencia Nominal [MW]	Voltaje Referencial de Conexión [kV]
A	$0,1 \leq P_n < 1$	$V_n < 69$
B	$1 \leq P_n < 15$	$V_n \leq 69$
C	$15 \leq P_n < 50$	$V_n \leq 138$
D	$P_n \geq 50$	$V_n \geq 138$

Fuente: (ARCONEL, 2024a)

Tabla 8. Tiempos mínimos de operación de una central de generación a distintos valores de frecuencia

Rango de Frecuencia [Hz]	Tiempo de Operación
$62 < f \leq 63$	1,5 minutos
$61 < f \leq 62$	30 minutos
$59 \leq f \leq 61$	Ilimitado
$58 \leq f < 59$	30 minutos
$57,5 \leq f < 58$	1,5 minutos

Nota. Los umbrales de frecuencia deben configurarse en el regulador de velocidad (gobernador) de los generadores síncronos o en los inversores de los sistemas fotovoltaicos, dependiendo de la tecnología de generación utilizada.

Fuente: (ARCONEL, 2024a)

Tabla 9. Rango de voltaje de operación de una central de generación

Voltaje Nominal del Punto de Conexión (V_n)	Rango de Voltaje [p.u]	Tiempo de Operación
$V_n < 69 \text{ kV}$	0,9 - 1,1	Ilimitado

Fuente: (ARCONEL, 2024a)

Por otro lado, esta regulación también establece los valores máximos permisibles correspondientes al porcentaje de desbalance de voltaje y la variación de voltaje, los cuales son 1,8 % y 5 %, respectivamente.

4.11.2.1 Desbalance de voltaje. En (Chicaiza, 2024) se expone que, el desbalance de voltaje en los sistemas trifásicos ocurre cuando las magnitudes de voltaje de las fases no son iguales. Matemáticamente, el desbalance de voltaje se puede expresar de acuerdo a las siguientes expresiones:

Según NEMA:

$$\%LVRU = \frac{|\text{Desviación máxima}(V^{AB}, V^{BC}, V^{AC})|}{\text{Promedio de}(V^{AB}, V^{BC}, V^{AC})} \times 100 \quad (38)$$

Según IEEE:

$$\%PVRU = \frac{\text{Desviación máxima}(V^{AB}, V^{BC}, V^{AC})}{\text{Promedio de}(V^{AB}, V^{BC}, V^{AC})} \times 100 \quad (39)$$

Según IEC:

$$\%VUF = \frac{\text{Componente de tensión de sec. negativa}(V_2)}{\text{Componente de tensión de sec. positiva}(V_1)} \times 100 \quad (40)$$

4.11.3. Regulación Nro. ARCERNNR-008/23 “Marco normativo de la generación distribuida para el autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica”

En esta regulación se definen los voltajes de conexión y la clasificación de los sistemas de generación distribuida para autoabastecimiento (SGDA), además de los estudios necesarios para evaluar su factibilidad de conexión, Esta información se muestra en las tablas 10 y 11.

Tabla 10. Voltajes de conexión y categorías de los SGDA

Voltaje de Conexión (V_n)	Potencia Nominal	Categoría
Bajo Voltaje	$P_n \leq 5 \text{ kW}$, monofásica $P_n \leq 10 \text{ kW}$, bifásica $P_n \leq 50 \text{ kW}$, trifásica	Categoría 1
Medio Voltaje	$P_n \leq 2 \text{ MW}$, cuando hay inyección a una red de distribución P_n , De acuerdo a la capacidad aprobada por la distribuidora cuando no hay inyección a una red de distribución	Categoría 2

Fuente: (ARCERNNR, 2023)

Tabla 11. Estudios para determinar la factibilidad de conexión de un SGDA

Estudio	Entidad Responsable
Identificación de redes eléctricas cercanas al punto de conexión para autoabastecimiento.	Consumidor regulado
Análisis de flujo de potencia del SGDA	Consumidor regulado
Análisis de cortocircuito del SGDA	Consumidor regulado
Análisis de desbalance de voltaje en los puntos de conexión	Consumidor regulado
Análisis de variaciones de voltaje	Consumidor regulado
Capacidad de integración del alimentador	Distribuidora
Análisis de regulación de voltaje en estado estable	Distribuidora
Análisis de la calidad del servicio de energía	Distribuidora

Fuente: (ARCERNNR, 2023)

4.11.4. IEEE 2030.7-2017 - Estándar IEEE para la Especificación de Controladores de Microrredes

El estándar IEEE 2030.7-2017 establece el procedimiento para la operación de una microrred en modo isla. Este proceso debe ejecutarse en coordinación con la empresa distribuidora y el operador de la microrred al realizar la transición del modo conectado a la red al modo aislado.

Para cumplir con lo mencionado anteriormente, el estándar establece la necesidad de una barra slack que proporcione el soporte adecuado de voltaje y frecuencia. Por ello, para operar en modo isla, la barra seleccionada como referencia debe contar con generadores o sistemas de almacenamiento que permitan llevar a cabo el arranque en negro de la microrred.

Los pasos necesarios para garantizar la correcta operación de la microrred en modo isla se presentan en la tabla 12.

Tabla 12. Función de transición: de la conexión a red al modo isla

DESCONEXIÓN PLANIFICADA			
Pasos	Descripción	Parámetros	Método de prueba
1 - Iniciación	Recibir orden de funcionamiento en isla	Recepción de la señal de control	Verificar recepción de la orden, la hora de recepción e intervención
2 - Equilibrio interno	Equilibrar la carga y la generación	Equilibrio carga/generación (P, Q) en la microrred	Verificar las señales según sea necesario
3 - Reajuste	Ajustar los controladores locales y los dispositivos de protección	Señales enviadas, cambios aplicados	Verificar las señales según sea necesario

Continúa en la página siguiente

Tabla 12 – continúa de la página anterior

Pasos	Descripción	Parámetros	Método de prueba
4 - Modo isla	Creación de la isla	Se abre la conexión de los PCC	Verificación de la apertura de los PCC
5 - Funcionamiento normal	Transición al modo de despacho en isla	Parámetros operativos dentro del intervalo permisible	Monitorear los niveles de calidad de la energía
DESCONEXIÓN NO PLANIFICADA			
Pasos	Descripción	Parámetros	Método de prueba
1 - Iniciación	Recibir orden de funcionamiento en isla	Recepción de la señal de control	Verificar recepción de la orden, la hora de recepción e intervención
2 - Reajuste	Ajustar los controladores locales y los dispositivos de protección	Señales enviadas, cambios aplicados	Verificar las señales según sea necesario
3 - Modo isla	Ejecutar acciones planificadas, como la desconexión de la carga	Se abre la conexión de los PCC	Verificación de la apertura de los PCC
4 - Funcionamiento normal	Transición al modo de despacho en isla	Parámetros operativos dentro del intervalo permisible	Monitorear los niveles de calidad de la energía

Fuente: (IEEE, 2018)

4.11.5. Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales

En este documento se establecen los lineamientos para el diseño de redes eléctricas en media y baja tensión para toda el área de concesión de la EERSSA. Aquí se muestran los valores del factor de caída de voltaje (FDV) para cada calibre y tipo de conductor, de acuerdo con su configuración y nivel de voltaje. Además, se presenta la metodología para el cálculo de caída de tensión en alimentadores primarios, basada en el método de momento de potencia aparente de cada conductor para una caída de tensión del 1 %.

Los valores máximos permisibles de caída de tensión, según esta normativa, son los siguientes:

4.11.5.1 Caída de tensión admisible para redes primarias. Consideradas desde el punto de salida de la subestación hasta el nodo más alejado de la red, las caídas de tensión permisibles son:

- **Área urbana:** 3,5 %

- **Área Rural:** 7 %

4.11.5.2 Caída de tensión admisible para redes secundarias. Calculado desde los bushings de baja del transformador hasta el consumidor más alejado, este valor no podrá superar los siguientes límites:

- **Área urbana:** 4,5 %
- **Área Rural:** 5,5 %

5. Metodología

La metodología empleada en este trabajo de investigación fue de tipo experimental. Se basó en la propuesta de diseño para la reconfiguración de la red de media tensión del campus matriz de la UNL. Con el apoyo de un software especializado, se simuló el comportamiento de la red en dos condiciones diferentes: la primera, conectada a la red eléctrica de la empresa distribuidora, y la segunda, operando de manera aislada con fuentes de generación distribuida de tecnología fotovoltaica. El flujograma de la metodología utilizada se muestra en la figura 24. El área de estudio seleccionada está ubicada en la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí, (-4.0360, -79.2035), Av. Pio Jaramillo Alvarado, Loja, Ecuador, dentro del campus matriz de la UNL. La distribución de las calles y facultades en este campus se presenta en la figura 23.

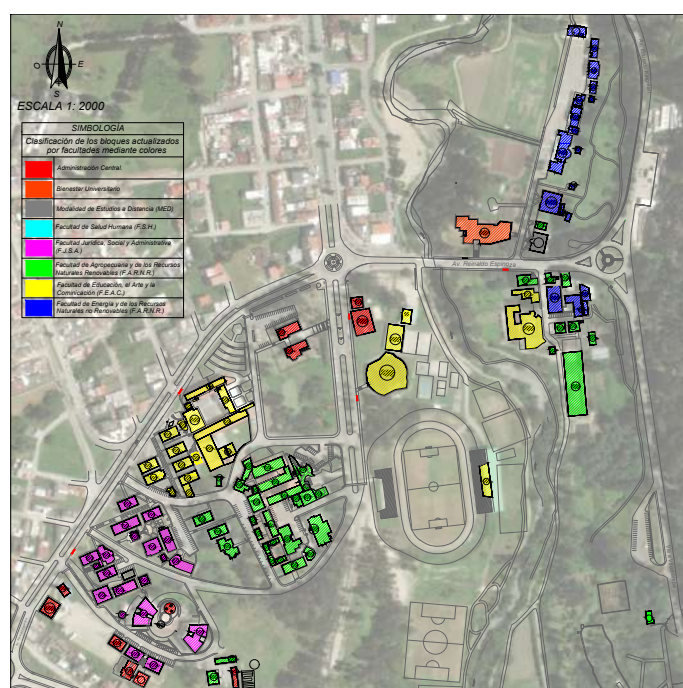


Figura 23. Croquis del campus matriz de la UNL

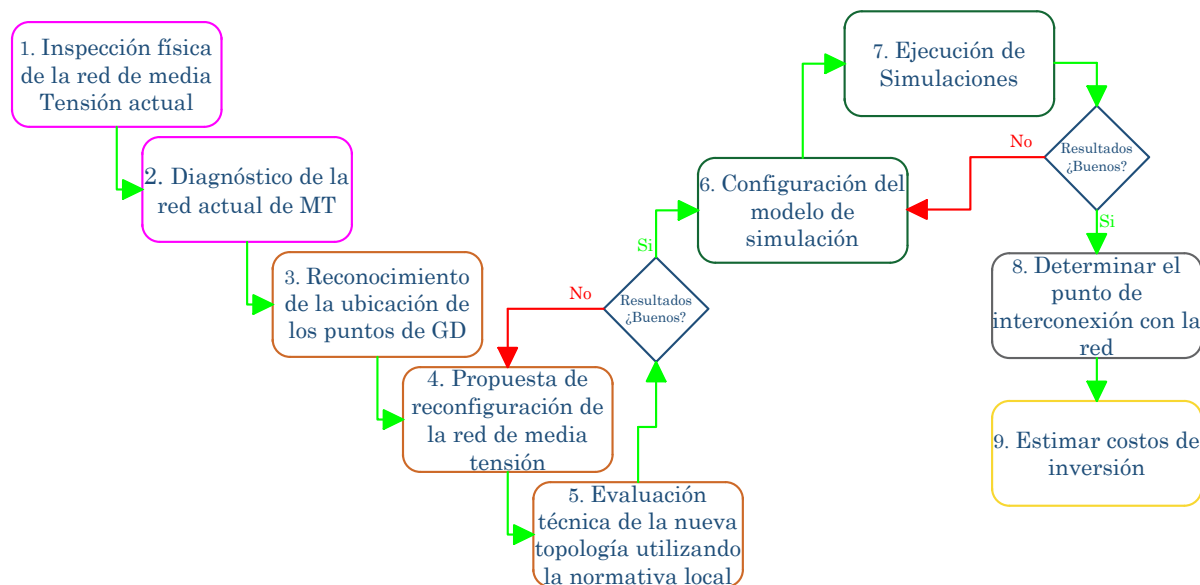


Figura 24. Diagrama de flujo de la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo de investigación

5.1. Metodología utilizada para el desarrollo del primer objetivo

El primer objetivo consiste en realizar el levantamiento y diagnóstico del estado actual de la red de media tensión dentro del campus universitario, debido a la ausencia de estudios previos relacionados con esta temática. Para llevar a cabo el diagnóstico de la red actual, se obtuvo la información disponible en el geoportal técnico de la EERSSA. Los datos obtenidos fueron corroborados mediante un levantamiento físico de los componentes eléctricos y una inspección visual de los mismos. De esta forma, se determinó el estado y la funcionalidad de todos los equipos que conforman la red de distribución a nivel de media tensión, el control de estructuras de la red actual se muestra en el anexo 2.

La documentación de la información se realizó utilizando Excel, mientras que la planimetría del estado actual de la red fue elaborada en AutoCAD y se muestra en el anexo 14. Para ello, la Dirección de Desarrollo Físico proporcionó los planos georreferenciados del campus matriz de la UNL, lo que permitió identificar la disposición de todos los bloques dentro del recinto. Usando coordenadas UTM, se incorporaron al plano las ubicaciones de los postes y pozos de revisión que forman parte de la infraestructura actual de la línea de media tensión. En la figura 25 se observa la situación actual del alimentador Cajanuma (en color cian), la red aérea interna del campus (en rojo) y la red subterránea (en marrón).

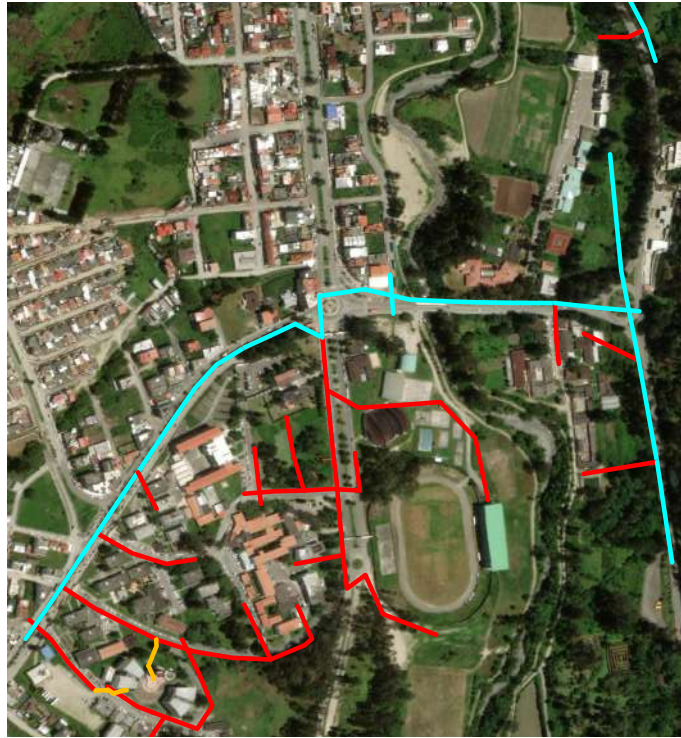


Figura 25. Ruta de la red actual de media tensión

Para efectuar el análisis del estado actual, se realizó una reunión con profesionales con amplia experiencia en redes de distribución. En coordinación con la empresa distribuidora local, se obtuvo la base de datos necesaria para el software de uso específico para el análisis de redes de distribución, así como las mediciones en la cabecera del alimentador Cajanuma de la subestación Sur.

Previo a la ejecución de las simulaciones, se realizó una actualización de los datos en las bases obtenidas, ya que, tras un análisis de las mismas, se observaron datos anormales e información desactualizada. Para evitar resultados erróneos, se corrigió la base de datos de manera que reflejara el estado actual de la red.

Con esta base de datos depurada, se procedió a realizar la distribución de carga utilizando el método kWh, ya que la base de datos ingresada al software contenía la información necesaria sobre el consumo mensual en kWh de cada cliente del alimentador.

Una vez que el software realizó la distribución de carga en todos los nodos del alimentador, se ejecutó el flujo de potencia utilizando el método de caída de tensión desequilibrada. De acuerdo con (EATON, 2025), este método presenta una técnica iterativa diseñada específicamente para sistemas radiales o de malla débil, lo que lo hace el más adecuado para el análisis de sistemas de distribución.

5.2. Metodología utilizada para el desarrollo del segundo objetivo

Este objetivo consistió en la propuesta del diseño de reconfiguración. Para ello, se llevó a cabo una reunión con el equipo de investigación de la carrera de Electricidad, el cual desarrolla estudios relacionados con la sostenibilidad energética. Durante la reunión, se definieron las ubicaciones de los puntos de generación distribuida con tecnología fotovoltaica, las cuales se presentan en el apartado 6.3.5 de este documento.

Para realizar el diseño de la nueva red de media tensión, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Reutilizar los elementos que se determinaron en buen estado en el diagnóstico realizado en la primera etapa.
- Considerar los proyectos de ampliación y construcción planificados por la UNL para realizarse en el campus matriz.
- Seleccionar la ruta del alimentador principal considerando la ubicación de los puntos de generación distribuida, para reducir la longitud de los conductores.
- Asegurar que la ruta del alimentador principal permita la conexión de todos los transformadores existentes dentro del campus.
- Evitar el desbroce excesivo de vegetación.
- Reducir el impacto visual que genera la infraestructura eléctrica en las fachadas de los edificios del campus.
- Considerar una topología que permita aumentar la confiabilidad de la red.
- Utilizar las estructuras homologadas por el Ministerio de Energía y Minas, y el manual de construcciones de la EERSSA.

5.2.1. Selección de la ruta y topología del alimentador principal

La topología escogida es la de anillo abierto, ya que esta configuración permite reducir el número de usuarios afectados en caso de una falla. Para seleccionar la ruta más adecuada, se realizó un reconocimiento de todo el campus, considerando la situación topográfica del terreno y las zonas con vegetación protegida por la universidad. Además, se determinó que algunos elementos de la red actual se encuentran en buen estado, por lo que la nueva ruta propuesta los contempla, así como su ubicación. Por último, se garantizó que el recorrido del alimentador principal pase cerca de todos los puntos de generación distribuida, para permitir una correcta integración de los mismos. En la figura 26, se muestra en color cian el alimentador Cajanuma, en rojo la red aérea propuesta y en violeta la red subterránea propuesta para el campus matriz. Los círculos de color amarillo indican los puntos de interconexión.



Figura 26. Ruta seleccionada para el rediseño de la red de media tension

5.2.2. Selección del conductor y tipo de estructuras

Debido al tipo de cargas presentes en el campus, fue necesario considerar un alimentador trifásico, utilizando el calibre del conductor indicado por la empresa distribuidora local para alimentadores trifásicos, siendo este el 2/0 AWG. Además, el conductor debe cumplir con lo establecido en (Schlabach & Rofalski, 2014), donde se señala que, para redes con topología en anillo, el conductor debe dimensionarse con una capacidad suficiente para soportar la carga total de la red, de tal manera que se puedan realizar las operaciones de transferencia de carga de manera adecuada.

Para verificar que se cumpla con este requisito, se consideró la demanda total de todo el campus. Luego, utilizando la ecuación 41, se calculó la corriente total y se contrastó con los valores que soporta cada conductor, de acuerdo con las tablas de los fabricantes.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} \quad (41)$$

Donde:

- I : Corriente Total.
- S : Demanda total en kVA.
- V : Voltaje de linea en kV.

Por otra parte, debido a la inversión que significa la construcción de un alimentador trifásico, las empresas eléctricas los dimensionan con una capacidad suficiente para abastecer la demanda proyectada para 15 años, considerando un crecimiento anual de 3 % (EASA, 2021).

La proyección de la demanda se la realizó utilizando la ecuación 42.

$$DMP = D_0(1 + r)^n \quad (42)$$

Donde:

- *DMP*: Demanda proyectada.
- *D₀*: Demanda inicial en kVA.
- *r*: Tasa de crecimiento anual.
- *n*: años de proyección.

Los análisis para la selección del conductor se realizaron con los KVA de consumo, este valor se obtuvo utilizando el modulo de distribución de carga del software de uso específico.

Por último, la elección de la estructura en cada nodo dependió exclusivamente de su aplicación específica, considerando los aspectos mencionados previamente, como la situación topográfica y la distribución de los edificios dentro del campus, tomando siempre como referencia las estructuras detalladas en (MEM, 2011b).

5.2.3. *Identificador nemotécnico*

Para determinar el identificador nemotécnico de cada elemento presente en la propuesta de reconfiguración se utilizó los lineamientos establecidos en (MEM, 2012). El identificador consta de cinco campos, los dos primeros indican la Unidad de Propiedad, la cual se separa por un guion de los tres siguientes, que indican las unidades de construcción. La estructura del identificador se muestra en la figura 27.

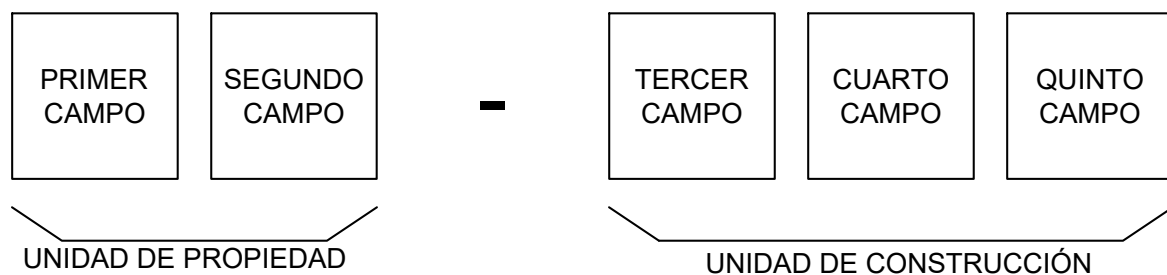


Figura 27. Estructura del identificador nemotécnico.

Fuente: Adaptado de (MEM, 2012)

Primer campo: Conformado por dos caracteres en mayúsculas que indican el grupo, de acuerdo a la tabla 13.

Tabla 13. Primer campo del identificador nemotécnico

Nomenclatura	Descripción
ES	Estructuras en redes aéreas de distribución.
TR	Transformadores en redes de distribución.
SP	Seccionamiento y Protección en redes aéreas de distribución.
EC	Equipos de Compensación en redes aéreas de distribución.
PO	Postes en redes de distribución.
CO	Conductores en redes de distribución.
ME	Medidores en redes de distribución.
AC	Acometidas en redes de distribución.
TA	Tensores y Anclajes en redes de distribución.
PT	Puesta a Tierra en redes de distribución.
AP	Alumbrado Público vial en redes de distribución.
AO	Alumbrado Público Ornamental.

Fuente: (MEM, 2012)

Segundo campo: Lo conforma un carácter alfabético en mayúscula que indica el nivel de voltaje, tal como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Segundo campo del identificador nemotécnico

Nomenclatura	Descripción
C	120 V – 121 V – 127 V
E	0 V
D	240/120 V – 220/127 V
U	440/256 V – 480/227 V
S	6,3 kV
T	13,8 kV GRDy / 7,96 kV – 13,2 kV GRDy / 7,62 kV
V	22 kV GRDy / 12,7 kV - 22,8 kV GRDy / 13,2 kV
R	34,5 kV GRDy / 19,92 kV

Nota. En los grupos postes, conductores, acometidas y puestas a tierra, se usa el carácter “0”.

Fuente: (MEM, 2012).

Tercer campo: Es un carácter numérico referente al numero de fase, vías o hilos.

Cuarto campo: Es un carácter alfabético en mayúscula que indica la disposición o tipo.

Quinto campo: Puede contener hasta 10 caracteres alfabéticos en mayúscula, numéricos y/o signos, indica las principales características técnicas del elemento y/o su función.

5.3. Metodología utilizada para el desarrollo del tercer objetivo

Este objetivo consistió en simular el funcionamiento de la reconfiguración propuesta para verificar el cumplimiento de los parámetros técnico-operacionales descritos en la normativa nacional. Para ello, se consideraron los lineamientos establecidos en (EERSSA, 2012) y se modeló la nueva red de media tensión de acuerdo con los parámetros requeridos por el software para simular su funcionamiento. Estos parámetros son:

- Ubicación de los nodos de la red.
- Distancia de los tramos.
- Calibre y configuración de los conductores.
- Impedancias equivalentes de los conductores por tipo de estructura.
- Resistencia de los devanados de los transformadores.
- Número y tipo de clientes conectados aguas abajo de los transformadores

De la misma manera, se modeló dentro del software los arreglos de los paneles fotovoltaicos propuestos por el equipo de investigación de la carrera de electricidad. Para ello, se solicitaron los datasheets de los paneles e inversores, y, de acuerdo con la cantidad de paneles ingresados, se caracterizaron los puntos de generación distribuida dentro del campus.

Una vez que se completó el modelado de la nueva red de media tensión, se llevó a cabo el análisis utilizando el software. Al igual que en el análisis del estado actual de la red, se ejecutó la distribución y el flujo de carga. En este caso, para la distribución de carga, se seleccionó el método de kVA conectados, ya que en el modelado se consideraron los transformadores proyectados para la nueva biblioteca y el centro de convenciones de la UNL. Como aún no existe información sobre el consumo de estos transformadores, se realizó la distribución de carga considerando su potencia.

El flujo de carga se ejecutó utilizando un método basado en caída de tensión para redes de media tensión con desequilibrios de fase. En el modo conectado a la red, la subestación sur de la EERSSA actúa como barra de referencia, controlando el voltaje y la frecuencia del sistema. Para el modo aislado, se seleccionó la instalación fotovoltaica ubicada en el estadio como nodo de referencia de voltaje y frecuencia. Sin embargo, dado que los sistemas fotovoltaicos no pueden regular frecuencia por sí solos, se requiere un sistema de almacenamiento con un inversor con control de frecuencia para garantizar la estabilidad del sistema en isla. Para modelar esta referencia en la simulación, se incorporó una fuente de equilibrio que asegura el correcto balance entre la potencia activa y reactiva en la red aislada.

5.3.1. Estudio de cortocircuito

Con base en la regulación Nro. ARCERNNR-008/23, el análisis de cortocircuito se realizó en el punto común de acoplamiento (PCC) A y B, así como en cada nodo de inyección de generación distribuida, utilizando la demanda actual del campus. Para ello, se aplicó la norma IEC 60909-0, la cual permite calcular las corrientes de cortocircuito sin necesidad de considerar la operación del sistema ni el comportamiento de la carga. Los resultados de este análisis se muestran en la sección 6.5 de este documento.

5.3.2. Análisis de desbalance de voltaje

Para realizar este análisis, se ejecutaron flujos de potencia en el escenario inicial. Luego, con los datos de voltaje por fase en todos los nodos de inyección de generación distribuida, se calculó el desbalance de voltaje utilizando la formulación propuesta por la IEC. Los resultados de este análisis se muestran en la sección 6.6 de este documento.

5.3.3. Análisis de variaciones de voltaje

El análisis de variaciones de voltaje se realiza con la finalidad de conocer el nivel de tensión en los nodos de conexión de las unidades de generación antes y después del ingreso de generación distribuida. En ningún nodo, el voltaje debe superar los límites permisibles. Para este análisis, se utilizó el módulo de evaluación del impacto de los RED (Recursos Energéticos Distribuidos) del software de uso específico. Los resultados de este análisis se muestran en la sección 6.6 de este documento.

5.4. Metodología utilizada para el desarrollo del cuarto objetivo

Este objetivo consistió en determinar el punto más conveniente de interconexión con la red de la empresa eléctrica distribuidora, basándose en la reconfiguración propuesta. Estos puntos de interconexión con la red de la empresa eléctrica servirán para dotar de energía al campus en el modo conectado a la red. Para la interconexión con la red de la empresa eléctrica, se consideraron transiciones aéreo-subterráneas con las estructuras mostradas en el anexo 9. En la selección de los puntos de interconexión, se consideraron los siguientes aspectos:

- El proyecto eléctrico para el centro de convenciones de la UNL se encuentra actualmente aprobado, por lo que para evitar hacer inversiones innecesarias se ha considerado el punto de conexión establecido en el mismo.
- El siguiente punto de conexión se lo estableció considerando la ruta tanto del alimentador Cajanuma como de la red propuesta, tratando que este se ubique en el centro de la carga conectada aguas abajo y que haya espacio disponible para la ubicación de la cámara que contendrá los equipos de protección y seccionamiento

Al tratarse de una red con topología en anillo abierto, para su funcionamiento se requiere de un solo punto de interconexión; Sin embargo, se han proyectado dos para aumentar la confiabilidad del sistema eléctrico. Debido a los equipos de seccionamiento proyectados, la red propuesta ofrece varias rutas para la distribución de energía. Para seleccionar la configuración más adecuada y el punto de interconexión que debe permanecer cerrado en condiciones normales de operación, se realizó un análisis de caída de tensión utilizando el método de momento de potencia aparente de cada conductor para una caída de tensión del 1 %.

Utilizando la herramienta computacional Excel y los valores del FDV para cada tipo de conductor, disponibles en (EERSSA, 2012), se calcularon las caídas de tensión. La configuración que presentó los mejores resultados fue la seleccionada para el funcionamiento regular en el modo conectado a la red, cuando las cargas del campus se abastecen mediante la compra de energía a la empresa eléctrica.

5.5. Metodología utilizada para el desarrollo del quinto objetivo

Este objetivo consistió en estimar los costos de inversión de la reconfiguración de la red de media tensión. Para esta etapa, es necesario considerar que la estimación de costos de la ejecución del proyecto corresponde únicamente a la parte constructiva del mismo; no se contemplan los costos de operación ni de mantenimiento futuros.

Se realizó el control de estructuras de la nueva red de media tensión para calcular el total del componente eléctrico y determinar los materiales y cantidades necesarias. Se utilizaron proformas actualizadas para obtener el costo de cada uno de los materiales.

Para estimar el costo de instalación de cada rubro, se realizó el análisis de precios unitarios (APU) según los lineamientos establecidos por el Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP). Para calcular el costo de equipos y herramientas menores, se utilizó la ecuación 43.

$$\text{Costo equipos y herramientas} = C \times CH \times R \quad (43)$$

Donde:

- C : Cantidad de equipos y/o herramientas menores necesarias.
- CH : Costo unitario por hora del equipo o herramienta.
- R : Rendimiento del equipo y/o herramienta.

De manera similar el costo de mano de obra se calculó utilizando la ecuación 44.

$$\text{Costo mano de obra} = C \times JH \times R \quad (44)$$

Donde:

- C : Cantidad de mano de obra calificada y/o no calificada.
- JH : Costo unitario del jornal/hora por cada tipo de trabajador.
- R : Rendimiento del personal.

El rendimiento para los dos casos anteriores se estimó utilizando la ecuación 45.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Cantidad de trabajo realizado}}{\text{Tiempo invertido}} \quad (45)$$

Finalmente, el costo total unitario para cada rubro se obtiene con ayuda de la ecuación 46.

$$\begin{aligned} \text{Costo Total Unitario} = & \text{Costo materiales} + \text{Costo equipos y herramientas} \\ & + \text{Costo mano de obra} + \text{Cargos Adicionales} \quad (46) \end{aligned}$$

6. Resultados

6.1. Descripción del estado actual de la red de Media tensión

Como resultado del levantamiento realizado, se determinó que la red de media tensión del campus matriz de la UNL estaba compuesta por 72 estructuras aéreas y 15 pozos de revisión para la red subterránea, conformando un sistema de distribución que incluye redes trifásicas y monofásicas con niveles de tensión de 13,8 kV y 7,97 kV, respectivamente. Se constató que este sistema se encontraba conectado a la red de distribución de la EERSSA a través de diez puntos de interconexión con el alimentador Cajanuma, ubicados en las estructuras detalladas en la tabla 15.

Tabla 15. Estructuras de interconexión con el alimentador Cajanuma

N.º Ramal	N.º Poste de partida	Tipo Derivación	Config. Conductores
1	194599	Trifásica	3F4C
2	143860	Trifásica	3F4C
3	143863	Monofásica	1F2C
4	143864	Trifásica	3F4C
5	143872	Trifásica	3F4C
6	232453	Trifásica	3F4C
7	141837	Trifásica	3F4C
8	142455	Trifásica	3F4C
9	141845	Trifásica	3F4C
10	141854	Trifásica	3F4C

Además, se identificó que el campus universitario se abastece de energía a través de los transformadores N.º 10112 y 16947, instalados en los postes 232452 y 225687, respectivamente, los cuales se encuentran ubicados fuera del campus.

Se verificó que la red de media tensión del campus está conformada por un total de 10 ramales laterales de alimentador Cajanuma. Los mismos que se muestran a continuación mediante la simbología mostrada en la figura 28.

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	ALIMENTADOR CAJANUMA
	RED AÉREA DE MEDIA TENSIÓN INTERNA DEL CAMPUS UNL
	RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSION
	POSTE HORMIGÓN ARMADO DE n METROS
	BANCO DE 3 TRANSFORMADORES n kVA EN POSTE
	TRANSFORMADOR 1F n kVA EN POSTE
	TRANSFORMADOR 3F n kVA EN POATE
	TRANSFORMADOR 3F n kVA TIPO PAUDMONTED EN CÁMARA
	BANCO DE 3 TRANSFORMADORES n kVA EN POSTE
	POZO DE REVISIÓN PARA MT
	PUNTO DE CONEXIÓN EN MT

Figura 28. Simbología para redes eléctricas

6.1.1. Ramal 1

Se observó que el ramal 1, mostrado en la figura 29, parte del poste 194599 y se energiza mediante un cruce en media tensión con el alimentador Cajanuma. Este ramal está constituido por cuatro postes de hormigón armado para un tramo de red aérea y cuatro pozos de revisión para un tramo de red subterránea. El calibre y la configuración de los conductores es CO0-0B3x1/0(1/0) hasta la estructura 68045. A partir de este punto, mediante una transición aéreo-subterránea, la configuración del conductor cambia a CO0-0V3x2+0G1x2 hasta finalizar en el pozo 68049. Este ramal es trifásico y alimenta los transformadores detallados en la tabla 16.

Tabla 16. Transformadores del ramal 1

No. Transformador	Tipo	No. Fases	Potencia (kVA)
15735	Convencional	3	30
18073	Padmounted	3	50

Tabla 17. Transformadores del ramal 2

No. Transformador	Tipo	No. Fases	Potencia (kVA)
199	Autoprotegido	1	25
15425	Padmounted	3	30
15226	Autoprotegido	1	25
5883	Autoprotegido	1	37,5
14731	Autoprotegido	1	15
5910	Autoprotegido	1	37,5
25903	Convencional	3	30
192	Autoprotegido	1	37,5

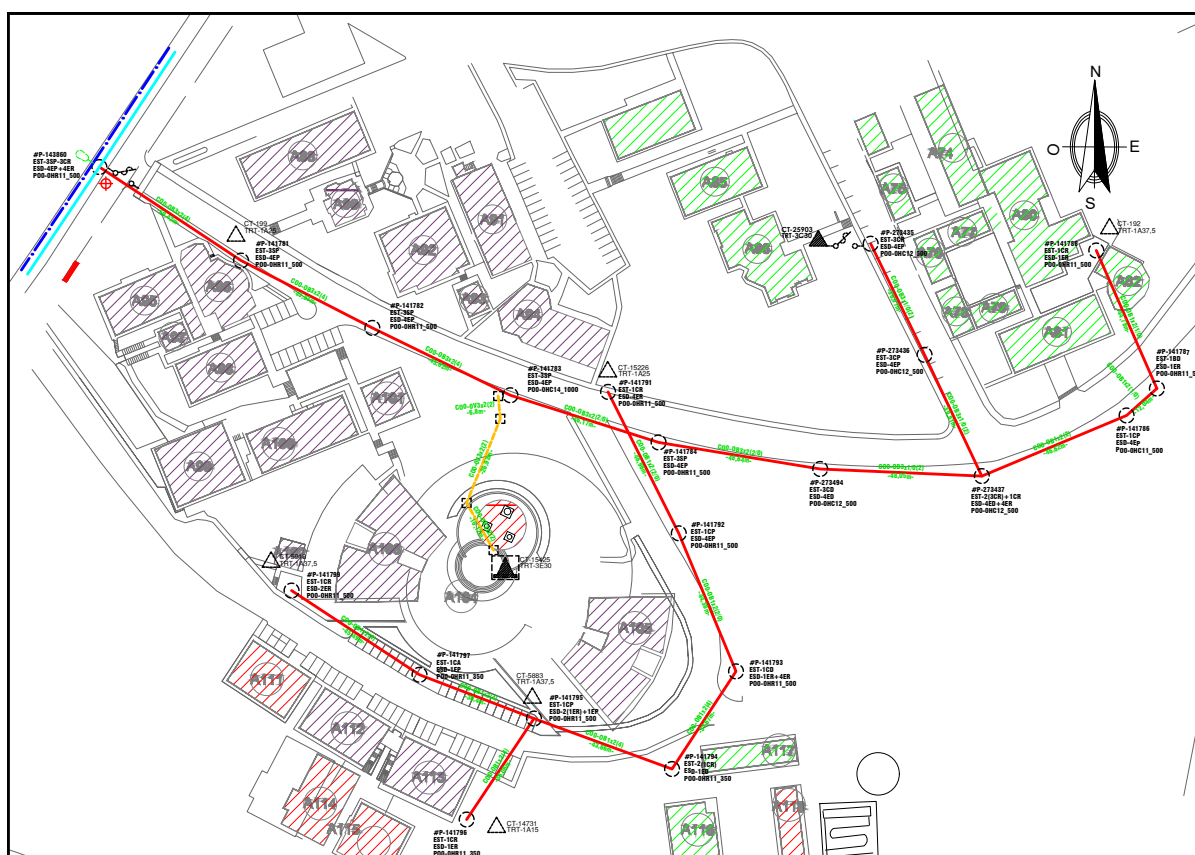


Figura 30. Ramal trifásico 2

6.1.2.1 Observaciones.

1. Los postes de hormigón armado son obsoletos y se encuentran en mal estado, presentando fisuras en su estructura.
2. Los transformadores no se encuentran correctamente instalados, debido a la ausencia de seccionadores fusible y estribos de derivación.
3. Los postes 273494, 273437, 273436 y 273435 fueron instaladas recientemente, por lo que se encuentran en buen estado y cumplen con la normativa vigente.

4. Los conductores y aisladores de la red de media tensión se encuentran en mal estado.

6.1.3. Ramal 3

El ramal 3 es un ramal monofásico aéreo que se extiende desde el poste 143863 hasta el poste 141807, con conductor CO0-0B1x2(4). Se constató que este ramal está conformado por tres postes de hormigón armado, tal como se muestra en la figura 31. Además, se registró que los transformadores conectados a esta línea son los detallados en la tabla 18.

Tabla 18. Transformadores del ramal 3

No. Transformador	Tipo	No. Fases	Potencia (kVA)
198	Autoprotegido	1	50
14519	Autoprotegido	1	37,5
200	Autoprotegido	1	37,5

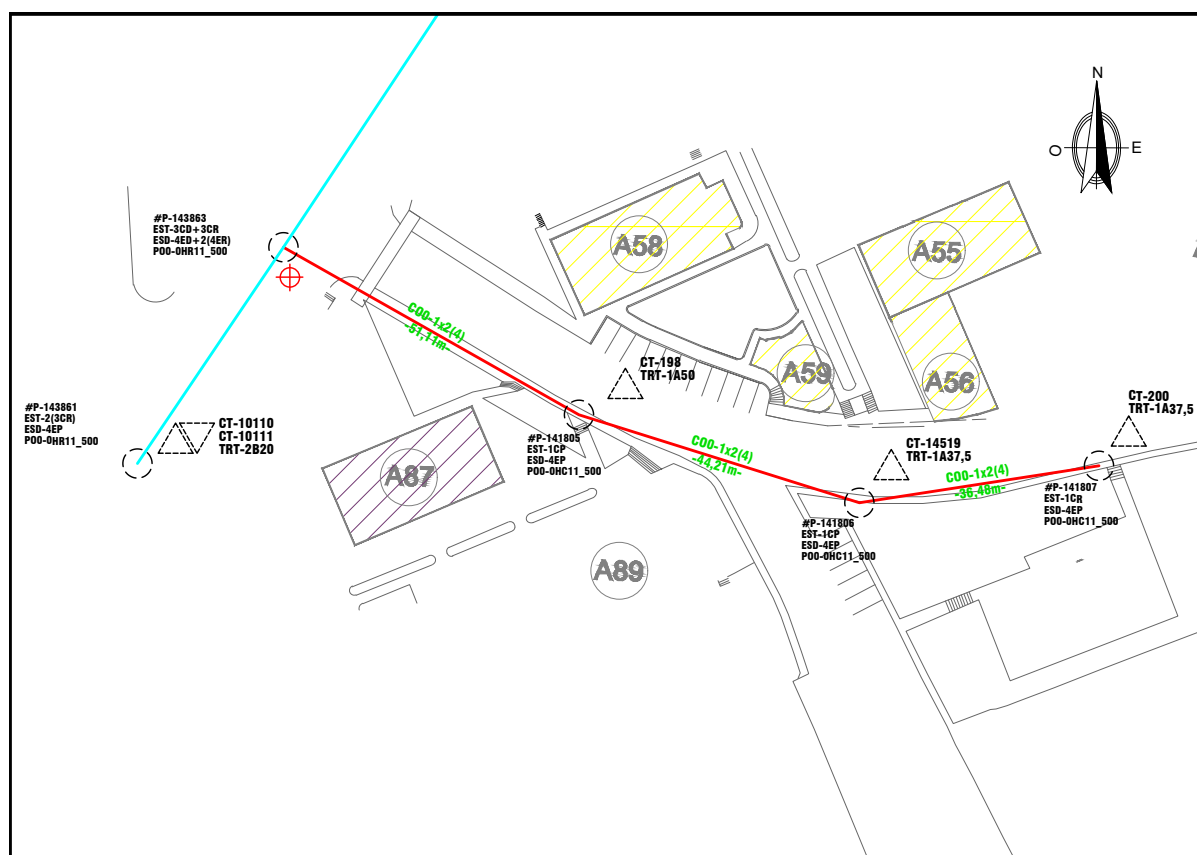


Figura 31. Ramal monofásico 3

6.1.3.1 Observaciones.

1. Los postes y materiales utilizados en las estructuras se encuentran obsoletos y presentan daños y fisuras en su estructura.

2. Los conductores y aisladores de la red media tensión se encuentran visiblemente deteriorados.
3. El transformador 200 y el poste 141807 fueron retirados debido al mal estado en que se encontraban.

6.1.4. Ramal 4

Se identificó que este ramal es una derivación trifásica relativamente corta. Parte del poste 143864 con conductores CO0-0B3x4/0(2/0) y su extensión es de aproximadamente 52 metros, dato que se puede visualizar en la figura 32. Este ramal alimenta un total de cuatro transformadores monofásicos, de los cuales tres conformaban un banco trifásico. La potencia del banco y la numeración de los transformadores que lo conformaban se muestran en la tabla 19.

Tabla 19. Transformadores del ramal 4

No. Transformador	Tipo	No. Fases	Potencia (kVA)
196-197-9208	Banco de 3 transformadores	3	45
143865	Autoprotegido	1	10

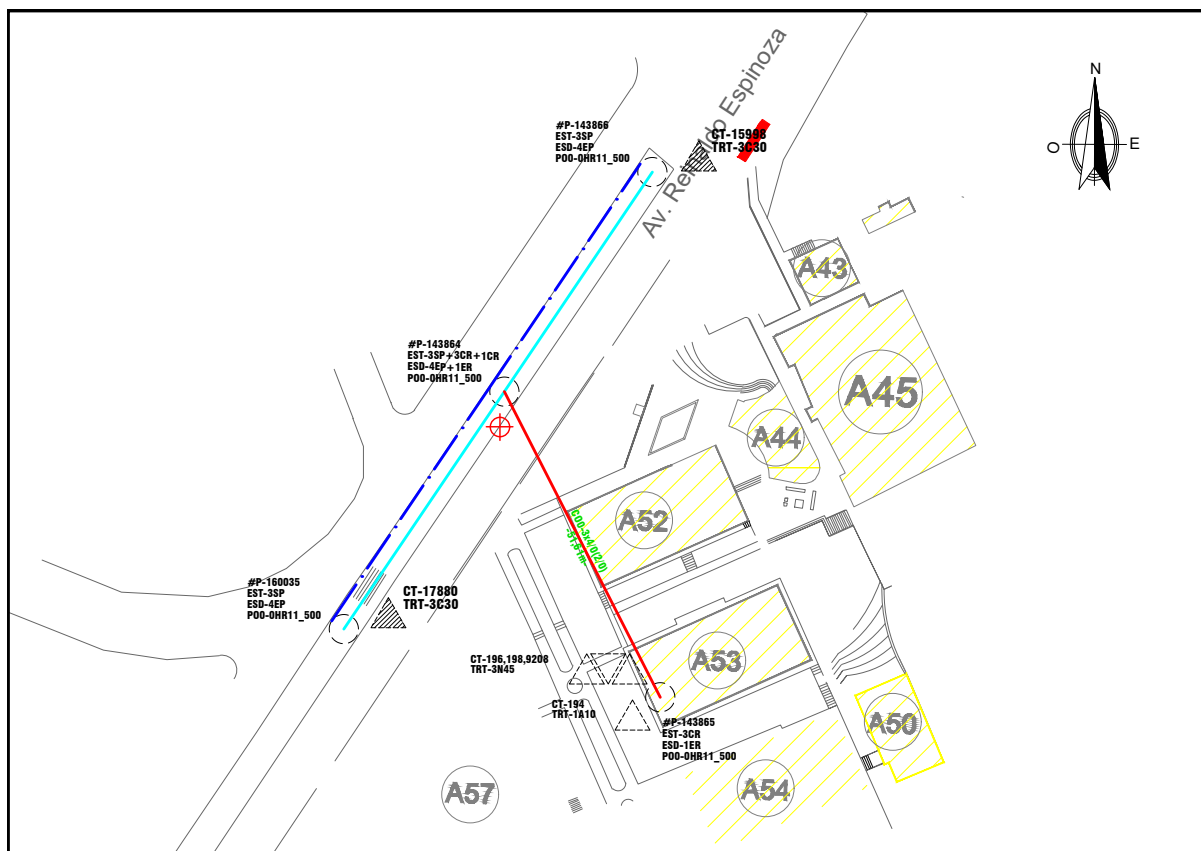


Figura 32. Ramal trifásico 4

6.1.4.1 Observaciones.

1. Las estructuras de acero utilizadas para el soporte de los transformadores muestran un estado avanzado de corrosión.
2. Los conductores y aisladores muestran un deterioro avanzado.
3. La estructura de protección y seccionamiento no cumple con la normativa vigente para redes de distribución.

6.1.5. *Ramal 5*

Se observó que el ramal 5, al igual que el ramal 2, tiene una extensión de red considerable. Este ramal es de suma importancia, ya que alimenta los transformadores que suministran energía a los edificios de administración central de la UNL. Parte del poste 143873 con calibres y configuraciones de conductores muy variables, ya que este ramal está conformado por redes trifásicas y monofásicas, tanto aéreas como subterráneas, lo cual se evidencia en la figura 33. La información de los transformadores conectados a este ramal se muestra en la tabla 20.

Tabla 20. Transformadores del ramal 5

No. Transformador	Tipo	No. Fases	Potencia (kVA)
183-184-185	Banco de 3 transformadores	3	30
141826	Autoprotegido	1	50
5421-9457-9458	Banco de 3 transformadores	3	30
10108	Autoprotegido	1	10
186	Autoprotegido	1	25
12120	Convencional	3	75
25902	Convencional	3	50
17116	Padmounted	3	50
6310	Autoprotegido	1	37.5

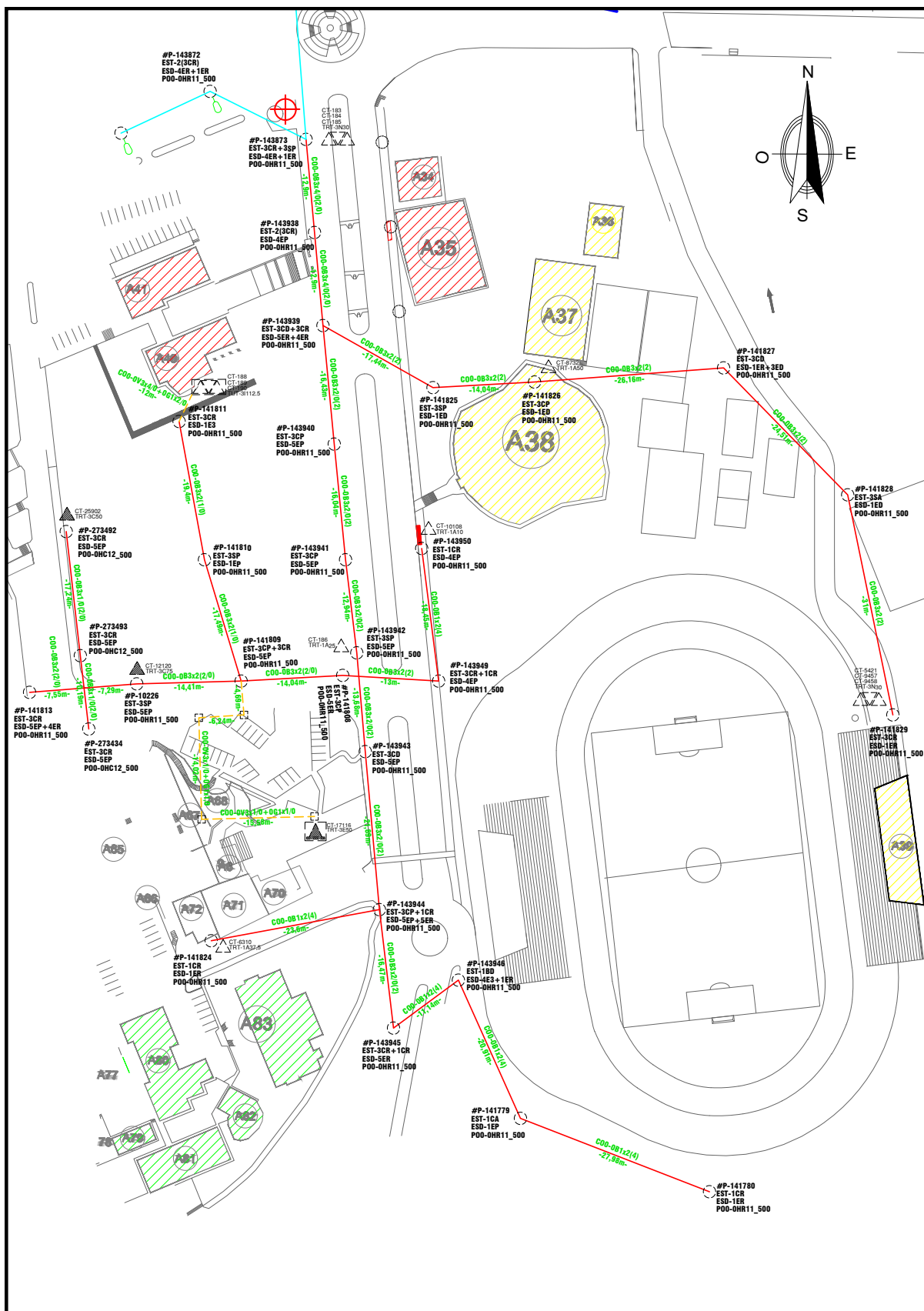


Figura 33. Ramal trifásico 5

6.1.5.1 Observaciones.

1. Ausencia de dispositivos de protección y seccionamiento en los transformadores.
2. Los conductores y aisladores se encuentran en mal estado, a excepción de los tramos de red entre los postes 273434, 273493 y 273492.
3. La estructura de seccionamiento a la partida del ramal 5 no cumple con la normativa vigente.
4. Los postes rectangulares no están homologados por el ministerio de energía y minas para su uso en redes eléctricas.
5. Los postes 273734, 273493, 273492 y el transformador 25902, fueron instalados recientemente, por lo que estos elementos si cumplen con la normativa actual y se encuentran en buenas condiciones operativas.
6. El tramo de red monofásico que parte del poste 143945 se encuentra actualmente fuera de servicio.
7. La acometida subterránea que en la figura 33 se muestra en el poste 141809, fue reubicada y actualmente parte de la estructura 143944.

6.1.6. Ramal 6

El ramal 6 está compuesto por dos estructuras para sostener un tramo de red trifásica aérea con conductor CO0-0B3x2(2). Esta derivación del alimentador Cajanuma, que parte del poste 232453 sirve para energizar únicamente el transformador trifásico convencional de 45 kVA, número 17709 instalado en el poste 67150. Las estructuras presentes en este ramal se visualizan en la figura 34.

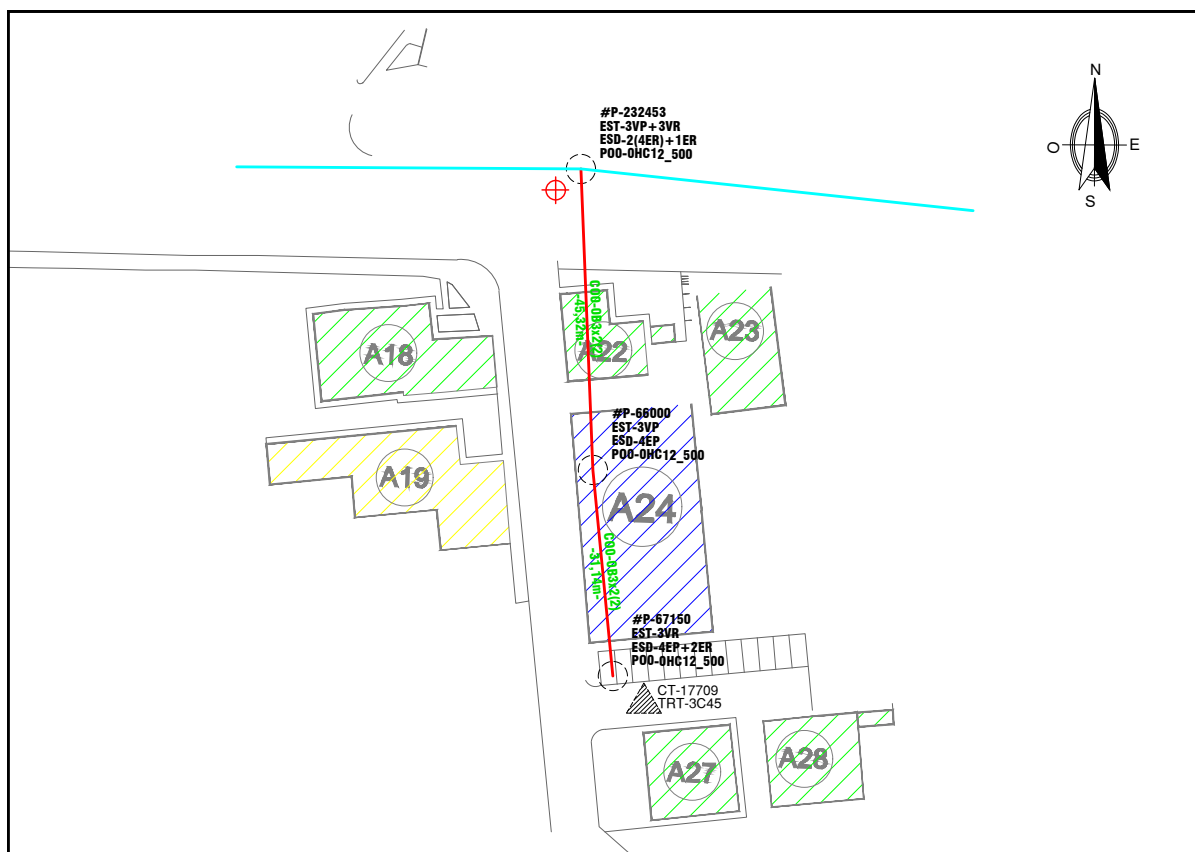


Figura 34. Ramal trifásico 6

6.1.6.1 Observaciones.

1. Los componentes eléctricos de este ramal se encuentran en buenas condiciones.
2. La instalación del transformador cuenta con los equipos de protección y seccionamiento adecuados acorde a la normativa actual.

6.1.7. Ramal 7

El ramal 7, que corresponde a la figura 35, es un ramal trifásico de corta extensión, parte desde el poste 141837 y electrifica las cargas de los talleres de la carrera de Ingeniería Electromecánica. Este ramal suministra energía a los transformadores detallados en la tabla 21.

Tabla 21. Transformadores del ramal 7

No. Transformador	Tipo	No. Fases	Potencia (kVA)
8959	Convencional	3	75
1466	Convencional	3	75

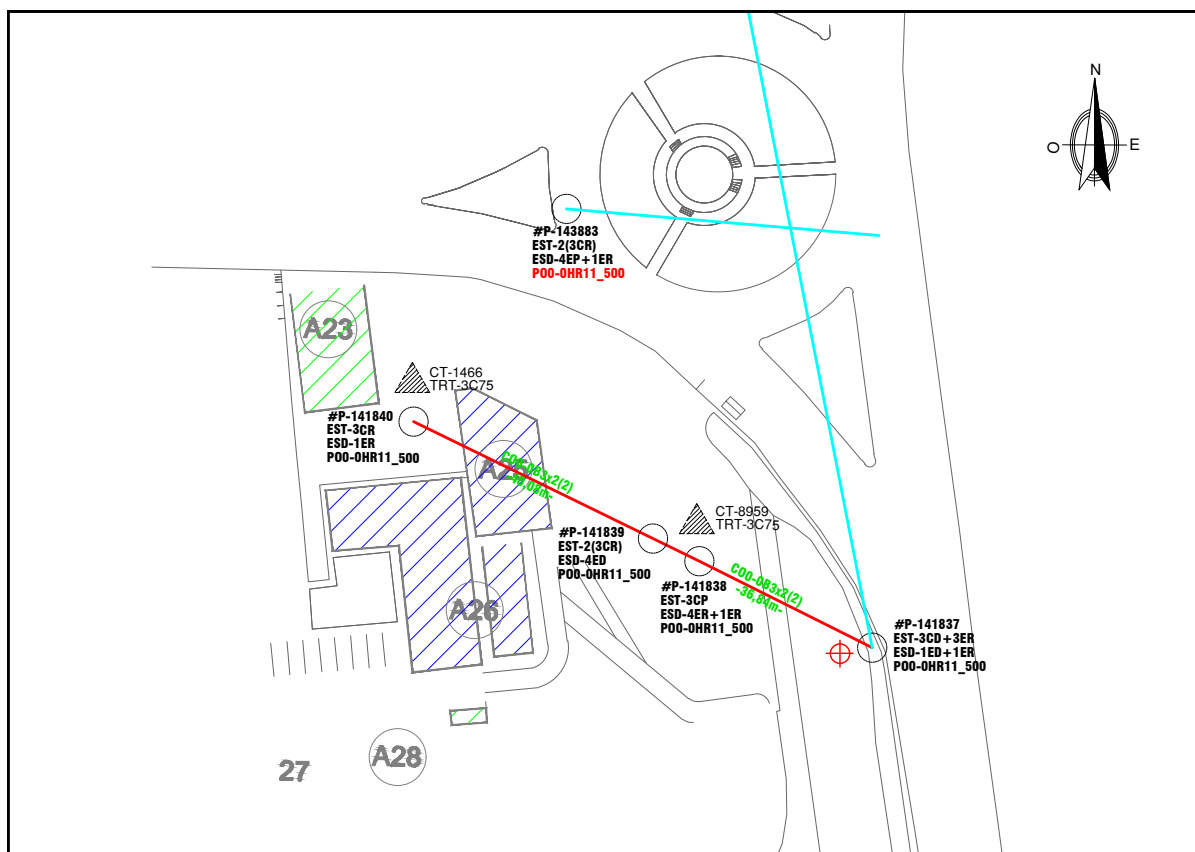


Figura 35. Ramal trifásico 7

6.1.7.1 Observaciones.

1. Las estructuras no están aplomadas a causa del deterioro de los postes.
2. Los postes de hormigón armado son rectangulares y presentan fisuras a lo largo de toda su extensión.
3. Los conductores y aisladores se encuentran en mal estado.
4. Los transformadores presentan corrosión en su carcasa exterior.

6.1.8. Ramal 8

Tal como se muestra en la figura 36, este ramal del tipo trifásico parte del poste 142455, tiene una longitud aproximada de 93 metros, y energiza los transformadores 1467, 1468 y 1469, los cuales forman parte de un banco trifásico con una potencia total de 112.5 kVA, que sirve para dotar de energía al aserradero y centro de maquinaria agrícola.

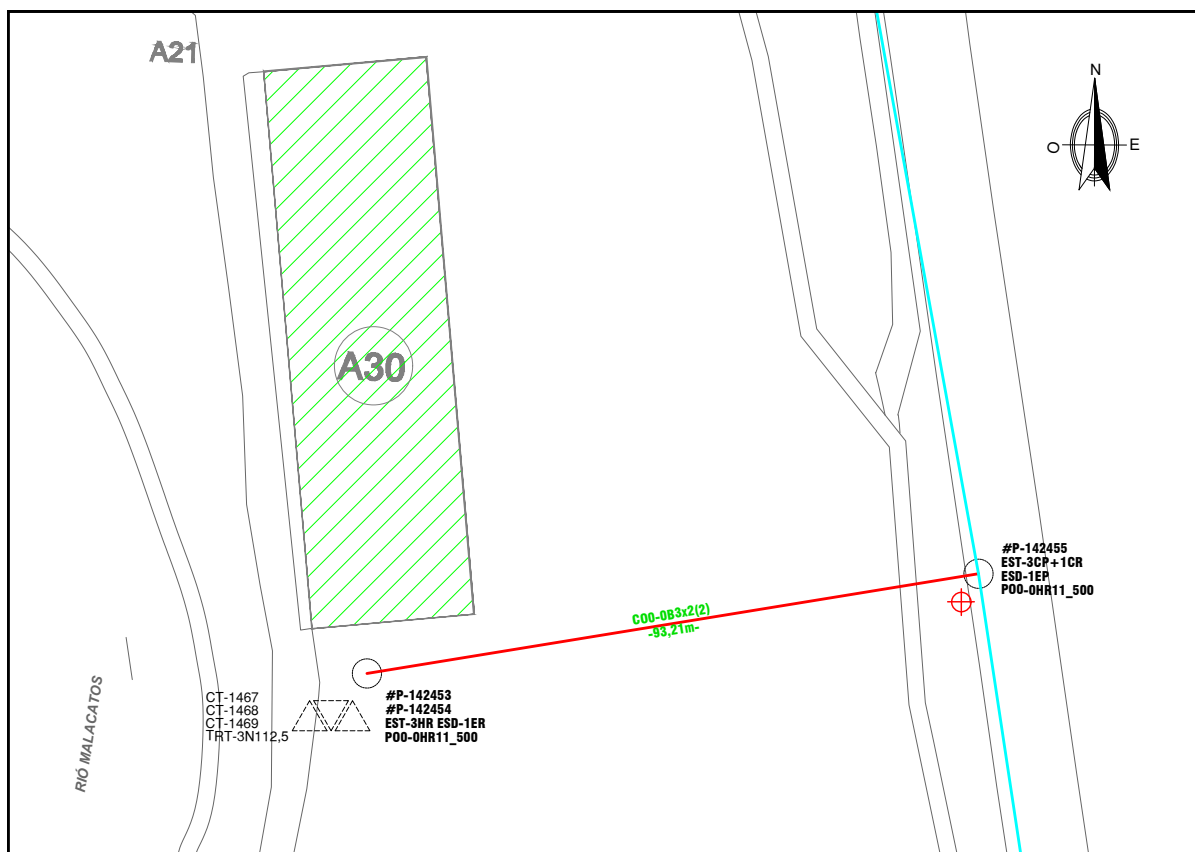


Figura 36. Ramal trifásico 8

6.1.8.1 Observaciones.

1. Los postes muestran un evidente deterioro en su estructura.
2. La estructura de soporte de los transformadores muestra un elevado grado de corrosión.
3. Los transformadores muestran un evidente desgaste en sus elementos.
4. Conductores y aisladores en mal estado.

6.1.9. Ramal 9

Este ramal parte del poste 141845, se utiliza para energizar un banco trifásico conformado por los transformadores 14498, 4101 y 4102. La potencia de este banco es de 75 kVA y suministra energía a algunos bloques de aulas de la Facultad de Energía, Industrias y Recursos Naturales No Renovables (FEIRNNR). La longitud de este ramal trifásico es de aproximadamente 140 metros y el calibre y configuración de los conductores es CO0-0B3x4/0(2/0). La disposición de la red se muestra en la figura 37.

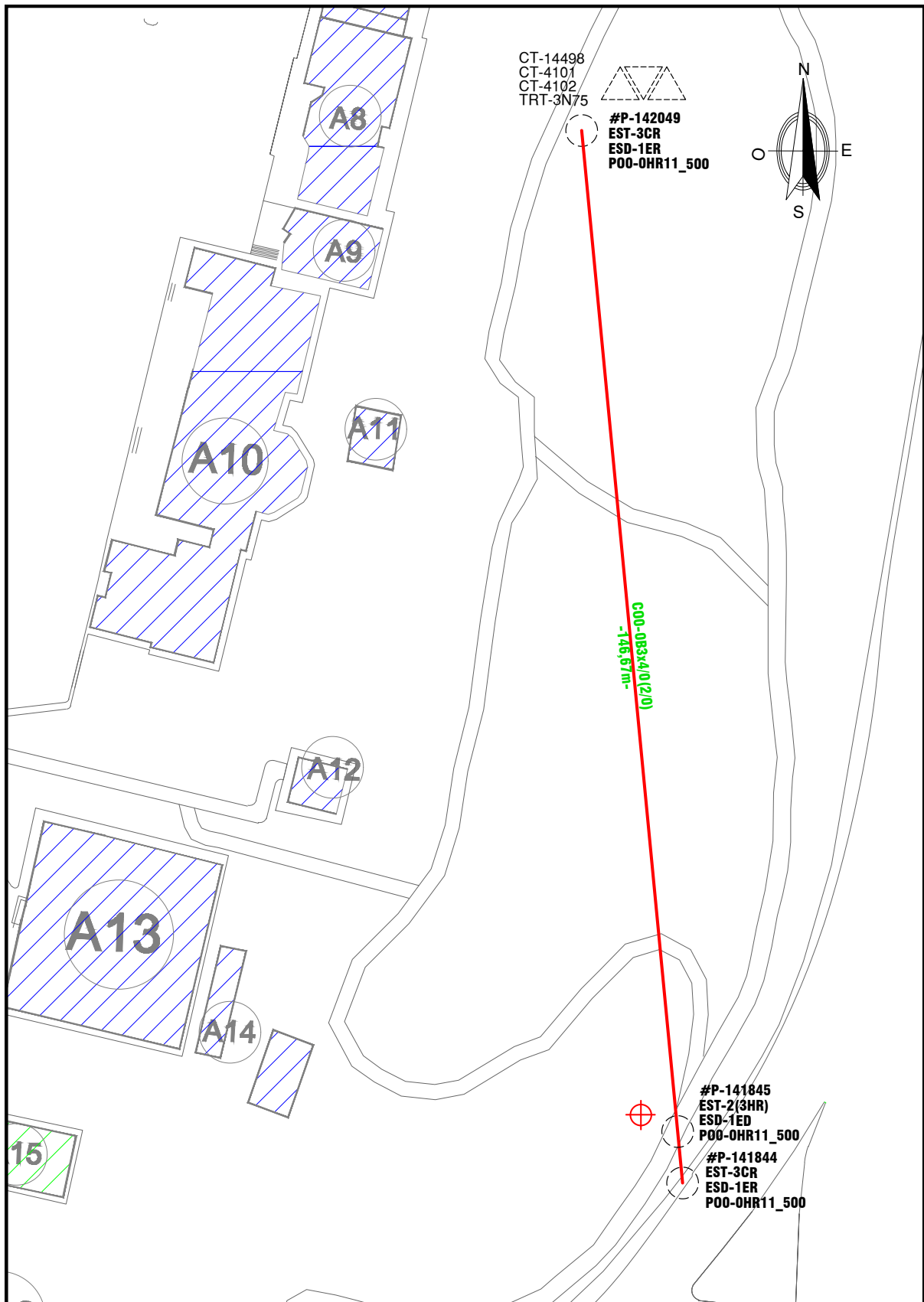


Figura 37. Ramal trifásico 9

6.1.9.1 Observaciones.

1. Los postes son rectangulares y muestran deterioro en su estructura.
2. La estructura de soporte de los transformadores muestra un elevado grado de corrosión.
3. Los transformadores muestran un evidente desgaste en sus elementos.
4. Conductores y aisladores en mal estado.
5. Las crucetas instaladas en poste 142049 están dobladas.

6.1.10. Ramal 10

Este ramal trifásico se origina en el poste 141854 y alimenta el transformador 18213, de 50 kVA, destinado a la distribución de energía en los laboratorios de la FEIRNNR. Dado que este transformador es de tipo pad-mounted, la conexión de sus devanados primarios a la red de media tensión se realiza mediante una transición aérea-subterránea en la estructura 69124. A partir de este punto y hasta la cámara de transformación, la energía es transportada en media tensión a través de una acometida subterránea. La configuración de los conductores corresponde a CO0-0B3x2(2) para la red aérea y CO0-0V3x2-0G1x2 para la red subterránea. Las longitudes y disposición de este ramal se presentan en la figura 38.

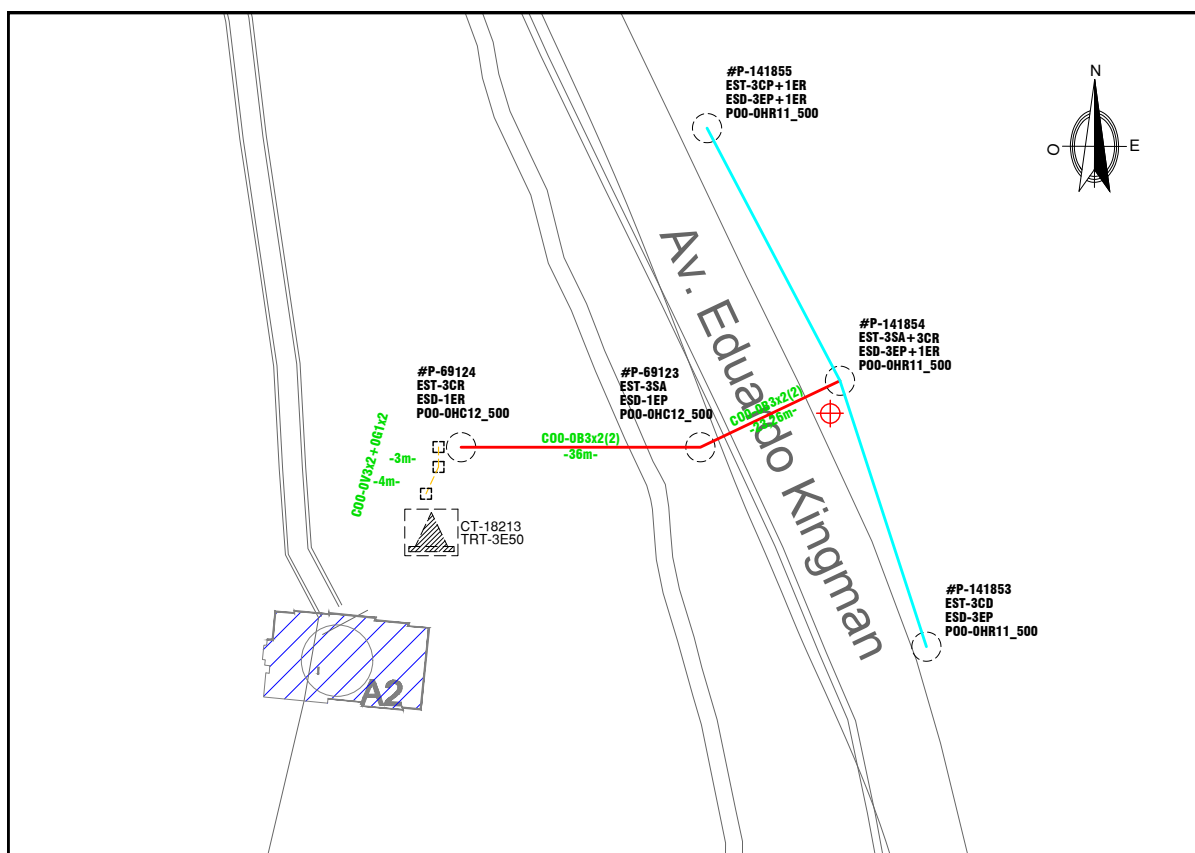


Figura 38. Ramal trifásico 10

6.1.10.1 Observaciones.

1. Los postes de hormigón armado presentan fisuras en su estructura.
2. Los elementos de la red requieren mantenimiento preventivo, incluyendo la limpieza de aisladores, conductores y demás componentes, debido a la acumulación de vegetación y otros materiales que pueden afectar el desempeño y la seguridad del sistema.
3. El transformador y el equipo de medición del mismo se encuentran en buen estado.

6.2. Resultados de la simulación de la red actual

Para ejecutar las simulaciones de la red actual, se utilizaron las mediciones realizadas por la EERSSA en la cabecera del alimentador Cajanuma. Dado que la intención de este estudio es determinar las condiciones operativas de la red en el escenario más crítico, se seleccionó el día de mayor demanda para realizar el análisis.

Para ello, con la ayuda de Excel se determinó que el día y la hora de mayor demanda fue el 4 de julio de 2024 a las 19:45, momento en el cual se obtuvieron los datos detallados en las tablas 22 y 23.

Tabla 22. Valores de potencia medidos en la cabecera del alimentador Cajanuma

Potencia Activa (kW)	Factor de Potencia	Potencia Reactiva (kVAr)
1 694,24	0,97	279,09

Fuente: Obtenido de (EERSSA, 2024)

Tabla 23. Corrientes medidas en las fases del alimentador Cajanuma

Fase	Corriente (A)
Fase A	64.831
Fase B	73.185
Fase C	79.568

Fuente: Obtenido de (EERSSA, 2024)

Una vez configurados estos parámetros, se realizó la distribución de carga y el flujo de potencia seleccionando una temperatura de 75°C, ya que a esta temperatura los conductores presentan mayor resistencia y aumentan las caídas tensión.

Debido a la configuración de la red actual, se consideró todo el alimentador Cajanuma para realizar los análisis, posteriormente de los resultados obtenidos, se seleccionaron solo los nodos pertenecientes a la red del campus de la UNL, Obteniendo los siguientes resultados.

6.2.1. Líneas y cables sobrecargados

A nivel de media tensión no se identificaron conductores operando en condición de sobrecarga. El tramo que condujo la mayor potencia durante las simulaciones corresponde a la partida del ramal 5. Los parámetros operacionales de dicho tramo se detallan en la tabla 24.

Tabla 24. Parámetros operacionales en la partida del ramal 5

Tipo de equipo	Origen	Destino	Potencia total de paso (KVA)	Corriente (A) %	Carga %
Línea aérea trifásica	P-143873	P-143938	250	10,5	7

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

Los casos más críticos de sobrecarga en cables y líneas se muestran en la tabla 25. De estos resultados, es necesario destacar que los cables que presentaron sobrecarga fueron las bajantes de los bushings de baja tensión de los transformadores hacia la carga. Al realizar un análisis más detallado, se pudo observar que este problema fue recurrente a lo largo de todo el alimentador y no solo en los transformadores ubicados dentro del campus.

Tabla 25. Líneas y cables sobrecargados

Tipo de equipo	Origen	Destino	Corriente (A)	Carga %
Bajante en baja tensión	Transformador 18073	Carga	170,8	156,7
Bajante en baja tensión	Transformador 5883	Carga	194,2	178,2
Bajante en baja tensión	Transformador 192	Carga	165,0	151,4
Bajante en baja tensión	Transformador 16947	Carga	170,9	156,8
Bajante en baja tensión	Banco 3 transformadores (1467-1468-1469)	Carga	163,0	149,6
Bajante en baja tensión	Transformador 141824	Carga	214,9	197,1
Bajante en baja tensión	Banco 3 transformadores (188-189-190)	Carga	162,9	149,5
Bajante en baja tensión	Transformador 14519	Carga	211,8	194,3

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

6.2.2. Caídas de voltaje

El reporte obtenido a partir de las simulaciones realizadas indicó que no existieron valores anormales de tensión en ningún punto del alimentador. Para corroborar esto, se utilizó la herramienta “Densidad de carga”, la cual permitió ubicar dentro del alimentador los nodos con mayor concentración de carga. Una vez que se identificaron estos nodos, se analizó el voltaje en los mismos y se determinó que, en todos los casos, la caída de tensión se encuentra dentro los límites permisibles. Esta herramienta también permitió obtener las caídas de tensión

en los puntos proyectados para realizar la interconexión con el alimentador Cajanuma, datos que servirán para los análisis futuros.

Tabla 26. Máximas caídas de voltaje registradas en el alimentador Cajanuma

Descripción	Voltaje (p.u)	Voltaje (kV)	N.º Poste	Máxima caída de voltaje %
Máxima caída de tensión dentro del campus	0,992	13,68	142453	0,87
Tensión en el punto mas lejano	0,99	13,66	92460	1,01
Tensión en el PCC A	0,993	13,70	143860	0,72
Tensión en el PCC B	0,991	13,67	-	0,94

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

6.2.3. Reporte Sumario

En la Tabla 27, se presenta el resumen de los resultados obtenidos en la simulación de la red en su estado actual.

Tabla 27. Resumen de la simulación del estado actual de la red eléctrica

Resumen total	kW	kVAr	kVA	FP(%)
Fuente	1690,67	441,00	1747,24	96,76
Generadores	0,00	0,00	0,00	0,00
Producción total	1690,67	441,00	1747,24	96,76
Carga leída (no regulada)	1648,61	414,18	1699,84	96,99
Carga utilizada (regulada)	1644,15	412,96	1695,22	96,99
Condensadores shunt (regulados)	0,00	0,00	0,00	0,00
Reactancias shunt (reguladas)	0,00	0,00	0,00	0,00
Motores	0,00	0,00	0,00	0,00
Cargas totales	1644,15	412,96	1695,22	96,99
Capacitancia del cable	0,00	-4,48	4,48	0,00
Capacitancia de la línea	0,00	-20,86	20,86	0,00
Capacitancia shunt total	0,00	-25,34	25,34	0,00
Pérdidas en las líneas	9,48	15,95	18,56	51,08
Pérdidas en los cables	0,00	0,00	0,00	86,34
Pérdidas de carga del transformador	9,92	39,68	40,90	24,25
Pérdidas en vacío del transformador	29,15	0,00	29,15	100,00
Pérdidas totales	48,55	55,64	73,84	65,75

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

6.3. Descripción de la red de media tensión propuesta

La red de media tensión propuesta fue diseñada para garantizar una distribución eficiente y segura de la energía eléctrica, asegurando que los parámetros operativos del sistema

se mantengan dentro de los límites permisibles y que, en caso de falla, se minimice el área de afectación en cualquier punto de la red. En la sección 6.3.2 se verificó que el conductor CO0-0B3X2/0(2/0) sea capaz de soportar la corriente asociada tanto a la demanda actual como a la proyectada a 15 años. La selección de los componentes de la red se realizó considerando los requerimientos técnicos, la topografía del área y las condiciones operativas.

La red se estructuró en un sistema tipo anillo abierto, lo que permite la alimentación confiable de los distintos nodos dentro del campus desde diferentes rutas. Se emplearon conductores de aluminio reforzado ACSR para los tramos de red aérea y conductores de cobre con aislamiento XLPE para los tramos subterráneos, verificando en todo momento que las características de estos elementos sean las recomendadas para su aplicación específica.

Para la red aérea, se consideró el uso de postes circulares de hormigón armado de 12 m y 14 m, mientras que para la red subterránea se consideró el uso de pozos tipo B. De la red actual, se reutilizaron los componentes detallados en la tabla 28, los cuales se encuentran aún en buen estado de funcionamiento. Los centros de transformación fueron reutilizados en su totalidad, a excepción de los enlistados en la tabla 29, los cuales fueron retirados o reemplazados debido a su estado.

Tabla 28. Componentes reutilizadas en el diseño propuesto

Código nemotécnico	Numero de componente	Coordenadas UTM	
		Este (X)	Norte (Y)
PO0-0HC12_500	E2(68045)	699269,00	9553554,00
PO0-0HC12_500	E13(273494)	699443,00	9553593,10
PO0-0HC12_500	E14(273437)	699491,00	9553591,00
PO0-0HC12_500	E15(273436)	699474,00	9553627,00
PO0-0HC12_500	E16(273435)	699458,00	9553660,00

Nota. Los números entre paréntesis hacen referencia a la numeración actual de la estructura.

Tabla 29. Transformadores retirados o reemplazados en el diseño propuesto

Número transformador	Ubicación actual (poste)	Estado (proyectado)
Banco de 3 transformadores (1467-1468-1469)	P-142453	Retirado
CT-1466	P-141840	Retirado
CT-8959	P-141838	Retirado
CT-6310	P-141824	Reemplazando
CT-192	P-141788	Reemplazado
CT-200	P-141807	Retirado

El diseño consideró la normativa vigente y los estándares de seguridad aplicables, asegurando el cumplimiento de los requisitos técnicos y operativos exigidos.

6.3.1. Ruta

La troncal principal de la nueva red de medio voltaje proyectada parte desde la cámara 1, ubicada frente al edificio de la carrera de Administración Pública. Utilizando conductores subterráneos, llega hasta la estructura E1, situada en la esquina de las calles Av. Reinaldo Espinosa y James Watt. Desde aquí, mediante conductores aéreos, recorre la calle James Watt hasta llegar a la estructura E9, ubicada a un costado de la biblioteca de la Facultad Jurídica, Social y Administrativa.

Desde este punto, la red continúa su recorrido por la calle C.3 hasta alcanzar la estructura E20, situada en el redondel de la Av. Pío Jaramillo Alvarado. Luego rodea el estadio de la UNL por la parte sur y cruza el río Malacatos hasta llegar a la estructura E26. Desde allí, la red sigue por la calle C.10 hasta alcanzar la estructura E34, ubicada frente al taller de la carrera de Electromecánica. En esta estructura, el conductor cambia nuevamente a subterráneo para ingresar a la cámara 3, ubicada en el parqueadero de la carrera de Música.

Con conductor subterráneo, atraviesa la Av. Reinaldo Espinosa y, en la estructura E35, vuelve a cambiar a conductor aéreo para recorrer los parqueaderos de la FEIRNNR hasta llegar al transformador 18213. Desde este punto, la red regresa recorriendo el sendero del parque lineal del sur y cruza nuevamente la Av. Reinaldo Espinosa con conductor subterráneo mediante dos transiciones ubicadas en las estructuras E49 y E50.

La red continúa su curso por la parte lateral del parqueadero estudiantil, pasando frente al edificio de gimnasia, hasta incorporarse nuevamente a la Av. Pío Jaramillo Alvarado en la estructura E55. Luego recorre las calles C.7, C.6 y C.2 para finalmente ingresar de nuevo en la cámara 1, mediante una transición realizada en la estructura E73, completando de esta manera una topología tipo anillo.

La ruta seleccionada se muestra en la figura 39 y la planimetría correspondiente al diseño de la nueva red de media tensión del campus universitario se muestra en el anexo 15.

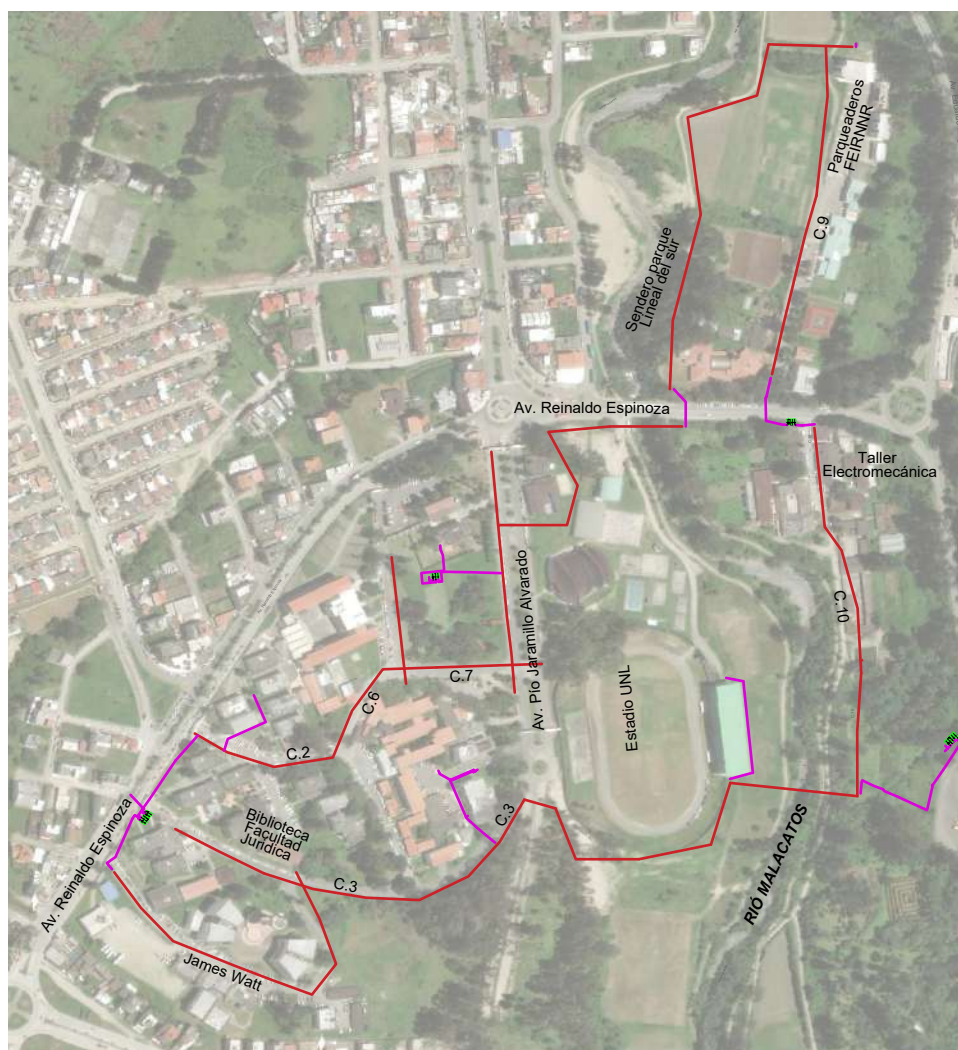


Figura 39. Ruta de la red de media tensión propuesta

6.3.2. Conductores

Para la selección de conductores, se consideró la potencia total de consumo del campus matriz de la UNL, valor que se obtuvo mediante el software, realizando el siguiente procedimiento:

- Se definió un único punto de conexión que alimente todos los transformadores del campus.
- Se realizó la distribución de carga utilizando las mediciones en la cabecera del alimentador detalladas en la tabla 23.
- Se obtuvo el reporte de los parámetros en el punto de conexión.

Los datos que se obtuvieron se muestran en la tabla 30.

Tabla 30. Demanda del campus matriz de la UNL

	Corriente (A)	Demanda (kVA)	Factor de Potencia
FASE A	24,7	194,8	0,99
FASE B	19,6	154,4	0,98
FASE C	18,8	148,2	0,98
POTENCIA TOTAL (kVA)		497,4	

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

Con la potencia obtenida en el análisis anterior se calculó la corriente utilizando la ecuación 41, considerando un 125 % de sobrecarga.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{497,4 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 13,8 \text{ kV}} \times 1,25 = 26,01 \text{ A}$$

Siguiendo la metodología propuesta, se realizó una proyección de la demanda para dimensionar el alimentador para 15 años, utilizando la ecuación 42.

$$DMP = D_0(1 + r)^n = 497,4(1 + 0,03)^{15} = 774,93 \text{ kVA}$$

Se realizó un nuevo cálculo de corriente considerando la potencia proyectada, obteniendo los siguientes resultados.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{769,64 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 13,8 \text{ kV}} \times 1,25 = 40,52 \text{ A}$$

Con los valores de corriente calculados en los dos casos, se dimensionó el conductor usando las capacidades de los conductores mostradas en la figura 40, datos obtenidos del fabricante.

Número de artículo	Designación	Designación AWG/ kcmil	Hilos de Aluminio Núm.	Diámetro nominal	Hilos de Acero Núm.	Diámetro nominal	Área nominal de la sección transversal	Diámetro total nominal	Peso aprox.	Capacidad de conducción de corriente (1)	Carga nominal de ruptura por tensión	Resistencia eléctrica CD a 20°C	Designación equivalente en Cobre
				mm		mm	mm²	mm	kg / km	Ampere	kg	ohm / km	AWG/kcmil
D920	TURKEY	6	6	1,68	1	1,68	13,30	5,04	53,70	105	540	2,15	8
D919	THRUSH	5	6	1,89	1	1,89	16,76	5,67	68,00	120	677	1,71	7
D918	SWAN	4	6	2,12	1	2,12	21,15	6,36	85,50	140	846	1,35	6
DM03	SWALLOW	3	6	2,38	1	2,38	26,67	7,14	107,8	160	1 044	1,08	5
D916	** SPARROW	2	6	2,67	1	2,67	33,62	8,01	135,7	185	1 292	0,853	4
D915	ROBIN	1	6	3,00	1	3,00	42,41	9,00	171,3	210	1 618	0,674	3
D914	** RAVEN	1/0	6	3,37	1	3,37	53,48	10,11	216,2	240	1 986	0,535	2
D913	QUAIL	2/0	6	3,78	1	3,78	67,43	11,34	272,0	275	2 398	0,424	1
D912	** PIGEON	3/0	6	4,25	1	4,25	85,01	12,75	344,3	315	2 996	0,336	1/0
D911	** PENGUIN	4/0	6	4,77	1	4,77	107,2	14,31	433,1	360	3 776	0,267	2/0
D909	* OWL	266,8	6	5,36	7	1,79	135,2	16,07	511,1	460	4 330	0,208	3/0
DM04	WAXWING	266,8	18	3,09	1	3,09	135,2	15,46	430,4	450	3 123	0,213	3/0

Figura 40. Capacidades de conductores de aluminio reforzado ACSR.

Fuente: (VIKON, 2015)

Contrastando las corrientes obtenidas en los cálculos realizados con las mostradas en la figura 40, se determinó que cualquier conductor podría cubrir las necesidades de carga del campus. Sin embargo, de acuerdo con la bibliografía revisada y en coordinación con la empresa distribuidora local, para alimentadores primarios aéreos, el conductor debe ser del tipo ACSR, con un calibre mínimo de 2/0 tanto para las fases como para el neutro. En este caso específico, para los tramos subterráneos del alimentador principal, también se seleccionó un conductor de calibre 2/0 con el fin de mejorar el acoplamiento de impedancias a lo largo de toda la red.

Las configuraciones seleccionadas para los conductores de la troncal principal de la red de media tensión propuesta son las siguientes:

- Red Aérea: CO0-0B3x2/0(2/0)
- Red Subterránea: CO0-0V3x2/0 + 0G1x2

6.3.3. Estructuras

Todas las estructuras utilizadas en el diseño de la red de media tensión están homologadas por el Ministerio de Energía y Minas. Para cada nodo de la red, la estructura fue seleccionada de acuerdo con su función específica. El número de estructuras consideradas en el diseño se detalla en la tabla 31. El detalle de las mismas se presenta en los anexos 10 y 11.

Tabla 31. Estructuras utilizadas en el diseño de la red de media tensión

Cantidad	Código Nemotécnico	Descripción
13	EST-3CD	Estructura en Media Tensión centrada doble retenida
33	EST-3CR	Estructura en Media Tensión centrada retenida
11	EST-3CA	Estructura en Media Tensión centrada angular
14	EST-3CP	Estructura en Media Tensión centrada pasante
4	EST-3VP	Estructura en Media Tensión volada pasante
2	EST-3VR	Estructura en Media Tensión volada retenida
2	EST-3VA	Estructura en Media Tensión volada angular
1	EST-3VD	Estructura en Media Tensión volada doble retenida
35	ESD-1EP	Estructura en Baja Tensión pasante
30	ESD-1ER	Estructura en Baja Tensión retenida
20	ESD-1ED	Estructura en Baja Tensión doble retenida

6.3.4. Equipos de protección y seccionamiento

Es importante destacar que, debido a la complejidad y extensión de un estudio completo de protecciones, en este trabajo de investigación el análisis se ha limitado a la selección de fusibles para seccionamiento, de acuerdo con las tablas y lineamientos establecidos por la empresa eléctrica.

Para la protección del sistema de distribución, se consideraron seccionadores fusibles en los puntos de interconexión con la red de la empresa eléctrica, así como en las derivaciones de línea y en la conexión de los transformadores. Por otro lado, para realizar las maniobras de reconfiguración de la red, se utilizaron celdas de media tensión ubicadas en puntos estratégicos del alimentador.

Para la protección de las derivaciones de línea, de acuerdo con la EERSSA, se deben utilizar fusibles con curva tipo T. El cálculo de la corriente con la que se dimensionó cada fusible se realizó considerando la potencia total en kVA instalada aguas abajo del punto de protección. Para los fusibles de los puntos de interconexión con el alimentador Cajanuma, se consideró la potencia total del campus, que es de 1447.5 kVA, resultante de sumar la potencia nominal de todos los transformadores conectados dentro del campus. La corriente necesaria para determinar la capacidad de los fusibles en los puntos de interconexión se calculó de la siguiente manera.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{1447,5 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 13,8 \text{ kV}} \times 1,25 = 75,7 \text{ A}$$

Por otra parte, para la protección de transformadores se seleccionaron fusibles tipo Slow-Fast (SF), de acuerdo a la potencia de cada transformador, según lo expuesto en la tabla 32.

Tabla 32. Disposición de fusibles para transformadores de distribución

Transformadores Monofásicos				
Nivel de Tensión: 7,96 kV			Nivel de Tensión: 12,7 kV	
Potencia (kVA)	I Nominal (A)	Fusible Tipo Dual	I Nominal (A)	Fusible Tipo Dual
5	0,63	0,3 SloFast	0,39	0,2 SloFast
10	1,26	0,7 SloFast	0,79	0,4 SloFast
15	1,88	1 SloFast	1,18	0,7 SloFast
25	3,14	1,6 SloFast	1,97	1,3 SloFast
37,5	4,71	3,1 SloFast	2,95	1,6 SloFast
50	6,28	3,5 SloFast	3,94	2,1 SloFast
75	9,42	6,3 SloFast	-	-

Transformadores Trifásicos				
Nivel de Tensión: 13,8 kV			Nivel de Tensión: 22 kV	
Potencia (kVA)	I Nominal (A)	Fusible Tipo Dual	I Nominal (A)	Fusible Tipo Dual
30	1,26	0,7 SloFast	0,79	0,4 SloFast
45	1,88	1 SloFast	1,18	0,7 SloFast
50	2,09	1,3 SloFast	1,31	0,7 SloFast
75	3,14	1,6 SloFast	1,97	1,3 SloFast
100,5	4,18	2,1 SloFast	2,62	1,6 SloFast
112,5	4,71	3,1 SloFast	2,95	1,6 SloFast

Para la instalación de las celdas, se consideró la construcción de tres cámaras, en cada una de las cuales se instalaron las celdas necesarias según los requerimientos específicos del alimentador. En total, se instalaron 4 celdas de remonte, 8 celdas de protección y seccionamiento, y 2 celdas de medición. La disposición de las celdas en cada cámara se detalla en la tabla 33 y en la figura 41, y las especificaciones técnicas de las celdas seleccionadas se presentan en el anexo 13.

Tabla 33. Celdas de media tensión consideradas para la nueva red de media tensión

Cámara	Ubicación	Cantidad	Tipo
C1	Carrera de Administración Pública	1	Celda de remonte
		3	Celda de protección y seccionamiento
		1	Celda de medición
C2	Centro de convenciones	1	Celda de remonte
		3	Celda de protección y seccionamiento
		1	Celda de medición
C3	Parqueadero de la carrera de música	2	Celda de remonte
		2	Celda de protección y seccionamiento

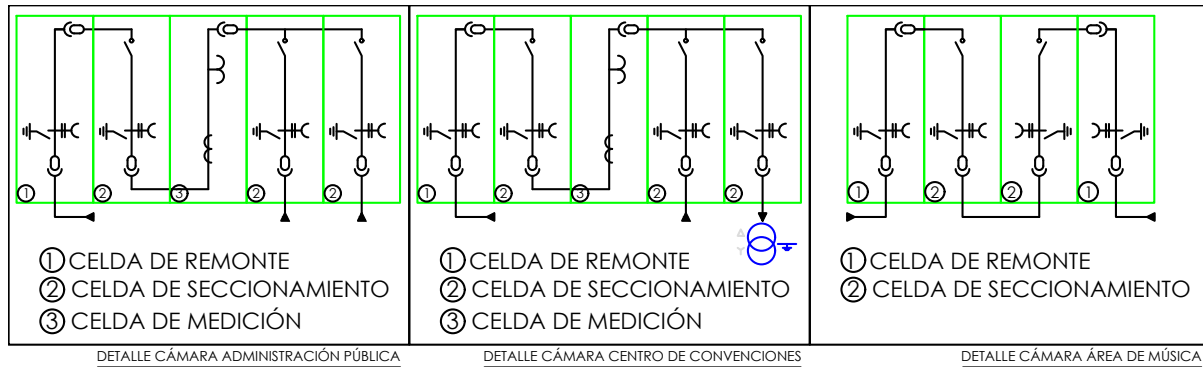


Figura 41. Configuración de celdas en las cámaras proyectadas

6.3.5. Puntos de ingreso de generación distribuida

La ubicación de los puntos de generación fotovoltaica fue seleccionada por el equipo de investigación de la carrera de Electricidad. Con base en ello, se determinó la ruta del alimentador principal y las estructuras de inyección de generación distribuida. Esta información se muestra en la tabla 34 y en la figura 42.

Tabla 34. Instalaciones fotovoltaicas dentro del campus

Instalación	Ubicación	Potencia (kW)	Nodo de conexión	Color indicativo
1	Estadio Universitario	326,4	E25	
2	Biblioteca Central	298,8	E67a	
3	Plaza de la Cultura	280,8	Cámara de transformación 18073	
4	Estacionamiento de Energía	151,2	E41	
5	Centro de convenciones	324	C2	
POTENCIA TOTAL (KW)		1381,2		

Fuente: (Anrango, 2025)

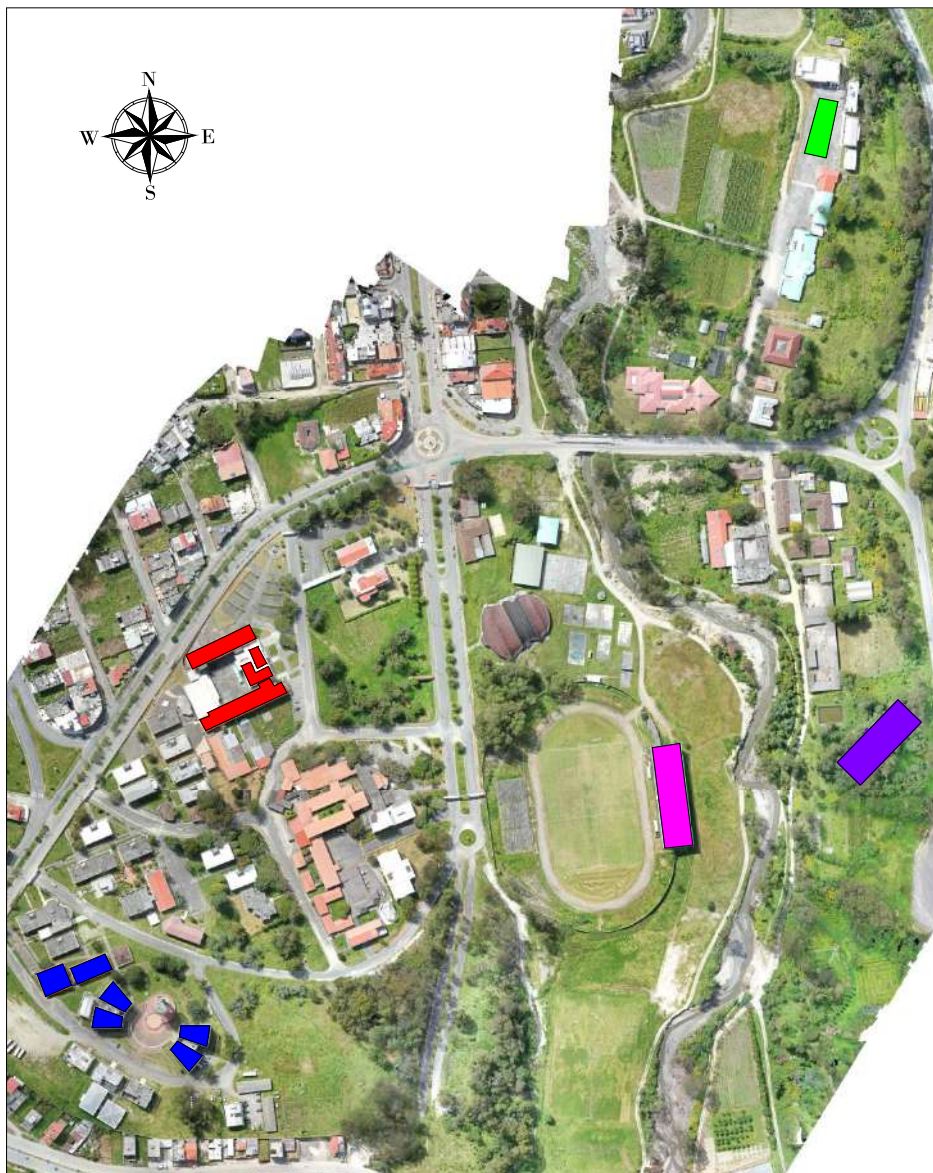


Figura 42. Ubicación de los proyectos fotovoltaicos de la UNL

Fuente: (Anrango, 2025)

Con base en la información obtenida, se observó que, para incorporar la potencia generada por las instalaciones fotovoltaicas a la red de media tensión, se utilizaron transformadores trifásicos tipo pad-mounted. Para la conexión a la red de media tensión en los puntos seleccionados, se consideraron transiciones aéreo-subterráneas con conductor aislado de calibre similar al seleccionado para la troncal principal (CO0-0V3x2/0 + 0G1x2).

6.4. Resultados de la simulación de la red propuesta

6.4.1. Modo conectado a la red con la demanda actual

Para analizar el modo conectado a la red, se utilizaron las mismas mediciones configuradas en el software de uso específico para el análisis del estado actual de la red. De la misma manera, se configuró una temperatura de 75 °C. La distribución de carga se realizó utilizando el método de kVA conectados, con el fin de considerar en el análisis los transformadores proyectados para el centro de convenciones y la nueva biblioteca.

Para evitar inconvenientes de sobrecarga en las bajantes de los transformadores, se utilizó conductor de cobre aislado TTU para todos los transformadores. El calibre de los mismos se seleccionó con base a la capacidad en cada transformador.

Luego de configurar el modelo se realizó el flujo de potencia con el método caída de tensión desequilibrada, los resultados obtenidos se detallan a continuación.

6.4.1.1 Líneas y cables sobrecargados. Debido a los cambios realizados con base en los resultados obtenidos en el análisis del estado actual, no se presenta sobrecarga en ningún conductor. Los conductores más cargados durante las simulaciones de cada configuración se muestran en la tabla 35.

Tabla 35. Conductores más cargados con demanda actual

Configuración	Tipo de red	Origen	Destino	Potencia (kVA)	Corriente (A)	Carga %
1	Tramo aéreo trifásico	E0	E1	494	21	10
2	Tramo subterráneo trifásico	P-143860	Cámara 1	494	21	6,8
3	Tramo aéreo trifásico	E73	E72	494	21	10
4	Tramo subterráneo trifásico	E0a	Cámara 2	492	20,8	6,78
5	Tramo subterráneo trifásico	E0a	Cámara 2	492	20,8	6,78

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

6.4.1.2 Caídas de voltaje. Para analizar las caídas de tensión, se realizaron simulaciones de todas las configuraciones posibles del alimentador de media tensión, lo que permitió obtener los valores resultantes mostrados en la tabla 36. Las configuraciones del alimentador de media tensión se visualizan en el anexo 3.

Tabla 36. Máximas caídas de voltaje registradas en la red

Configuración	Voltaje (p.u)	Voltaje (kV)	Nodo	Máxima caída de voltaje %
1	0,991	13,67	E73	0,94
2	0,993	13,70	E34	0,72
3	0,990	13,66	E0	1,01
4	0,990	13,66	E35	1,01
5	0,991	13,68	E73	1,01

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

6.4.1.3 Pérdidas totales. En este caso, para el sistema de distribución en modo conectado a la red, se obtuvo el reporte de las pérdidas totales a lo largo de todo el alimentador Cajanuma. Este análisis permitió evaluar el impacto de las pérdidas en el sistema. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 37, donde se detallan los valores correspondientes a las distintas condiciones operativas.

Tabla 37. Resumen de pérdidas en el alimentador Cajanuma

	Resumen de Pérdidas	kW	kVAr	kVA	FP %
Configuración 1	Pérdidas en las líneas	9,52	15,68	18,34	51,89
	Pérdidas en los cables	0,059	0,033	0,068	87,62
	Pérdidas de carga del transformador	11,40	45,50	47,00	24,25
	Pérdidas en vacío del transformador	29,50	-0,0	29,79	100,0
	Pérdidas totales	50,76	61,30	79,59	63,78
Configuración 2	Pérdidas en las líneas	9,03	15,09	17,60	51,34
	Pérdidas en los cables	0,037	0,020	0,043	87,58
	Pérdidas de carga del transformador	11,40	45,50	47,00	24,25
	Pérdidas en vacío del transformador	29,50	-0,0	29,79	100,0
	Pérdidas totales	50,27	60,73	78,84	63,76
Configuración 3	Pérdidas en las líneas	9,26	15,37	17,94	51,63
	Pérdidas en los cables	0,064	0,035	0,073	87,50
	Pérdidas de carga del transformador	11,62	45,50	47,02	24,25
	Pérdidas en vacío del transformador	29,79	-0,0	29,79	100,0
	Pérdidas totales	50,52	60,02	79,22	63,77
Configuración 4	Pérdidas en las líneas	10,14	19,92	19,73	51,38
	Pérdidas en los cables	0,052	0,028	0,059	87,85
	Pérdidas de carga del transformador	11,39	45,56	46,97	24,25
	Pérdidas en vacío del transformador	29,75	-0,0	29,75	100,0
	Pérdidas totales	51,33	62,51	80,88	63,46
Configuración 5	Pérdidas en las líneas	10,10	16,88	19,67	51,34
	Pérdidas en los cables	0,049	0,027	0,056	87,86
	Pérdidas de carga del transformador	11,39	45,56	46,97	24,25
	Pérdidas en vacío del transformador	29,76	-0,0	29,76	100,0
	Pérdidas totales	51,29	62,47	80,83	63,46

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

6.4.2. Modo conectado a la red con la demanda proyectada a 15 años

Para realizar la proyección de la demanda se utilizó la ecuación 42 tomando como datos para el estado inicial los valores de potencia en kVA mostrados en la tabla 27. De esta manera se obtuvieron los nuevos valores que se configuraron en la cabecera del alimentador Cajanuma, los cuales se muestran en la tabla 38.

Tabla 38. Valores totales de potencia proyectada

Demanda actual (kVA)	Demanda Proyectada (KVA)	Factor de Potencia
1 747,24	2 722,03	0,97

Con las mismas consideraciones antes expuestas, se realizaron las nuevas simulaciones que permitieron analizar el comportamiento de la red con la demanda proyectada a 15 años, los resultados obtenidos se muestran a continuación.

6.4.2.1 Líneas y cables sobrecargados. Las primeras simulaciones se realizaron utilizando el punto de interconexión A. De la misma manera que en los análisis previos, no se presentó sobrecarga en ningún conductor. El conductor más cargado durante las simulaciones fue el tramo aéreo que parte del poste E0. Los parámetros obtenidos en este se muestran en la tabla 39.

Tabla 39. Parámetros operacionales en el punto de interconexión A con la demanda proyectada

Tipo de equipo	Origen	Destino	Potencia total de paso (KVA)	Corriente (A) %	Carga %
Conductor aéreo trifásico ACSR	E0	E1	540	22,8	10

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

Un análisis similar se realizó utilizando el punto de interconexión B, los resultados tampoco mostraron problemas de sobrecarga en ningún tramo de la red, El tramo más cargado fue el tramo subterráneo de la partida, los resultados se muestran en la tabla 40.

Tabla 40. Parámetros operacionales en el punto de interconexión B con la demanda proyectada

Tipo de equipo	Origen	Destino	Potencia total de paso (kVA)	Corriente (A) %	Carga %
Cable subterráneo trifásico	E0a	Cámara 2	538	22,8	7,3

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

6.4.2.2 Caídas de voltaje. Para determinar los valores de caída de tensión, se realizaron nuevamente simulaciones de todas las configuraciones posibles del alimentador de media tensión, utilizando los valores de potencia proyectada. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 41.

Tabla 41. Máximas caídas de voltaje registradas en la red con la demanda proyectada

Configuración	Voltaje (p.u)	Voltaje (kV)	Nodo	Máxima caída de voltaje %
1	0,987	13,62	E73	1,30
2	0,989	13,65	E34	1,08
3	0,988	13,63	E0	1,23
4	0,985	13,59	E35	1,52
5	0,985	13,59	E73	1,52

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

6.4.2.3 Pérdidas totales. Con la finalidad de analizar las pérdidas en el sistema de distribución con la demanda proyectada, se ejecutó el flujo de potencia en todo el alimentador. Este estudio permitió determinar el impacto del aumento de la demanda en el alimentador Cajanuma. Los resultados obtenidos se encuentran en la tabla 42.

Tabla 42. Resumen de pérdidas en el alimentador Cajanuma con la demanda proyectada

Resumen de Pérdidas		kW	kVAr	kVA	FP %
Configuración 1	Pérdidas en las líneas	22,71	37,39	43,74	51,91
	Pérdidas en los cables	0,082	0,045	0,094	87,49
	Pérdidas de carga del transformador	27,13	108,50	111,84	24,25
	Pérdidas en vacío del transformador	29,55	0,0	29,55	100,0
	Pérdidas totales	79,47	145,94	166,17	47,82
Configuración 2	Pérdidas en las líneas	22,07	36,63	42,76	51,61
	Pérdidas en los cables	0,053	0,0292	0,06	87,42
	Pérdidas de carga del transformador	27,13	108,51	111,85	24,25
	Pérdidas en vacío del transformador	29,56	0,0	29,56	100,0
	Pérdidas totales	78,81	145,17	165,19	47,71
Configuración 3	Pérdidas en las líneas	22,40	37,02	43,27	51,78
	Pérdidas en los cables	0,09	0,05	0,10	87,39
	Pérdidas de carga del transformador	27,13	108,51	111,85	24,25
	Pérdidas en vacío del transformador	29,55	-0,0	29,55	100,0
	Pérdidas totales	79,18	145,58	165,72	47,78
Configuración 4	Pérdidas en las líneas	23,95	39,75	46,4	51,61
	Pérdidas en los cables	0,074	0,041	0,085	87,61
	Pérdidas de carga del transformador	27,12	108,47	111,80	24,25
	Pérdidas en vacío del transformador	29,51	-0,0	29,51	100,0
	Pérdidas totales	80,65	148,25	168,77	47,79
Configuración 5	Pérdidas en las líneas	23,89	39,68	46,31	51,58
	Pérdidas en los cables	0,07	0,038	0,08	87,63
	Pérdidas de carga del transformador	27,11	108,46	111,80	24,25
	Pérdidas en vacío del transformador	29,51	-0,0	29,51	100,0
	Pérdidas totales	80,59	148,17	168,67	47,78

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

6.4.3. Modo aislado con la demanda actual

Para ejecutar las simulaciones en modo isla primero fue necesario modelar los paneles solares en el software de uso específico, para simular su funcionamiento de manera correcta se ingreso al software las características obtenidas del data sheet del fabricante, tal como se indica en la figura 43. Para obtener la potencia total de cada instalación de generación se ingreso la cantidad de paneles conectados en serie y paralelo en cada punto.

Parámetros de la ficha técnica del panel fotovoltaico (en CEP)			
Corriente en el punto de máxima potencia	Impp:	13,62	A
Tensión en el punto de máxima potencia	Vmpp:	42,22	V
Corriente de cortocircuito en CEP	Isc:	14,39	A
Tensión en circuito abierto en CEP	Voc:	50,88	V
Coef. de temperatura de la corriente de cortocir.	asct:	0,046	%/°C
Coef. de temperat. de la tensión en circ. abierto	βoct:	-0,25	%/°C
Temperat. de funcionamiento normal de la pila	NOCT:	45,0	°C
Temperatura ambiente de referencia	Ta ref:	20,0	°C
Temperatura en CEP	Tstc:	25,0	°C
Irradiancia en CEP	Gstc:	1000,0	W/m ²

* CEP : Condiciones Estándar de Prueba

Figura 43. Características de los paneles ingresados al software de uso específico

El análisis en modo aislado se realizó tomando en cuenta la máxima potencia que pueden generar los paneles solares con una eficiencia de 82 % en el punto de entrega. Para esto, se consideró la demanda del 30 de julio de 2024, ya que en esa fecha se registró el mayor consumo a las 12:00, como se muestra en la figura 44.

Para este análisis, se consideró la carga registrada al medio día, ya que es el momento de mayor irradiación, lo que permite que los paneles solares alcancen su máxima generación.



Figura 44. Curva de carga del alimentar Cajanuma al medio día.

Para realizar los flujos de carga, se configuraron en la cabecera del alimentador los valores de potencia obtenidos, los cuales se detallan en la tabla 43. Se seleccionó la fuente de generación distribuida ubicada en el estadio de la UNL como barra de referencia, ya que ofrece una de las mayores potencias de generación y no tiene cargas conectadas en el nodo de ingreso.

Tabla 43. Valores de potencia medidos al medio día en cabecera del alimentador Cajanuma

Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAr)	Potencia Aparente (kVA)	Factor de Potencia
1285,75	349,87	1345,02	0,96

Fuente: Obtenido de (EERSSA, 2024)

Una vez configuradas las mediciones en la cabecera del alimentador Cajanuma, se realizó la distribución de carga mediante el método de kVA conectados para determinar la demanda del campus, la demanda obtenida se muestra en la tabla 44.

Tabla 44. Demanda por fase del campus matriz UNL al medio día

Fase	Corriente (A)	Potencia Aparente (kVA)	Factor de Potencia
Fase A	23,7	187,4	0,99
Fase B	18,3	144,9	0,98
Fase C	17,6	139	0,99

Nota. La demanda corresponde al consumo total de todos los transformadores del campus, tomada en los PCC A y B.

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

Posteriormente, se aisló la red del campus y se realizó una nueva distribución de carga en el alimentador de media tensión interno de la UNL, utilizando los valores mostrados en la tabla 44. Finalmente, se llevaron a cabo los flujos de carga correspondientes. Para el análisis, se definieron las configuraciones posibles en las que la red podía operar en modo isla, las cuales se presentan en el anexo 8, y se realizaron simulaciones para cada una de ellas.

6.4.3.1 Líneas y cables sobrecargados. Se analizaron las diferentes configuraciones de la red operando en modo isla y no se detectó sobrecarga en ningún tramo. La mayor carga se presentó en la configuración 2, específicamente en el tramo de red aérea que va desde el poste E2 hasta E3. Los valores obtenidos en este tramo se detallan en la tabla 45.

Tabla 45. Parámetros operacionales en el tramo de red E2-E3

Tipo de equipo	Origen	Destino	Potencia total de paso (KVA)	Corriente (A) %	Carga %
Conductor aéreo trifásico ACSR	E2	E3	430	18,3	7,7

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

6.4.3.2 Caídas de voltaje. Operando en modo isla, la red de media tensión no presentó problemas de caída de voltaje en ninguna de las dos configuraciones. De acuerdo con los reportes obtenidos del software de uso específico, en todos los nodos se mantuvo un nivel de voltaje cercano a 1p.u, lo que indica la ausencia de caídas de tensión significativas a lo largo de toda la red.

6.4.3.3 Reporte sumario. En las tablas 46 y 47 se muestra el resumen del análisis realizado a la red en modo isla, utilizando la demanda actual del campus matriz de la UNL.

Tabla 46. Reporte sumario de la configuración 1 de la red en modo isla con demanda actual

Resumen total	kW	kvar	kVA	FP(%)
Fuente de equilibrio (Barra Slack)	-649,04	111,06	658,47	-98,57
Generadores	1 131,97	0,12	1 131,97	100,00
Producción total	482,93	111,18	495,56	97,45
Carga leída (no regulada)	456,90	57,91	460,55	99,21
Carga utilizada (regulada)	456,89	57,87	460,54	99,21
Condensadores shunt (regulados)	0,00	0,00	0,00	0,00
Reactancias shunt (reguladas)	0,00	0,00	0,00	0,00
Motores	0,00	0,00	0,00	0,00
Cargas totales	456,89	57,87	460,54	99,21
Capacitancia del cable	0,00	-12,97	12,97	0,00
Capacitancia de la línea	0,00	-2,34	2,34	0,00
Capacitancia shunt total	0,00	-15,30	15,30	0,00
Pérdidas en las líneas	0,14	0,17	0,22	63,38
Pérdidas en los cables	0,02	0,01	0,03	86,34
Pérdidas de carga del transformador	17,11	68,43	70,54	24,25
Pérdidas en vacío del transformador	8,77	0,00	8,77	100,00
Pérdidas totales	26,04	68,61	73,38	35,48

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

Tabla 47. Reporte sumario de la configuración 2 de la red en modo isla con demanda actual

Resumen total	kW	kvar	kVA	FP(%)
Fuente de equilibrio (Barra Slack)	-648,93	111,16	658,38	-98,56
Generadores	1131,97	0,12	1131,97	100,00
Producción total	483,03	111,28	495,68	97,45
Carga leída (no regulada)	456,90	57,91	460,55	99,21
Carga utilizada (regulada)	456,89	57,87	460,54	99,21
Condensadores shunt (regulados)	0,00	0,00	0,00	0,00
Reactancias shunt (reguladas)	0,00	0,00	0,00	0,00
Motores	0,00	0,00	0,00	0,00
Cargas totales	456,89	57,87	460,54	99,21
Capacitancia del cable	0,00	-12,97	12,97	0,00
Capacitancia de la línea	0,00	-2,34	2,34	0,00
Capacitancia shunt total	0,00	-15,31	15,31	0,00
Pérdidas en las líneas	0,25	0,30	0,38	63,87
Pérdidas en los cables	0,02	0,01	0,03	89,07
Pérdidas de carga del transformador	17,10	68,41	70,51	24,25
Pérdidas en vacío del transformador	8,78	0,00	8,78	100,00
Pérdidas totales	26,14	68,71	73,52	35,56

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

6.4.3.3.1 Producción total. La potencia total suministrada por las instalaciones fotovoltaicas fue de 1131,97 kW, operando con un factor de potencia de 1,00. Esto indicó que los inversores generaron únicamente potencia activa, sin inyección ni absorción de potencia reactiva. En este caso, la compensación de reactivos y el control de tensión recayeron en la barra slack, que ajustó la potencia reactiva necesaria para mantener el equilibrio en la red.

Se obtuvo una potencia excedente de 649,04 kW y 648,93 kW en las configuraciones 1 y 2, respectivamente, debido al exceso de generación en la red. Esta potencia pudo ser almacenada o inyectada a la red de la empresa eléctrica; en este caso, fue absorbida por la fuente de equilibrio para permitir la convergencia del flujo de potencia en una solución. Además, la barra slack suministró 130,81 kVAR de potencia reactiva para garantizar la correcta distribución de la energía y el mantenimiento de los niveles de tensión adecuados en la red.

La potencia total distribuida en la red de media tensión del campus fue de 482,93 kW cuando la red operó en la configuración 1 y 483,03 kW durante la configuración 2, con un factor de potencia del 97,45 %.

6.4.3.3.2 Cargas totales. El consumo total fue de 456,89 kW y 57,87 kVAr, con un FP del 99,21 %, No hubo condensadores ni reactancias shunt reguladas en la red.

6.4.3.3.3 Capacitancia shunt total. Existió un efecto capacitivo en la red con -15,30 kVAr, debido a la capacitancia propia de cables y líneas. Aunque hay una pequeña cantidad de energía reactiva capacitiva, no fue significativa.

6.4.3.3.4 Pérdidas del sistema. El total de pérdidas fue de 26.04 kW y 68.61 kVAr, siendo las principales causas la carga en los transformadores. Además, el bajo factor de potencia indicó que estas pérdidas son principalmente de naturaleza reactiva. Entre las configuraciones evaluadas, la configuración 1 presentó una cantidad ligeramente menor de pérdidas en el sistema.

6.4.4. Modo aislado con la demanda proyectada a 15 años

Para realizar la proyección de la demanda se utilizó como potencia inicial la demanda mostrada en la tabla 44. Los nuevos valores de potencia que se configuraron en el software para realizar las simulaciones se muestran en la tabla 48.

Tabla 48. Valores de potencia proyectada por fase al medio día

Fase	Demanda actual (kVA)	Demanda proyectada (kVA)	Factor de Potencia
Fase A	187,4	291,96	0,99
Fase B	144,9	225,75	0,98
Fase C	139	216,56	0,99

Para ejecutar el flujo de carga, se reajustó la potencia de las unidades de generación, considerando el factor de degradación proporcionado por el fabricante. Este factor, para los paneles considerados para el campus, indica un 1 % de degradación para el primer año y un 0,4 % para los años siguientes. Los nuevos valores de potencia aportados por los recursos energéticos distribuidos (RED) se muestran en la tabla 49.

Tabla 49. Potencia aportada por los RED luego de 15 años de operación

Instalación	Ubicación	Potencia Inicial (kW)	Potencia estimada 1 año de uso (kW)	Potencia estimada 15 años de uso (kW)
1	Estadio Universitario	326,40	323,15	305,55
2	Biblioteca Central	298,80	295,83	279,72
3	Plaza de la Cultura	280,80	278,00	262,86
4	Estacionamiento de Energía	151,20	149,69	141,54
5	Centro de convenciones	324,00	320,78	303,31
POTENCIA TOTAL (kW)		1 381,20	1 368,96	1 292,98

6.4.4.1 Líneas y cables sobrecargados. Ningún cable en el sistema experimentó sobrecarga durante la simulación, lo que garantizó que todos los conductores operaron dentro de sus capacidades nominales. El tramo que condujo la mayor cantidad de potencia fue el tramo aéreo correspondiente a las estructuras E67-E67a, que mostró los niveles más altos de flujo de corriente en comparación con los demás tramos de la red durante las simulaciones de las configuraciones 1 y 2. Esto indicó que, aunque no se registraron sobrecargas, este tramo desempeñó un papel clave en la distribución de la potencia. Los valores medidos en este tramo durante la simulación se muestran en la tabla 50.

Tabla 50. Parámetros operacionales en el tramo de red E67-E67a

Tipo de equipo	Origen	Destino	Potencia total de paso (kVA)	Corriente (A) %	Carga %
Conductor aéreo trifásico ACSR	E67	E67a	208	8,7	3,2

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

6.4.4.2 Caídas de voltaje. Durante la simulación en modo isla considerando la demanda proyectada, se observó que ningún nodo experimentó caídas de voltaje significativas, lo que indica una estabilidad adecuada en la distribución de energía a pesar de la desconexión de la red principal. Esto asegura que el sistema puede continuar operando sin problemas de calidad en el suministro de energía, incluso en condiciones de aislamiento de la red externa.

6.4.4.3 Reporte sumario. En las tablas 51 y 52 se presenta el resumen del análisis de la red en modo isla, considerando la demanda proyectada a 15 años en el campus matriz de la UNL.

Tabla 51. Reporte sumario de la configuración 1 de la red en modo isla con demanda proyectada

Resumen total	kW	kVAr	kVA	FP(%)
Fuente de equilibrio (Barra de referencia)	-316,42	137,73	345,09	-91,69
Generadores	1058,61	0,09	1058,61	100,00
Producción total	742,19	137,82	754,88	98,32
Carga leída (no regulada)	715,68	82,44	720,41	99,34
Carga utilizada (regulada)	715,66	82,37	720,39	99,34
Condensadores shunt (regulados)	0,00	0,00	0,00	0,00
Reactancias shunt (reguladas)	0,00	0,00	0,00	0,00
Motores	0,00	0,00	0,00	0,00
Cargas totales	715,66	82,37	720,39	99,34
Capacitancia del cable	0,00	-12,96	12,96	0,00
Capacitancia de la línea	0,00	-2,34	2,34	0,00
Capacitancia shunt total	0,00	-15,29	15,29	0,00
Pérdidas en las líneas	0,10	0,13	0,17	60,77
Pérdidas en los cables	0,01	0,01	0,02	88,60
Pérdidas de carga del transformador	17,65	70,60	72,77	24,25
Pérdidas en vacío del transformador	8,77	0,00	8,77	100,00
Pérdidas totales	26,53	70,74	75,55	35,12

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

Tabla 52. Reporte sumario de la configuración 2 de la red en modo isla con demanda proyectada

Resumen total	kW	kvar	kVA	FP(%)
Fuente de equilibrio (Barra de referencia)	-316,44	137,69	345,10	-91,70
Generadores	1058,61	0,09	1058,61	100,00
Producción total	742,18	137,78	754,86	98,32
Carga leída (no regulada)	715,68	82,44	720,41	99,34
Carga utilizada (regulada)	715,66	82,37	720,39	99,34
Condensadores shunt (regulados)	0,00	0,00	0,00	0,00
Reactancias shunt (reguladas)	0,00	0,00	0,00	0,00
Motores	0,00	0,00	0,00	0,00
Cargas totales	715,66	82,37	720,39	99,34
Capacitancia del cable	0,00	-12,96	12,96	0,00
Capacitancia de la línea	0,00	-2,34	2,34	0,00
Capacitancia shunt total	0,00	-15,30	15,30	0,00
Pérdidas en las líneas	0,08	0,11	0,14	59,59
Pérdidas en los cables	0,01	0,01	0,02	88,63
Pérdidas de carga del transformador	17,65	70,59	72,76	24,25
Pérdidas en vacío del transformador	8,77	0,00	8,77	100,00
Pérdidas totales	26,51	70,71	75,52	35,11

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

6.4.4.3.1 Producción total. La potencia total suministrada por las instalaciones fotovoltaicas fue de 1058,61 kW, con un factor de potencia de 1,00, ya que, al igual que en el análisis realizado en el escenario anterior, el control de potencia reactiva lo llevó a cabo únicamente la barra la barra de referencia, por lo que la a fuente de equilibrio, que simula la simula, en este caso absorbió 316,42 kW y 316,44 kW, y entregó 137,73 kVAr y 137,69 kVAr en las configuraciones 1 y 2, respectivamente.

La red de media tensión distribuyó dentro del campus una potencia total de 742,19 kW en la configuración 1 y 742,18 kW en la configuración 2, con un factor de potencia del 98,32 %, lo que indicó que es una red eficiente con un bajo consumo de potencia reactiva.

6.4.4.3.2 Cargas totales. La carga distribuida dentro del campus sumó un total de 715,66 kW y 82,37 kVAr, con un factor de potencia del 99,34 %. No hubo condensadores ni reactancias shunt reguladas en la red.

6.4.4.3.3 Capacitancia shunt total. Existió un efecto capacitivo en la red con -15,29 kVAr, debido a la capacitancia propia de cables y líneas. Aunque hay una pequeña cantidad de energía reactiva capacitiva, no fue significativa.

6.4.4.3.4 Pérdidas del sistema. El total de pérdidas fue de 70,74 kW y 70,71 kVAr. Aunque experimentaron una reducción respecto al escenario anterior, las principales pérdidas continuaron siendo debidas a la carga de los transformadores. En este caso, la configuración 2 presentó una cantidad ligeramente menor de pérdidas en el sistema.

6.5. Resultados del análisis de cortocircuito

El estudio de cortocircuito se utilizó para determinar los niveles máximos de corriente de cortocircuito en cada uno de los nodos relevantes de la red de media tensión. Estos valores permitirán en estudios futuros dimensionar adecuadamente los dispositivos de protección. Este análisis consideró todos los elementos del sistema eléctrico que contribuyeron a la corriente de falla, incluyendo paneles fotovoltaicos, transformadores y conductores. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 53.

Tabla 53. Cuadro de cortocircuito IEC 60909

	Nodo - 143860 PCC A			
	Falla 3Ø	Falla 1Ø	Falla 2Ø	Falla 2Ø – G
Inicial (kA)	1,80	1,99	1,53	1,98
Pico (kA)	4,43	4,91	3,79	4,89
Estado estable (kA)	1,74	1,96	1,51	1,94

Continúa en la página siguiente

Tabla 53 – continúa de la página anterior

	Falla 3Ø	Falla 1Ø	Falla 2Ø	Falla 2Ø – G
Apertura (kA)	1,79			
Instalación fotovoltaica 1 (Estadio UNL)				
Inicial (kA)	1,62	1,72	1,38	1,73
Pico (kA)	4,00	4,22	3,42	4,26
Estado estable (kA)	1,57	1,70	1,36	1,69
Apertura (kA)	1,62			
Instalación fotovoltaica 2 (Biblioteca Central)				
Inicial (kA)	1,72	1,87	1,47	1,88
Pico (kA)	4,24	4,59	3,62	4,61
Estado estable (kA)	1,66	1,84	1,44	1,83
Apertura (kA)	1,71			
Instalación fotovoltaica 3 (Plaza de la Cultura)				
Inicial (kA)	1,77	1,96	1,51	1,95
Pico (kA)	4,37	4,81	3,73	4,81
Estado estable (kA)	1,71	1,92	1,49	1,90
Apertura (kA)	1,76			
Instalación fotovoltaica 4 (Estacionamiento de Energía)				
Inicial (kA)	1,56	1,62	1,33	1,64
Pico (kA)	3,87	3,97	3,28	4,04
Estado estable (kA)	1,51	1,60	1,31	1,60
Apertura (kA)	1,55			
Instalación fotovoltaica 5 (Centro de convenciones)				
Inicial (kA)	1,59	1,67	1,36	1,69
Pico (kA)	3,92	4,11	3,35	4,16
Estado estable (kA)	1,54	1,64	1,33	1,65
Apertura (kA)	1,58			
Nodo - E0a PCC B				
Inicial (kA)	1,60	1,72	1,36	1,71
Pico (kA)	3,94	4,22	3,22	4,25
Estado estable (kA)	1,53	1,69	1,33	1,71
Apertura (kA)	1,57			

Fuente: Obtenido de los reportes del software de uso específico

6.6. Resultados del análisis de desbalance de voltaje

El análisis de desbalance de tensión se realizó en todos los nodos de ingreso de GD y en los PCC A y B, siendo este último el punto con mayor desequilibrio de voltaje. Los resultados de este análisis se visualizan en la figura 45.

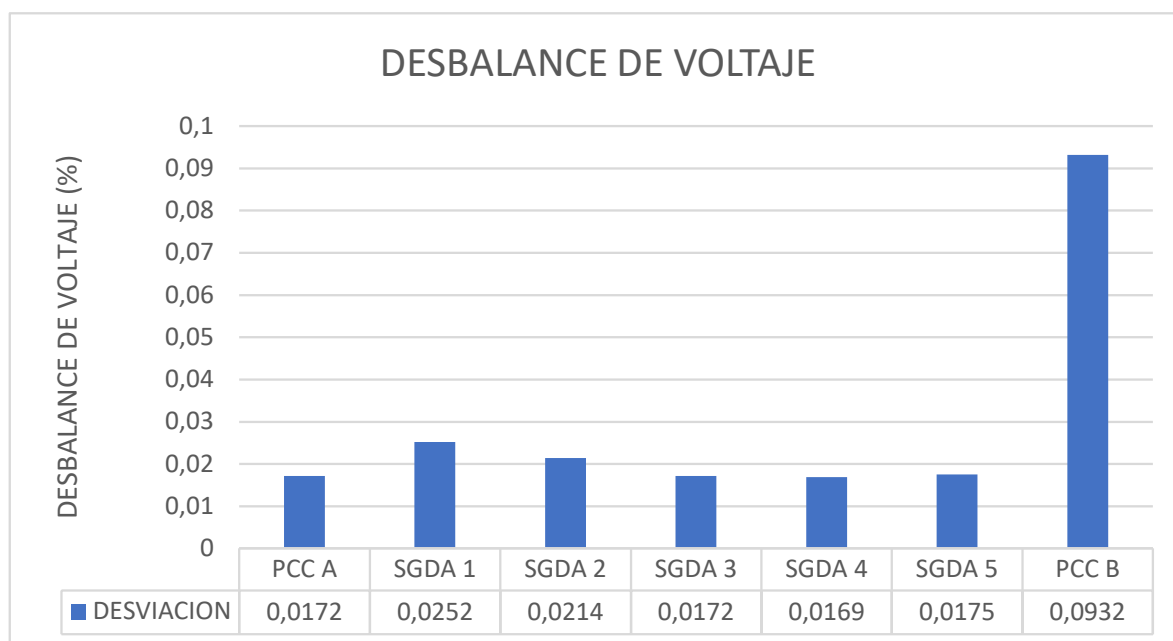


Figura 45. Desbalance de voltaje en los puntos de conexión del SGDA

6.7. Resultados del análisis de variación de voltaje

Este análisis se llevó a cabo para todos los nodos de la red de media tensión del campus matriz de la UNL. Utilizando el software de uso específico para este tipo de estudios, se analizó el voltaje en los nodos considerando el ingreso del 0 % y el 100 % de generación distribuida. Los resultados obtenidos de este análisis se presentan detalladamente en el anexo 3.

6.8. Selección del PCC y configuración para el modo conectado a la red

Para seleccionar el PCC y la configuración más conveniente para la operación del sistema conectado a la red, se realizó el cálculo de la caída de tensión utilizando la metodología establecida en el manual de construcciones de la EERSSA. Este documento proporciona los FDV para cada configuración y calibre de conductor, de acuerdo con esta normativa, la máxima caída de tensión permisible para alimentadores primarios en zonas urbanas es 4,5 %. Con base en las simulaciones realizadas al estado actual de la red se determinó que la caída de tensión acumulada en los PCC A y B es de 0,72 % y 0,94 %, respectivamente.

Los cálculos completos de la caída de tensión para cada configuración se presentan en el Anexo 4, mientras que el resumen de los resultados se muestra en la Tabla 54.

Tabla 54. Resumen de caídas de tensión según normativa de la EERSSA

Configuración	DV de arranque	DV máximo
1	0,72	1,48
2	0,72	0,88
3	0,72	1,34
4	0,94	1,50
5	0,94	1,35

Finalmente, con base en los resultados obtenidos, se seleccionó para el modo conectado a la red la configuración 2 con el PCC A, ya que esta configuración presentó la menor caída de tensión entre las opciones analizadas.

6.9. Presupuesto

El costo aproximado de inversión relacionado a la construcción del proyecto se muestran en la tabla 55.

Tabla 55. Resumen de los costos de inversión

SUBTOTAL GENERAL:	\$564.599,53
IVA 15 %:	\$84.689,93
TOTAL:	\$649.289,46

Para realizar el cálculo del presupuesto, se realizó un análisis del componente eléctrico correspondiente a la red de media tensión propuesta. Con esto, se determinaron los rubros necesarios para llevar a cabo la parte constructiva, incluido el desmontaje de la aparamenta perteneciente a la red actual, el cronograma valorado de trabajos se muestra en el anexo 12.

Para el cálculo del precio unitario de cada rubro, se utilizaron los precios referenciales de la EERSSA y los salarios mínimos por ley para enero de 2025, obtenidos de la página web de la Contraloría General del Estado. En el anexo 6 se muestra la cantidad total de rubros correspondientes a la nueva red de media tensión, y en el anexo 7, el análisis de precios unitarios de cada uno de ellos.

7. Discusión

La importancia de este trabajo de investigación se justifica a través de la revisión bibliográfica. Según (Farhangi, 2017), la mayoría de las anomalías y fallas que ha enfrentado el sistema eléctrico tienen sus raíces en el sistema de distribución. Por ello, uno de los principales aprendizajes en el diseño e implementación de microrredes inteligentes en campus universitarios es la relevancia de una reconfiguración topológica de la red de media tensión, que facilite la operación en modo isla y permita la integración segura de fuentes de generación distribuida, como la fotovoltaica.

Preliminarmente, antes de desarrollar este trabajo, era fundamental evaluar si la potencia nominal instalada de generación distribuida era suficiente para abastecer el consumo del campus. Para ello, mediante un software especializado, se obtuvo la demanda total de todos los transformadores existentes. Además, se consideró la incorporación de la potencia correspondiente a los transformadores proyectados para instalarse en el centro de convenciones y en la nueva biblioteca, lo que resultó en una demanda total de 471,3 kVA. Dado que los alimentadores trifásicos tienen una vida útil de 15 años, toda la aparamenta eléctrica debe dimensionarse para operar adecuadamente durante ese período. En función de este criterio, se realizó una proyección de la demanda a 15 años, obteniendo un consumo estimado de 734,27 kVA, lo que permitió establecer los requerimientos energéticos futuros del campus y dimensionar correctamente la infraestructura de la red.

Al comparar la demanda con la potencia total disponible de las unidades de generación, en principio parece suficiente para cubrir todas las cargas. No obstante, al inyectarse toda la generación en la red de media tensión, se presentan pérdidas asociadas tanto a las corrientes inrush en los transformadores como a la resistencia de los conductores. También hay que tomar en cuenta la reducción de la potencia en los módulos solares debido a su degradación, por esta razón, se realizaron simulaciones en los escenarios propuestos, cuyos resultados mostraron que el sistema opera con un factor de potencia superior al 95 %. Esto indica que la red diseñada trabaja de manera eficiente, ya que, según (IEEE, 2010), un factor de potencia por encima del 95 % en sistemas de distribución es señal de buen rendimiento y bajas pérdidas.

En los análisis realizados a la red en modo isla, se evidencia que la generación distribuida puede satisfacer la demanda actual y proyectada del campus universitario cuando opera a su máxima potencia, es decir, durante las horas de mayor irradiación solar. En el análisis con demanda proyectada, se observa que las pérdidas de carga en los transformadores disminuyen. Esto se debe a que, según el modelo exponencial de degradación de módulos FV expuesto por (Reguera Gil et al., 2015), después de 15 años los módulos entregan aproximadamente solo el 86 % de su potencia nominal. Esta disminución de potencia se correlaciona con la fórmula de pérdidas de carga de los transformadores, como se describe en (Kothari & Nagrath, 2017).

Según esta referencia, las pérdidas de carga de los transformadores están dadas por la relación $P_p = I^2 \times R$, lo que implica que, al disminuir la potencia entregada por los módulos, también disminuye el flujo de corriente a través de los devanados de los transformadores, reduciendo así las pérdidas en estos.

Otro aspecto crucial para la correcta operación de las microrredes es la cantidad de pérdidas generadas al integrar la generación distribuida en la red de media tensión. Esto se puede observar en los reportes sumarios de la simulación de la red en modo isla, donde se evidencia que la mayor parte de las pérdidas se deben a los transformadores utilizados para inyectar la potencia generada a la red. Para abastecer adecuadamente las cargas y garantizar una correcta distribución de la potencia a lo largo de toda la red, se requiere una mayor inyección de potencia reactiva por parte de la barra de referencia, lo que incrementa las pérdidas. Por esta razón, en (Guamán-Sánchez, 2017) se recomienda dimensionar las microrredes en baja tensión para potencias no mayores a 10 kW cuando se opera en modo isla. Incluso en el modo conectado a la red, el estudio realizado por (Chicaiza, 2024) demuestra que las pérdidas son menores cuando los GD alimentan las cargas en la barra de baja tensión, y la potencia excedente se inyecta a la red utilizando un solo transformador bidireccional, el cual sirve para consumir y entregar potencia a la red de media tensión. Esto disminuye el número de transformadores y, por ende, las pérdidas.

La distribución de carga se realizó utilizando las mediciones en la cabecera del alimentador Cajanuma. Esto se debe a que, actualmente, es imposible obtener mediciones reales del consumo del campus debido a que existen 10 puntos de interconexión con la red de la empresa eléctrica. Por lo tanto, la única información real disponible son las mediciones a la salida de la subestación Sur y la capacidad instalada en los transformadores, lo cual es suficiente para realizar los análisis planteados utilizando la metodología propuesta. Aunque esta aproximación es válida y ha sido aplicada en estudios similares, como se observa en (Ortiz, 2018), es importante destacar que la falta de mediciones precisas del consumo en cada uno de los puntos de interconexión podría introducir un margen de error en la distribución de cargas y afectar la precisión de las simulaciones. No obstante, la información disponible permite realizar un análisis bastante aproximado para los fines de esta investigación, pero en el futuro sería ideal contar con las mediciones correspondientes a la demanda real del campus, lo cual facilitaría los análisis y disminuiría el índice de errores, como se puede apreciar en (Pincay & Tapia, 2019) y (Vinzaza & Arias, 2018).

Se colocó una fuente de equilibrio en la barra del estadio de la UNL, la cual simula la barra slack, cuya función principal es absorber el exceso de potencia activa generada y suministrar la potencia reactiva necesaria para mantener el equilibrio de la red de media tensión. Esta configuración se adoptó debido a que, según (Vinzaza & Arias, 2018), para un análisis correcto en alimentadores de media tensión, estos deben ser radiales o débilmente mallados, y

una de sus principales características es la existencia de un único punto de control de potencia reactiva, ubicado en la barra de referencia. Esta condición también se respalda en (IEEE, 2018), donde se establece que, para operar en modo isla, debe existir una barra de referencia que proporcione el soporte necesario de potencia reactiva. Para hacer esto posible, en la microrred propuesta se deben implementar sistemas de respaldo en la barra de referencia ubicada en el estadio; esto, además de garantizar la autonomía energética durante las 24 horas del día, permitirá la formación de la isla en caso de interrupciones del servicio eléctrico, manteniendo el control del balance de potencia, la frecuencia y el voltaje de la red aislada.

Para la resolución de los flujos de potencia, se seleccionó el método de caída de tensión desequilibrada, ya que, según (Calleja, 2014), este método está especialmente diseñado para redes de distribución. Además, en (Moghbeli, 2019) y (Parasher, 2014) se demuestra que los métodos tradicionales no son los más adecuados para este tipo de redes, ya que pueden arrojar resultados erróneos o, en casos extremos, no converger en una solución.

El uso de la generación fotovoltaica y la reducción de los puntos de interconexión aumentan la autonomía energética dentro del campus, lo cual es beneficioso, pero no suficiente, ya que los paneles solares no pueden generar electricidad las 24 horas del día. Además, al estar conectada a la red de la empresa eléctrica, la Universidad solo tiene control sobre la red a partir del punto de entrega; aguas arriba, el estado y la confiabilidad de la red siguen siendo una incertidumbre. Una posible solución podría ser la implementación de una subestación, tomando como referencia un caso similar al de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, la cual cuenta con una subestación que se alimenta a 69 kV a través de la red de subtransmisión, donde el índice de fallas anuales es significativamente menor que en las redes de media tensión. Mediante dispositivos de medición y monitoreo, pueden tener acceso a los parámetros de toda la red de media tensión, tal como se expone en (Pincay & Tapia, 2019). Sin embargo, considerando la demanda actual de la Universidad Nacional de Loja, no se justificaría la inversión requerida para la construcción de una subestación.

El diseño de la propuesta de reconfiguración de la red de media tensión se realizó siguiendo los lineamientos expuestos en el documento “Normas Técnicas para el Diseño de Redes Eléctricas Urbanas y Rurales”, y en coordinación con la empresa eléctrica. Por lo tanto, el proyecto tiene viabilidad para ser implementado en el futuro, considerando un mayor número de análisis que no fueron tomados en cuenta en esta investigación debido al tiempo disponible para su ejecución. Entre estos análisis, se podría considerar la coordinación de protecciones de la red propuesta y el estudio de la capacidad de integración del alimentador Cajanuma. La información obtenida en este trabajo investigativo queda disponible para que en estudios futuros se pueda retomar y realizar aportes significativos relacionados con esta temática.

8. Conclusiones

- En las simulaciones de la red de media tensión actual, se obtuvo que los parámetros operativos se encuentran dentro de los límites permisibles. Sin embargo, en la inspección visual realizada, se determinó que la mayoría de los elementos que conforman la red actual se encuentran en mal estado y que sus condiciones físicas no son adecuadas para seguir funcionando. Además, el tiempo de vida útil de un alimentador trifásico es de 15 años, y toda la red interna del campus, ya ha superado este tiempo. Por lo tanto, independientemente de la ejecución de este proyecto, gran parte del componente eléctrico de la red del campus matriz de la UNL debe ser sustituido y modernizado.
- La ruta seleccionada para la nueva red de media tensión permite integrar de manera adecuada todos los puntos de generación distribuida, ya que la troncal principal recorre gran parte del campus universitario, garantizando la proximidad de la red en cada punto de inyección. Además, la disposición de los transformadores y la selección de estructuras se diseñaron considerando que en los nodos seleccionados para la conexión de las unidades de generación exista el espacio necesario para la instalación de la aparamenta necesaria para la conexión de los sistemas fotovoltaicos a la red de media tensión.
- La topología considerada en el rediseño de la red de media tensión permite que, en caso de una falla en el suministro eléctrico por parte de la empresa distribuidora, la red pueda aislarse y operar únicamente con la generación distribuida instalada dentro del campus, gracias a la fuente de equilibrio ubicada en la barra de referencia. En aplicaciones reales, se debe considerar además la incorporación de un sistema de almacenamiento con un inversor formador de red. Al tratarse de una topología en anillo abierto, el uso de dispositivos de seccionamiento ubicados en distintos puntos de la red permite alimentar los transformadores desde diferentes rutas, lo que incrementa la fiabilidad del sistema y reduce el área de afectación en caso de fallas permanentes en la red de distribución.
- De acuerdo con los análisis realizados, se determinó que, en modo isla, la red de media tensión puede operar de manera autónoma con la generación distribuida fotovoltaica, ya que durante la hora de máxima irradiación solar las unidades de DG suministran 1 131,97 kVA en el primer año de operación y 1 058,61 kVA después de 15 años. Considerando la demanda actual e incluyendo las pérdidas máximas, la potencia necesaria para abastecer correctamente las cargas dentro del campus es de 495,68 kVA, mientras que, con un crecimiento anual del 3 %, esta potencia aumenta a 754,88 kVA después de 15 años, lo que evidencia un excedente de generación en ambos escenarios evaluados. En condiciones normales, esta energía puede ser inyectada a la red de distribución o se almacenaría si se dispone de sistemas adecuados; sin embargo, en este caso, el excedente es absorbido por la barra de referencia, permitiendo la convergencia del flujo de potencia y garantizando la estabilidad del sistema, que opera con un factor de potencia superior al 95 %, lo que

indica una red eficiente con bajo consumo de potencia reactiva.

- Los parámetros técnico-operacionales de la red se mantuvieron dentro de los límites descritos por la normativa nacional en todas las simulaciones, ya que la caída de tensión en ningún punto del alimentador superó el 4,5 %, la variación de voltaje debido al ingreso de generación distribuida se mantuvo dentro del umbral de $\pm 5\%$, el índice de desbalance de voltaje fue inferior al 1,8 %, y las pérdidas de potencia en la red permanecieron en niveles aceptables. Estos resultados se deben a la correcta selección de conductores y a la adecuada configuración de la topología del sistema; sin embargo, se identificó una cantidad considerable de pérdidas asociadas a los transformadores, lo que se explica por el hecho de que la potencia total generada ingresa a la red de media tensión a través de múltiples puntos de inyección, aumentando el número de transformadores en operación y, en consecuencia, las pérdidas en el sistema.
- Todas las configuraciones posibles en modo conectado a la red cumplen con las normativas nacionales. Para el funcionamiento en régimen permanente, se ha seleccionado la configuración 2 del alimentador propuesto, ya que presenta la menor cantidad de pérdidas y una caída de tensión del 0,88 % en el punto más alejado del alimentador, siendo esta la más baja entre las cinco configuraciones evaluadas mediante el método de momento de potencia aparente de cada conductor para una caída de tensión del 1 %.
- El rediseño de la red de media tensión requiere una inversión aproximada de \$649,289.46 dólares americanos. Este presupuesto incluye los materiales y equipos, la mano de obra para la construcción de la nueva red y el desmontaje de la red actual. Se garantiza que, con esta inversión, el campus matriz de la UNL contará con una red de media tensión más resiliente y segura.

9. Recomendaciones

- Se recomienda que estudios futuros consideren la red de media tensión propuesta, ya que los análisis realizados demostraron que puede operar de manera eficiente, cumpliendo con la normativa nacional. Además, permitirá continuar investigando sobre la sostenibilidad energética y la integración de energías renovables.
- La UNL cuenta con la licencia de uso del software Power Factory, por lo que se recomienda elaborar una base de datos actualizada para dicho programa respecto al componente eléctrico instalado en el campus. Esto es importante, ya que la información disponible en el geoportal de la empresa eléctrica no refleja con precisión el estado actual del componente eléctrico en el campus matriz. Además, contar con una base de datos actualizada facilitará la obtención de información para trabajos futuros.
- Se recomienda realizar un levantamiento eléctrico detallado de todas las cargas del campus matriz de la UNL para mejorar la distribución de energía. Además, se sugiere evaluar la viabilidad de una configuración en islas más pequeñas en baja tensión, con recorridos más cortos, con la finalidad de reducir pérdidas por transformación y facilitar el control del flujo de energía en la red, siempre y cuando los costos de implementación y operación lo justifiquen.
- Se recomienda considerar la implementación de un sistema de almacenamiento de energía en la red de media tensión. este contribuirá al autoconsumo de la energía solar fotovoltaica generada durante el día, permitiendo su uso durante las horas sin radiación solar y evitando, en lo posible, el consumo de energía desde la red de la empresa eléctrica. Además, este sistema servirá para conformar una unidad formadora de red que se encargue del control del balance de potencia activa, frecuencia y voltaje de la microrred en estado aislado, según lo establecido en la norma IEEE Std 2030.7-2017. Esto contribuirá a mejorar la confiabilidad y la autonomía del sistema, garantizando una transición adecuada en situaciones de falla o desconexión de la red principal.
- Se recomienda actualizar el documento “Normas Técnicas para el Diseño de Redes Eléctricas Urbanas y Rurales”, ya que en él se exponen los lineamientos para la construcción de redes eléctricas en la localidad. Su publicación fue realizada en el año 2012, por lo que algunos de sus contenidos incluyen elementos que ya no se utilizan en las redes eléctricas actuales.
- El presupuesto del proyecto fue elaborado con precios referenciales actualizados a la fecha. Sin embargo, si este proyecto llega a ser implementado en el futuro, se recomienda realizar un nuevo cálculo del presupuesto con los valores actualizados en el momento de su construcción.

10. Bibliografía

- Anchatuña Maigua, K. D. (2022). Diseño de la red eléctrica subterránea en medio y bajo voltaje del barrio Eloy Alfaro. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22557>
- Anrango, M. (2025). *Diseño de un Sistema de Generación Distribuida Fotovoltaica para el Autoconsumo en el Campus de la Universidad Nacional de Loja* [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Loja.
- ARCERNNR. (2023). Marco normativo de la generación distribuida para el autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica.
- ARCONEL. (2024a). Código de Conexión del Sistema Eléctrico Ecuatoriano.
- ARCONEL. (2024b). Regulación Nro. ARCONEL 008/2024 “Distribución y comercialización de energía eléctrica”.
- Aula 21. (2024). *Energía Solar Fotovoltaica: Qué es y cómo funciona* [Accedido: Enero 10, 2025]. <https://www.cursosaula21.com/que-es-energia-solar-fotovoltaica/>
- Berrío, L. H., & Zuluaga, C. (2014). Smart Grid y la energía solar fotovoltaica para la generación distribuida: una revisión en el contexto energético mundial. *Ingeniería y Desarrollo*, 32(2), 369-96.
- Bordons, C., García-Torres, F., & Valverde, L. (2015). Gestión Óptima de la Energía en Microredes con Generación Renovable. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 12(2), 117-132. <https://doi.org/10.1016/j.riai.2015.03.001>
- Calleja, R. O. (2014). *Analizar con CYMDIST una red característica de baja tensión con evolución de carga y generación distribuida* [Tesis de grado]. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS - UNIVERSIDAD DE SEVILLA.
- Castaño, S. R. (2009). *Redes de distribución de energía* (3.^a ed.). Universidad Nacional de Colombia.
- Castilla Gallego, E. (2019). *Modelo de pérdidas eléctricas en el transporte y la distribución del Sistema Eléctrico Español* [Tesis de grado]. Escuela Técnica Superior de Ingeniería - Universidad de Sevilla.
- CELEC. (2021). *Ecuador actualiza su Plan Maestro de Electricidad para impulsar inversiones en Energías Renovables No Convencionales por cerca de USD 2.200 Millones* [Accedido: Enero 13, 2025]. <http://www.celec.gob.ec/index.php/biblioteca/plan-maestro-de-electricidad>
- Chardon Group. (2024). *Accesorios de MT para aplicaciones subterráneas* [Accedido: Enero 01, 2025]. <https://www.chardongroup.com/soluciones-2/subterraneo/>
- Che, L., Shahidehpour, M., Alabdulwahab, A., & Al-Turki, Y. (2015). Hierarchical Coordination of a Community Microgrid With AC and DC Microgrids. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 6(6), 3042-3051. <https://doi.org/10.1109/TSG.2015.2398853>
- Chicaiza, A. (2024). *Estudio del impacto de la conexión de generación distribuida en redes de distribución desbalanceadas de bajo voltaje* [Tesis de grado]. Escuela Politécnica

- Nacional [Accedido: Septiembre 12, 2025]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25404>
- Compet. (2024). *Empalmes para Media Tensión* [Accedido: Enero 01, 2025]. <https://www.competsa.com/productos/producto/39>
- Dagar, A., Gupta, P., & Niranjan, V. (2021). Microgrid protection: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 149, 111401. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111401>
- EASA. (2021). *Guías de diseño parte III Redes Aéreas* [Accedido: Abril 09, 2024]. EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO. <https://www.eeasa.com.ec/content/uploads/2021/06/GUIA-2021-PARTE-3.pdf>
- EATON. (2025). Análisis del sistema de distribución (CYMDIST). <https://www.eaton.com/us/en-us/products/utility-grid-solutions/software-modules/distribution-system-analysis-package-CYMDIST.html>
- EEQ. (2021). *Normas para sistemas de distribución – parte A guía para diseño de redes de distribución* [Accedido: Abril 09, 2024]. EMPRESA ELÉCTRICA QUITO. <https://www.eeq.com.ec/documents/d/empresa-electrica-quito/parte-a-seccion-a-12-2024-10-18-signed>
- EERSSA. (2012). *Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales* [Accedido: Abril 05, 2024]. EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR. https://www.eerssa.gob.ec/eerssa/lotaip/2017/noviembre/archivos/a3/Normas_tecnicas_para_el_diseño_de_redes_electricas_urbanas_y_rurales.pdf
- EERSSA. (2024). *Mediciones en los alimentadores de la EERRSSA-Resumen julio 2024* (Resumen-julio-2024). EERSSA.
- Estructuralia. (2018). *Aisladores en líneas eléctricas: materiales, tipos y características* [Accedido: Diciembre 02, 2024]. <https://blog.structuralia.com/aisladores-en-lineas-electricas-materiales-tipos-y-caracteristicas-principales>
- Farhangi, H. (2017). Smart Grid System Integration. En B. C. I. of Technology (Ed.), *SMART MICROGRIDS Lessons from Campus Microgrid Design and Implementation* (First edition, pp. 59-60, Vol. 1). CRC PRESS.
- Ferahtia, S., Houari, A., Cioara, T., Bouznit, M., Rezk, H., & Djerioui, A. (2024). Recent advances on energy management and control of direct current microgrid for smart cities and industry: A Survey. *Applied Energy*, 368, 123501. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.123501>
- Figaj, R. (2021). Performance assessment of a renewable micro-scale trigeneration system based on biomass steam cycle, wind turbine, photovoltaic field. *Renewable Energy*, 177, 193-208. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.05.143>
- Flores Villafuerte, D. R. (2022). Diseño de una red de distribución eléctrica en media, baja tensión y sistema de alumbrado público para la cabecera parroquial de Guayusa en el cantón Francisco de Orellana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23465>

- Fundación Endesa. (2014). *Generación Distribuida* [Accedido: Octubre 02, 2024]. <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/generacion-distribuida>
- Fundación Endesa. (2019). *Red de distribución* [Accedido: Diciembre 15, 2024]. <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/red-de-distribucion/>
- García, M. (2024). Afectaciones en las Universidades Públicas de los Cortes de Luz en Ecuador [Accedido: Enero 02, 2025]. https://prezi.com/p/_qumtqhef1ir/afectaciones-en-las-universidades-publicas-de-los-cortes-de-luz-en-ecuador/
- Gonen, T. (2014). Design Considerations of Primary Systems. En Taylor & F. Group (Eds.), *Electric Power Distribution Engineering* (III, pp. 283-329). CRC PRESS.
- Gonzales, M. V. G. (2014). *Integración de energías renovables en redes eléctricas inteligentes* [Tesis doctoral]. Universidad de Alicante [Accedido: Marzo 15, 2024]. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/36695/1/tesis_manuel_gasco.pdf
- Guamán-Sánchez, C. F. (2017). *Diseño de una microrred basada en renovables para suministrar electricidad a un área de concesión de la empresa eléctrica regional centro sur* [Tesis de maestría]. Universidad Politécnica de Valencia [Accedido: Octubre 11, 2024]. <https://core.ac.uk/download/pdf/275625921.pdf>
- Huda, A., & Živanović, R. (2017). Large-scale integration of distributed generation into distribution networks: Study objectives, review of models and computational tools. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 974-988. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.069>
- IEEE. (2010). IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, or Unbalanced Conditions. *IEEE Std 1459-2010 (Revision of IEEE Std 1459-2000)*, 1-50. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2010.5439063>
- IEEE. (2018). IEEE Standard for the Specification of Microgrid Controllers. *IEEE Std 2030.7-2017*, 1-43. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2018.8340204>
- Kamran, M. (2023). Chapter 5 - Planning and modeling of solar energy systems. En M. Kamran (Ed.), *Fundamentals of Smart Grid Systems* (pp. 219-270). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99560-3.00004-1>
- Kothari, D. P., & Nagrath, I. J. (2017). *Electric Machines* (4th). McGraw-Hill Education.
- Liu, Z. (2015). Chapter 6 - Innovation in Global Energy Interconnection Technologies. En Z. Liu (Ed.), *Global Energy Interconnection* (pp. 239-272). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804405-6.00006-3>
- Medina, R. (2014). Microrredes basadas en Electrónica de Potencia: Características, Operación y Estabilidad. *INGENIUS*, (12), 15-23.
- MEM. (2011a). Sección 2: Manual de construcción del sistema de distribución eléctrica de redes subterráneas [Accedido: Marzo 23, 2024]. En Ministerio de Energía y minas (Ed.), *Homologación de las unidades de propiedad (up) y unidades de construcción (uc) del sistema de distribución eléctrica* (2.ª ed.). Gobierno Nacional de Ecuador. <https://www>

- .unidadespropiedad.com/pdf/2d/Subterraneas/Manual%20de%20Construccion%20Rev_02.pdf
- MEM. (2011b). Sección 2: Manual de las Unidades de Construcción [Accedido: Marzo 23, 2024]. En Ministerio de Energía y minas (Ed.), *Homologación de las unidades de propiedad (up) y unidades de construcción (uc) del sistema de distribución eléctrica* (3.^a ed.). Gobierno Nacional de Ecuador. https://unidadespropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=73&Itemid=810
- MEM. (2012). Sección 1: Marco teórico para la homologación de las unidades de propiedad y unidades de construcción del sistema de distribución eléctrica [Accedido: Abril 19, 2024]. En Ministerio de Energía y minas (Ed.), *Homologación de las unidades de propiedad (up) y unidades de construcción (uc) del sistema de distribución eléctrica* (3.^a ed.). Gobierno Nacional de Ecuador. https://www.unidadespropiedad.com/pdf/2d/Secc1-Hom_UP/S1_MT_HUP.pdf
- MEM. (2023). Sección 3: Especificaciones técnicas de materiales y equipos del sistema de distribución. En Ministerio de Energía y minas (Ed.), *Homologación de las unidades de propiedad (up) y unidades de construcción (uc) del sistema de distribución eléctrica* (6.^a ed.). Gobierno Nacional de Ecuador.
- Moghbeli, M. (2019). *Optimal Power Flow for Unbalanced Distribution Network: A Bibliographical Study* [Tesis de maestría]. Politécnico de Milano [Accedido: Enero 06, 2024]. <https://www.politesi.polimi.it/retrieve/a81cb05d-3ea2-616b-e053-1605fe0a889a/Optimal%20Power%20Flow%20for%20Unbalanced%20Distribution%20Network.pdf>
- Moron, J. A. Y. (2009). *Sistemas Eléctricos de Distribución*. Editorial Reverte.
- Mukhopadhyay, S. (2023). Chapter 5 - Solar energy and gasification of MSW: two promising green energy options. En V. K. Singh, N. Bangari, R. Tiwari, V. Dubey, A. K. Bhoi & T. S. Babu (Eds.), *Green Energy Systems* (pp. 93-125). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95108-1.00003-3>
- Ochoa Álava, Á. R., & Bravo Contreras, J. A. (2022). Diseño de redes eléctricas en medio voltaje, bajo voltaje y alumbrado público para urbanizaciones. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22510>
- Ortiz, A. (2018). *Estimación de estado y ubicación óptima de medidores de voltaje y corriente en redes eléctricas de distribución desbalanceadas* [Tesis de maestría]. Escuela Politécnica Nacional [Accedido: Diciembre 12, 2024]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19840>
- Parasher, R. (2014). *Load flow analysis of radial distribution network using linear data structure* [Tesis de maestría]. Jaipur Rajasthan Technical University [Accedido: Enero 15, 2025]. <https://arxiv.org/pdf/1403.4702>
- Pesantes, B. M. (2024). *Es como volver al siglo XVIII: los apagones que tienen a Ecuador 12 horas sin luz por día* [Accedido: Enero 27, 2025]. <https://www.bbc.com/mundo/article/s/c05z0vr0rneo>

- Pincay, A., & Tapia, D. (2019). *Análisis y rediseño del sistema eléctrico de la ESPOL* [Tesis de grado]. Escuela Politécnica Nacional [Accedido: Octubre 22, 2024]. <http://www.ds-pace.espol.edu.ec/handle/123456789/47747>
- Prócel, F. J. V. (2017). *Diseño de la red subterránea de media y baja tensión, centros de transformación y alumbrado público del sector sur de la Av. Pio Jaramillo Alvarado de la ciudad de Loja* [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Loja [Accedido: Mayo 18, 2024]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/19192>
- Puente Bosquez, S., Laverde Albarracín, C., & Bosquez Mestanza, A. (2024). Microrredes basadas energía limpia, fotovoltaica y su factibilidad técnico – económica para implementaciones futuras en los sectores rurales y urbano marginales. *INNOVATION AND DEVELOPMENT IN ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES*, 6(1), 14. <https://doi.org/10.53358/ideas.v6i1.905>
- Reguera Gil, F. J., et al. (2015). *Análisis de la degradación de módulos fotovoltaicos* [Tesis de maestría]. Universidad Internacional de Andalucía [Accedido: Enero 25, 2025]. https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/3524/0675_Reguera.pdf?sequence=1
- Schlabbach, J., & Rofalski, K.-H. (2014). *Power System Engineering: Planning, Design, and Operation of Power Systems and Equipment* (2.^a ed.). WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- VIAKON. (2015). *Alambres y cables desnudos-Cable de Aluminio Desnudo con Alma de Acero ACSR* [Accedido: Diciembre 20, 2024]. <https://viakon.com/wp-content/uploads/2021/03/CabledeAluminioDesnudoconAlmadeAceroACSR.pdf>
- Vinanzaca, C. M. Q., & Arias, J. A. T. (2018). *Ubicación óptima de compensadores para alimentadores mediante el uso de métodos heurísticos y su contraste con CYMDIST* [Tesis de grado]. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA.

11. Anexos

Anexo 1.

Certificación de traducción del resumen

Loja, 08 de Marzo, 2025

Yo, Mgtr. Marcela Angelita Ocampo Jaramillo, portadora de la cédula de identidad Nro. 1103125231, docente de inglés, con título de Licenciada en Ciencias de la Educación, especialidad inglés, número de registro de SENESCYT 1031-07-755014; y Master en Gerencia y Liderazgo Educacional con número de registro SENESCYT 1031-14-86047597.

CERTIFICO:

Que la traducción al idioma inglés del resumen del Trabajo de Titulación, denominado **“Análisis y Reconfiguración de la Red de Media Tensión del Campus Matriz de la Universidad Nacional de Loja para la Integración de Generación Distribuida”**, perteneciente al egresado Juan Carlos Cabrera Villalta con Nro. de cédula 1150428074, corresponde al texto original en español. Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado hacer uso del presente en lo que él creyera conveniente.



Mgtr. Marcela Ocampo Jaramillo

Docente de Inglés

C.I 1103125231

Anexo 2.
Control de estructuras de la red actual de media tensión



INSTALACIÓN: AÉREA CON ALGUNOS TRAMOS SUBTERRÁNEOS.

[illegible]

ESTRU. No.	TIPO POSTE O POZO	ALIMENTADOR PRIMARIO			TRAFO					CONX. a Tierra.	SECCN	ESTADO			OBSERVACIONES
		VANO (m.)	ESTRUC TIPO	CONDUCT.	Tipo	(kVA)	Monofá sico	Trifásic o	Banco			BUEN O	REGUL AR	MALO	
141791	PO0-0HC11	47	EST-1CR	0B1x2(2/0)	A	25	X			1				X	Poste fisurado, trafo sin seccionador
143860	PO0-0HC11	0	EST-3SP+3CR	0B3x2(4)							3		X		Poste de partida, ubicado fuera de la matriz UNL
141781	PO0-0HC11	50	EST-3SP	0B3x2(4)	A	25	X			1				X	Poste fisurado, trafo sin seccionador
141782	PO0-0HC11	44	EST-3SP	0B3x2(4)										X	Poste fisurado
141783	PO0-0HC14	46	EST-3SP	0B3x2(4)							3			X	Poste fisurado, transición Aérea-subterranea
25994	EU0-0PB	0	PZ	0V3x2+0G1x2											Pozo y conductores en buen estado
25995	EU0-0PB	7	PZ	0V3x2+0G1x2											Pozo y conductores en buen estado
25996	EU0-0PB	27	PZ	0V3x2+0G1x2											Pozo y conductores en buen estado
25997	EU0-0PB	16	PZ	0V3x2+0G1x2	E	30		X							Pozo y conductores en buen estado
141784	PO0-0HR11	46	EST-3SP	0B3x2(2/0)										X	Poste fisurado
273494	PO0-0HC12	49	EST-3CD	0B3x2(2/0)								X			Estructura en buen estado
273437	PO0-0HC12	48	EST-2(3CR)+1CR	0B3x1/0(2)							1	X			Estructura en buen Estado
141786	PO0-0HC11	47	EST-1CP	0B1x2(2)										X	Poste fisurado
141787	PO0-0HR11	12	EST-1BD	0B1x2(1/0)									X		La estructura no cumple con la normativa actual de la EERSSA
141788	PO0-0HR11	45	EST-1CR	0B1x2(1/0)	A	37.5	X			1				X	Poste y trafo en mal estado, trafo sin seccionador
273436	PO0-0HC12	40	EST-3CP	0B3x1/0(2)								X			Estructura en buen estado
273435	PO0-0HC12	37	EST-3CR	0B3x1/0(2)	C	30		X		1	3	X			Estructura en buen estado
143863	PO0-0HR11	0	EST-3CD+1CR	0B1x2(4)									X		Poste de partida, ubicado fuera de la matriz UNL

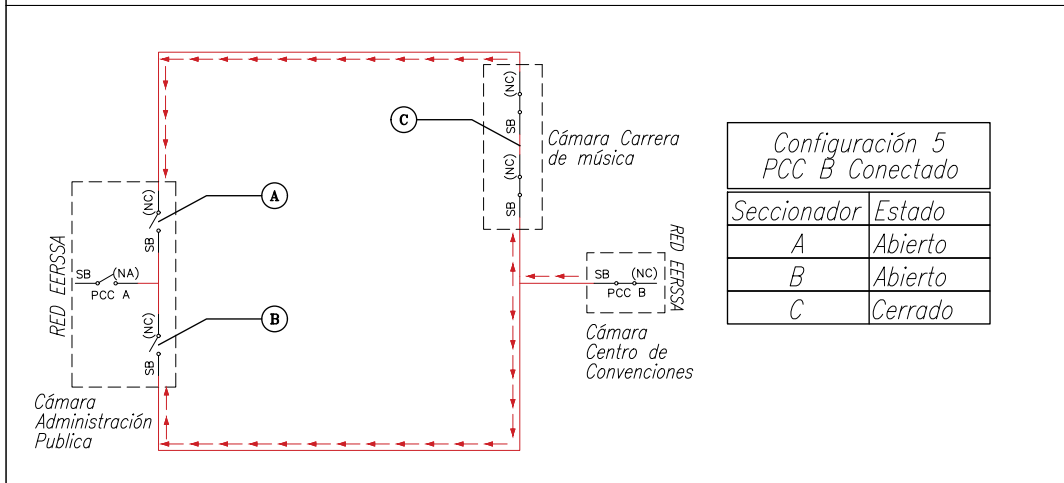
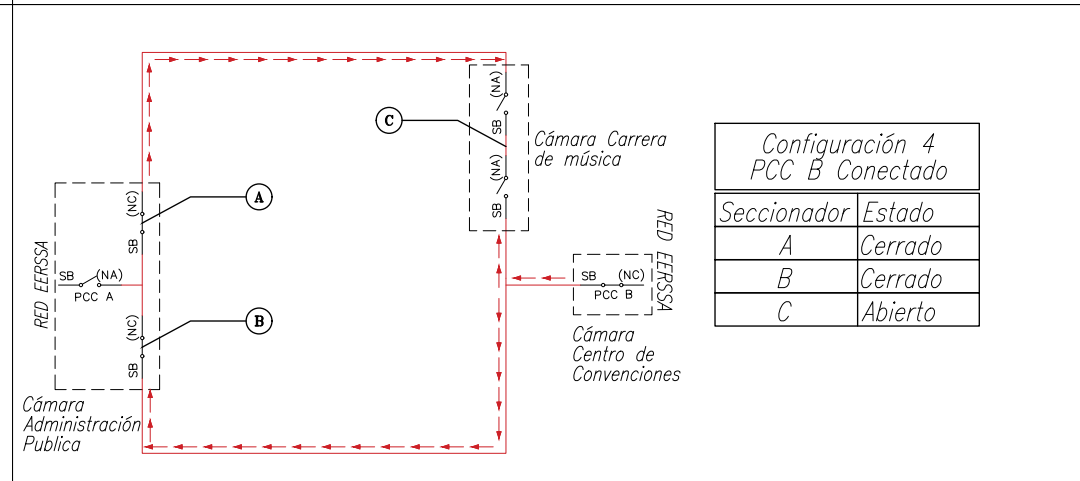
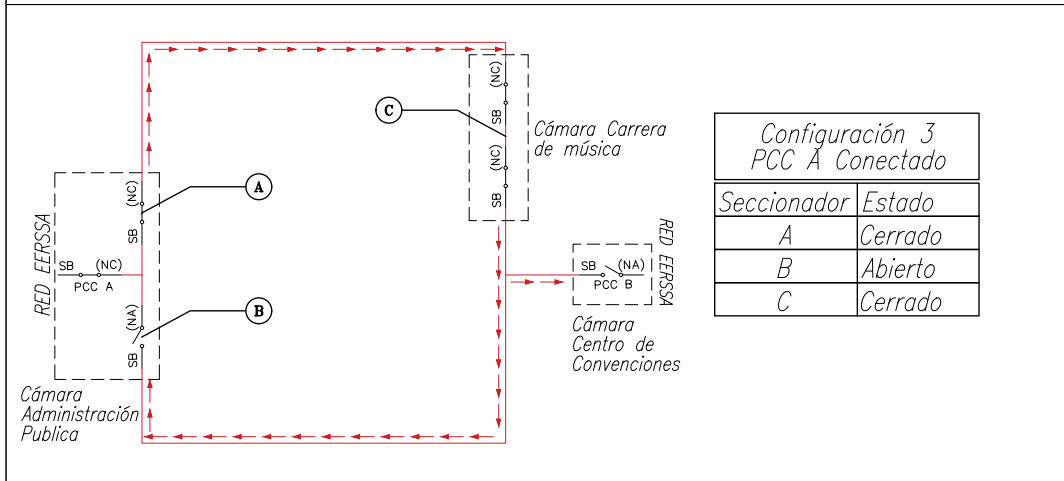
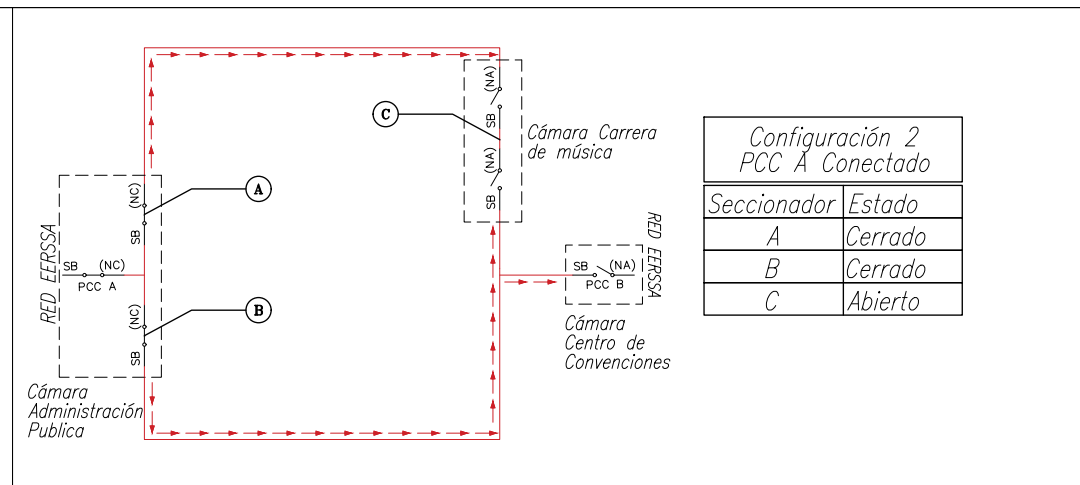
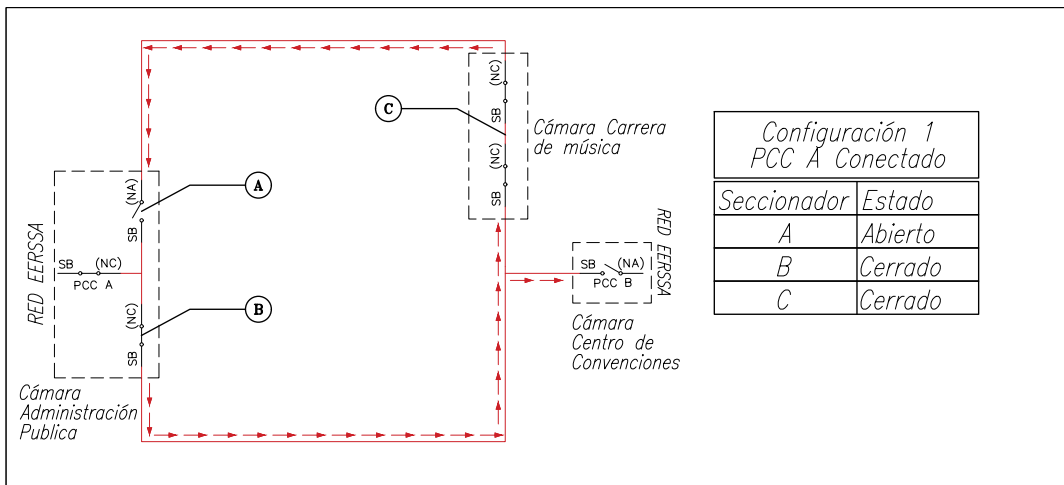
ESTRU. No.	TIPO POSTE O POZO	ALIMENTADOR PRIMARIO			TRAFO					CONX. a Tierra.	SECCN	ESTADO			OBSERVACIONES
		VANO (m.)	ESTRUC TIPO	CONDUCT.	Tipo	(kVA)	Monofá sico	Trifásic o	Banco			BUEN O	REGUL AR	MALO	
141805	PO0-0HC11	51	EST-1CP	0B1x2(4)	A	50	X			1				X	Poste y trafo en mal estado, trafo sin seccionador
141806	PO0-0HC11	44	EST-1CP	0B1x2(4)	A	37.5	X			1				X	Poste en mal Estado, trafo sin seccionador
141807	PO0-0HC11	36	EST-1CR	0B1x2(4)	A	37.5	X							X	Estructura no existente actualmente
143864	PO0-0HR11	0	EST-3SP+3CR+1CR	0B3x4/0(2/0)							3		X		Poste de partida, ubicado fuera de la matriz UNL
143865	PO0-0HR11	52	EST-3CR	0B3x4/0(2/0)	A-N	45-10	X		X	1				X	Estructura en mal Estado, trafos sin seccionadores
141813	PO0-0HR11	0	EST-3CR	0B3x2(2/0)										X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
273734	PO0-0HC12	0	EST-3CR	0B3x1/0(2/0)								X			Estructura nueva, en buen estado
273493	PO0-0HC12	26	EST-3CP	0B3x1/0(2/0)								X			Estructura nueva, en buen estado
273492	PO0-0HC12	44	EST-3CR	0B3x1/0(2/0)	C	50		X		1	3	X			Estructura nueva, en buen estado
141812	PO0-0HR11	38	EST-3SP	0B3x2(2/0)	C	75		X		1	3			X	Poste y trafo en mal estado
141809	PO0-0HR11	37	EST-3CP+3CR	0B3x2(2/0)										X	Estructura en mal estado, no existe la transicion a-s
141808	PO0-0HR11	36	EST-3CP	0B3x2(2/0)										X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
143948	PO0-0HR11	34	EST-3CR+1CR	0B3x2(2)										X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
141810	PO0-0HR11	45	EST-3SP	0B3x2(1/0)										X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
141811	PO0-0HR11	50	EST-3CR	0B3x2(1/0)										X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
143873	PO0-0HR11	38	EST-3CR+3SP	0B3x4/0(2/0)	N	30			X	1				X	Transformadores sin seccionador
143938	PO0-0HR11	33	EST-2(3CR)	0B3x4/0(2/0)										X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
143939	PO0-0HR11	33	EST-3CD+3CR	0B3x4/0(2/0)							3			X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso

ESTRU. No.	TIPO POSTE O POZO	ALIMENTADOR PRIMARIO			TRAFO					CONX. a Tierra.	SECCN	ESTADO			OBSERVACIONES
		VANO (m.)	ESTRUC TIPO	CONDUCT.	Tipo	(kVA)	Monofá sico	Trifásic o	Banco			BUEN O	REGUL AR	MALO	
143940	PO0-0HR11	42	EST-3CP	0B3x2/0(2)										X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
143941	PO0-0HR11	41	EST-3CP	0B3x2/0(2)										X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
143942	PO0-0HR11	33	EST-3SP	0B3x2/0(2)										X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
143943	PO0-0HR11	35	EST-3CD	0B3x2/0(2)										X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
143944	PO0-0HR11	56	EST-3CP+1CR	0B3x2/0(2)										X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
141824	PO0-0HR11	61	EST-1CR	0B1x2(4)	A	37.5	X							X	Poste y trafo en mal estado, trafo sin seccionador
143945	PO0-0HR11	42	EST-3CR+1ER	0B3x2/0(2)										X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
143946	PO0-0HR11	29	EST-1BD	0B1x2(4)										X	Línea de MT fuera de servicio, desconectada
141779	PO0-0HR11	54	EST-1CA	0B1x2(4)										X	Línea de MT fuera de servicio, desconectada
141780	PO0-0HR11	72	EST-1 CR	0B1x2(4)										X	Línea de MT fuera de servicio, desconectada
143950	PO0-0HR11	47	EST-1CR	0B1x2(4)	A	10	X							X	Poste y trafo en mal estado, trafo sin seccionador
141825	PO0-0HR11	45	EST-3SP	0B3x2(2)										X	Poste Fisurado
141826	PO0-0HR11	36	EST-3CP	0B3x2(2)	A	50	X							X	Poste y trafo en mal estado, trafo sin seccionador
141827	PO0-0HR11	67	EST-3CD	0B3x2(2)										X	Poste Fisurado
141828	PO0-0HR11	63	EST-3SA	0B3x2(2)										X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
141829	PO0-0HR11	80	EST-3CR	0B3x2(2)	N	30			X					X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
232452	PO0-0HC12	33	EST-3VP	0B3x4/0(2/0)	A	10	X			1	1		X		Poste Ubicado fuera del campus matriz UNL
225687	PO0-0HC12	44	EST-3VP	0B3x4/0(2/0)	A	37.5	X			1	1		X		Poste Ubicado fuera del campus matriz UNL

ESTRU. No.	TIPO POSTE O POZO	ALIMENTADOR PRIMARIO			TRAFO					CONX. a Tierra.	SECCN	ESTADO			OBSERVACIONES
		VANO (m.)	ESTRUC TIPO	CONDUCT.	Tipo	(kVA)	Monofá sico	Trifásic o	Banco			BUEN O	REGUL AR	MALO	
232453	PO0-0HC12	52	EST-3VP+3VR	0B3x4/0(2/0)							3		X		Poste Ubicado fuera del campus matriz UNL
66000	PO0-0HC12	45	EST-3VP	0B3x2(2)										X	Poste fisurado
67150	PO0-0HC12	31	EST-3VR	0B3x2(2)	C	45		X		1	3			X	Poste fisurado
142453	PO0-0HR11	93	EST-3HR	0B3x2(2)										X	Trafos y postes en mal estado, Trafos sin seccionadores
142454	PO0-0HR11	93	EST-3HR	0B3x2(2)	N	112.5			X	1				X	Trafos y postes en mal estado, Trafos sin seccionadores
141838	PO0-0HR11	37	EST-3CP	0B3x2(2)	C	75		X			3			X	Estructura en mal estado
141839	PO0-0HR11	3	EST-2(3CR)	0B3x2(2)										X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
141840	PO0-0HR11	40	EST-3CR	0B3x2(2)	C	75		X			3			X	Estructura en mal estado
142049	PO0-0HR11	140	EST-3CR	0B3x4/0(2/0)	N	75			X	1				X	Estructura ya en desuso, trafos sin seccionadores
69123	PO0-0HR11	23	EST-3SA	0B3x2(2)										X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso
69124	PO0-0HR11	36	EST-3CR	0B3x2(2)							3			X	Estructura en mal estado, materiales ya en desuso, transicion a-s
69125	EU0-0PB	0.7	PZ	0V3x2+0G1x2											Pozo y conductores en buen estado
69126	EU0-0PB	3	PZ	0V3x2+0G1x2											Pozo y conductores en buen estado
69127	EU0-0PB	4.2	PZ	0V3x2+0G1x2	E	50		X							Pozo y conductores en buen estado
161835	EU0-0PB	8.7	PZ	0V3x1/0+0G1x1/0											Pozo y conductores en buen estado
161836	EU0-0PB	15.5	PZ	0V3x1/0+0G1x1/0											Pozo y conductores en buen estado
161837	EU0-0PB	36.2	PZ	0V3x1/0+0G1x1/0											Pozo y conductores en buen estado
161838	EU0-0PB	40.1	PZ	0V3x1/0+0G1x1/0	E	50		X							Pozo y conductores en buen estado

		ALIMENTADOR PRIMARIO			TRAFO					CONX. a Tierra.	SECCN	ESTADO			OBSERVACIONES
ESTRU. No.	TIPO POSTE O POZO	VANO (m.)	ESTRUC TIPO	CONDUCT.	Tipo	(kVA)	Monofásico	Trifásico	Banco			BUENO	REGULAR	MALO	
RESUMEN:															
POSTES:		POZOS:			TRAFOS:										
12x500=	13	TIPO B:			15	Mono:		16							
11x500=	58					Tri:		11							
14x500=	1					Banco:		5							
CONDUCTORES:															
ACSR #4 =		671 m													
ACSR #2 =		4648 m													
ACSR #1/0=		1213 m													
ACSR #2/0=		1,539 m													
ACSR #4/0=		1,275 m													
COND. DESN. Cu. #1/0=		101 m													
COND. DESN. Cu. #2=		93 m													
XLPE #2=		278.4 m													
XLPE #1/0=		301.50 m													

Anexo 3.
Configuraciones de la red de media tensión propuesta



	PROYECTO: RED DE MEDIA TENSION PROYECTADA CAMPUS MATRIZ UNL			
	CONTIENE: Configuraciones de la red de MT conectada a la red Detalle de puntos de seccionamiento			
	PARROQUIA: PUNZARA	SECTOR: LA ARGELIA	CANTON: LOJA	PROVINCIA: LOJA
	DISEÑO: ING. Juan Carlos Cabrera		ESCALA: GRÁFICA	FECHA: FEBRERO 2025
		APROBO: ING. JUAN GUAMÁN		
		LAMINA: 1 de 1		

Anexo 4.
Análisis de variación de voltaje en los nodos

Variación de la tensión (RED mín a máx)		
		RED UNL
Media tensión	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13878,0 V
	Variación de la tensión	79,11 V
Nodo: 141796	Tensión con DER desactivados	13799,1 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13842,3 V
	Variación de la tensión	43,21 V
Nodo: 141796E	Tensión con DER desactivados	13800,2 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13867,1 V
	Variación de la tensión	66,89 V
Nodo: 143949E	Tensión con DER desactivados	13798,8 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13866,0 V
	Variación de la tensión	67,20 V
Nodo: CRUCE 2	Tensión con DER desactivados	13798,8 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13866,0 V
	Variación de la tensión	67,20 V
Nodo: CRUCE 3	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13864,8 V
	Variación de la tensión	65,92 V
Nodo: CRUCE1	Tensión con DER desactivados	13799,2 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13833,1 V
	Variación de la tensión	33,96 V
Nodo: E0	Tensión con DER desactivados	13799,0 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13851,3 V
	Variación de la tensión	52,28 V
Nodo: E1	Tensión con DER desactivados	13799,0 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13849,8 V
	Variación de la tensión	50,76 V
Nodo: E2	Tensión con DER desactivados	13799,0 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13848,3 V
	Variación de la tensión	49,20 V
Nodo: E3	Tensión con DER desactivados	13799,1 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13844,5 V
	Variación de la tensión	45,44 V
Nodo: E4	Tensión con DER desactivados	13799,1 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13842,3 V
	Variación de la tensión	43,21 V
Nodo: E5	Tensión con DER desactivados	13799,1 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13839,9 V
	Variación de la tensión	40,79 V
Nodo: E6	Tensión con DER desactivados	13799,1 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13837,8 V
	Variación de la tensión	38,63 V
Nodo: E7	Tensión con DER desactivados	13799,2 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13835,1 V
	Variación de la tensión	35,98 V
Nodo: E8	Tensión con DER desactivados	13799,2 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13833,1 V

	Variación de la tensión	33,96 V
Nodo: E9	Tensión con DER desactivados	13799,2 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13833,1 V
	Variación de la tensión	33,96 V
Nodo: E10	Tensión con DER desactivados	13798,5 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13831,9 V
	Variación de la tensión	33,39 V
Nodo: E11	Tensión con DER desactivados	13798,4 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13831,8 V
	Variación de la tensión	33,39 V
Nodo: E12	Tensión con DER desactivados	13799,2 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13832,6 V
	Variación de la tensión	33,43 V
Nodo: E13	Tensión con DER desactivados	13799,3 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13829,7 V
	Variación de la tensión	30,38 V
Nodo: E14	Tensión con DER desactivados	13799,3 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13826,8 V
	Variación de la tensión	27,48 V
Nodo: E15	Tensión con DER desactivados	13799,3 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13826,8 V
	Variación de la tensión	27,48 V
Nodo: E16	Tensión con DER desactivados	13799,3 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13826,8 V
	Variación de la tensión	27,48 V
Nodo: E17	Tensión con DER desactivados	13799,4 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13823,8 V
	Variación de la tensión	24,43 V
Nodo: E18	Tensión con DER desactivados	13799,5 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13822,2 V
	Variación de la tensión	22,73 V
Nodo: E19	Tensión con DER desactivados	13799,5 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13819,5 V
	Variación de la tensión	19,98 V
Nodo: E20	Tensión con DER desactivados	13799,6 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13816,5 V
	Variación de la tensión	16,86 V
Nodo: E21	Tensión con DER desactivados	13799,7 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13813,2 V
	Variación de la tensión	13,57 V
Nodo: E22	Tensión con DER desactivados	13799,7 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13810,2 V
	Variación de la tensión	10,49 V
Nodo: E23	Tensión con DER desactivados	13799,8 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13806,8 V
	Variación de la tensión	6,94 V
Nodo: E24	Tensión con DER desactivados	13799,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13803,0 V
	Variación de la tensión	3,10 V
	Tensión con DER desactivados	13800,0 V

Nodo: E25	Tensión con RED @ 100,0%	13800,0 V
	Variación de la tensión	0,02 V
Nodo: E26	Tensión con DER desactivados	13800,0 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13803,0 V
	Variación de la tensión	3,04 V
Nodo: E27	Tensión con DER desactivados	13800,0 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13803,0 V
	Variación de la tensión	3,04 V
Nodo: E28	Tensión con DER desactivados	13800,0 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13803,0 V
	Variación de la tensión	3,04 V
Nodo: E29	Tensión con DER desactivados	13800,0 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13803,0 V
	Variación de la tensión	3,04 V
Nodo: E30	Tensión con DER desactivados	13800,0 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13803,0 V
	Variación de la tensión	3,04 V
Nodo: E31	Tensión con DER desactivados	13800,0 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13803,0 V
	Variación de la tensión	3,04 V
Nodo: E32	Tensión con DER desactivados	13800,0 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13803,0 V
	Variación de la tensión	3,04 V
Nodo: E33	Tensión con DER desactivados	13800,0 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13803,0 V
	Variación de la tensión	3,04 V
Nodo: E34	Tensión con DER desactivados	13800,0 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13803,0 V
	Variación de la tensión	3,04 V
Nodo: E35	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13877,7 V
	Variación de la tensión	78,79 V
Nodo: E36	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13877,7 V
	Variación de la tensión	78,79 V
Nodo: E37	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13877,7 V
	Variación de la tensión	78,79 V
Nodo: E38	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13877,7 V
	Variación de la tensión	78,79 V
Nodo: E39	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13877,7 V
	Variación de la tensión	78,79 V
Nodo: E40	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13877,7 V
	Variación de la tensión	78,79 V
Nodo: E41	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13877,7 V
	Variación de la tensión	78,79 V

Nodo: E42	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13877,1 V
	Variación de la tensión	78,20 V
Nodo: E42A	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13877,1 V
	Variación de la tensión	78,20 V
Nodo: E43	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13876,4 V
	Variación de la tensión	77,53 V
Nodo: E44	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13875,8 V
	Variación de la tensión	76,91 V
Nodo: E45	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13874,9 V
	Variación de la tensión	76,05 V
Nodo: E46	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13873,8 V
	Variación de la tensión	74,89 V
Nodo: E47	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13873,1 V
	Variación de la tensión	74,25 V
Nodo: E48	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13872,5 V
	Variación de la tensión	73,60 V
Nodo: E49	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13871,7 V
	Variación de la tensión	72,79 V
Nodo: E50	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13871,3 V
	Variación de la tensión	72,42 V
Nodo: E51	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13870,4 V
	Variación de la tensión	71,57 V
Nodo: E52	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13869,7 V
	Variación de la tensión	70,85 V
Nodo: E53	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13869,0 V
	Variación de la tensión	70,13 V
Nodo: E54	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13868,5 V
	Variación de la tensión	69,64 V
Nodo: E55	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13867,7 V
	Variación de la tensión	68,87 V
Nodo: E56	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13867,7 V
	Variación de la tensión	68,87 V
Nodo: E57	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13867,7 V

	Variación de la tensión	68,87 V
Nodo: E59	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13867,2 V
	Variación de la tensión	68,31 V
Nodo: E60	Tensión con DER desactivados	13798,8 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13866,6 V
	Variación de la tensión	67,77 V
Nodo: E61	Tensión con DER desactivados	13798,8 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13866,2 V
	Variación de la tensión	67,34 V
Nodo: E62	Tensión con DER desactivados	13798,8 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13866,0 V
	Variación de la tensión	67,20 V
Nodo: E63	Tensión con DER desactivados	13798,8 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13865,8 V
	Variación de la tensión	66,92 V
Nodo: E64	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13865,2 V
	Variación de la tensión	66,30 V
Nodo: E66	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13865,1 V
	Variación de la tensión	66,23 V
Nodo: E67	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13866,2 V
	Variación de la tensión	67,33 V
Nodo: E67A	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13867,3 V
	Variación de la tensión	68,43 V
Nodo: E68	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13864,1 V
	Variación de la tensión	65,18 V
Nodo: E69	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13862,3 V
	Variación de la tensión	63,44 V
Nodo: E70	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13860,7 V
	Variación de la tensión	61,73 V
Nodo: E71	Tensión con DER desactivados	13798,9 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13858,6 V
	Variación de la tensión	59,70 V
Nodo: E72	Tensión con DER desactivados	13799,0 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13857,0 V
	Variación de la tensión	58,02 V
Nodo: E73	Tensión con DER desactivados	13799,0 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13855,8 V
	Variación de la tensión	56,83 V
Nodo: PZ2	Tensión con DER desactivados	13799,0 V
	Tensión con RED @ 100,0%	13853,3 V
	Variación de la tensión	54,32 V
	Tensión con DER desactivados	13799,0 V

Nodo: PZ46	Tensión con RED @ 100,0%	13854,9 V
	Variación de la tensión	55,89 V

Anexo 5.
Calculo de caídas de voltaje

**COMPUTO DE LA CAÍDA DE VOLTAJE
ALIMENTADORES PRIMARIOS**

ALIMENTADOR PRIMARIO		DISEÑO ELÉCTRICO RED DE MEDIA TENSIÓN UNL						ANEXO: 4		
		CONFIGURACIÓN 1						HOJA: 1 de 5		
PROVINCIA: LOJA		CANTÓN: LOJA		PARROQUIA: PUNZARA		SECTOR: ARGELIA		FECHA: 9/1/2024		
LONGITUD TOTAL: VOLTAJE NOMINAL: 13,8 KV NUMERO DE FASES: 3F		NUMERO DE CLIENTES: Nº. SECCION SICAP:				PROYECTISTA: RESPONSABLE : REVISO:				
ESQUEMA										
TRAMO		LONGITUD (KM)	CARGA KVA	Nº FASE/ Nº COND.	CALIBRE AWG	FDV KVxKM	MP KVxKM	DV % PARCIAL	DV% ACUMULADO	
A		B	C	D	E	F	G=BxC	H=G/F	I	
DV ARRANQUE=								0.720		
P143860	-	C1	0.037	1447.5	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	53.558	0.011311	0.731
C1	-	1	0.08	1447.5	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	115.800	0.024456	0.756
1	-	2	0.082	1447.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	118.695	0.036398	0.792
2	-	CT-18073	0.037	50	3F-4C	0V3X2(2)	2879.000	1.850	0.000643	0.793
2	-	3	0.059	1367.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	80.683	0.024742	0.817
3	-	4	0.036	1330	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	47.880	0.014683	0.832
4	-	CT-141796	0.036	15	1F-2C	0B1X2(4)	261.000	0.540	0.002069	0.834
4	-	5	0.152	1277.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	194.180	0.059546	0.893
5	-	6	0.037	55	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	2.035	0.000624	0.894
6	-	CT-15425	0.047	30	3F-4C	0V3X2(2)	2879.000	1.410	0.000490	0.894
6	-	CT-199	0.09	25	1F-2C	0B1x1/0(1/0)	400.000	2.250	0.005625	0.899
5	-	CT-15226	0.014	25	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	0.350	0.000107	0.893
5	-	7	0.106	1197.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	126.935	0.038925	0.932
7	-	CT-25903	0.077	30	3F-4C	0B3x1/0(1/0)	2400.000	2.310	0.000963	0.933
7	-	8	0.091	1167.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	106.243	0.032580	0.965
8	-	CT-1	0.054	75	1F-2C	0V1X1/0(2)	583.000	4.050	0.006947	0.972
CT-1	-	CT2	0.05	37.5	1F-2C	0V1X1/0(2)	583.000	1.875	0.003216	0.975
8	-	9	0.379	1092.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	414.058	0.126973	1.092
9	-	CT-5421	0.154	30	3F-4C	0V3x1/0(2)	3478.000	4.620	0.001328	1.093
9	-	10	0.115	1062.5	3F-4C	0B3x2/0(2/0)	3261.000	122.188	0.037469	1.129
10	-	CT-3	0.175	200	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	35.000	0.007392	1.137
10	-	11	0.295	862.5	3F-4C	0B3x2/0(2/0)	3261.000	254.438	0.078024	1.207
11	-	12	0.054	817.5	3F-4C	0B3x2/0(2/0)	3261.000	44.145	0.013537	1.221
12	-	C3	0.015	817.5	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	12.263	0.002590	1.223
C3	-	13	0.051	817.5	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	41.693	0.008805	1.232
13	-	14	0.166	780	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	129.480	0.039706	1.272
14	-	15	0.135	705	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	95.175	0.029186	1.301
15	-	CT-18213	0.024	50	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	1.200	0.000368	1.301
15	-	16	0.413	655	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	270.515	0.082955	1.384
16	-	17	0.07	645	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	45.150	0.009535	1.393
17	-	18	0.213	645	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	137.385	0.042130	1.436
18	-	19	0.062	595	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	36.890	0.011312	1.447
19	-	CT-183	0.066	30	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	1.980	0.000607	1.448
19	-	20	0.042	565	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	23.730	0.007277	1.454
20	-	CT-4	0.08	212.5	3F-4C	0V3x1/0(2)	3478.000	17.000	0.004888	1.459
CT-4	-	CT-188	0.022	112.5	3F-4C	0V3x1/0(2)	3478.000	2.475	0.000712	1.460
20	-	21	0.074	352.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	26.085	0.007999	1.462
21	-	22	0.01	327.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	3.275	0.001004	1.463
22	-	23	0.027	10	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	0.270	0.000083	1.463
23	-	CT-10108	0.046	10	1F-2C	0B1X2(4)	261.000	0.460	0.001762	1.465
22	-	24	0.025	50	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	1.250	0.000383	1.464
24	-	CT-17116	0.043	50	3F-4C	0V3x1/0(2)	3478.000	2.150	0.000618	1.464
22	-	25	0.068	267.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	18.190	0.005578	1.469
25	-	26	0.029	192.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	5.583	0.001712	1.471
26	-	CT-25902	0.056	50	3F-4C	0B3x1/0(1/0)	2400.000	2.800	0.001167	1.472
26	-	27	0.165	142.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	23.513	0.007210	1.478
27	-	28	0.044	105	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	4.620	0.001417	1.479
28	-	CT-194	0.104	55	3F-4C	0V3x1/0(2)	3478.000	5.720	0.001645	1.481
Conclusiones: % DV dentro de parametros aceptables								DV MAXIMO:	1.481	

**COMPUTO DE LA CAÍDA DE VOLTAJE
ALIMENTADORES PRIMARIOS**

ALIMENTADOR PRIMARIO		DISEÑO ELÉCTRICO RED DE MEDIA TENSIÓN UNL					ANEXO: 4			
		CONFIGURACIÓN 2					HOJA: 2 de 5			
PROVINCIA: LOJA		CANTÓN: LOJA		PARROQUIA: PUNZARA		SECTOR: ARGELIA		FECHA: 9/1/2024		
LONGITUD TOTAL: VOLTAJE NOMINAL: 13,8 KV NUMERO DE FASES: 3F			NUMERO DE CLIENTES: Nº. SECCION SICAP:			PROYECTISTA: RESPONSABLE : REVISO:				
ESQUEMA										
TRAMO		LONGITUD (KM)	CARGA KVA	Nº FASE/ Nº COND.	CALIBRE AWG	FDV KVxKM	MP KVxKM	DV % PARCIAL	DV% ACUMULADO	
A		B	C	D	E	F	G=BxC	H=G/F	I	
							DV ARRANQUE=			0.720
P143860	-	C1	0.037	1447.5	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	53.558	0.011311	0.731
C1	-	1	0.08	630	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	50.400	0.010644	0.742
1	-	2	0.082	630	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	51.660	0.015842	0.758
2	-	CT-18073	0.037	50	3F-4C	0V3X2(2)	2879.000	1.850	0.000643	0.758
2	-	3	0.059	550	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	32.450	0.009951	0.768
3	-	4	0.036	512.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	18.450	0.005658	0.773
4	-	CT-141796	0.036	15	1F-2C	0B1X2(4)	261.000	0.540	0.002069	0.775
4	-	5	0.152	460	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	69.920	0.021441	0.797
5	-	6	0.037	55	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	2.035	0.000624	0.798
6	-	CT-15425	0.047	30	3F-4C	0V3X2(2)	2879.000	1.410	0.000490	0.798
6	-	CT-199	0.09	25	1F-2C	0B1x1/0(1/0)	400.000	2.250	0.005625	0.803
5	-	CT-15226	0.014	25	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	0.350	0.000107	0.797
5	-	7	0.106	380	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	40.280	0.012352	0.809
7	-	CT-25903	0.077	30	3F-4C	0B3x1/0(1/0)	2400.000	2.310	0.000963	0.810
7	-	8	0.091	350	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	31.850	0.009767	0.819
8	-	CT-1	0.054	75	1F-2C	0V1X1/0(2)	583.000	4.050	0.006947	0.826
CT-1	-	CT2	0.05	37.5	1F-2C	0V1X1/0(2)	583.000	1.875	0.003216	0.829
8	-	9	0.379	275	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	104.225	0.031961	0.851
9	-	CT-5421	0.154	30	3F-4C	0V3x1/0(2)	3478.000	4.620	0.001328	0.852
9	-	10	0.115	245	3F-4C	0B3x2/0(2/0)	3261.000	28.175	0.008640	0.860
10	-	CT-3	0.175	200	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	35.000	0.007392	0.867
10	-	11	0.295	45	3F-4C	0B3x2/0(2/0)	3261.000	13.275	0.004071	0.864
C1	-	29	0.107	817.5	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	87.473	0.018474	0.750
29	-	28	0.034	817.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	27.795	0.008523	0.758
28	-	CT-194	0.104	55	3F-4C	0V3X1/0(2)	3478.000	5.720	0.001645	0.760
28	-	27	0.044	712.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	31.350	0.009614	0.768
27	-	26	0.165	675	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	111.375	0.034154	0.802
26	-	CT-25902	0.056	50	3F-4C	0B3X1/0(1/0)	2400.000	2.800	0.001167	0.803
26	-	25	0.029	625	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	18.125	0.005558	0.808
25	-	22	0.068	550	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	37.400	0.011469	0.819
22	-	23	0.027	10	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	0.270	0.000083	0.819
23	-	CT-10108	0.046	10	1F-2C	0B1X2(4)	261.000	0.460	0.001762	0.821
22	-	24	0.025	50	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	1.250	0.000383	0.819
24	-	CT-17116	0.043	50	3F-4C	0V3X1/0(2)	3478.000	2.150	0.000618	0.820
22	-	21	0.01	490	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	4.900	0.001503	0.821
21	-	20	0.074	465	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	34.410	0.010552	0.831
20	-	CT-4	0.08	212.5	3F-4C	0V3X1/0(2)	3478.000	17.000	0.004888	0.836
CT-4	-	CT-188	0.022	112.5	3F-4C	0V3X1/0(2)	3478.000	2.475	0.000712	0.837
20	-	19	0.042	252.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	10.605	0.003252	0.834
19	-	CT-183	0.066	30	3F-4C	0B3X1/0(1/0)	2400.000	1.980	0.000825	0.835
19	-	18	0.062	222.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	13.795	0.004230	0.839
18	-	17	0.213	172.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	36.743	0.011267	0.850
17	-	16	0.07	172.5	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	12.075	0.002550	0.852
16	-	15	0.413	162.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	67.113	0.020580	0.873
15	-	CT-18213	0.024	50	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	1.200	0.000368	0.873
15	-	14	0.135	112.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	15.188	0.004657	0.878
14	-	13	0.166	37.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	6.225	0.001909	0.880
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conclusiones: % DV dentro de parametros aceptables								DV MAXIMO:	0.880	

**COMPUTO DE LA CAÍDA DE VOLTAJE
ALIMENTADORES PRIMARIOS**

ALIMENTADOR PRIMARIO		DISEÑO ELÉCTRICO RED DE MEDIA TENSIÓN UNL					ANEXO: 4			
		CONFIGURACIÓN 3					HOJA: 3 de 5			
PROVINCIA: LOJA		CANTÓN: LOJA		PARROQUIA: PUNZARA		SECTOR: ARGELIA		FECHA: 9/1/2024		
LONGITUD TOTAL: VOLTAJE NOMINAL: 13,8 KV		NUMERO DE CLIENTES: Nº. SECCION SICAP:				PROYECTISTA: RESPONSABLE : REVISO:				
NUMERO DE FASES: 3F										
ESQUEMA										
TRAMO		LONGITUD (KM)	CARGA KVA	Nº FASE/ Nº COND.	CALIBRE AWG	FDV KVxKM	MP KVxKM	DV % PARCIAL	DV% ACUMULADO	
A		B	C	D	E	F	G=BxC	H=G/F	I	
DV ARRANQUE=								0.720		
P143860	-	C1	0.037	1447.5	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	53.558	0.011311	0.731
C1	-	29	0.107	1447.5	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	154.883	0.032710	0.764
29	-	28	0.034	1447.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	49.215	0.015092	0.779
28	-	CT-194	0.104	55	3F-4C	0V3X1/0(2)	3478.000	5.720	0.001645	0.781
28	-	27	0.044	1342.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	59.070	0.018114	0.797
27	-	26	0.165	1305	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	215.325	0.066030	0.863
26	-	CT-25902	0.056	50	3F-4C	0B3X1/0(1/0)	2400.000	2.800	0.001167	0.864
26	-	25	0.029	1255	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	36.395	0.011161	0.874
25	-	22	0.068	1180	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	80.240	0.024606	0.899
22	-	23	0.027	10	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	0.270	0.000083	0.899
23	-	CT-10108	0.046	10	1F-2C	0B1X2(4)	261.000	0.460	0.001762	0.901
22	-	24	0.025	50	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3262.000	1.250	0.000383	0.899
24	-	CT-17116	0.043	50	3F-4C	0V3X1/0(2)	3478.000	2.150	0.000618	0.900
22	-	21	0.01	1120	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	11.200	0.003435	0.902
21	-	20	0.074	1095	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	81.030	0.024848	0.927
20	-	CT-4	0.08	212.5	3F-4C	0V3X1/0(2)	3478.000	17.000	0.004888	0.932
CT-4	-	CT-188	0.022	112.5	3F-4C	0V3X1/0(2)	3479.000	2.475	0.000711	0.933
20	-	19	0.042	882.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	37.065	0.011366	0.939
19	-	CT-183	0.066	30	3F-4C	0B3X1/0(1/0)	2400.000	1.980	0.000825	0.939
19	-	18	0.062	852.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	52.855	0.016208	0.955
18	-	17	0.213	802.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	170.933	0.052417	1.007
17	-	16	0.07	802.5	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	56.175	0.011864	1.019
16	-	15	0.413	792.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	327.303	0.100369	1.120
15	-	CT-18213	0.024	50	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	1.200	0.000368	1.120
15	-	14	0.135	742.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	100.238	0.030738	1.150
14	-	13	0.166	667.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	110.805	0.033979	1.184
13	-	C3	0.076	630	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	47.880	0.010112	1.194
C3	-	12	0.035	630	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	22.050	0.004657	1.199
12	-	11	0.054	630	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	34.020	0.010432	1.209
11	-	10	0.295	585	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	172.575	0.052921	1.262
10	-	CT-3	0.175	200	3F-4C	0V3X2/0(2)	4735.000	35.000	0.007392	1.270
10	-	9	0.115	385	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	44.275	0.013577	1.276
9	-	CT-5421	0.154	30	3F-4C	0V3X1/0(2)	3478.000	4.620	0.001328	1.277
9	-	8	0.379	355	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	134.545	0.041259	1.317
8	-	CT-1	0.054	75	1F-2C	0V1X1/0(2)	583.000	4.050	0.006947	1.324
CT-1	-	CT-2	0.05	37.5	1F-2C	0V1X1/0(2)	583.000	1.875	0.003216	1.327
8	-	7	0.091	280	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	25.480	0.007814	1.325
7	-	CT-25903	0.077	30	3F-4C	0B3X1/0(1/0)	2400.000	2.310	0.000963	1.326
7	-	5	0.106	250	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	26.500	0.008126	1.333
5	-	6	0.037	55	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	2.035	0.000624	1.334
6	-	CT-15425	0.047	30	3F-4C	0V3X2(2)	2879.000	1.410	0.000490	1.334
6	-	CT-199	0.09	25	1F-2C	0B1x1/0(1/0)	400.000	2.250	0.005625	1.339
5	-	4	0.152	170	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	25.840	0.007924	1.341
4	-	CT-141796	0.036	15	1F-2C	0B1X2(4)	261.000	0.540	0.002069	1.343
4	-	3	0.036	117.5	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	4.230	0.001297	1.342
3	-	2	0.059	80	3F-4C	0B3X2/0(2/0)	3261.000	4.720	0.001447	1.344
2	-	CT-18073	0.037	50	3F-4C	0V3X2(2)	2879.000	1.850	0.000643	1.344
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conclusiones: % DV dentro de parametros aceptables								DV MAXIMO:	1.344	

COMPUTO DE LA CAÍDA DE VOLTAJE ALIMENTADORES PRIMARIOS

ALIMENTADOR PRIMARIO		DISEÑO ELÉCTRICO RED DE MEDIA TENSIÓN UNL					ANEXO: 4			
		CONFIGURACIÓN 4					HOJA: 4 de 5			
PROVINCIA: LOJA		CANTÓN: LOJA		PARROQUIA: PUNZARA		SECTOR: ARGELIA		FECHA: 9/1/2024		
LONGITUD TOTAL:		NUMERO DE CLIENTES:			PROYECTISTA:		RESPONSABLE :			
VOLTAJE NOMINAL: 13,8 KV		Nº. SECCION SICAP:			REVISO:					
NUMERO DE FASES: 3F										
ESQUEMA										
TRAMO		LONGITUD (KM)	CARGA KVA	Nº FASE/ Nº COND.	CALIBRE AWG	FDV KVAxKM	MP KVAxKM	DV % PARCIAL	DV% ACUMULADO	
A		B	C	D	E	F	G=BxC	H=G/F	I	
DV ARRANQUE=								0.940		
E0a	-	C2	0.03	1447.5	3F-4C	OV3X2/0(2)	4735.000	43.425	0.009171	0.949
C2	-	10	0.175	1247.5	3F-4C	OV3X2/0(2)	4735.000	218.313	0.046106	0.995
10	-	11	0.295	45	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	13.275	0.004071	0.999
10	-	9	0.115	1202.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	138.288	0.042406	1.038
9	-	CT-5421	0.154	30	3F-4C	OV3X1/0(2)	3478.000	4.620	0.001328	1.039
9	-	8	0.379	1172.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	444.378	0.136270	1.174
8	-	CT-1	0.054	75	1F-2C	OV1X1/0(2)	583.000	4.050	0.006947	1.181
CT-1	-	CT-2	0.05	37.5	1F-2C	OV1X1/0(2)	583.000	1.875	0.003216	1.184
8	-	7	0.091	1097.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	99.873	0.030626	1.205
7	-	CT-25903	0.077	30	3F-4C	OB3X1/0(1/0)	2400.000	2.310	0.000963	1.206
7	-	5	0.106	1067.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	113.155	0.034699	1.239
5	-	CT-15226	0.014	25	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	0.350	0.000107	1.239
5	-	6	0.037	55	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	2.035	0.000624	1.240
6	-	CT-15425	0.047	30	3F-4C	OV3X2(2)	2879.000	1.410	0.000490	1.240
6	-	CT-199	0.09	25	1F-2C	OB1X1/0(1/0)	400.000	2.250	0.005625	1.246
5	-	4	0.152	987.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	150.100	0.046029	1.285
4	-	CT-141796	0.036	15	1F-2C	OB1X2(4)	261.000	0.540	0.002069	1.287
4	-	3	0.036	935	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	33.660	0.010322	1.296
3	-	2	0.059	897.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	52.953	0.016238	1.312
2	-	CT-18073	0.037	50	3F-4C	OV3X2(2)	2879.000	1.850	0.000643	1.313
2	-	1	0.082	817.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	67.035	0.020557	1.332
1	-	C1	0.08	817.5	3F-4C	OV3X2/0(2)	4735.000	65.400	0.013812	1.346
C1	-	29	0.107	817.5	3F-4C	OV3X2/0(2)	4735.000	87.473	0.018474	1.365
29	-	28	0.034	817.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	27.795	0.008523	1.373
28	-	CT-194	0.104	55	3F-4C	OV3X1/0(2)	3478.000	5.720	0.001645	1.375
28	-	27	0.044	712.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	31.350	0.009614	1.383
27	-	26	0.165	675	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	111.375	0.034154	1.417
26	-	CT-25902	0.056	50	3F-4C	OB3X1/0(1/0)	2400.000	2.800	0.001167	1.418
26	-	25	0.029	625	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	18.125	0.005558	1.423
25	-	22	0.068	550	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	37.400	0.011469	1.434
22	-	23	0.027	10	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	0.270	0.000083	1.434
23	-	CT-10108	0.046	10	1F-2C	OB1X2(4)	261.000	0.460	0.001762	1.436
22	-	24	0.025	50	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	1.250	0.000383	1.434
24	-	CT-17116	0.043	50	3F-4C	OV3X1/0(2)	3478.000	2.150	0.000618	1.435
22	-	21	0.01	490	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	4.900	0.001503	1.436
21	-	20	0.074	465	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	34.410	0.010552	1.446
20	-	CT-4	0.08	212.5	3F-4C	OV3X1/0(2)	3478.000	17.000	0.004888	1.451
CT-4	-	CT-188	0.022	112.5	3F-4C	OV3X1/0(2)	3478.000	2.475	0.000712	1.452
20	-	19	0.042	252.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	10.605	0.003252	1.449
19	-	CT-183	0.066	30	3F-4C	OB3X1/0(1/0)	2400.000	1.980	0.000825	1.450
19	-	18	0.062	222.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	13.795	0.004230	1.454
18	-	17	0.213	172.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	36.743	0.011267	1.465
17	-	16	0.07	172.5	3F-4C	OV3X2/0(2)	4735.000	12.075	0.002550	1.467
16	-	15	0.413	162.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	67.113	0.020580	1.488
15	-	CT-18213	0.024	50	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	1.200	0.000368	1.488
15	-	14	0.135	112.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	15.188	0.004657	1.493
14	-	13	0.166	37.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	6.225	0.001909	1.495
-										
-										
Conclusiones: % DV dentro de parametros aceptables								DV MAXIMO:	1.495	

**COMPUTO DE LA CAÍDA DE VOLTAJE
ALIMENTADORES PRIMARIOS**

ALIMENTADOR PRIMARIO		DISEÑO ELÉCTRICO RED DE MEDIA TENSIÓN UNL					ANEXO: 4			
		CONFIGURACIÓN 5					HOJA: 5 de 5			
PROVINCIA:	CANTÓN:		PARROQUIA:		SECTOR:		FECHA:			
LOJA	LOJA		PUNZARA		ARGELIA		9/1/2024			
LONGITUD TOTAL:		NUMERO DE CLIENTES:			PROYECTISTA:					
VOLTAJE NOMINAL: 13,8 KV		Nº. SECCION SICAP:			RESPONSABLE :					
NUMERO DE FASES: 3F					REVISO:					
ESQUEMA										
TRAMO		LONGITUD (KM)	CARGA KVA	Nº FASE/ Nº COND.	CALIBRE AWG	FDV KVxKM	MP KVxKM	DV % PARCIAL	DV% ACUMULADO	
A		B	C	D	E	F	G=BxC	H=G/F	I	
DV ARRANQUE=								0.940		
E0a	-	C2	0.03	1447.5	3F-4C	OV3X2/0(2)	4735.000	43.425	0.009171	0.949
C2	-	10	0.175	1247.5	3F-4C	OV3X2/0(2)	4735.000	218.313	0.046106	0.995
10	-	9	0.115	385	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	44.275	0.013577	1.009
9	-	CT-5421	0.154	30	3F-4C	OV3X1/0(2)	3478.000	4.620	0.001328	1.010
9	-	8	0.379	355	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	134.545	0.041259	1.050
8	-	CT-1	0.054	75	1F-2C	OV1X1/0(2)	583.000	4.050	0.006947	1.057
CT-1	-	CT-2	0.05	37.5	1F-2C	OV1X1/0(2)	583.000	1.875	0.003216	1.060
8	-	7	0.091	280	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	25.480	0.007814	1.058
7	-	CT-25903	0.077	30	3F-4C	OB3X1/0(1/0)	2400.000	2.310	0.000963	1.059
7	-	5	0.106	250	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	26.500	0.008126	1.066
5	-	CT-15226	0.014	25	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	0.350	0.000107	1.066
5	-	6	0.037	55	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	2.035	0.000624	1.067
6	-	CT-15425	0.047	30	3F-4C	OV3X2(2)	2879.000	1.410	0.000490	1.067
6	-	CT-199	0.09	25	1F-2C	OB1X1/0(1/0)	400.000	2.250	0.005625	1.072
5	-	4	0.152	170	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	25.840	0.007924	1.074
4	-	CT-141796	0.036	15	1F-2C	OB1X2(4)	261.000	0.540	0.002069	1.076
4	-	3	0.036	117.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	4.230	0.001297	1.075
3	-	2	0.059	80	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	4.720	0.001447	1.077
2	-	CT-18073	0.037	50	3F-4C	OV3X2(2)	2879.000	1.850	0.000643	1.077
10	-	11	0.295	862.5	3F-4C	OB3x2/0(2/0)	3261.000	254.438	0.078024	1.073
11	-	12	0.054	817.5	3F-4C	OB3x2/0(2/0)	3261.000	44.145	0.013537	1.087
12	-	C3	0.015	817.5	3F-4C	OV3X2/0(2)	4735.000	12.263	0.002590	1.089
C3	-	13	0.051	817.5	3F-4C	OV3X2/0(2)	4735.000	41.693	0.008805	1.098
13	-	14	0.166	780	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	129.480	0.039706	1.138
14	-	15	0.135	705	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	95.175	0.029186	1.167
15	-	CT-18213	0.024	50	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	1.200	0.000368	1.167
15	-	16	0.413	655	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	270.515	0.082955	1.250
16	-	17	0.07	645	3F-4C	OV3X2/0(2)	4735.000	45.150	0.009535	1.260
17	-	18	0.213	645	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	137.385	0.042130	1.302
18	-	19	0.062	595	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	36.890	0.011312	1.313
19	-	CT-183	0.066	30	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	1.980	0.000607	1.314
19	-	20	0.042	565	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	23.730	0.007277	1.320
20	-	CT-4	0.08	212.5	3F-4C	OV3x1/0(2)	3478.000	17.000	0.004888	1.325
CT-4	-	CT-188	0.022	112.5	3F-4C	OV3x1/0(2)	3478.000	2.475	0.000712	1.326
20	-	21	0.074	352.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	26.085	0.007999	1.328
21	-	22	0.01	327.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	3.275	0.001004	1.329
22	-	23	0.027	10	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	0.270	0.000083	1.329
23	-	CT-10108	0.046	10	1F-2C	OB1X2(4)	261.000	0.460	0.001762	1.331
22	-	24	0.025	50	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	1.250	0.000383	1.330
24	-	CT-17116	0.043	50	3F-4C	OV3x1/0(2)	3478.000	2.150	0.000618	1.330
22	-	25	0.068	267.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	18.190	0.005578	1.335
25	-	26	0.029	192.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	5.583	0.001712	1.337
26	-	CT-25902	0.056	50	3F-4C	OB3x1/0(1/0)	2400.000	2.800	0.001167	1.338
26	-	27	0.165	142.5	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	23.513	0.007210	1.344
27	-	28	0.044	105	3F-4C	OB3X2/0(2/0)	3261.000	4.620	0.001417	1.345
28	-	CT-194	0.104	55	3F-4C	OV3x1/0(2)	3478.000	5.720	0.001645	1.347
-	-									
-	-									
Conclusiones: % DV dentro de parametros aceptables								DV MAXIMO:	1.347	

Anexo 6.
Presupuesto referencial



Universidad
Nacional
de Loja

anexo 5

PROYECTO: RECONFIGURACIÓN DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN DEL CAMPUS MATRIZ DE LA UNL

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. APU	P. TOTAL
COMPONENTE ELÉCTRICO					
RUBRO-001	Replanteo de estructuras	U	121.00	\$34.59	\$4,185.39
RUBRO-002	Desbroce de vegetación	Km	0.70	\$265.36	\$185.75
RUBRO-003	POSTE CIRCULAR H.A., DE 12M, 500KG DE CARGA A LA ROTURA. EN TERRENO SIN CLASIFICAR	U	64.00	\$498.95	\$31,932.80
RUBRO-004	POSTE CIRCULAR H.A., DE 12M, 2000KG DE CARGA A LA ROTURA. EN TERRENO SIN CLASIFICAR	U	1.00	\$1,075.41	\$1,075.41
RUBRO-005	CIMENTACIÓN PARA POSTE CIRCULAR H.A., DE 12M, 2000KG DE CARGA A LA ROTURA	U	1.00	\$381.48	\$381.48
RUBRO-006	POSTE CIRCULAR H.A., DE 14M, 600KG DE CARGA A LA ROTURA. EN TERRENO SIN CLASIFICAR	U	2.00	\$690.47	\$1,380.94
RUBRO-007	Tensor doble directo a Tierra tipo TAT-0TD	U	71.00	\$170.38	\$12,096.98
RUBRO-008	Tensor doble en V tipo TAT-0VS	U	15.00	\$134.06	\$2,010.90
RUBRO-009	Tensor farol doble directo a Tierra tipo TAT-0FD	U	5.00	\$195.61	\$978.05
RUBRO-010	Estructuras en Media Tensión centrada doble retenida tipo EST-3CD	U	13.00	\$534.98	\$6,954.74
RUBRO-011	Estructuras en Media Tensión centrada retenida tipo EST-3CR	U	33.00	\$360.69	\$11,902.77
RUBRO-012	Estructuras en Media Tensión centrada angular tipo EST-3CA	U	11.00	\$360.80	\$3,968.80
RUBRO-013	Estructuras en Media Tensión centrada pasante tipo EST-3CP	U	14.00	\$185.40	\$2,595.60
RUBRO-014	Estructuras en Media Tensión volada pasante tipo EST-3VP en cruceta de 2400mm	U	4.00	\$197.25	\$789.00
RUBRO-015	Estructuras en Media Tensión volada retenida tipo EST-3VR en cruceta de 2400mm	U	2.00	\$434.35	\$868.70
RUBRO-016	Estructuras en Media Tensión angular pasante tipo EST-3VA en cruceta de 2400mm	U	2.00	\$421.15	\$842.30
RUBRO-017	Estructuras en Media Tensión volada doble retenida tipo EST-3VD en cruceta de 2400mm	U	1.00	\$582.26	\$582.26
RUBRO-018	Estructuras en Baja Tensión centrada Pasante tipo ESD-1EP	U	35.00	\$31.48	\$1,101.80
RUBRO-019	Estructuras en Baja Tensión centrada Retenida tipo ESD-1ER	U	30.00	\$32.60	\$978.00
RUBRO-020	Estructuras en Baja Tensión centrada Retenida tipo ESD-1ED	U	20.00	\$41.18	\$823.60
RUBRO-021	POZO DE ELÉCTRICO TIPO "B" DE 0.90 x 0.90 x 0.90m, ACUERDO A LAS NORMAS DEL MEER	U	48.00	\$176.21	\$8,458.08
RUBRO-022	Banco de ductos EU0-0B1x2B1	m	826.00	\$134.04	\$110,717.04
RUBRO-023	Red subterránea de medio voltaje 15 kV, CO0-0V3X2/0+0G1X2	M.	660.00	\$103.27	\$68,158.20
RUBRO-024	Red subterránea de medio voltaje 15 kV, CO0-0V3X1/0+0G1X2	M.	250.00	\$92.47	\$23,117.50
RUBRO-025	Red subterránea de medio voltaje 15 kV, CO0-0V1X1/0+0G1X2	M.	55.00	\$73.49	\$4,041.95
RUBRO-026	Alimentador trifásico aéreo en media tensión 13,8 kV, CO0-0B3X2/0(2/0)	M.	3,232.00	\$12.79	\$41,337.28
RUBRO-027	Alimentador monofásico en Media Tensión 1x1/0(1/0) ACSR	m	90.00	\$4.43	\$398.70
RUBRO-028	Estructuras en Media Tensión centrada pasante tipo EST-1CP	U	1.00	\$40.63	\$40.63



Universidad
Nacional
de Loja

anexo 5

PROYECTO: RECONFIGURACIÓN DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN DEL CAMPUS MATRIZ DE LA UNL

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS

RUBRO-029	Estructuras en Media Tensión centrada retenida tipo EST-1CR	U	2.00	\$59.11	\$118.22
RUBRO-030	DESMONTAJE Y ENROLLADO DE CONDUCTOR DE ALUMINIO	M	8,703.00	\$1.40	\$12,184.20
RUBRO-031	Desmontaje y retirada de estructuras en media tensión monofasicas	U	17.00	\$25.24	\$429.08
RUBRO-032	Reubicación de centro de transformación Monofásico de poste Rectangular a poste Circular	U	11.00	\$330.63	\$3,636.93
RUBRO-033	Reubicación de banco de 3 transformadores monofásicos sin estructura de soporte	U	3.00	\$591.12	\$1,773.36
RUBRO-034	Reubicación de transformador trifásico sin estructura de soporte	U	4.00	\$470.31	\$1,881.24
RUBRO-035	Desmontaje y retirada de transformadores monofásicos	U	2.00	\$94.93	\$189.86
RUBRO-036	Desmontaje manual y Reubicación de banco de 3 transformadores, zona de difícil acceso	U	2.00	\$613.63	\$1,227.26
RUBRO-037	Desmontaje manual transformador trifásico en poste	U	2.00	\$252.76	\$505.52
RUBRO-038	Desarmado y armado de estructura ESD-3EP/4EP/5EP	U	23.00	\$62.39	\$1,434.97
RUBRO-039	Desarmado y armado de estructura ESD-3ER/4ER/5ER	U	19.00	\$55.90	\$1,062.10
RUBRO-040	Desmontaje y retirada de estructura EST-3CP/3SP	U	13.00	\$39.74	\$516.62
RUBRO-041	Desmontaje y retirada de estructura EST-3CA/3SA	U	4.00	\$71.41	\$285.64
RUBRO-042	Desmontaje y retirada de estructura EST-3CD/3SD	U	4.00	\$87.77	\$351.08
RUBRO-043	Desmontaje y retirada de estructura EST-3CR/3SR	U	13.00	\$71.41	\$928.33
RUBRO-044	Desmontaje y retirada de estructura EST-3HR	U	2.00	\$114.99	\$229.98
RUBRO-045	DESMONTAJE DE TENSOR EN POSTE Y ENROLLADO DE CABLE DE ACERO	U	35.00	\$31.86	\$1,115.10
RUBRO-046	Inclinado de poste de hormigón, 9m o 11m	U	61.00	\$97.40	\$5,941.40
RUBRO-047	Derivación trifásica en MT con equipo de descarga en estructura centrada o semicentrada	U	16.00	\$1,123.61	\$17,977.76
RUBRO-048	Bajante trifásica en MT con conductor XLPE 2/0	U	12.00	\$1,625.49	\$19,505.88
RUBRO-049	Bajante trifásica en MT con conductor XLPE 1/0	U	2.00	\$1,495.89	\$2,991.78
RUBRO-050	Desmontaje y armado de transición Aérea-Subterránea en MT	U	2.00	\$153.31	\$306.62
RUBRO-051	Desmontaje de transición Aérea-Subterránea en MT	U	2.00	\$95.82	\$191.64
RUBRO-052	Desmontaje de juego de 3 seccionadores	U	9.00	\$57.49	\$517.41
RUBRO-053	Seccionador fusible SPT-1S100_95E para conexión de transformador	U	13.00	\$237.59	\$3,088.67
RUBRO-054	Derivacion trifásica en MT sin descargadores	U	4.00	\$618.50	\$2,474.00
RUBRO-055	Derivacion trifásica en MT con equipo de descarga en estructura volada	U	2.00	\$1,107.83	\$2,215.66
RUBRO-056	Seccionador fusible SPT-1S100_95R para arranque de derivación monofásica M/T.	U	3.00	\$217.74	\$653.22
RUBRO-057	Juego de celdas de MT para cámara (Carrera de Música)	U	1.00	\$18,296.51	\$18,296.51
RUBRO-058	Juego de celdas de MT para cámara (Carrera de administración pública y centro de convenciones)	U	2.00	\$45,140.13	\$90,280.26



Universidad
Nacional
de Loja

anexo 5

PROYECTO: RECONFIGURACIÓN DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN DEL CAMPUS MATRIZ DE LA UNL

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS

RUBRO-059	Tapa de hierro fundido para pozo tipo B MT	U	31.00	\$346.84	\$10,752.04
RUBRO-060	Tapa de hormigón armado para pozo tipo B MT	U	17.00	\$172.95	\$2,940.15
RUBRO-061	Puesta a tierra en poste PT0-0C2_1	U	30.00	\$140.96	\$4,228.80
RUBRO-062	Transformador Pad Mounted 1Ø, 37.5 kVA., 13.8 KV., 240-120 V., tipo TUT-1E37.5	U	2.00	\$5,110.32	\$10,220.64
RUBRO-063	desmontaje y montaje de luminaria	U	57.00	\$39.35	\$2,242.95
SUBTOTAL GENERAL :					\$564,599.53
IVA 15%:					\$84,689.93
TOTAL:					\$649,289.46
SON: quinientos sesenta y cuatro mil quinientos noventa y nueve dólares +IVA					

Anexo 7.
Análisis de precios unitarios



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-001

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Replanteo de estructuras

HOJA: 1 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,65105
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,65105
Equipo topográfico	1,00	10,0000	10,00000	1,45000	14,50000
SUBTOTAL (M)					15,80210

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Topógrafo 1: experiencia de hasta 5 años<Estr.oc. C2><*NSC>	1				
Ayudante de electricista<EO E2>	1	4,75	4,75000	1,45000	6,88750
	1	4,23	4,23000	1,45000	6,13350
SUBTOTAL (N)					13,02100

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL (O)				

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL (P)				

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	28,82310
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	5,76462
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	34,59
VALOR OFERTADO	34,59



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-003

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

HOJA: 3 DE 63

POSTE CIRCULAR H.A., DE 12M, 500KG DE CARGA A LA ROTURA. EN TERRENO SIN
CLASIFICAR

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)	1,00	33,0000	33,00000	2,00000	1,56450
Grúa (incluye operador)					66,00000
Seguridad Industrial (5% M.O.)	1,00	0,5000	0,50000	2,00000	1,56450
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	0,50	4,3700	2,18500	2,00000	1,00000
Camioneta					4,37000

SUBTOTAL (M) 74,49900

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	2,00000	4,77000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	2,00000	9,50000
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	2,00000	8,56000
Ayudante de electricista<EO E2>	1	4,23	4,23000	2,00000	8,46000

SUBTOTAL (N) 31,29000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Poste circular de hormigón armado de 12m, 500kg	u	1,0000	310,0000	310,00000

SUBTOTAL (O) 310,00000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	415,78900
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	83,15780
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	498,95
VALOR OFERTADO	498,95



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-004

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

POSTE CIRCULAR H.A., DE 12M, 2000KG DE CARGA A LA ROTURA. EN TERRENO SIN CLASIFICAR

HOJA: 4 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,32600
Grúa (incluye operador)	1,00	33,0000	33,00000	2,00000	66,00000
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,32600
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	2,00000	1,00000

SUBTOTAL (M) 69,65200

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	2,00000	9,50000
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	2,00000	8,56000
Ayudante de electricista<EO E2>	1	4,23	4,23000	2,00000	8,46000

SUBTOTAL (N) 26,52000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Poste circular de hormigón armado de 12m, 2000kg	u	1,0000	800,0000	800,00000

SUBTOTAL (O) 800,00000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	896,17200
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	179,23440
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.075,41
VALOR OFERTADO	1.075,41



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-005

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

HOJA: 5 DE 63

CIMENTACION PARA POSTE CIRCULAR H.A., DE 12M, 2000KG DE CARGA A LA ROTURA

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,23328
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,23328
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	0,35000	0,76475
SUBTOTAL (M)					1,23131

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	0,35000	1,66250
Peón	1	4,23	4,23000	0,35000	1,48050
Albañil	1	4,35	4,35000	0,35000	1,52250
SUBTOTAL (N)					4,66550

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
hormigón 210kg/cm2	m3	2,0000	156,0000	312,00000
SUBTOTAL (O)				312,00000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL (P)				

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	317,89681
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	63,57936
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	381,48
VALOR OFERTADO	381,48



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-006

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

POSTE CIRCULAR H.A., DE 14M, 600KG DE CARGA A LA ROTURA. EN TERRENO SIN CLASIFICAR

HOJA: 6 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					2,65400
Grúa (incluye operador)	1,00	33,0000	33,00000	2,00000	66,00000
Seguridad Industrial (5% M.O.)					2,65400
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	2,00000	1,00000

SUBTOTAL (M) 72,30800

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	1	4,77	4,77000	2,00000	9,54000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	2,00000	9,50000
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	2,00000	17,12000
Ayudante de electricista<EO E2>	2	4,23	8,46000	2,00000	16,92000

SUBTOTAL (N) 53,08000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
poste de hormigón armado de 14m de altura y 750kg de resistencia	u	1,0000	450,0000	450,00000

SUBTOTAL (O) 450,00000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	575,38800
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	115,07760
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	690,47
VALOR OFERTADO	690,47



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-007

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Tensor doble directo a Tierra tipo TAT-0TD

HOJA: 7 DE 63

DETALLE:

Aparejo para tensor Doble directo a tierra tipo TD (incluye cable tensor 3/8", bloque de anclaje, varilla de anclaje Ø16mm x 2000mm., y herrajería)

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					2,20365
Seguridad Industrial (5% M.O.)					2,20365
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	3,00000	6,55500
Tecles 1-2 Ton.	0,50	0,2500	0,12500	3,00000	0,37500
Uñas para cable de acero	0,50	0,2500	0,12500	3,00000	0,37500
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	3,00000	1,50000

SUBTOTAL (M) 13,21230

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	0,3	4,77	1,43100	3,00000	4,29300
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	3,00000	14,25000
Peón	1	4,23	4,23000	3,00000	12,69000
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	3,00000	12,84000

SUBTOTAL (N) 44,07300

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Varilla de anclaje galvanizada, Ø 5/8" x 1800 mm.	u	1,0000	15,0000	15,00000
Cable de acero galvanizado de alta resistencia Ø 3/8"	m	25,0000	1,4000	35,00000
Bloque de anclaje de hormigón	u	1,0000	8,0000	8,00000
Aislador de porcelana tipo retenida, ANSI 54-3	u	1,0000	5,5000	5,50000
Varilla de ret. pref. para cable acero de 3/8", GDE-1107	u	4,0000	4,7500	19,00000
Guardacabo galvanizado para cable de acero de Ø 3/8"	u	2,0000	1,1000	2,20000

SUBTOTAL (O) 84,70000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	141,98530
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	28,39706
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	170,38
VALOR OFERTADO	170,38



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-008

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Tensor doble en V tipo TAT-0V5

HOJA: 8 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,17338
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,17338
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	1,50000	3,27750
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	1,50000	0,75000
Tecles 1-2 Ton.	0,50	0,2500	0,12500	1,50000	0,18750
Uñas para cable de acero	0,50	0,2500	0,12500	1,50000	0,18750

SUBTOTAL (M)

6,74926

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	1,50000	3,57750
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	1,50000	7,12500
Peón	1	4,23	4,23000	1,50000	6,34500
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	1,50000	6,42000

SUBTOTAL (N)

23,46750

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Varilla de anclaje galvanizada, Ø 5/8" x 1800 mm.	u	1,0000	15,0000	15,00000
Cable de acero galvanizado de alta resistencia Ø 3/8"	m	17,0000	1,4000	23,80000
Bloque de anclaje de hormigón	u	1,0000	8,0000	8,00000
Aislador de porcelana tipo retenida, ANSI 54-3	u	1,0000	5,5000	5,50000
Varilla de ret. pref. para cable acero de 3/8", GDE-1107	u	4,0000	4,7500	19,00000
Guardacabo galvanizado para cable de acero de Ø 3/8"	u	2,0000	1,1000	2,20000
Gancho guardacabo forjado	u	2,0000	4,0000	8,00000

SUBTOTAL (O)

81,50000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	111,71676
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	22,34335
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	134,06
VALOR OFERTADO	134,06



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-009

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Tensor farol doble directo a Tierra tipo TAT-0FD

HOJA: 9 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,16025
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,16025
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	1,75000	3,82375
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	1,75000	0,87500
Tecles 1-2 Ton.	0,50	0,2500	0,12500	1,75000	0,21875
Uñas para cable de acero	0,50	0,2500	0,12500	1,75000	0,21875

SUBTOTAL (M) 7,45675

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	1,75000	8,31250
Peón	1	4,23	4,23000	1,75000	7,40250
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	1,75000	7,49000

SUBTOTAL (N) 23,20500

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Varilla de anclaje galvanizada, Ø 5/8" x 1800 mm.	u	1,0000	15,0000	15,00000
Cable de acero galvanizado de alta resistencia Ø 3/8"	m	27,0000	1,4000	37,80000
Bloque de anclaje de hormigón	u	1,0000	8,0000	8,00000
Aislador de porcelana tipo retenida, ANSI 54-3	u	1,0000	5,5000	5,50000
Varilla de ret. pref. para cable acero de 3/8", GDE-1107	u	4,0000	4,7500	19,00000
Guardacabo galvanizado para cable de acero de Ø 3/8"	u	2,0000	1,1000	2,20000
Brazo de acero galvanizado, tunbular, tensor farol, 51x1500mm	u	1,0000	44,8500	44,85000

SUBTOTAL (O) 132,35000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	163,01175
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	32,60235
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	195,61
VALOR OFERTADO	195,61



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-010

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Estructuras en Media Tensión centrada doble retenida tipo EST-3CD

HOJA: 10 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,45130
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,45130
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	1,33330	2,91326
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	1,33330	1,33330

SUBTOTAL (M) 7,14916

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	1,33330	11,41305
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	1,33330	6,33318
Peón	2	4,23	8,46000	1,33330	11,27972

SUBTOTAL (N) 29,02595

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Aislador Polímero tipo suspensión 15 kV	u	6,0000	15,0000	90,00000
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x11/64"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	2,0000	6,4500	12,90000
Horquilla terminal de hierro galvanizado Ø 16 mm. Similar ATC-17MB	u	6,0000	3,6000	21,60000
Eslabón candado galvanizado con pasador de Ø 16 mm. (5/8")	u	6,0000	3,6000	21,60000
Perno de ojo de hierro galvanizado Ø16x254 mm (5/8x12"), con tuerca y arandelas	u	2,0000	5,5000	11,00000
Tuerca de ojo de acero galvanizado para perno de Ø 16 mm (5/8")	u	4,0000	4,1000	16,40000
Cruceta Metálica de hierro galvanizado, perfil L, 75x75x6x2400 mm.	u	2,0000	52,0000	104,00000
Perno espárrago de hierro galvanizado Ø16x254 mm (5/8x10") con tuercas y arandelas	u	2,0000	5,3000	10,60000
Pie amigo ángulo de hierro galvanizado, 38x38x6x700 mm.	u	4,0000	8,9600	35,84000
Varilla de retención pref. para ACSR-5005 # 2/0 AWG. DG-4545	u	6,0000	4,4000	26,40000
Perno pin para cruceta de hierro, espiga corta Ø19x300 mm. (3/4x12") para 15 KV.	u	2,0000	6,2000	12,40000
Perno Pin Punta de Poste Ø19x457 mm. (3/4x18") para 15 KV.	u	1,0000	6,5000	6,50000
Aislador de porcelana tipo espiga pin, ANSI 55-5	u	3,0000	7,3500	22,05000
CONECTOR RANURA PARALELA Al-Al de 8 A 2/0 AWG	U.	3,0000	2,1500	6,45000
Conductor de aluminio reforzado con alma de acero, tipo ACSR, cableado, desnudo,	m	2,0000	1,3500	2,70000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	4,0000	1,5000	6,00000
alambre de aluminio desnudo sólido para ataduras 4awg	m	4,0000	0,8000	3,20000

SUBTOTAL (O) 409,64000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	445,81511
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	89,16302
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	534,98
VALOR OFERTADO	534,98



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-011

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Estructuras en Media Tensión centrada retenida tipo EST-3CR

HOJA: 11 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,45130
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,45130
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	1,33330	2,91326
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	1,33330	1,33330

SUBTOTAL (M) 7,14916

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	1,33330	11,41305
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	1,33330	6,33318
Ayudante de electricista<EO E2>	2	4,23	8,46000	1,33330	11,27972

SUBTOTAL (N) 29,02595

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Aislador Polímero tipo suspensión 15 kV	u	3,0000	15,0000	45,00000
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x11/64"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	1,0000	6,4500	6,45000
Horquilla terminal de hierro galvanizado Ø 16 mm. Similar ATC-17MB	u	3,0000	3,6000	10,80000
Eslabón candado galvanizado con pasador de Ø 16 mm. (5/8")	u	3,0000	3,6000	10,80000
Perno de ojo de hierro galvanizado Ø16x203 mm. (5/8x10"), con tuerca y arandelas	u	2,0000	5,2000	10,40000
Tuerca de ojo de acero galvanizado para perno de Ø 16 mm (5/8")	u	1,0000	4,1000	4,10000
Cruceta Metálica de hierro galvanizado, perfil L, 75x75x6x2400 mm.	u	2,0000	52,0000	104,00000
Perno espárrago de hierro galvanizado Ø16x254 mm (5/8x10") con tuercas y arandelas	u	2,0000	5,3000	10,60000
Pie amigo ángulo de hierro galvanizado, 38x38x6x700 mm.	u	4,0000	8,9600	35,84000
Varilla de retención pref. para ACSR-5005 # 2/0 AWG. DG-4545	u	3,0000	4,4000	13,20000
Abrazadera de acero galvanizado simple 3 pernos 38x4x160-190mm	u	1,0000	7,2100	7,21000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	4,0000	1,5000	6,00000

SUBTOTAL (O) 264,40000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	300,57511
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	60,11502
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	360,69
VALOR OFERTADO	360,69



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-012

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Estructuras en Media Tensión centrada angular tipo EST-3CA

HOJA: 12 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,45133
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,45133
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	1,33333	2,91332
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	1,33333	1,33332

SUBTOTAL (M) 7,14932

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	1,33333	11,41330
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	1,33333	6,33332
Ayudante de electricista<EO E2>	2	4,23	8,46000	1,33333	11,27997

SUBTOTAL (N) 29,02659

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Perno pin para cruceta de hierro, espiga corta Ø19x300 mm. (3/4x12") para 15 KV.	u	4,0000	6,2000	24,80000
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x11/64"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	1,0000	6,4500	6,45000
Aislador de porcelana tipo espiga pin, ANSI 55-5	u	6,0000	7,3500	44,10000
Perno espárrago de hierro galvanizado Ø16x254 mm (5/8x10") con tuercas y arandelas	u	4,0000	5,3000	21,20000
Perno pin punta de poste doble de acero galvanizado, con accesorios de sujeción, 19 x 457 mm (3/4 x 18")	u	1,0000	6,5000	6,50000
Cruceta Metálica de hierro galvanizado, perfil L, 75x75x6x2400 mm.	u	2,0000	52,0000	104,00000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	4,0000	1,5000	6,00000
Pie Amigo de hierro galvanizado, perfil L, 38x38x6x700 mm.	u	4,0000	8,9600	35,84000
alambre de aluminio desnudo sólido para ataduras 4awg	m	6,0000	0,8000	4,80000
cinta de armar de Aleacion de aluminio 1.27x7.62mm	m	6,0000	1,8000	10,80000

SUBTOTAL (O) 264,49000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	300,66591
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	60,13318
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	360,80
VALOR OFERTADO	360,80



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-013

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Estructuras en Media Tensión centrada pasante tipo EST-3CP

HOJA: 13 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,56355
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,56355
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	0,85000	1,85725
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	0,85000	0,42500

SUBTOTAL (M) 3,40935

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	0,85000	3,63800
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	0,85000	4,03750
Ayudante de electricista<EO E2>	1	4,23	4,23000	0,85000	3,59550

SUBTOTAL (N) 11,27100

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Perno pin para cruceta de hierro, espiga corta Ø19x300 mm. (3/4x12") para 15 KV.	u	2,0000	6,2000	12,40000
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x11/64"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	1,0000	6,1000	6,10000
Aislador de porcelana tipo espiga pin, ANSI 55-5	u	3,0000	7,3500	22,05000
Perno U de acero galvanizado de 5/8x6" ancho dentro de U	U	1,0000	4,2500	4,25000
Perno Pin Punta de Poste Ø19x457 mm. (3/4x18") para 15 KV.	u	1,0000	6,5000	6,50000
alambre de aluminio desnudo sólido para ataduras 4awg	m	6,0000	0,8000	4,80000
Cruceta Metálica de hierro galvanizado, perfil L, 75x75x6x2400 mm.	u	1,0000	52,0000	52,00000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	2,0000	1,5000	3,00000
Pie Amigo de hierro galvanizado, perfil L, 38x38x6x700 mm.	u	2,0000	8,9600	17,92000
cinta de armar de Aleacion de aluminio 1.27x7.62mm	m	6,0000	1,8000	10,80000

SUBTOTAL (O) 139,82000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	154,50035
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	30,90007
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	185,40
VALOR OFERTADO	185,40



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-014

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Estructuras en Media Tensión volada pasante tipo EST-3VP en cruceta de 2400mm

HOJA: 14 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,87700
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,87700
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	1,00000	2,18500
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	1,00000	0,50000

SUBTOTAL (M) 4,43900

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	1,00000	4,75000
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	1,00000	8,56000
Peón	1	4,23	4,23000	1,00000	4,23000

SUBTOTAL (N) 17,54000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Perno pin para cruceta de hierro, espiga corta Ø19x300 mm. (3/4x12") para 15 KV.	u	3,0000	6,2000	18,60000
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x11/64"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	1,0000	6,1000	6,10000
Aislador de porcelana tipo espiga pin, ANSI 55-5	u	3,0000	7,3500	22,05000
Perno U de acero galvanizado de 5/8x6" ancho dentro de U	U	1,0000	4,2500	4,25000
Cruceta Metálica de hierro galvanizado, perfil L, 75x75x6x2400 mm.	u	1,0000	52,0000	52,00000
Pie Amigo de hierro galvanizado, perfil L, 38x38x6x1800 mm.	u	1,0000	25,0000	25,00000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	1,0000	1,5000	1,50000
cinta de armar de Aleacion de aluminio 1.27x7.62mm	m	4,5000	1,8000	8,10000
alambre de aluminio desnudo sólido para ataduras 4awg	m	6,0000	0,8000	4,80000

SUBTOTAL (O) 142,40000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	164,37900
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	32,87580
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	197,25
VALOR OFERTADO	197,25



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-015

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Estructuras en Media Tensión volada retenida tipo EST-3VR en cruceta de 2400mm

HOJA: 15 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,74160
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,74160
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	1,60000	3,49600
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	1,60000	1,60000

SUBTOTAL (M) 8,57920

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	1,60000	13,69600
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	1,60000	7,60000
Peón	2	4,23	8,46000	1,60000	13,53600

SUBTOTAL (N) 34,83200

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Aislador Polímero tipo suspensión 15 kV	u	3,0000	15,0000	45,00000
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x1 1/4"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	1,0000	6,4500	6,45000
Horquilla terminal de hierro galvanizado Ø 16 mm. Similar ATC-17MB	u	3,0000	3,6000	10,80000
Eslabón candado galvanizado con pasador de Ø 16 mm. (5/8")	u	3,0000	3,6000	10,80000
Perno espárrago de hierro galvanizado Ø16x254 mm (5/8x10") con tuercas y arandelas	u	1,0000	5,3000	5,30000
Perno de ojo de hierro galvanizado Ø16x203 mm. (5/8x10"), con tuerca y arandelas	u	3,0000	5,2000	15,60000
Cruceta Metálica de hierro galvanizado, perfil L, 75x75x6x2400 mm.	u	2,0000	52,0000	104,00000
Pie amigo ángulo de hierro galvanizado, perfil "L", 38x38x6x1800 mm.	u	4,0000	25,0000	100,00000
Varilla de retención pref. para ACSR-5005 # 2/0 AWG. DG-4545	u	4,0000	4,4000	17,60000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	2,0000	1,5000	3,00000

SUBTOTAL (O) 318,55000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	361,96120
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	72,39224
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	434,35
VALOR OFERTADO	434,35



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-016

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Estructuras en Media Tensión angular pasante tipo EST-3VA en cruceta de 2400mm

HOJA: 16 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,74160
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,74160
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	1,60000	3,49600
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	1,60000	1,60000

SUBTOTAL (M) 8,57920

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	1,60000	13,69600
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	1,60000	7,60000
Peón	2	4,23	8,46000	1,60000	13,53600

SUBTOTAL (N) 34,83200

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Perno pin para cruceta de hierro, espiga corta Ø19x300 mm. (3/4x12") para 15 KV.	u	6,0000	6,2000	37,20000
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x11/64"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	1,0000	6,4500	6,45000
Aislador de porcelana tipo espiga pin, ANSI 55-5	u	6,0000	7,3500	44,10000
Perno espárrago de hierro galvanizado Ø16x254 mm (5/8x10") con tuercas y arandelas	u	4,0000	5,3000	21,20000
Cruceta de acero galvanizado perfil L 75x75x6x2400mm	u	2,0000	65,0000	130,00000
Pie Amigo de hierro galvanizado, perfil L, 38x38x6x1800 mm.	u	2,0000	25,0000	50,00000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	2,0000	1,5000	3,00000
cinta de armar de Aleacion de aluminio 1.27x7.62mm	m	6,0000	1,8000	10,80000
alambre de aluminio desnudo sólido para ataduras 4awg	m	6,0000	0,8000	4,80000

SUBTOTAL (O) 307,55000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	350,96120
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	70,19224
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	421,15
VALOR OFERTADO	421,15



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-017

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Estructuras en Media Tensión volada doble retenida tipo EST-3VD en cruceta de 2400mm

HOJA: 17 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					2,90013
Seguridad Industrial (5% M.O.)					2,90013
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	2,50000	5,46250
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	2,50000	2,50000

SUBTOTAL (M) 13,76276

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	2,50000	21,40000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	2,50000	11,87500
Residente de Obra	0,3	4,77	1,43100	2,50000	3,57750
Peón	2	4,23	8,46000	2,50000	21,15000

SUBTOTAL (N) 58,00250

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Aislador Polímero tipo suspensión 15 kV	u	6,0000	15,0000	90,00000
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x11/64"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	1,0000	6,4500	6,45000
Horquilla terminal de hierro galvanizado Ø 16 mm. Similar ATC-17MB	u	6,0000	3,6000	21,60000
Eslabón candado galvanizado con pasador de Ø 16 mm. (5/8")	u	6,0000	3,6000	21,60000
CONECTOR RANURA PARALELA Al-Al de 8 A 2/0 AWG	U.	3,0000	2,1500	6,45000
Tuerca de ojo de acero galvanizado para perno de Ø 16 mm (5/8")	u	3,0000	4,1000	12,30000
Cruceta Metálica de hierro galvanizado, perfil L, 75x75x6x2400 mm.	u	2,0000	52,0000	104,00000
Perno de ojo de hierro galvanizado Ø16x203 mm. (5/8x10"), con tuerca y arandelas	u	3,0000	5,2000	15,60000
Pie amigo ángulo de hierro galvanizado, perfil "L", 38x38x6x1800 mm.	u	2,0000	25,0000	50,00000
Varilla de retención pref. para ACSR-5005 # 2/0 AWG. DG-4545	u	6,0000	4,4000	26,40000
Perno pin para cruceta de hierro, espiga corta Ø19x300 mm. (3/4x12") para 15 KV.	u	3,0000	6,2000	18,60000
Aislador de porcelana tipo espiga pin, ANSI 55-5	u	3,0000	7,3500	22,05000
Perno espárrago de hierro galvanizado Ø16x254 mm (5/8x10") con tuercas y arandelas	u	2,0000	5,3000	10,60000
alambre de aluminio desnudo sólido para ataduras 4awg	m	6,0000	0,8000	4,80000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	2,0000	1,5000	3,00000

SUBTOTAL (O) 413,45000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	485,21526
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	97,04305
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	582,26
VALOR OFERTADO	582,26



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-018

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Estructuras en Baja Tensión centrada Pasante tipo ESD-1EP

HOJA: 18 DE 63

DETALLE:

Estructura pasante para sujeción de red monofásica aérea en Baja Tensión.

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,33150
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,33150
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	0,50000	1,09250
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	0,50000	0,25000
SUBTOTAL (M)					2,00550

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	0,50000	2,14000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	0,50000	2,37500
Peón	1	4,23	4,23000	0,50000	2,11500
SUBTOTAL (N)					6,63000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x11/64"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	1,0000	6,1000	6,10000
Bastidor de hierro galvanizado de 1 vía	u	1,0000	4,1000	4,10000
Aislador de porcelana tipo rollo, ANSI 53-2	u	1,0000	2,2000	2,20000
cinta de armar de Aleacion de aluminio 1.27x7.62mm	m	2,0000	1,8000	3,60000
alambre de aluminio desnudo sólido para ataduras 4awg	m	2,0000	0,8000	1,60000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		26,23550
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	5,24710
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		31,48
VALOR OFERTADO		31,48



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-019

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Estructuras en Baja Tensión centrada Retenida tipo ESD-1ER

HOJA: 19 DE 63

DETALLE:

Estructura de retención para sujeción y amarre de derivación monofásica aérea en Baja Tensión.

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,39780
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,39780
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	0,60000	1,31100
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	0,60000	0,30000

SUBTOTAL (M) 2,40660

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	0,60000	2,56800
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	0,60000	2,85000
Peón	1	4,23	4,23000	0,60000	2,53800

SUBTOTAL (N) 7,95600

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x11/64"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	1,0000	6,1000	6,10000
Bastidor de hierro galvanizado de 1 vía	u	1,0000	4,1000	4,10000
Aislador de porcelana tipo rollo, ANSI 53-2	u	1,0000	2,2000	2,20000
Varilla de retención pref. para ACSR-5005 # 2/0 AWG. DG-4545	u	1,0000	4,4000	4,40000

SUBTOTAL (O) 16,80000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		27,16260
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	5,43252
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		32,60
VALOR OFERTADO		32,60



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-020

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Estructuras en Baja Tensión centrada Retenida tipo ESD-1ED

HOJA: 20 DE 63

DETALLE:

Estructura de retención para sujeción y amarre de derivación monofásica aérea en Baja Tensión.

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,16575
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,16575
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	0,25000	0,54625
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	0,25000	0,12500

SUBTOTAL (M)

1,00275

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	0,25000	1,07000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	0,25000	1,18750
Peón	1	4,23	4,23000	0,25000	1,05750

SUBTOTAL (N)

3,31500

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x11/64"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	1,0000	6,4500	6,45000
Bastidor de hierro galvanizado de 1 vía	u	2,0000	4,1000	8,20000
Aislador de porcelana tipo rollo, ANSI 53-2	u	2,0000	2,2000	4,40000
Varilla de retención pref. para ACSR-5005 # 2/0 AWG. DG-4545	u	2,0000	4,4000	8,80000
CONECTOR RANURA PARALELA Al-Al de 8 A 2/0 AWG	U.	1,0000	2,1500	2,15000

SUBTOTAL (O) 30,00000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		34,31775
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	6,86355
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		41,18
VALOR OFERTADO		41,18



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-021

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

POZO DE ELECTRICO TIPO "B" DE 0.90 x 0.90 x 0.90m, ACUERDO A LAS NORMAS DEL MEER

HOJA: 21 DE 63

DETALLE:

incluye excavación

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)	0,33	20,0000	6,66000	1,00000	0,72013
Retroexcavadora					6,66000
Seguridad Industrial (5% M.O.)	0,50	4,3700	2,18500	1,00000	0,72013
Camioneta					2,18500

SUBTOTAL (M)

10,28526

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	0,25	4,77	1,19250	1,00000	1,19250
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,75	4,75000	1,00000	4,75000
Peón	2	4,23	8,46000	1,00000	8,46000

SUBTOTAL (N)

14,40250

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Pozo prefabricado en hormigón armado, para redes subterráneas tipo EU0-0PB sin tapa (según Normas MEER)	u	1,0000	90,0000	90,00000
soporte para cables en pozos de revisión	u	2,0000	9,5000	19,00000
Tapón ciego para ductos libres de 50 mm de diámetro	u	1,0000	6,0000	6,00000
Tapón para ductos de 50 mm de diámetro con cables	u	1,0000	5,2000	5,20000
Ripio	m3.	0,1300	15,0000	1,95000

SUBTOTAL (O)

122,15000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	146,83776
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	29,36755
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	176,21
VALOR OFERTADO	176,21



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-022

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Banco de ductos EU0-0B1x2B1

HOJA: 22 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: m

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,78688
Retroexcavadora	1,00	20,0000	20,00000	1,50000	30,00000
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,78688
Camioneta	1,00	4,3700	4,37000	1,50000	6,55500
Cortadora de asfalto	0,80	20,0000	16,00000	1,50000	24,00000

SUBTOTAL (M)

64,12876

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	1,50000	3,57750
Albañil	2	4,35	8,70000	1,50000	13,05000
Peón	2	4,23	8,46000	1,50000	12,69000
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	1,50000	6,42000

SUBTOTAL (N)

35,73750

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Tubo PVC. Para conducción eléctrica, color naranja, liso por dentro, corrugado por fuera, Ø 110 mm. X 6 m.	u	0,3300	19,6000	6,46800
Separador de tubería PVC 1 fila x 2 columnas Ø 110 mm	u	0,4000	5,8000	2,32000
Cinta de señalización ancho 250 mm x 0,175 mm de espesor	m	1,0000	0,0900	0,09000
Arena de mina	m3.	0,0900	15,0000	1,35000
Ripio	m3.	0,0300	15,0000	0,45000
material de relleno mejorado	m3	0,1200	9,6000	1,15200

SUBTOTAL (O)

11,83000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	111,69626
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	22,33925
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	134,04
VALOR OFERTADO	134,04



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-023

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Red subterránea de medio voltaje 15kV, CO0-0V3X2/0+0G1X2

HOJA: 23 DE 63

DETALLE:

Red trifásica de medio voltaje subterránea

UNIDAD: M.

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,32700
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,32700
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	1,00000	2,18500
Portacarrete(Bailarin)	1,00	0,2500	0,25000	1,00000	0,25000

SUBTOTAL (M) 5,08900

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	1,00000	8,56000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	1,00000	4,75000
Residente de Obra	1	4,77	4,77000	1,00000	4,77000
Peón	2	4,23	8,46000	1,00000	8,46000

SUBTOTAL (N) 26,54000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Conductor de Cobre desnudo #2	m	1,0000	6,4300	6,43000
CONDUCTOR DE Cu, ASILADO, PARA 15 kV, TIPO XLPE #2/0 AWG	M.	3,0000	16,0000	48,00000

SUBTOTAL (O) 54,43000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		86,05900
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	17,21180
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		103,27
VALOR OFERTADO		103,27



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-024

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Red subterránea de medio voltaje 15kV, CO0-0V3X1/0+0G1X2

HOJA: 24 DE 63

DETALLE:

Red trifásica de medio voltaje subterránea

UNIDAD: M.

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,32700
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,32700
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	1,00000	2,18500
Portacarrete(Bailarin)	1,00	0,2500	0,25000	1,00000	0,25000

SUBTOTAL (M) 5,08900

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	1,00000	8,56000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	1,00000	4,75000
Residente de Obra	1	4,77	4,77000	1,00000	4,77000
Peón	2	4,23	8,46000	1,00000	8,46000

SUBTOTAL (N) 26,54000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Conductor de Cobre desnudo #2	m	1,0000	6,4300	6,43000
CONDUCTOR DE Cu, ASILADO, PARA 15 kV, TIPO XLPE #1/0 AWG	M.	3,0000	13,0000	39,00000

SUBTOTAL (O) 45,43000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		77,05900
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	15,41180
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		92,47
VALOR OFERTADO		92,47



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-025

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Red subterránea de medio voltaje 15kV, CO0-0V1X1/0+0G1X2

HOJA: 25 DE 63

DETALLE:

Red Monofasica de medio voltaje subterránea

UNIDAD: M.

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,66350
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,66350
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	0,50000	1,09250
Portacarrete(Bailarin)	1,00	0,2500	0,25000	0,50000	0,12500

SUBTOTAL (M) 2,54450

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	0,50000	4,28000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	0,50000	2,37500
Residente de Obra	1	4,77	4,77000	0,50000	2,38500
Peón	2	4,23	8,46000	0,50000	4,23000

SUBTOTAL (N) 13,27000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Conductor de Cobre desnudo #2	m	1,0000	6,4300	6,43000
CONDUCTOR DE Cu, ASILADO, PARA 15 kV, TIPO XLPE #1/0 AWG	M.	3,0000	13,0000	39,00000

SUBTOTAL (O) 45,43000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		61,24450
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	12,24890
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		73,49
VALOR OFERTADO		73,49



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-026

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Alimentador trifasico aereo en media tension 13,8KV, CO0-0B3X2/0(2/0)

HOJA: 26 DE 63

DETALLE:

Red trifasica de medio voltaje aerea 3 fases + Neutro

UNIDAD: M.

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,04614
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,04614
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	0,03820	0,08347
Portacarrete(Bailarin)	1,00	0,2500	0,25000	0,03820	0,00955
Tecles 1-2 Ton.	6,00	0,2500	1,50000	0,03820	0,05730
Uñas para cable de aluminio	4,00	0,2500	1,00000	0,03820	0,03820
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	0,03820	0,03820
Uñas para cable de acero		0,25	0,50000	0,03820	0,01910
SUBTOTAL (M)					0,33810

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	0,03820	0,32699
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	0,03820	0,18145
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	0,03820	0,09111
Peón	2	4,23	8,46000	0,03820	0,32317

SUBTOTAL (N)

0,92272

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Conductor de aluminio reforzado con alma de acero, tipo ACSR, cableado, desnudo, calibre # 2/0 AWG	m	4,0000	2,3500	9,40000

SUBTOTAL (O) 9,40000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		10,66082
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	2.13216
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		12,79
VALOR OFERTADO		12,79



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-027

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Alimentador monofásico en Media Tensión 1x1/0(1/0) ACSR

HOJA: 27 DE 63

DETALLE:

Alimentador Primario Aéreo 1Ø con conductor de aluminio reforzado tipo ACSR calibre
1/0 AWG. 1 FASE + 1 NEUTRO

UNIDAD: m

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,04520
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,04520

SUBTOTAL (M)

0,09040

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	0,05000	0,42800
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	0,05000	0,23750
Residente de Obra	1	4,77	4,77000	0,05000	0,23850

SUBTOTAL (N)

0,90400

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Conductor de aluminio reforzado con alma de acero, tipo ACSR, cableado, desnudo, calibre # 1/0 AWG	m	2,0000	1,3500	2,70000

SUBTOTAL (O)

2,70000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
-------------	--------	----------	--------	-------

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		3,69440
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	0,73888
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		4,43
VALOR OFERTADO		4,43



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-028

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Estructuras en Media Tensión centrada pasante tipo EST-1CP

HOJA: 28 DE 63

DETALLE:

Provisión de materiales y montaje de Estructura monofásica en media tensión tipo pasante EST-1CP

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,33175
Seguridad Industrial (0% M.O.)					1,09250
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	0,50000	1,09250
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	0,50000	0,25000

SUBTOTAL (M) 1,67425

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	0,50000	2,14000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	0,5	4,75	2,37500	0,50000	1,18750
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	0,50000	1,19250
Peón	1	4,23	4,23000	0,50000	2,11500

SUBTOTAL (N) 6,63500

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Aislador de porcelana tipo espiga pin, ANSI 55-5	u	1,0000	7,3500	7,35000
Perno Pin Punta de Poste Ø19x457 mm. (3/4x18") para 15 KV.	u	2,0000	6,5000	13,00000
cinta de armar de Aleacion de aluminio 1.27x7.62mm	m	2,0000	1,8000	3,60000
alambre de aluminio desnudo sólido para ataduras 4awg	m	2,0000	0,8000	1,60000

SUBTOTAL (O) 25,55000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		33,85925
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	6,77185
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		40,63
VALOR OFERTADO		40,63



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-029

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Estructuras en Media Tensión centrada retenida tipo EST-1CR

HOJA: 29 DE 63

DETALLE:

Estructura de retención para sujeción y amarre de derivación monofásica aérea en Media Tensión.

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,49763
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,49763
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	0,75000	1,63875
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	0,75000	0,37500

SUBTOTAL (M)

3,00901

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	0,75000	3,21000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	0,5	4,75	2,37500	0,75000	1,78125
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	0,75000	1,78875
Peón	1	4,23	4,23000	0,75000	3,17250

SUBTOTAL (N)

9,95250

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Aislador Polímero tipo suspensión 15 kV	u	1,0000	15,0000	15,00000
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x11/64"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	1,0000	6,1000	6,10000
Horquilla terminal de hierro galvanizado Ø 16 mm. Similar ATC-17MB	u	1,0000	3,6000	3,60000
Eslabón candado galvanizado con pasador de Ø 16 mm. (5/8")	u	1,0000	3,6000	3,60000
Tuerca de ojo de acero galvanizado para perno de Ø 16 mm (5/8")	u	1,0000	4,1000	4,10000
Varilla de armar preformada para ACSR # 1/0 AWG. AR-0118	u	1,0000	3,9000	3,90000

SUBTOTAL (O) 36,30000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) 49,26151
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00% 9,85230
OTROS INDIRECTOS

COSTO TOTAL DEL RUBRO 59,11

VALOR OFERTADO 59,11

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

HOJA: 30 DE 63

DESMONTAJE Y ENROLLADO DE CONDUCTOR DE ALUMINIO

DETALLE:

UNIDAD: M

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,04354
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,04354
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	0,04000	0,08740
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	0,04000	0,04000
Tecles 1-2 Ton.	4,00	0,2500	1,00000	0,04000	0,04000
Uñas para cable de aluminio	4,00	0,2500	1,00000	0,04000	0,04000

SUBTOTAL (M)	10.00
---------------------	-------

0,29448

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Ayudante de electricista<EO E2>	2	4,23	8,46000	0,04000	0,33840
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	0,04000	0,34240
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	0,04000	0,19000

SUBTOTAL (N)

0,87080

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)	
---------------------	--

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)	
---------------------	--

Estos precios no incluyen IVA.

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		1,16528
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	0,23306
OTROS INDIRECTOS		

JUAN CARLOS CABRERA

COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,40
VALOR OFERTADO	1,40

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Desmontaje y retirada de estructuras en media tension monofasicas

HOJA: 31 DE 63

DETALLE:

desmontaje de redes monofasicas en media tension

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,73455
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,73455
Camioneta	1,00	4,3700	4,37000	1,00000	4,37000
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	1,00000	0,50000

SUBTOTAL (M)	10.00
---------------------	-------

6,33910

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	1,00000	4,28000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	1,00000	4,75000
Residente de Obra	0,3	4,77	1,43100	1,00000	1,43100
Peón	1	4,23	4,23000	1,00000	4,23000

SUBTOTAL (N)

14,69100

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)	
---------------------	--

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)	
---------------------	--

Estos precios no incluyen IVA.

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	21,03010
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	4,20602
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	25,24
VALOR OFERTADO	25,24

JUAN CARLOS CABRERA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-032

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Reubicación de centro de transformación Monofasico de poste Rectangular a poste Circular

HOJA: 32 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					4,83100
Seguridad Industrial (5% M.O.)					4,83100
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	4,00000	8,74000
Grúa (incluye operador)	0,75	33,0000	24,75000	4,00000	99,00000
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	4,00000	4,00000
Tecles 1-2 Ton.	2,00	0,2500	0,50000	4,00000	2,00000

SUBTOTAL (M) 123,40200

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	4,00000	9,54000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	4,00000	19,00000
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	4,00000	34,24000
Ayudante de electricista<EO E2>	2	4,23	8,46000	4,00000	33,84000

SUBTOTAL (N) 96,62000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
ABRAZADERA SIMPLE REFORZADA 38mmX6mm(160mm-190mm) perno 5/8	u	2,0000	8,7000	17,40000
Conductor de cobre cableado, aislado tipo TTU para 2000 V., calibre # 1/0 AWG	m	6,0000	6,3500	38,10000

SUBTOTAL (O) 55,50000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	275,52200
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	55,10440
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	330,63
VALOR OFERTADO	330,63



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-033

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Reubicación de banco de 3 transformadores monofasicos sin estructura de soporte

HOJA: 33 DE 63

DETALLE:

reubicacion de banco de 3 transformadores, incluye cruceastas para soporte

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					4,83100
Seguridad Industrial (5% M.O.)					4,83100
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	4,00000	8,74000
Grúa (incluye operador)	0,75	33,0000	24,75000	4,00000	99,00000
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	4,00000	4,00000
Tecles 1-2 Ton.	2,00	0,2500	0,50000	4,00000	2,00000

SUBTOTAL (M) 123,40200

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	4,00000	9,54000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	4,00000	19,00000
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	4,00000	34,24000
Ayudante de electricista<EO E2>	2	4,23	8,46000	4,00000	33,84000

SUBTOTAL (N) 96,62000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Cruceta de acero galvanizado perfil L 75x75x6x2400mm	u	2,0000	65,0000	130,00000
Perno "U" de Ø16x610 mm. (5/8"x24") con tuercas y arandelas	u	2,0000	12,4000	24,80000
Pie amigo ángulo de hierro galvanizado, 38x38x6x700 mm.	u	4,0000	8,9600	35,84000
Abrazadera de acero galvanizado simple 3 pernos 38x4x160-190mm	u	4,0000	7,2100	28,84000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	10,0000	1,5000	15,00000
Conductor de cobre cableado, aislado tipo TTU para 2000 V., calibre # 1/0 AWG	m	6,0000	6,3500	38,10000

SUBTOTAL (O) 272,58000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	492,60200
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	98,52040
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	591,12
VALOR OFERTADO	591,12



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-034

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Reubicación de transformador trifasico sin estructura de soporte

HOJA: 34 DE 63

DETALLE:

reubicacion de transformador trifasico, incluye base tipo castillo

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					4,83100
Seguridad Industrial (5% M.O.)					4,83100
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	4,00000	8,74000
Grúa (incluye operador)	1,00	33,0000	33,00000	4,00000	132,00000
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	4,00000	4,00000
Tecles 1-2 Ton.	2,00	0,2500	0,50000	4,00000	2,00000

SUBTOTAL (M) 156,40200

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	4,00000	9,54000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	4,00000	19,00000
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	4,00000	34,24000
Ayudante de electricista<EO E2>	2	4,23	8,46000	4,00000	33,84000

SUBTOTAL (N) 96,62000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Soporte (Castillo) para transformador trifasico en poste hasta 75 KVA	U	1,0000	70,0000	70,00000
Perno "U" de Ø16x610 mm. (5/8"x24") con tuercas y arandelas	u	2,0000	12,4000	24,80000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	4,0000	1,5000	6,00000
Conductor de cobre cableado, aislado tipo TTU para 2000 V., calibre # 1/0 AWG	m	6,0000	6,3500	38,10000

SUBTOTAL (O) 138,90000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	391,92200
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	78,38440
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	470,31
VALOR OFERTADO	470,31

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Desmontaje y retirada de transformadores monofasicos

HOJA: 35 DE 63

DETALLE:

desmontaje de transformadores monofasicos

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,90300
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,90300
Camioneta	1,00	4,3700	4,37000	2,00000	8,74000
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	2,00000	1,00000
Grúa (incluye operador)	0,75	33,0000	24,75000	2,00000	49,50000

SUBTOTAL (M)

61,04600

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	2,00000	8,56000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	2,00000	9,50000
	1				

SUBTOTAL (N)

18,06000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)	
---------------------	--

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)	
---------------------	--

Estos precios no incluyen IVA.

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	79,10600
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	15,82120
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	94,93
VALOR OFERTADO	94,93

JUAN CARLOS CABRERA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-036

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Desmontaje manual y Reubicación de banco de 3 transformadores, zona de difícil acceso

HOJA: 36 DE 63

DETALLE:

reubicacion de banco de 3 transformadores, incluye cruceastas para soporte

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					6,03875
Seguridad Industrial (5% M.O.)					6,03875
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	5,00000	10,92500
Grúa (incluye operador)	0,50	33,0000	16,50000	5,00000	82,50000
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	5,00000	5,00000
Tecles 1-2 Ton.	1,00	0,2500	0,25000	5,00000	1,25000
tirfor de 2 toneladas	1,00	1,0000	1,00000	5,00000	5,00000
Polipasto 12m	1,00	0,25	0,25000	5,00000	1,25000
SUBTOTAL (M)					118,00250

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	5,00000	11,92500
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	5,00000	23,75000
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	5,00000	42,80000
Ayudante de electricista<EO E2>	2	4,23	8,46000	5,00000	42,30000

SUBTOTAL (N)

120,77500

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Cruceta de acero galvanizado perfil L 75x75x6x2400mm	u	2,0000	65,0000	130,00000
Perno "U" de Ø16x610 mm. (5/8"x24") con tuercas y arandelas	u	2,0000	12,4000	24,80000
Pie amigo ángulo de hierro galvanizado, 38x38x6x700 mm.	u	4,0000	8,9600	35,84000
Abrazadera de acero galvanizado simple 3 pernos 38x4x160-190mm	u	4,0000	7,2100	28,84000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	10,0000	1,5000	15,00000
Conductor de cobre cableado, aislado tipo TTU para 2000 V., calibre # 1/0 AWG	m	6,0000	6,3500	38,10000

SUBTOTAL (O) 272,58000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	511,35750
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	102,27150
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	613,63
VALOR OFERTADO	613,63



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-038

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Desarmado y armado de estructura ESD-3EP/4EP/5EP

HOJA: 38 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,56450
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,56450
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	2,00000	4,37000
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	2,00000	1,00000

SUBTOTAL (M) 8,49900

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	2,00000	4,77000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	2,00000	9,50000
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	2,00000	8,56000
Ayudante de electricista<EO E2>	1	4,23	4,23000	2,00000	8,46000

SUBTOTAL (N) 31,29000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x11/64"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	2,0000	6,1000	12,20000

SUBTOTAL (O) 12,20000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		51,98900
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	10,39780
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		62,39
VALOR OFERTADO		62,39

ANEXO 6

RUBRO:

HOJA: 40 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,17338
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,17338
Camioneta	1,00	4,3700	4,37000	1,50000	6,55500
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	1,50000	0,75000

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	1,50000	6,42000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	1,50000	7,12500
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	1,50000	3,57750
Peón	1	4,23	4,23000	1,50000	6,34500

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Desmontaje y retirada de estructura EST-3CA/3SA

HOJA: 41 DE 63

DETALLE:

desmontaje de estructura angular trifasica en media tension

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					2,41550
Seguridad Industrial (5% M.O.)					2,41550
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	2,00000	4,37000
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	2,00000	2,00000

SUBTOTAL (M)	1,000
---------------------	-------

11,20100

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	2,00000	17,12000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	2,00000	9,50000
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	2,00000	4,77000
Peón	2	4,23	8,46000	2,00000	16,92000

SUBTOTAL (N)

48,31000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)	
---------------------	--

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)	
---------------------	--

Estos precios no incluyen IVA.

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	59,51100
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	11.90220
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	71,41
VALOR OFERTADO	71,41

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Desmontaje y retirada de estructura EST-3CD/3SD

HOJA: 42 DE 63

DETALLE:

desmontaje de estructura doble rtencion trifasica en media tension

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					3,01938
Seguridad Industrial (5% M.O.)					3,01938
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	2,50000	5,46250
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	2,50000	1,25000

SUBTOTAL (M)	10.00
---------------------	-------

12,75126

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	2,50000	21,40000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	2,50000	11,87500
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	2,50000	5,96250
Peón	2	4,23	8,46000	2,50000	21,15000

SUBTOTAL (N)

60,38750

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

	SUBTOTAL (O)	
--	--------------	--

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)	
---------------------	--

Estos precios no incluyen IVA.

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	73,13876
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	14,62775
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	87,77
VALOR OFERTADO	87,77

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Desmontaje y retirada de estructura EST-3CR/3SR

HOJA: 43 DE 63

DETALLE:

desmontaje de estructura terminal trifasica en media tension

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					2,41550
Seguridad Industrial (5% M.O.)					2,41550
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	2,00000	4,37000
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	2,00000	2,00000

SUBTOTAL (M)	1,000
---------------------	-------

11,20100

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	2,00000	17,12000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	2,00000	9,50000
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	2,00000	4,77000
Peón	2	4,23	8,46000	2,00000	16,92000

SUBTOTAL (N)

48,31000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

	SUBTOTAL (O)	
--	--------------	--

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)	
---------------------	--

Estos precios no incluyen IVA.

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	59,51100
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	11,90220
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	71,41
VALOR OFERTADO	71.41

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Desmontaje y retirada de estructura EST-3HR

HOJA: 44 DE 63

DETALLE:

desmontaje de estructura terminal trifasica en media tension

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					3,62325
Seguridad Industrial (5% M.O.)					3,62325
Camioneta	1,00	4,3700	4,37000	3,00000	13,11000
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	3,00000	3,00000
	0,75				

SUBTOTAL (M)

23,35650

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	3,00000	25,68000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	3,00000	14,25000
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	3,00000	7,15500
Peón	2	4,23	8,46000	3,00000	25,38000

SUBTOTAL (N)

72,46500

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)	
---------------------	--

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)	
---------------------	--

Estos precios no incluyen IVA.

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	95,82150
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	19,16430
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	114,99
VALOR OFERTADO	114,99

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

DESMONTAJE DE TENSOR EN POSTE Y ENROLLADO DE CABLE DE ACERO

HOJA: 45 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,95550
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,95550
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	1,50000	3,27750
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	1,50000	0,75000
Uñas para cable de acero	2,00	0,2500	0,50000	1,50000	0,75000
Tecles 1-2 Ton.	2,00	0,2500	0,50000	1,50000	0,75000

SUBTOTAL (M)										7,43850
---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------------

MANO DE OBRA

[illegible]

SUBTOTAL (N)						19,11000
---------------------	--	--	--	--	--	-----------------

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)	
---------------------	--

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)	
---------------------	--

Estos precios no incluyen IVA.

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	26,54850
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	5,30970
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	31,86
VALOR OFERTADO	31,86

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Inclinado de poste de hormigón, 9m o 11m

HOJA: 46 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,31175
Grúa (incluye operador)	1,00	33,0000	33,00000	1,50000	49,50000
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,31175
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	1,50000	0,75000
tirfor de 2 toneladas	0,50	1,0000	0,50000	1,50000	0,75000
Camioneta	0,20	4,3700	0,87400	1,50000	1,31100

SUBTOTAL (M)										54,93450
---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------------

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Ayudante de electricista<EO E2>	2	4,23	8,46000	1,50000	12,69000
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	1,50000	6,42000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	1,50000	7,12500

SUBTOTAL (N)					26,23500
--------------	--	--	--	--	----------

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)	
---------------------	--

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)	
---------------------	--

SUBTOTAL (P)
Estos precios no incluyen IVA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	81,16950
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	16,23390
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	97,40
VALOR OFERTADO	97,40



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-047

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Derivacion trifasica en MT con equipo de descarga en estructura centrada o semicentrada

HOJA: 47 DE 63

DETALLE:

Equipo de proteccion y seccionamiento para derivacion trifasica

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					4,83100
Seguridad Industrial (5% M.O.)					4,83100
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	4,00000	8,74000
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	4,00000	4,00000
Machina hidraulica	1,00	0,1700	0,17000	4,00000	0,68000

SUBTOTAL (M)

23,08200

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	4,00000	34,24000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	4,00000	19,00000
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	4,00000	9,54000
Peón	2	4,23	8,46000	4,00000	33,84000

SUBTOTAL (N)

96,62000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Cruceta de acero galvanizado perfil L 75x75x6x2400mm	u	2,0000	65,0000	130,00000
Perno "U" de Ø16x610 mm. (5/8"x24") con tuercas y arandelas	u	2,0000	12,4000	24,80000
Pie amigo ángulo de hierro galvanizado, 38x38x6x700 mm.	u	4,0000	8,9600	35,84000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	4,0000	1,5000	6,00000
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x1 1/4"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	2,0000	6,1000	12,20000
Estribo para derivación, Aleación Cu Sn	u	3,0000	8,0000	24,00000
Grapa derivación línea en caliente aleación Al, rango 4-2/0	u	3,0000	12,0000	36,00000
Conductor de aluminio reforzado con alma de acero, tipo ACSR, cableado, desnudo, calibre # 1/0 AWG	m	12,0000	1,3500	16,20000
SECCIONADOR FUSIBLE TIPO ABIERTO 15KV-100A	U.	3,0000	89,3600	268,08000
Pararrayos clase distribución polimérico, óxido metálico, 10 kV, con desconectador	u	3,0000	75,0000	225,00000
Conductor de cobre 2 AWG desnudo cableado	m.	6,0000	6,4200	38,52000

SUBTOTAL (O)

816,64000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	936,34200
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	187,26840
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.123,61
VALOR OFERTADO	1.123,61



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-048

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Bajante trifasica en MT con conductor XLPE 2/0

HOJA: 48 DE 63

DETALLE:

Transicion aereo-subterranea

UNIDAD:

U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					6,63500
Seguridad Industrial (5% M.O.)					6,63500
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	5,00000	10,92500
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	5,00000	5,00000
Sonchadora para cinta Eriband	1,00	0,1700	0,17000	5,00000	0,85000

SUBTOTAL (M)

30,04500

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	5,00000	42,80000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	5,00000	23,75000
Residente de Obra	1	4,77	4,77000	5,00000	23,85000
Peón	2	4,23	8,46000	5,00000	42,30000

SUBTOTAL (N)

132,70000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Cruceta de acero galvanizado perfil L 75x75x6x2400mm	u	1,0000	65,0000	65,00000
Perno "U" de Ø16x610 mm. (5/8"x24") con tuercas y arandelas	u	1,0000	12,4000	12,40000
Pie amigo ángulo de hierro galvanizado, 38x38x6x700 mm.	u	1,0000	8,9600	8,96000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	2,0000	1,5000	3,00000
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x1 1/4"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	1,0000	6,1000	6,10000
CONDUCTOR DE Cu, ASILADO, PARA 15 kV, TIPO XLPE #2/0 AWG	M.	36,0000	16,0000	576,00000
Puntas Terminales tipo exterior. 3M	u	3,0000	80,0000	240,00000
CONDUCTOR DE COBRE FLEXIBLE # 10 THHN	m	15,0000	0,8500	12,75000
Tubo EMT Galvanizado 4"	u	2,0000	67,3600	134,72000
UNION CONDUIT TIPO EMT DE 4"	U.	1,0000	5,0000	5,00000
CODO EMT DE 4"	M.	1,0000	14,5000	14,50000
Reversible metálica galvanizada tipo EMT Ø 110 mm (4")	u	1,0000	25,6000	25,60000
Cinta Eriband de acero inoxidable 1/2"	m	4,5000	1,5000	6,75000
Vincha para cinta Eriband 1/2"	U	3,0000	0,3500	1,05000
Sujetador de cable aislado XLPE	u	3,0000	10,0000	30,00000
Kit de armado de puntas (incluye 2 cinta vinil super 33+ .2 cinta autofundente 23 .1 kit de limpieza cc-22.50 m. 1 lt. alcohol.1 lb. gualpe.1 conector perno hendido rango calibre 6-1/0 AWG.)	u	1,0000	50,0000	50,00000

SUBTOTAL (O)

1.191,83000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1.354,57500
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	270,91500
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.625,49
VALOR OFERTADO	1.625,49



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-049

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Bajante trifasica en MT con conductor XLPE 1/0

HOJA: 49 DE 63

DETALLE:

Transicion aereo-subterranea

UNIDAD:

U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					6,63500
Seguridad Industrial (5% M.O.)					6,63500
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	5,00000	10,92500
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	5,00000	5,00000
Sonchadora para cinta Eriband	1,00	0,1700	0,17000	5,00000	0,85000

SUBTOTAL (M)

30,04500

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	5,00000	42,80000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	5,00000	23,75000
Residente de Obra	1	4,77	4,77000	5,00000	23,85000
Peón	2	4,23	8,46000	5,00000	42,30000

SUBTOTAL (N)

132,70000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Cruceta de acero galvanizado perfil L 75x75x6x2400mm	u	1,0000	65,0000	65,00000
Perno "U" de Ø16x610 mm. (5/8"x24") con tuercas y arandelas	u	1,0000	12,4000	12,40000
Pie amigo ángulo de hierro galvanizado, 38x38x6x700 mm.	u	1,0000	8,9600	8,96000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	2,0000	1,5000	3,00000
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x1 1/4"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	1,0000	6,1000	6,10000
CONDUCTOR DE Cu, ASILADO, PARA 15 kV, TIPO XLPE #1/0 AWG	M.	36,0000	13,0000	468,00000
Puntas Terminales tipo exterior. 3M	u	3,0000	80,0000	240,00000
CONDUCTOR DE COBRE FLEXIBLE # 10 THHN	m	15,0000	0,8500	12,75000
Tubo EMT Galvanizado 4"	u	2,0000	67,3600	134,72000
UNION CONDUIT TIPO EMT DE 4"	U.	1,0000	5,0000	5,00000
CODO EMT DE 4"	M.	1,0000	14,5000	14,50000
Reversible metálica galvanizada tipo EMT Ø 110 mm (4")	u	1,0000	25,6000	25,60000
Cinta Eriband de acero inoxidable 1/2"	m	4,5000	1,5000	6,75000
Vincha para cinta Eriband 1/2"	U	3,0000	0,3500	1,05000
Sujetador de cable aislado XLPE	u	3,0000	10,0000	30,00000
Kit de armado de puntas (incluye 2 cinta vinil super 33+ .2 cinta autofundente 23 .1 kit de limpieza cc-22.50 m. 1 lt. alcohol.1 lb. gualpe.1 conector perno hendido rango calibre 6-1/0 AWG.)	u	1,0000	50,0000	50,00000

SUBTOTAL (O)

1.083,83000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1.246,57500
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	249,31500
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.495,89
VALOR OFERTADO	1.495,89

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Desmontaje y armado de transición Aerea-Subterranea en MT

HOJA: 50 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					4,83100
Seguridad Industrial (5% M.O.)					4,83100
Camioneta	1,00	4,3700	4,37000	4,00000	17,48000
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	4,00000	4,00000

SUBTOTAL (M)	10.00
---------------------	-------

31,14200

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	4,00000	34,24000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	4,00000	19,00000
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	4,00000	9,54000
Peón	2	4,23	8,46000	4,00000	33,84000

SUBTOTAL (N)

96,62000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)	
---------------------	--

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)	
---------------------	--

Estos precios no incluyen IVA.

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	127,76200
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	25,55240
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	153,31
VALOR OFERTADO	153,31

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Desmontaje de transición Aerea-Subterránea en MT

HOJA: 51 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					3,01938
Seguridad Industrial (5% M.O.)					3,01938
Camioneta	1,00	4,3700	4,37000	2,50000	10,92500
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	2,50000	2,50000

SUBTOTAL (M)	10.00
---------------------	-------

19,46376

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	2,50000	21,40000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	2,50000	11,87500
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	2,50000	5,96250
Peón	2	4,23	8,46000	2,50000	21,15000

SUBTOTAL (N)

60,38750

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)	
---------------------	--

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)	
---------------------	--

Estos precios no incluyen IVA.

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	79,85126
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	15,97025
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	95,82
VALOR OFERTADO	95,82

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Desmontaje de juego de 3 seccionadores

HOJA: 52 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,81163
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,81163
Camioneta	1,00	4,3700	4,37000	1,50000	6,55500
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	1,50000	1,50000

SUBTOTAL (M)	10.00
---------------------	-------

11,67826

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	1,50000	12,84000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	1,50000	7,12500
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	1,50000	3,57750
Peón	2	4,23	8,46000	1,50000	12,69000

SUBTOTAL (N)

36,23250

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)	
---------------------	--

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)	
---------------------	--

Estos precios no incluyen IVA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	47,91076
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	9,58215
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	57,49
VALOR OFERTADO	57,49



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-053

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Seccionador fusible SPT-1S100_95E para conexión de transformador

HOJA: 53 DE 63

DETALLE:

Provisión, montaje y conexión de Seccionador portafusible, unipolar abierto, corriente nominal 100A, BIL de 95 KV, Isim=5600 A e Iasim=8000A., con tirafusible 0,7SF, y accesorios paramontaje en cruceta de 75x75x6x1200 mm.

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,54197
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,54197
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	0,75000	1,63875
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	0,75000	0,37500
Machina hidraulica	1,00	0,1700	0,17000	0,75000	0,12750

SUBTOTAL (M)

3,22519

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	0,25	4,77	1,19250	0,75000	0,89438
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	0,75000	3,21000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	0,75000	3,56250
Ayudante de electricista<EO E2>	1	4,23	4,23000	0,75000	3,17250

SUBTOTAL (N)

10,83938

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
SECCIONADOR FUSIBLE TIPO ABIERTO 15KV-100A	U.	1,0000	89,3600	89,36000
Estribo AL.-AL. Con doble conector de compresión tipo cuña #6-1/0 AWG.	u	1,0000	12,8000	12,80000
Grapa de línea energizada de 6 a 1/0 AWG	u	1,0000	13,4000	13,40000
Cruceta Metálica de hierro galvanizado, perfil L, 75x75x6x1200 mm.	u	1,0000	32,0000	32,00000
Pie Amigo de hierro galvanizado, perfil L, 38x38x6x700 mm.	u	1,0000	8,9600	8,96000
Abrazadera de acero galvanizado simple 3 pernos 38x4x160-190mm	u	1,0000	7,2100	7,21000
Perno máquina de Ø12x38 mm. (1/2x1 1/2") con tuerca y arandelas	u	1,0000	2,3000	2,30000
Perno "U" de Ø16x610 mm. (5/8"x24") con tuercas y arandelas	u	1,0000	12,4000	12,40000
Tirafusible, cabeza removible, tipo SF	u	1,0000	5,5000	5,50000

SUBTOTAL (O) 183,93000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	197,99457
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	39,59891
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	237,59
VALOR OFERTADO	237,59



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-054

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Derivacion trifasica en MT sin descargadores

HOJA: 54 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					3,01938
Seguridad Industrial (5% M.O.)					3,01938
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	2,50000	5,46250
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	2,50000	2,50000
Machina hidraulica	1,00	0,1700	0,17000	2,50000	0,42500

SUBTOTAL (M) 14,42626

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	2,50000	21,40000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	2,50000	11,87500
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	2,50000	5,96250
Peón	2	4,23	8,46000	2,50000	21,15000

SUBTOTAL (N) 60,38750

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Cruceta de acero galvanizado perfil L 75x75x6x2400mm	u	1,0000	65,0000	65,00000
Perno "U" de Ø16x610 mm. (5/8"x24") con tuercas y arandelas	u	1,0000	12,4000	12,40000
Pie amigo ángulo de hierro galvanizado, 38x38x6x700 mm.	u	2,0000	8,9600	17,92000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	2,0000	1,5000	3,00000
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x11/64"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	1,0000	6,1000	6,10000
Estribo para derivación, Aleación Cu Sn	u	3,0000	8,0000	24,00000
Grapa derivación linea en caliente aleación Al, rango 4-2/0	u	3,0000	12,0000	36,00000
Conductor de aluminio reforzado con alma de acero, tipo ACSR, cableado, desnudo, calibre # 1/0 AWG	m	6,0000	1,3500	8,10000
SECCIONADOR FUSIBLE TIPO ABIERTO 15KV-100A	U.	3,0000	89,3600	268,08000

SUBTOTAL (O) 440,60000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	515,41376
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	103,08275
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	618,50
VALOR OFERTADO	618,50



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-055

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Derivacion trifasica en MT con equipo de descarga en estructura volada

HOJA: 55 DE 63

DETALLE:

Equipo de proteccion y seccionamiento para derivacion trifasica

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					4,22713
Seguridad Industrial (5% M.O.)					4,22713
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	3,50000	7,64750
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	2,00	0,5000	1,00000	3,50000	3,50000
Machina hidraulica	1,00	0,1700	0,17000	3,50000	0,59500

SUBTOTAL (M) 20,19676

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	3,50000	29,96000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	3,50000	16,62500
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	3,50000	8,34750
Peón	2	4,23	8,46000	3,50000	29,61000

SUBTOTAL (N) 84,54250

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Cruceta de acero galvanizado perfil L 75x75x6x2400mm	u	2,0000	65,0000	130,00000
Perno espárrago de hierro galvanizado Ø16x254 mm (5/8x10") con tuercas y arandelas	u	4,0000	5,3000	21,20000
Pie amigo ángulo de hierro galvanizado, perfil "L", 38x38x6x1800 mm.	u	2,0000	25,0000	50,00000
Perno máquina de acero galvanizado 5/8x2" (16x51mm) incluye tuerca y arandela	u	2,0000	1,5000	3,00000
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38x4x160-190 mm. (1 1/2"x11/64"x6 1/2"-7 1/2") (con pernos, tuercas y arandelas incluidas)	u	1,0000	6,4500	6,45000
Estribo para derivación, Aleación Cu Sn	u	3,0000	8,0000	24,00000
Grapa derivación linea en caliente aleación Al, rango 4-2/0	u	3,0000	12,0000	36,00000
Conductor de aluminio reforzado con alma de acero, tipo ACSR, cableado, desnudo, calibre # 1/0 AWG	m	12,0000	1,3500	16,20000
SECCIONADOR FUSIBLE TIPO ABIERTO 15KV-100A	U.	3,0000	89,3600	268,08000
Pararrayos clase distribución polimérico, óxido metálico, 10 kV, con desconector	u	3,0000	75,0000	225,00000
Conductor de cobre 2 AWG desnudo cableado	m.	6,0000	6,4200	38,52000

SUBTOTAL (O) 818,45000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	923,18926
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	184,63785
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.107,83
VALOR OFERTADO	1.107,83



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-056

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

HOJA: 56 DE 63

Seccionador fusible SPT-1S100_95R para arranque de derivación monofásica M/T.

DETALLE:

UNIDAD: U

Provisión, montaje y conexión de Seccionador portafusible, unipolar abierto, corriente nominal 100A, BIL de 95 KV, Isim=5600 A e Iasim=8000A., con tirafusible 0,75F, y accesorios paramontaje en cruceta de 75x75x6x2400 mm. Que esparte de la

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,54197
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,54197
SUBTOTAL (M)					1,08394

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	0,25	4,77	1,19250	0,75000	0,89438
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	0,75000	3,21000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	0,75000	3,56250
Ayudante de electricista<EO E2>	1	4,23	4,23000	0,75000	3,17250
SUBTOTAL (N)					10,83938

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
SECCIONADOR FUSIBLE TIPO ABIERTO 15KV-100A	U.	1,0000	89,3600	89,36000
Estribo AL.-AL. Con doble conector de compresión tipo cuña #6-1/0 AWG.	u	1,0000	12,8000	12,80000
Grapa de línea energizada de 6 a 1/0 AWG	u	1,0000	13,4000	13,40000
Perno máquina de Ø12x38 mm. (1/2x1 1/2") con tuerca y arandelas	u	1,0000	2,3000	2,30000
Tirafusible, cabeza removible, tipo SF	u	1,0000	5,5000	5,50000
Cruceta de acero galvanizado perfil L 75x75x6x1200mm	u	1,0000	30,0000	30,00000
Pie amigo ángulo de hierro galvanizado, 38x38x6x700 mm.	u	1,0000	8,9600	8,96000
Abrazadera de acero galvanizado simple 3 pernos 38x4x160-190mm	u	1,0000	7,2100	7,21000
SUBTOTAL (O)				169,53000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		181,45332
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	36,29066
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		217,74
VALOR OFERTADO		217,74



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-057

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Juego de celdas de MT para camara (Carrera de Musica)

HOJA: 57 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					17,44400
Seguridad Industrial (5% M.O.)					17,44400
Camioneta	1,00	4,3700	4,37000	8,00000	34,96000
Montacargas - retroexcavadora	1,00	25,0000	25,00000	8,00000	200,00000
Grúa (Incluye operador)	1,00	33,0000	33,00000	8,00000	264,00000
tirfor de 2 toneladas	1,00	1,0000	1,00000	8,00000	8,00000

SUBTOTAL (M)

541,84800

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	5	4,28	21,40000	8,00000	171,20000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	8,00000	38,00000
Residente de Obra	1	4,77	4,77000	8,00000	38,16000
Peón	3	4,23	12,69000	8,00000	101,52000

SUBTOTAL (N)

348,88000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
CELDA REMONTE MEDIA TENSIONP/CELDA EATON 180x30x96CM (Incluye conectores para MT)	u	2,0000	1.200,0000	2.400,00000
CELDA SECCIONADOR BAJO CARGASF6 @630A 16KA 24/17.5KV MARCA EATON (Incluye conectores para MT)	u	2,0000	5.928,1820	11.856,36400
Kit de armado de puntas (incluye 2 cinta vinil super 33+ .2 cinta autofundente 23 .1 kit de limpieza cc-22.50 m. 1 lt. alcohol.1 lb. gualpe.1 conector perno hendido rango calibre 6-1/0 AWG.)	u	2,0000	50,0000	100,00000

SUBTOTAL (O)

14.356,36400

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	15.247,09200
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	3.049,41840
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	18.296,51
VALOR OFERTADO	18.296,51



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-058

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Juego de celdas de MT para camara (Carrera de administracion publica y centro de convenciones)

HOJA: 58 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					17,44400
Seguridad Industrial (5% M.O.)					17,44400
Camioneta	1,00	4,3700	4,37000	8,00000	34,96000
Montacargas - retroexcavadora	1,00	25,0000	25,00000	8,00000	200,00000
Grúa (Incluye operador)	1,00	33,0000	33,00000	8,00000	264,00000
tirfor de 2 toneladas	1,00	1,0000	1,00000	8,00000	8,00000

SUBTOTAL (M)

541,84800

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	5	4,28	21,40000	8,00000	171,20000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	8,00000	38,00000
Residente de Obra	1	4,77	4,77000	8,00000	38,16000
Peón	3	4,23	12,69000	8,00000	101,52000

SUBTOTAL (N)

348,88000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
CELDA REMONTE MEDIA TENSIONP/CELDA EATON 180x30x96CM (Incluye conectores para MT)	u	1,0000	1.200,0000	1.200,00000
CELDA MEDICION EATON HMH24630A 16KA 17.5KV (Incluye conectores para MT)	u	1,0000	17.491,5000	17.491,50000
CELDA SECCIONADOR BAJO CARGASF6 @630A 16KA 24/17.5KV MARCA EATON (Incluye conectores para MT)	u	3,0000	5.928,1820	17.784,54600
Kit de armado de puntas (incluye 2 cinta vinil super 33+ .2 cinta autofundente 23 .1 kit de limpieza cc-22.50 m. 1 lt. alcohol.1 lb. quaipe.1 conector perno hendido ranco	u	5,0000	50,0000	250,00000

SUBTOTAL (O) 36.726,04600

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	37.616,77400
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	7.523,35480
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	45.140,13
VALOR OFERTADO	45.140,13



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-059

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Tapa de hierro fundido para pozo tipo B MT

HOJA: 59 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,45200
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,45200
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	0,50000	1,09250
	1,00				
	1,00				
	1,00				

SUBTOTAL (M) 1,99650

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,75	4,75000	0,50000	2,37500
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	0,50000	2,37500
Albañil	1	4,35	4,35000	0,50000	2,17500
Peón	1	4,23	4,23000	0,50000	2,11500

SUBTOTAL (N) 9,04000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Tapas de grafito esferoidal, hierro nodular o acero dúctil, con el logo en relieve de la empresa electrica	u	1,0000	200,0000	200,00000
hormigón 210kg/cm2	m3	0,5000	156,0000	78,00000

SUBTOTAL (O) 278,00000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	289,03650
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	57,80730
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	346,84
VALOR OFERTADO	346,84



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-060

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Tapa de hormigon armado para pozo tipo B MT

HOJA: 60 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,45200
Seguridad Industrial (5% M.O.)					0,45200
Camioneta	1,00	4,3700	4,37000	0,50000	2,18500
SUBTOTAL (M)					3,08900

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,75	4,75000	0,50000	2,37500
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	0,50000	2,37500
Albañil	1	4,35	4,35000	0,50000	2,17500
Peón	1	4,23	4,23000	0,50000	2,11500
SUBTOTAL (N)					9,04000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Tapa de hormigón armado para pozo tipo B, con losa de 70 mm de espesor, marco y brocal metálico galvanizado de 4mm, de espesor; 50 mm de base y 70 mm de alto. Dim. interiores 1000x1000 mm, y dim. exteriores 1055x1055 mm.	u	1,0000	54,0000	54,00000
hormigón 210kg/cm2	m3	0,5000	156,0000	78,00000
SUBTOTAL (O)				132,00000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL (P)				

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	144,12900
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	28,82580
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	172,95
VALOR OFERTADO	172,95



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-061

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Puesta a tierra en poste PT0-0C2_1

HOJA: 61 DE 63

DETALLE:

Instalación de puesta a tierra para estación de transformación con conductor de cobre desnudo calibre # 2 AWG.

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,63924
SUBTOTAL (M)					0,63924

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	0,5	4,77	2,38500	1,12000	2,67120
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	1,12000	4,79360
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	1,12000	5,32000
SUBTOTAL (N)					12,78480

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Suelda exotérmica	u	1,0000	12,0000	12,00000
Varilla para puesta a tierra tipo copperweld, Ø16x1800 mm	u	1,0000	15,0000	15,00000
Conductor de cobre 2 AWG desnudo cableado	m.	12,0000	6,4200	77,04000
SUBTOTAL (O)				104,04000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	117,46404
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	23,49281
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	140,96
VALOR OFERTADO	140,96



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
PROYECTO: REDISEÑO Y RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL
CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Código: RUBRO-062

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

Transformador Pad Mounted 1Ø, 37.5 kVA., 13.8 Kv., 240-120 V., tipo TUT-1E37.5

HOJA: 62 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					2,17700
Grúa (incluye operador)	1,00	33,0000	33,00000	2,00000	66,00000
Seguridad Industrial (5% M.O.)					2,17700
Camioneta	0,50	4,3700	2,18500	2,00000	4,37000
Machina hidraulica	1,00	0,1700	0,17000	2,00000	0,34000

SUBTOTAL (M)

75,06400

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico liniero eléctrico	2	4,28	8,56000	2,00000	17,12000
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	2,00000	9,50000
Peón	2	4,23	8,46000	2,00000	16,92000

SUBTOTAL (N)

43,54000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Transformador monofasico tipo padmounted de 37,5 KVA	U	1,0000	3.150,0000	3.150,00000
Kit para conexión de transformador incluye: 1 bushing insert feed thru 25kv.2 conector tipo codo 25 kv.1 elbow arrester 25kv.2 cinta vinil super 33+.2 cinta autofundente 23 .1 kit de limpieza cc-22.10 m. cableTHHN flex #10 AWG.1 lt. alcohol.1 lb. guaiepe.6 conector perno hendido rango calibre 6-1/0 AWG.	u	1,0000	750,0000	750,00000
Barraje desconectable con carga para derivación en media tensión de 4 vías clase 200A	u	1,0000	240,0000	240,00000

SUBTOTAL (O)

4.140,00000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	4.258,60400
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	851,72080
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.110,32
VALOR OFERTADO	5.110,32

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 6

RUBRO:

desmontaje y montaje de luminaria

HOJA: 63 DE 63

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					1,44525
Seguridad Industrial (5% M.O.)					1,44525
Equipo de subida (cinturones, arnes de seguridad, trepadoras)	1,00	0,5000	0,50000	2,00000	1,00000

SUBTOTAL (M)	10.00
---------------------	-------

3,89050

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de Obra	0,25	4,77	1,19250	2,00000	2,38500
Maestro eléctrico/ liniero/ subestación	1	4,75	4,75000	2,00000	9,50000
Peón	1	4,23	4,23000	2,00000	8,46000
Técnico liniero eléctrico	1	4,28	4,28000	2,00000	8,56000

SUBTOTAL (N)

28,90500

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

	SUBTOTAL (O)	
--	--------------	--

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

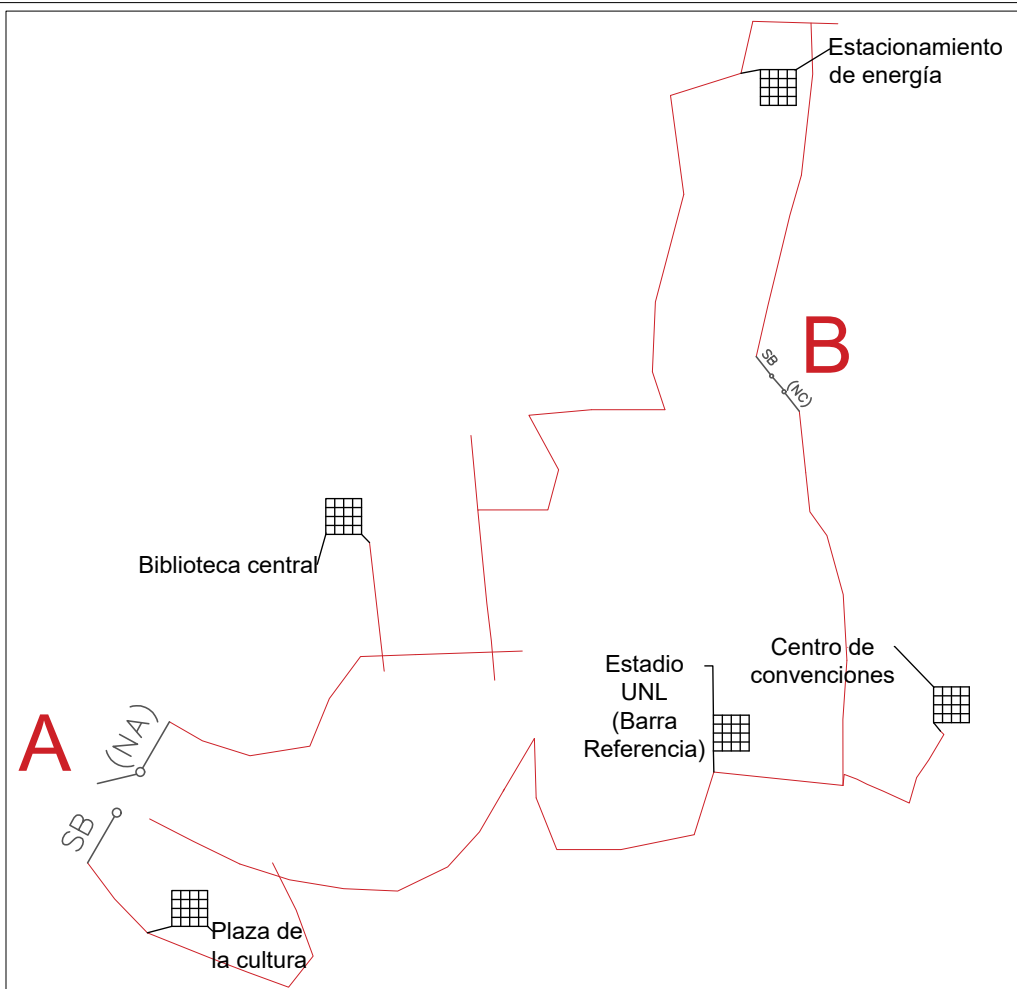
SUBTOTAL (P)	
---------------------	--

Estos precios no incluyen IVA.

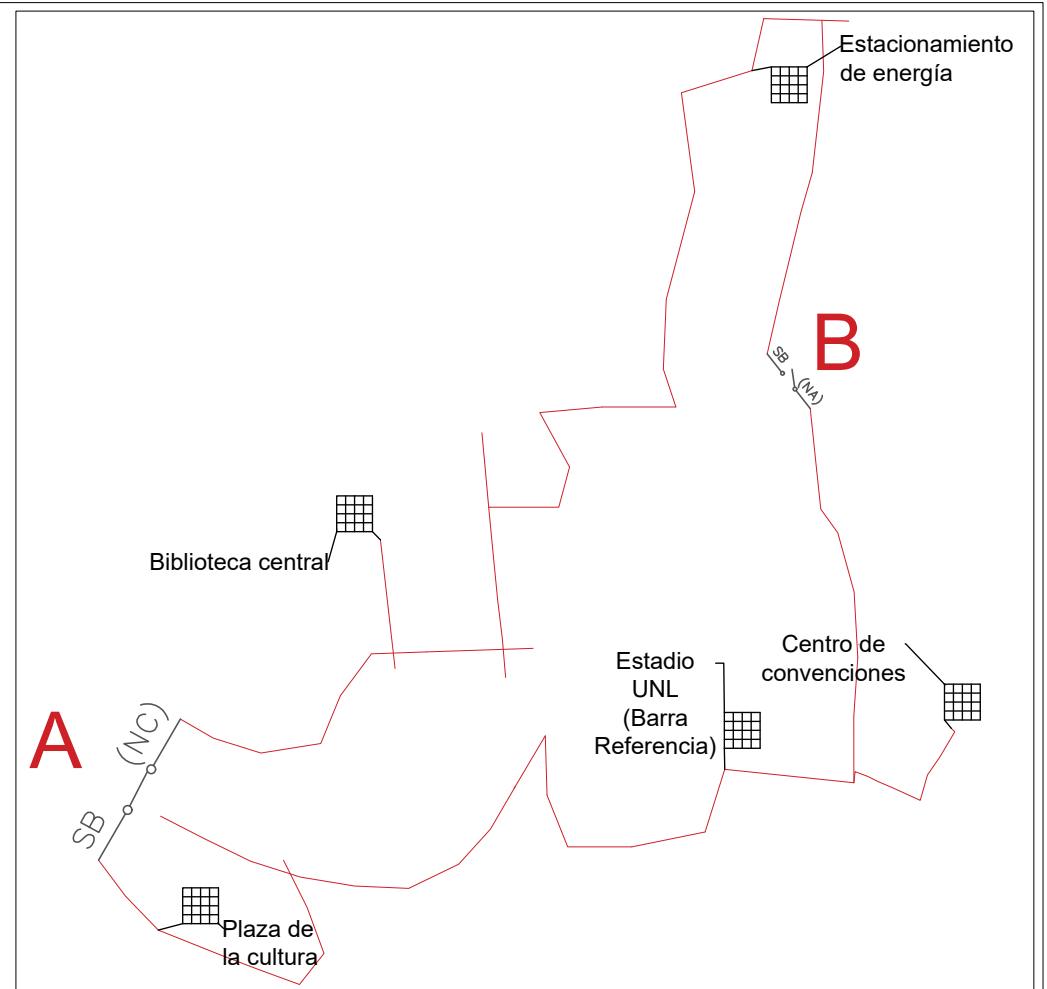
JUAN CARLOS CABRERA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	32,79550
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	6,55910
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	39,35
VALOR OFERTADO	39,35

Anexo 8.
Configuraciones de la red en modo isla



CONFIGURACIÓN 1



CONFIGURACIÓN 2

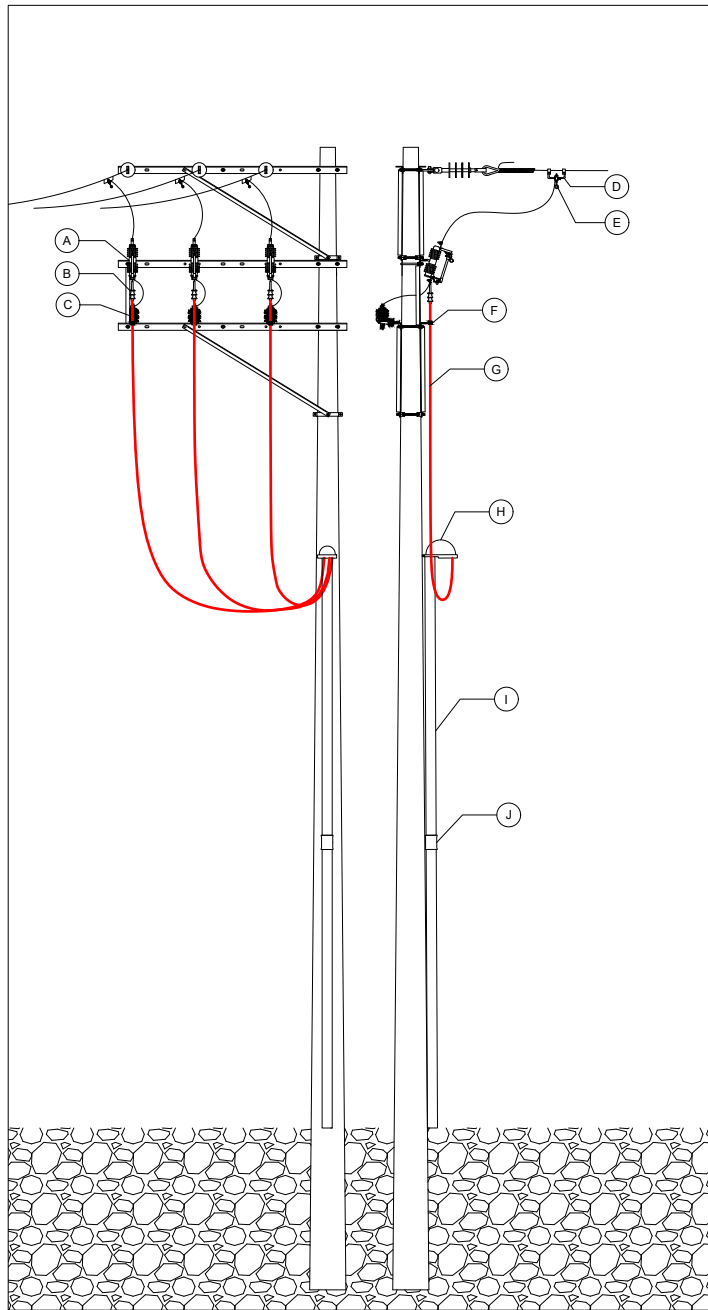
SIMBOLOGÍA

	Red de media tensión
	Ingreso de generación distribuida
A	Punto de seccionamiento A (Cámara administración pública)
B	Punto de seccionamiento B (Cámara área de música)

- CONFIGURACIÓN 1: Seccionador A abierto
Seccionador B cerrado
- CONFIGURACIÓN 2: Seccionador A cerrado
Seccionador B abierto

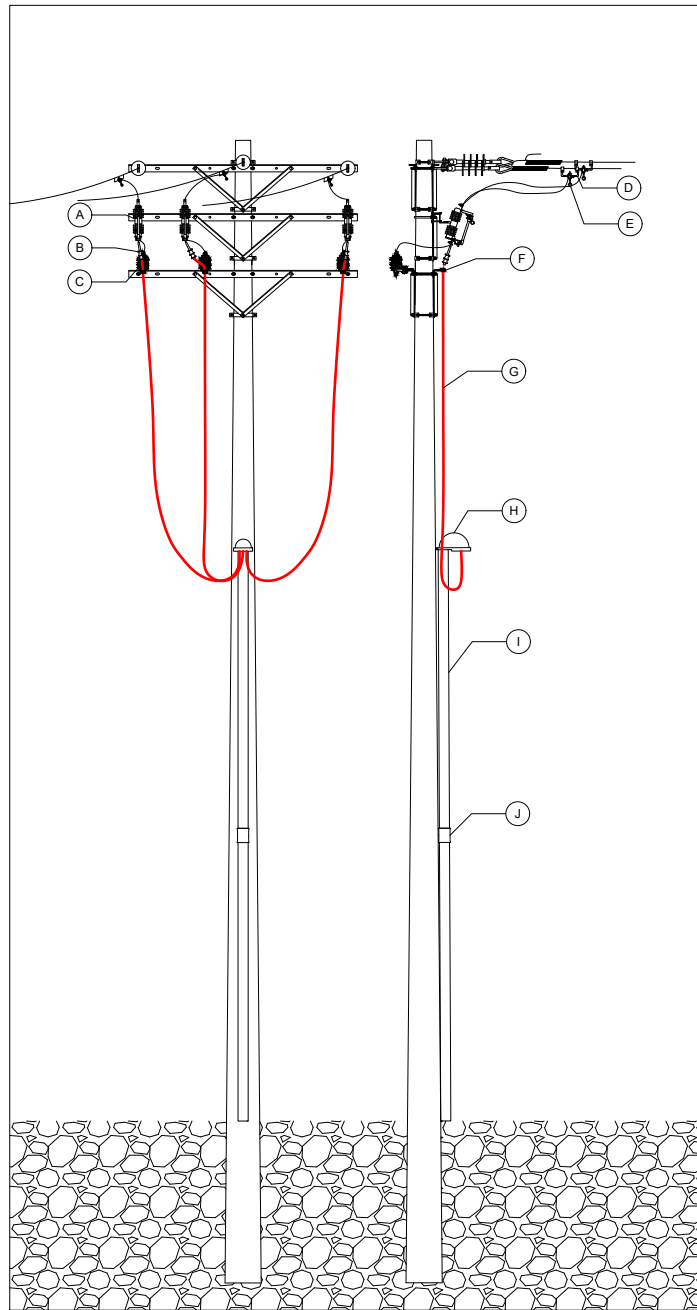
	PROYECTO: Reconfiguración de la Red de Media Tensión del Campus Matriz de la UNL		
	CONTIENE: Configuraciones de la red de MT en modo isla Detalle de puntos de seccionamiento Detalle de puntos de ingreso de DG		
PARROQUIA: Punzara	SECTOR: La Argelia	CANTON: Loja	PROVINCIA: Loja
DISEÑO: JUAN CARLOS CABRERA		ESCALA: GRÁFICA	
		FECHA: FEBRERO 2025	
		APROBO: ING. JUAN GUAMÁN	
		LAMINA: 1 de 1	

Anexo 9.
Transiciones aéreo-subterráneas en media tensión



Transición en Estructura Volada

ESCALA: grafica



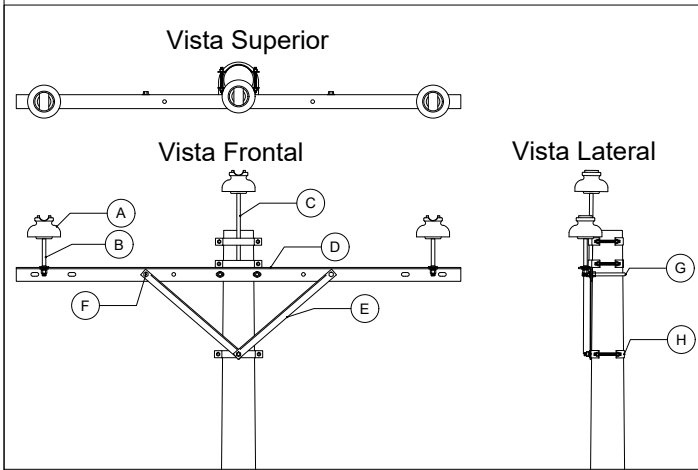
Transición en Estructura Centrada

ESCALA: grafica

LETRA	DESCRIPCIÓN
(A)	Seccionador fusible unipolar abierto
(B)	Puntas terminales
(C)	Descargador tipo distribución
(D)	Estribo de derivación
(E)	Grapa de línea caliente
(F)	Sujetador para cable XLPE
(G)	Conductor para aislado para MT XLPE
(H)	Codo reversible
(I)	Tubería EMT
(J)	Unión EMT

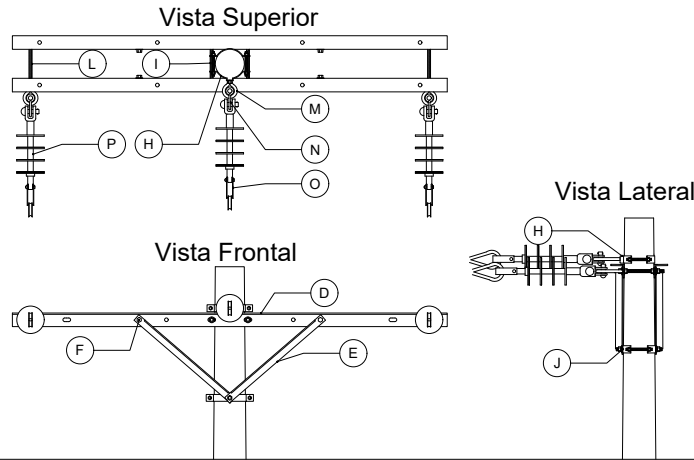
		PROYECTO:	
		Reconfiguración de la Red de Media Tensión del Campus Matriz de la UNL	
PARROQUIA: Punzara		CONTIENE:	
		Transiciones aéreo-subterráneas en MT Detalle de materiales y estructuras	
SECTOR:	CANTON:	PROVINCIA:	
La Argelia	Loja	Loja	
DISEÑO:		ESCALA:	FECHA:
		INDICADAS	FEBRERO 2025
		APROBO:	
		_____ ING. JUAN GUAMÁN	
_____ JUAN CARLOS CABRERA		LAMINA: 1 de 1	

Anexo 10.
Estructuras centradas en media tensión



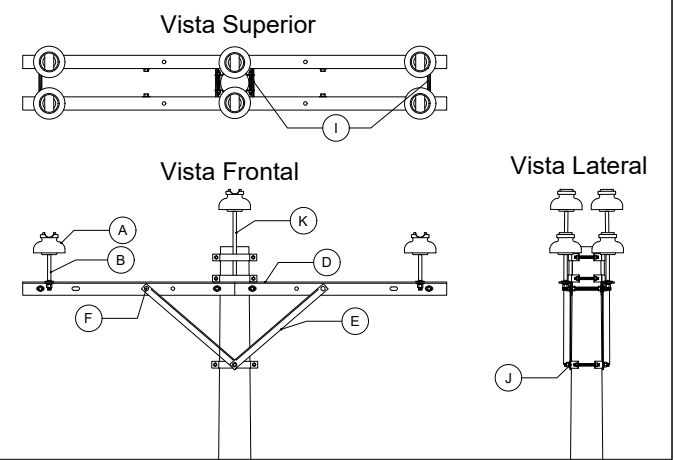
Estructura EST-3CP

ESCALA: grafica



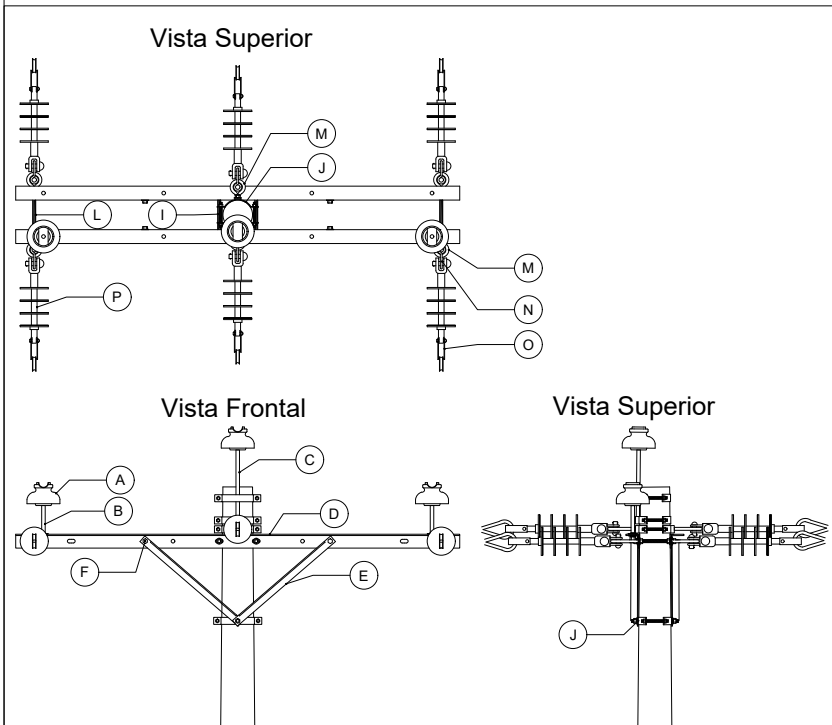
Estructura EST-3CR

ESCALA: grafica



Estructura EST-3CA

ESCALA: grafica



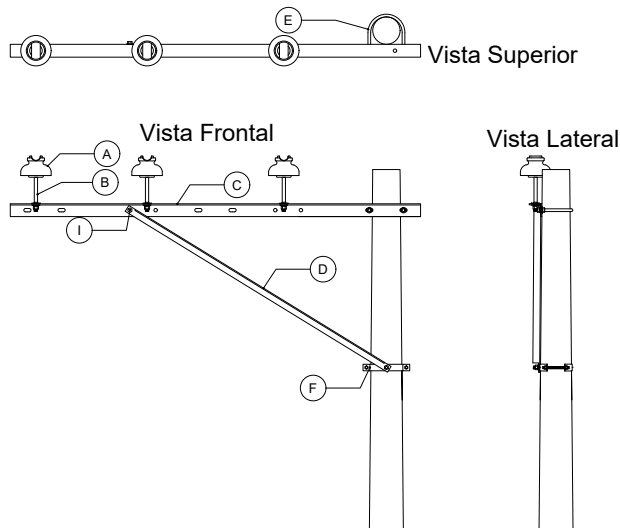
Estructura EST-3CD

ESCALA: grafica

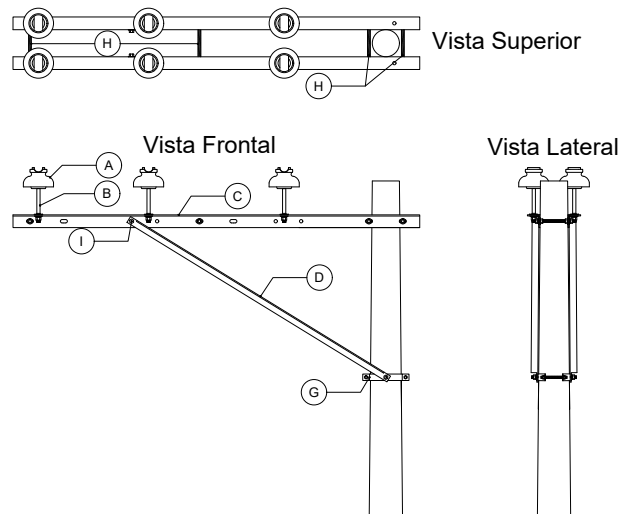
LETRA	DESCRIPCIÓN
(A)	Aislador tipo espiga (pin), de porcelana
(B)	Perno pin corto de acero galvanizado
(C)	Perno pin tope de poste simple
(D)	Cruceta de acero galvanizado 2,4 m
(E)	Pie amigo de acero galvanizado 0,7 m
(F)	Perno máquina de acero galvanizado 5/8 x 2"
(G)	Perno U de acero galvanizado 5/8"
(H)	Abrazadera de acero galvanizado simple 3P
(I)	Perno espárrago de acero galvanizado 5/8"
(J)	Abrazadera de acero galvanizado doble 4P
(K)	Perno pin tope de poste doble
(L)	Perno de ojo de acero galvanizado 5/8"
(M)	Tuerca de ojo de acero galvanizado 5/8"
(N)	Horquilla anclaje de acero galvanizado
(O)	Horquilla guardacabo de acero galvanizado
(P)	Aislador tipo suspensión de caucho siliconado

	PROYECTO: Reconfiguración de la Red de Media Tensión del Campus Matriz de la UNL			
	CONTIENE: Estructuras trifásicas centradas en MT Detalle de materiales y estructuras			
	PARROQUIA: Punzara	SECTOR: La Argelia	CANTON: Loja	PROVINCIA: Loja
	DISEÑO: JUAN CARLOS CABRERA			FECHA: FEBRERO 2025
APROBO: ING. JUAN GUAMÁN			LAMINA: 1 de 1	

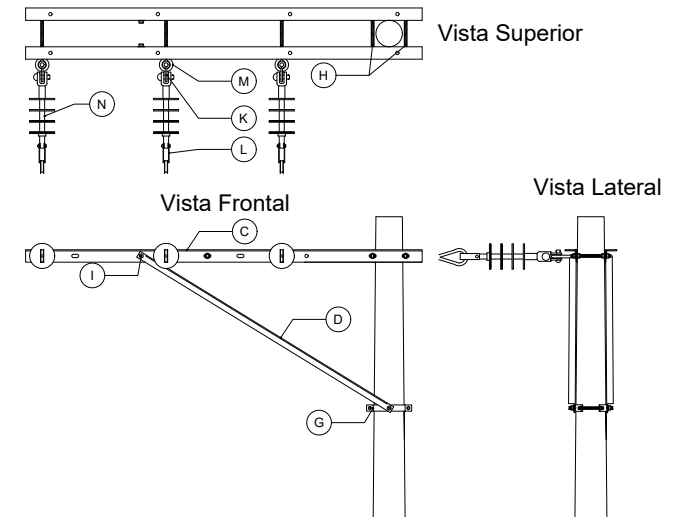
Anexo 11.
Estructuras voladas en media tensión



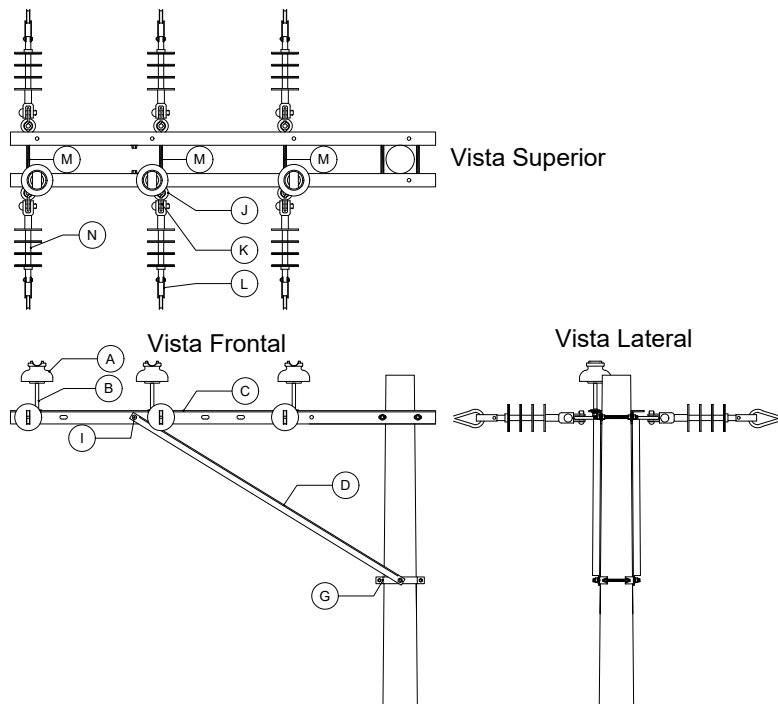
Estructura EST-3VP



Estructura EST-3VR



Estructura EST-3VA



Estructura EST-3VD

LETRA	DESCRIPCIÓN
(A)	Aislador tipo espiga (pin), de porcelana
(B)	Perno pin corto de acero galvanizado
(C)	Cruceta de acero galvanizado 2,4 m
(D)	Pie amigo de acero galvanizado 1,8 m
(E)	Perno U de acero galvanizado 5/8"
(F)	Abrazadera de acero galvanizado simple 3P
(G)	Abrazadera de acero galvanizado doble 4P
(H)	Perno espárrago de acero galvanizado 5/8"
(I)	Perno máquina de acero galvanizado 5/8 x 2"
(J)	Tuerca de ojo de cerro galvanizado 5/8"
(K)	Horquilla anclaje de acero galvanizado
(L)	Horquilla guardacabo de acero galvanizado
(M)	Perno de ojo de acero galvanizado 5/8"
(N)	Aislador tipo suspensión de caucho siliconado

	PROYECTO: Reconfiguración de la Red de Media Tensión del Campus Matriz de la UNL			
	CONTIENE: Estructuras trifásicas voladas en MT Detalle de materiales y estructuras			
	PARROQUIA: Punzara	SECTOR: La Argelia	CANTON: Loja	PROVINCIA: Loja
	DISEÑO: JUAN CARLOS CABRERA		ESCALA: INDICADAS FECHA: FEBRERO 2025 APROBO: ING. JUAN GUAMÁN	
			LAMINA: 1 de 1	

Anexo 12.
Cronograma valorado de trabajos

RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL CAMPUS MATRIZ UNL
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS

ELABORADO POR: ING: Juan Carlos Cabrera
ENERO DEL 2025

RUBRO	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO EN MESES					
					M1	M2	M3	M4	M5	M6
COMPONENTE ELECTRICO										
RUBRO-001 Replanteo de estructuras	U	121.00	34.59	4,185.39	121.00					
					\$ 4,185.39					
RUBRO-002 Desbroce de vegetacion	Km	0.70	265.36	185.75	0.70					
					\$ 185.75					
RUBRO-003 POSTE CIRCULAR H.A., DE 12M, 500KG DE CARGA A LA ROTURA. EN TERRENO SIN CLASIFICAR	U	64.00	498.95	31,932.80	32.00	32.00				
					\$ 15,966.40	\$ 15,966.40				
RUBRO-004 POSTE CIRCULAR H.A., DE 12M, 2000KG DE CARGA A LA ROTURA. EN TERRENO SIN CLASIFICAR	U	1.00	1,075.41	1,075.41	1.00					
					\$ 1,075.41					
RUBRO-005 CIMENTACION PARA POSTE CIRCULAR H.A., DE 12M, 2000KG DE CARGA A LA ROTURA	U	1.00	381.48	381.48	1.00					
					\$ 381.48					
RUBRO-006 POSTE CIRCULAR H.A., DE 14M, 600KG DE CARGA A LA ROTURA. EN TERRENO SIN CLASIFICAR	U	2.00	690.47	1,380.94	2.00					
					\$ 1,380.94					
RUBRO-007 Tensor doble directo a Tierra tipo TAT-OTD	U	71.00	170.38	12,096.98		15.00	22.00	34.00		
						\$ 2,555.70	\$ 3,748.36	\$ 5,792.92		
RUBRO-008 Tensor doble en V tipo TAT-0VS	U	15.00	134.06	2,010.90		3.00	6.00	6.00		
						\$ 402.18	\$ 804.36	\$ 804.36		
RUBRO-009 Tensor farol doble directo a Tierra tipo TAT-0FD	U	5.00	195.61	978.05			2.00	3.00		
							\$ 391.22	\$ 586.83		
RUBRO-010 Estructuras en Media Tensión centrada doble retenida tipo EST-3CD	U	13.00	534.98	6,954.74		5.00	8.00			
						\$ 2,674.90	\$ 4,279.84			
RUBRO-011 Estructuras en Media Tensión centrada retenida tipo EST-3CR	U	33.00	360.69	11,902.77		7.00	10.00	16.00		
						\$ 2,524.83	\$ 3,606.90	\$ 5,771.04		
RUBRO-012 Estructuras en Media Tensión centrada angular tipo EST-3CA	U	11.00	360.80	3,968.80		5.00	5.00	1.00		
						\$ 1,804.00	\$ 1,804.00	\$ 360.80		
RUBRO-013 Estructuras en Media Tensión centrada pasante tipo EST-3CP	U	14.00	185.40	2,595.60			7.00	7.00		
							\$ 1,297.80	\$ 1,297.80		
RUBRO-014 Estructuras en Media Tensión volada pasante tipo EST-3VP en cruceta de 2400mm	U	4.00	197.25	789.00			2.00	2.00		
							\$ 394.50	\$ 394.50		
RUBRO-015 Estructuras en Media Tensión volada retenida tipo EST-3VR en cruceta de 2400mm	U	2.00	434.35	868.70				2.00		
								\$ 868.70		
RUBRO-016 Estructuras en Media Tensión angular pasante tipo EST-3VA en cruceta de 2400mm	U	2.00	421.15	842.30				2.00		
								\$ 842.30		
RUBRO-017 Estructuras en Media Tensión volada doble retenida tipo EST-3VD en cruceta de 2400mm	U	1.00	582.26	582.26				1.00		
								\$ 582.26		
RUBRO-018 Estructuras en Baja Tensión centrada Pasante tipo ESD-1EP	U	35.00	31.48	1,101.80			11.00	24.00		
							\$ 346.28	\$ 755.52		
RUBRO-019 Estructuras en Baja Tensión centrada Retenida tipo ESD-1ER	U	30.00	32.60	978.00			12.00	18.00		
							\$ 391.20	\$ 586.80		
RUBRO-020 Estructuras en Baja Tensión centrada Retenida tipo ESD-1ED	U	20.00	41.18	823.60			8.00	12.00		
							\$ 329.44	\$ 494.16		
RUBRO-021 POZO DE ELECTRICO TIPO "B" DE 0.90 x 0.90 x 0.90m, ACUERDO A LAS NORMAS DEL MEER	U	48.00	176.21	8,458.08				24.00	24.00	
								\$ 4,229.04	\$ 4,229.04	
RUBRO-022 Banco de ductos EUO-0B1x2B1	m	826.00	134.04	110,717.04			247.80	247.80	330.40	
							\$ 33,215.11	\$ 33,215.11	\$ 44,286.82	

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS

ELABORADO POR: ING: Juan Carlos Cabrera
ENERO DEL 2025

RUBRO		U	CANTIDAD	PRECIO		TIEMPO EN MESES					
				UNITARIO	TOTAL	M1	M2	M3	M4	M5	M6
RUBRO-023	Red subterranea de medio voltaje 15kV, CO0-0V3X2/0+0G1X2	M.	660.00	103.27	68,158.20					396.00	264.00
RUBRO-024	Red subterranea de medio voltaje 15kV, CO0-0V3X1/0+0G1X2	M.	250.00	92.47	23,117.50					\$ 40,894.92	\$ 27,263.28
RUBRO-025	Red subterranea de medio voltaje 15kV, CO0-0V1X1/0+0G1X2	M.	55.00	73.49	4,041.95					150.00	100.00
RUBRO-026	Alimentador trifasico aereo en media tension 13.8KV, CO0-0B3X2/0(2/0)	M.	3,232.00	12.79	41,337.28					\$ 13,870.50	\$ 9,247.00
RUBRO-027	Alimentador monofásico en Media Tensión 1x1/0(1/0) ACSR	m	90.00	4.43	398.70					33.00	22.00
RUBRO-028	Estructuras en Media Tensión centrada pasante tipo EST-ICP	U	1.00	40.63	40.63					\$ 2,425.17	\$ 1,616.78
RUBRO-029	Estructuras en Media Tensión centrada retenida tipo EST-ICR	U	2.00	59.11	118.22					969.60	969.60
RUBRO-030	DESMONTAJE Y ENROLLADO DE CONDUCTOR DE ALUMINIO	M	8,703.00	1.40	12,184.20					\$ 12,401.18	\$ 12,401.18
RUBRO-031	Desmontaje y retirada de estructuras en media tensión monofasicas	U	17.00	25.24	429.08					90.00	
RUBRO-032	Reubicación de centro de trasnformación Monofasico de poste Rectangular a poste Circular	U	11.00	330.63	3,636.93					\$ 398.70	
RUBRO-033	Reubicación de banco de 3 transformadores monofasicos sin estructura de soporte	U	3.00	591.12	1,773.36					1.00	
RUBRO-034	Reubicación de transformador trifasico sin estructura de soporte	U	4.00	470.31	1,881.24					\$ 40.63	
RUBRO-035	Desmontaje y retirada de transformadores monofasicos	U	2.00	94.93	189.86					2.00	
RUBRO-036	Desmontaje manual y Reubicación de banco de 3 transformadores, zona de difícil acceso	U	2.00	613.63	1,227.26					\$ 118.22	
RUBRO-037	Desmontaje manual transformador trifasico en poste	U	2.00	252.76	505.52					3,481.20	5,221.80
RUBRO-038	Desarmado y armado de estructura ESD-3EP/4EP/5EP	U	23.00	62.39	1,434.97					\$ 4,873.68	\$ 7,310.52
RUBRO-039	Desarmado y armado de estructura ESD-3ER/4ER/5ER	U	19.00	55.90	1,062.10					5.00	6.00
RUBRO-040	Desmontaje y retirada de estructura EST-3CP/3SP	U	13.00	39.74	516.62					\$ 126.20	\$ 151.44
RUBRO-041	Desmontaje y retirada de estructura EST-3CA/3SA	U	4.00	71.41	285.64					5.00	1.00
RUBRO-042	Desmontaje v retirada de estructura EST-3CD/3SD	U	4.00	87.77	351.08					\$ 1,653.15	\$ 330.63
RUBRO-043	Desmontaje v retirada de estructura EST-3CR/3SR	U	13.00	71.41	928.33					3.00	
RUBRO-044	Desmontaje v retirada de estructura EST-3HR	U	2.00	114.99	229.98					\$ 1,773.36	
RUBRO-045	DESMONTAJE DE TENSOR EN POSTE Y ENROLLADO DE CABLE DE ACERO	U	35.00	31.86	1,115.10					4.00	
RUBRO-046	Inclinado de poste de hormigón. 9m o 11m	U	61.00	97.40	5,941.40					\$ 400	
RUBRO-047	Derivacion trifasica en MT con equino de descarga en estructura centrada o semicentrada	U	16.00	1,123.61	17,977.76					\$ 1,881.24	
RUBRO-048	Baiente trifasica en MT con conductor XLPE 2/0	U	12.00	1,625.49	19,505.88					2.00	
RUBRO-049	Baiente trifasica en MT con conductor XLPE 1/0	U	2.00	1,495.89	2,991.78					\$ 189.86	
RUBRO-050	Desmontaje v armado de transicion Aerea-Subterranea en MT	U	2.00	153.31	306.62					2.00	

RECONFIGURACION DE LA RED DE MEDIA TENSION DEL CAMPUS MATRIZ UNL
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS

ELABORADO POR: ING: Juan Carlos Cabrera
ENERO DEL 2025

RUBRO	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO EN MESES					
					M1	M2	M3	M4	M5	M6
RUBRO-051 Desmontaje de transición Aerea-Subterranea en MT	U	2.00	95.82	191.64					2.00	
									\$ 191.64	
RUBRO-052 Desmontaje de juego de 3 seccionadores	U	9.00	57.49	517.41				5.00	4.00	
								\$ 287.45	\$ 229.96	
RUBRO-053 Seccionador fusible SPT-1S100 95E para conexión de transformador	U	13.00	237.59	3,088.67				5.00	5.00	3.00
								\$ 1,187.95	\$ 1,187.95	\$ 712.77
RUBRO-054 Derivacion trifasica en MT sin descargadores	U	4.00	618.50	2,474.00						4.00
										\$ 2,474.00
RUBRO-055 Derivacion trifasica en MT con equipo de descarga en estructura volada	U	2.00	1,107.83	2,215.66						2.00
										\$ 2,215.66
RUBRO-056 Seccionador fusible SPT-1S100 95R para arranque de derivación monofásica M/T.	U	3.00	217.74	653.22					3.00	
									\$ 653.22	
RUBRO-057 Juego de celdas de MT para camara (Carrera de Musica)	U	1.00	18,296.51	18,296.51					0.40	0.60
									\$ 7,318.60	\$ 10,977.91
RUBRO-058 Juego de celdas de MT para camara (Carrera de administracion publica y centro de convenciones)	U	2.00	45,140.13	90,280.26					0.80	1.20
									\$ 36,112.10	\$ 54,168.16
RUBRO-059 Tapa de hierro fundido para pozo tipo B MT	U	31.00	346.84	10,752.04				9.30	9.30	12.40
								\$ 3,225.61	\$ 3,225.61	\$ 4,300.82
RUBRO-060 Tapa de hormigon armado para pozo tipo B MT	U	17.00	172.95	2,940.15				5.95	5.95	5.10
								\$ 1,029.05	\$ 1,029.05	\$ 882.05
RUBRO-061 Puesta a tierra en poste PTO-OC2 1	U	30.00	140.96	4,228.80				12.00	15.00	3.00
								\$ 1,691.52	\$ 2,114.40	\$ 422.88
RUBRO-062 Transformdor Pad Mounted 1Ø, 37.5 kVA., 13.8 Kv., 240-120 V., tipo TUT-1E37.5	U	2.00	5,110.32	10,220.64					1.00	1.00
									\$ 5,110.32	\$ 5,110.32
RUBRO-063 desmontaje y montaje de luminaria	U	57.00	39.35	2,242.95			17.00	17.00	17.00	6.00
							\$ 668.95	\$ 668.95	\$ 668.95	\$ 236.10
564,599.53										
Valores Parciales					24149.37	27876.01	61493.42	75758.2	192434.12	182888.41
Valores Acumulados					24149.37	52025.38	113518.8	189277	381711.12	564599.53
Porcentajes Parciales					4.28%	4.94%	10.89%	13.42%	34.08%	32.39%
Porcentajes Acumulados					4.28%	9.21%	20.11%	33.52%	67.61%	100.00%

Anexo 13.
Especificaciones técnicas de celdas de media tensión EATON

Celdas de Media Tensión ULUSOY

Sector Eléctrico Eaton

Mayo 2020



EATON

Powering Business Worldwide

Introducción

Las celdas en media tensión Ulusoy, llegan a Eaton para complementar el portafolio de soluciones en distribución secundaria hasta 36kV, 1250A 25kA.

Todas las unidades funcionales que puedan requerirse en un tren de celdas pueden instalarse fácilmente una al lado de la otra. Los switchgear que se producen en la fábrica cuentan con todas las pruebas de rutina y de tipo realizadas de acuerdo con los estándares IEC, y pueden ponerse en marcha en un plazo muy breve, de forma práctica y segura.

Características

- Celdas de protección para los siguientes rangos de operación:
 - Voltaje: 12kV, 24kV, 36kV
 - Corriente: 630A, 1250A
 - Capacidad de interrupción: 16kA, 20kA, 25kA
- HMH ofrece celdas con interruptor en Vacío o SF6 hasta 36KV
- Clasificación de arco interno AFL 25kA, 1s
- Pérdida de continuidad de Servicio LSC2A, PI
- Cumplimiento de estándares internacionales como IEC62271-200

Beneficios

- Accionamiento motorizado como estándar para todas las celdas de protección
- No requiere recarga del gas o mantenimiento en la cuba
- Operación segura con enclavamientos mecánicos y eléctricos
- Celdas compactas, ancho de 375mm a 17.5kV y 500mm a 24kV

Estándares

- IEC 62271-200
- RETIE Reglamento de Instalaciones Eléctricas

Aplicaciones

- Construcción e infraestructura
- Servicios públicos
- Industria
- Utility

Configuraciones

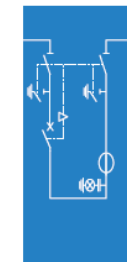
HMH 01 LBS
Seccionador
bajo carga



HMH 03 Celda
con PTs



HMH 05 Acople
con breaker



HMH 07 Conexión
con cable



HMH 02 LBS
Seccionador bajo
carga con fusible



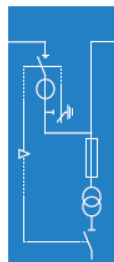
HMH 04 Entrada
Salida con breaker



HMH 06 Entrada
Salida con
desconector



HMH 08 Medida con
seccionador bajo carga

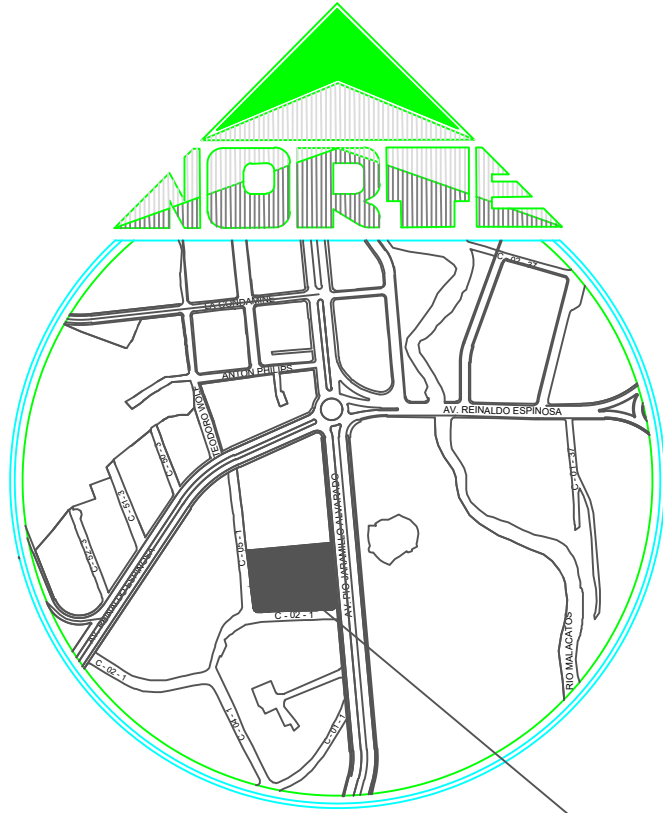


Mayo 2020

TECHNICAL SPECIFICATIONS

TYPE	HMH 12	HMH 24	HMH 36
Rated voltage	12kV	24kV	36kV
Rated network frequency withstand voltage (1 min)	28kV	50kV	70kV
Between isolating distance (open position between the contacts)	32kV	60kV	80kV
Rated lightning impulse withstand voltage	75kV	125kV	170kV
Between isolating distance (open position between the contacts)	85kV	145kV	195kV
Nominal frequency	50-60 Hz	50-60 Hz	50-60 Hz
Nominal current	630-1250A	630-1250A	630-1250A
Nominal peak short circuit current	40-63kA	40-63kA	40-63kA
Nominal short circuit current (1s) (3s)	16-20-25kA	16-20-25 kA	16-20-25 kA
Nominal closed circuit breaking current	630A	630A	630A
Nominal no load cable breaking current	630A	630A	630A
Nominal no load line breaking current	16A	16A	50A
Nominal idle cable breaking current	2A	1.5A	2A
Nominal earthing fault current	10A	10A	1.5A
Line and cable breaking current in case of an earth fault	10A	10A	87A
Nominal transfer current	920A	630A	630A
Nominal short circuit closing current	50kA-peak	40kA-peak	40kA-peak
Mechanical Class	M1-E3	M1-E3	M1-E3
Protection Class	IP3X	IP3X	IP3X
Internal Arc Class	AFL	AFL	AFL
Accessability Class	LSC2A-PI	LSC2A-PI	LSC2A-PI
Fuses (Compliant with IEC 60282-1)	12kV	24kV	36kV
Dimension	295mm	442mm	537mm
Impact pin force	middle	middle	middle
Earthing Switch (ESH 36-01)	12kV	24kV	36kV
Nominal short circuit breaking current (1s) (load factor)	16-20-25kA	16-20-25kA	16-20-25kA
Nominal short circuit closing current	40-63kA-peak	40-63kA-peak	40-63kA-peak
Earthing switch (ESH 36-02)	12kV	24kV	36kV
Nominal short circuit breaking current (1s) 1 kA	1kA	1kA	1kA
Nominal short circuit closing current	2.5kA	2.5kA	2.5kA

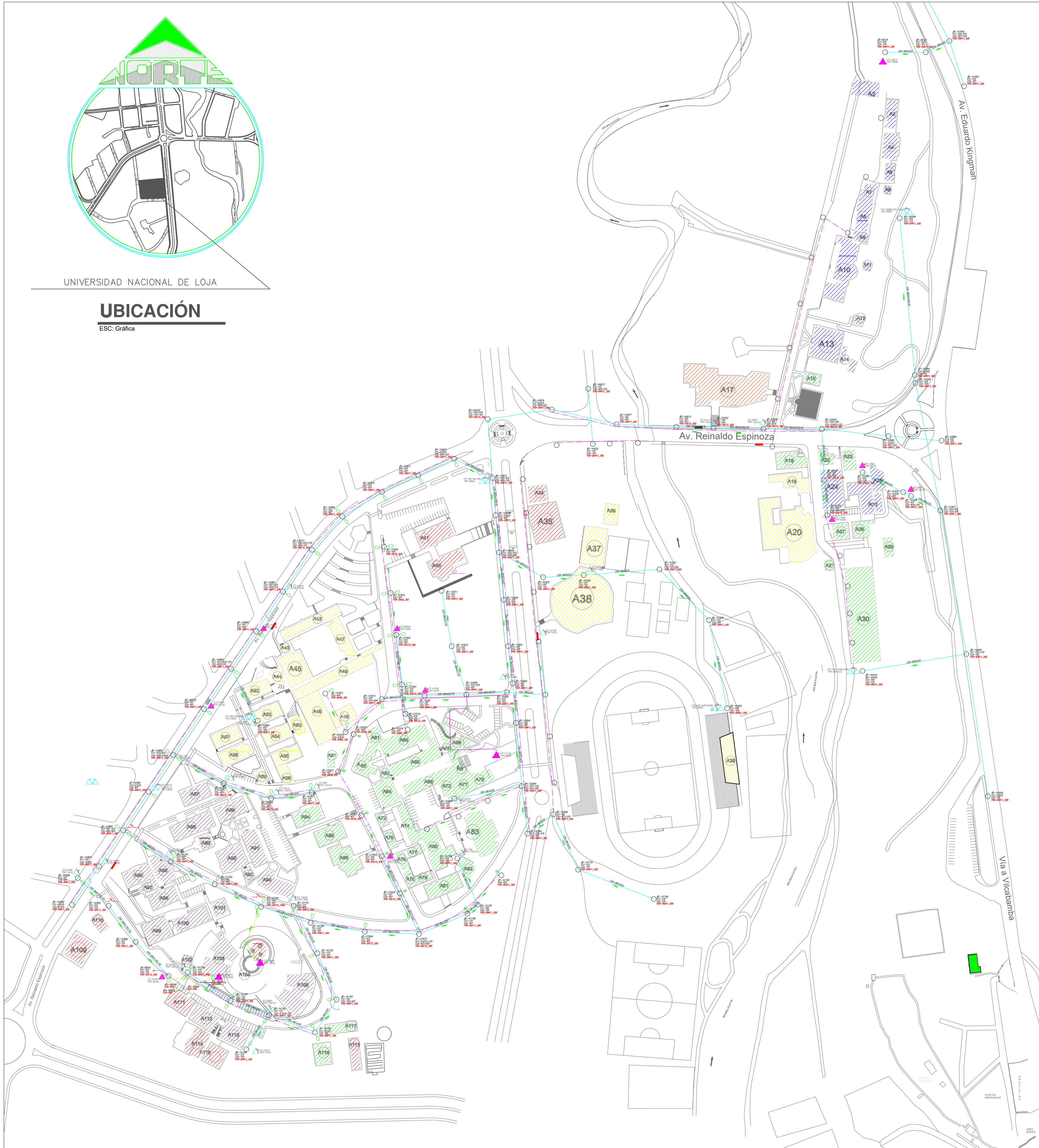
Anexo 14.
Red de media tensión actual de campus La Argelia UNL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

UBICACIÓN

ESC: Gráfica



RED DE MEDIA TENSIÓN ACTUAL CAMPUS UNL

Escala 1:2000

EXIST.	PROY.	ABREVIATURA	DESCRIPCION
		CO0-0B...	RED DE MEDIA VOLTAJE AEREA
		CO0-0V...	RED DE MEDIA VOLTAJE SUBTERRANEA
		CO0-0B...	RED DE BAJO VOLTAJE
		AC0-0J...	ACOMETIDA
		AC0-0P...	ACOMETIDA SUBTERRANEA
		EU0-0P...	POZO PARA BAJA TENSION
		PO0-0H...	POSTE HORMIGON ARMADO
		TRT-1A...	TRANSFORMADOR 1F EN POSTE
		TRT-3C...	TRANSFORMADOR 3F EN POSTE
		PT0-0...	PUESTA A TIERRA
		TA0-0TS	TENSOR A TIERRA SIMPLE EN BAJO VOLTAJE
		TA0-0TS	TENSOR A TIERRA SIMPLE EN MEDIO VOLTAJE
		TA0-0PS	TENSOR POSTE A POSTE SIMPLE EN MEDIO VOLTAJE
		TA0-0TD	TENSOR A TIERRA DOBLE
		TA0-0FD	TENSOR FAROL A TIERRA DOBLE
		TA0-0VD	TENSOR EN V A TIERRA DOBLE
		SPT-...	SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR ABIERTO
		SPT-...	PARARRAYOS
		MED-...	TABLERO DE MEDIDORES
		APD-0...	LUMINARIA LED n W AUTO CONTROLADA NIVEL DE POTENCIA CONSTANTE
			ELEMENTO A RETIRAR
			ELEMENTO A SUSTITUIR
			TRANSICIÓN AÉREO-SUBTERRANEA
		EU0-0...	POZO PARA MEDIA TENSION
		TUT-3M...	TRANSFORMADOR 3F FRENTE MUERTO EN CABINA
		TUT-1E...	TRANSFORMADOR 1F PAD-MOUNTED EXTERIOR
		TUT-3E...	TRANSFORMADOR 3F PAD-MOUNTED EN CABINA
		TRT-3N...	BANCO 3F DE 3 TRANSFORMADORES EN POSTE
		TUT-3I...	BANCO 3F DE 3 TRANSFORMADORES EN CABINA
			BARRAJES DE DERIVACION PARA REDES SUBTERRANEAS

SIMBOLOGIA

Escala Grafica

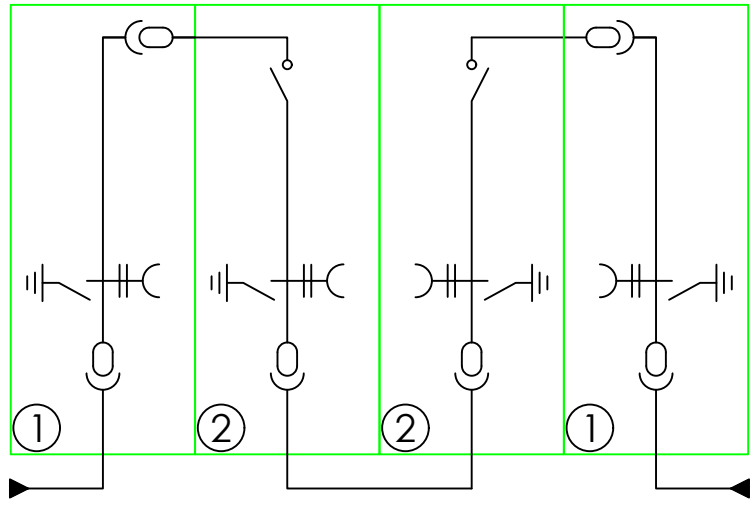
	PROYECTO:		
	RED DE MEDIA TENSION PROYECTADA CAMPUS MATRIZ UNL		
	CONTIENE:		
	ESTRUCTURAS EXISTENTES EN MEDIA TENSIÓN SIMBOLOGÍA		
PARROQUIA: PUNZARA	SECTOR: LA ARGELIA	CANTON: LOJA	PROVINCIA LOJA
DISEÑO:	ESCALA: GRÁFICA		FECHA: FEBRERO 2025
	APROBO:		
	ING. JUAN GUAMÁN		
ING. Juan Carlos Cabrera			LAMINA: 1 de 1

Anexo 15.
Diseño de la nueva red de media tensión de la UNL



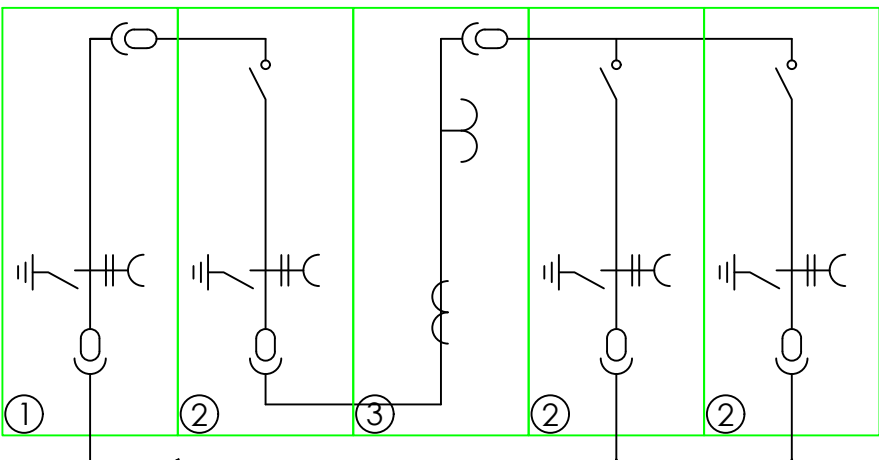
RED DE MEDIA TENSIÓN PROYECTADA CAMPUS UNL

Escala 1:2000



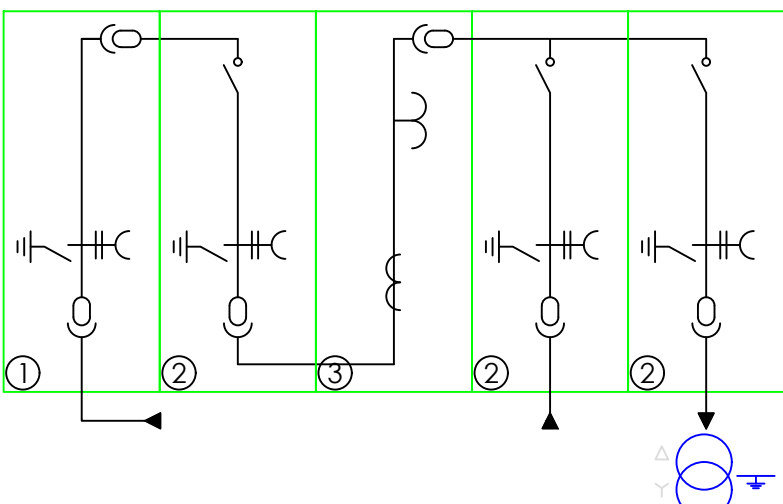
1 CELDA DE REMONTE
2 CELDA DE SECCIONAMIENTO

Escala Grafica



1 CELDA DE REMONTE
2 CELDA DE SECCIONAMIENTO
3 CELDA DE MEDICIÓN

Escala Grafica



1 CELDA DE REMONTE
2 CELDA DE SECCIONAMIENTO
3 CELDA DE MEDICIÓN

Escala Grafica

EXIST.	PROY.	ABREVIATURA	DESCRIPCION
		CO0-0B...	RED DE MEDIA VOLTAJE AEREA
		CO0-0V...	RED DE MEDIA VOLTAJE SUBTERRANEA
		CO0-0B...	RED DE BAJO VOLTAJE
		AC0-0J...	ACOMETIDA
		AC0-0P...	ACOMETIDA SUBTERRANEA
		EU0-0P...	POZO PARA BAJA TENSIÓN
		PO0-0H...	POSTE HORMIGON ARMADO
		TRT-1A...	TRANSFORMADOR 1F EN POSTE
		TRT-3C...	TRANSFORMADOR 3F EN POSTE
		PT0-0...	PUESTA A TIERRA
		TA0-0TS	TENSOR A TIERRA SIMPLE EN BAJO VOLTAJE
		TA0-0TS	TENSOR A TIERRA SIMPLE EN MEDIO VOLTAJE
		TA0-0PS	TENSOR POSTE A POSTE SIMPLE EN MEDIO VOLTAJE
		TA0-0TD	TENSOR A TIERRA DOBLE
		TA0-0FD	TENSOR FAROL A TIERRA DOBLE
		TA0-0VD	TENSOR EN V A TIERRA DOBLE
		SPT...	SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR ABIERTO
		SPT...	PARARRAYOS
		MED...	TABLERO DE MEDIDORES
		APD-0...	LUMINARIA LED n W AUTO CONTROLADA NIVEL DE POTENCIA CONSTANTE
			ELEMENTO A RETIRAR
			ELEMENTO A SUSTITUIR
			TRANSICIÓN AÉREO-SUBTERRANEA
		EU0-0...	POZO PARA MEDIA TENSIÓN
		TUT-3M...	TRANSFORMADOR 3F FRENTE MUERTO EN CABINA
		TUT-1E...	TRANSFORMADOR 1F PAD-MOUNTED EXTERIOR
		TUT-3E...	TRANSFORMADOR 3F PAD-MOUNTED EN CABINA
		TRT-3N...	BANCO 3F DE 3 TRANSFORMADORES EN POSTE
		TUT-3I...	BANCO 3F DE 3 TRANSFORMADORES EN CABINA
			BARRAJES DE DERIVACION PARA REDES SUBTERRANEAS

SIMBOLOGIA

Escala Grafica

	PROYECTO:		
	RED DE MEDIA TENSION PROYECTADA CAMPUS MATRIZ UNL		
	CONTIENE:		
	ESTRUCTURAS EN MEDIA TENSIÓN DETALLE CELDAS DE MEDIA TENSIÓN SIMBOLOGÍA		
PARROQUIA: PUNZARA	SECTOR: LA ARGELIA	CANTON: LOJA	PROVINCIA LOJA
DISEÑO:	ESCALA: GRÁFICA		FECHA: FEBRERO 2025
APROBO:		ING. JUAN GUAMÁN	
ING. Juan Carlos Cabrera		LAMINA: 1 de 1	