

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

**“BOL BID-L1231-CNELBOL-LPN-ST-OB-001
ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA
ÓPTICA PARA MEJORAR LOS ENLACES DE
COMUNICACIÓN PARA LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE BOLÍVAR
FASE 1 GD”**

CONTENIDO

GLOSARIO Y DEFINICIONES	7
1. OBJETIVOS.....	10
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	10
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
2. ALCANCE	10
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
3.1. SUBESTACIONES.....	12
3.1.1. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUARANDA.....	13
3.1.2. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA COCHABAMBA.....	13
3.1.3. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUANUJO	13
3.1.4. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA SICOTO.....	14
3.1.5. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ECHEANDÍA.....	14
3.1.6. UBICACIÓN DE LAS SUBESTACIONES.....	14
4. RED ACTUAL DE COMUNICACIÓN ENTRE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.....	15
5. FIBRA ÓPTICA PROPUESTA PARA LA INTERCONEXIÓN ENTRE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	15
6. RECORRIDO DE FIBRA ÓPTICA OPGW	16
6.1. Línea de subtransmisión 69 kV Guaranda – Cochabamba.....	16
6.2. Línea de subtransmisión 69 kV Guaranda – Guanujo	17
6.3. Línea de subtransmisión 69 kV Cochabamba – Sicoto.....	18
7. METODOLOGÍA	19
8. REQUERIMIENTOS - NORMAS – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRUEBAS DE LOS CABLES CON FIBRA ÓPTICA, HERRAJES Y ACCESORIOS	22
8.1. REQUERIMIENTOS GENERALES	22
8.2. NORMAS.....	22
8.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS BIENES	25
8.3.1. FIBRA ÓPTICA	25
8.3.2. CABLE DE GUARDA CON FIBRA ÓPTICA (OPGW)	26
8.3.2.1. NÚCLEO ÓPTICO DEL CABLE OPGW	27
8.3.3. HERRAJES Y ACCESORIOS PARA FIJACIÓN DEL CABLE OPGW	28

8.3.3.1. Herrajes de retención o amarre, bajantes y pasantes para el cable de guarda OPGW	28
8.3.3.2. Herraje de retención bajante con yugo, a ser instalado en estructuras de suspensión para el cable de guarda OPGW	30
8.3.3.3. Herrajes de suspensión para el cable de guarda OPGW.....	30
8.3.3.4. GRAPA PARALELA PARA LOS HERRAJES DE RETENCIÓN Y SUSPENSIÓN.....	32
8.3.3.5. Características mecánicas de los herrajes.....	33
8.3.3.6. Elementos preformados.....	33
8.3.3.7. Varillas preformadas para protección.....	34
8.3.3.8. Varillas preformadas para amarre	34
8.3.3.9. Grapas de puesta a tierra para el cable de guarda OPGW	34
8.3.3.10. Amortiguadores	35
8.3.3.11. Grapas de anclaje y bajada para el cable de guarda OPGW	35
8.3.4. CABLE CON FIBRA ÓPTICA TERMINAL DIELECTRICO ANTIROEDORES PARA DUCTO Y CANALETA	37
8.3.5. CAJAS DE EMPALME, TERMINALES DE LA FIBRA ÓPTICA (ODF's), CONECTORES Y PATCHCORDS	37
8.3.5.1. Cajas de empalme para torres intermedias y pórticos, 48 fibras ópticas.....	37
8.3.5.2. TERMINALES DE DISTRIBUCIÓN (ODF'S), PARA EL CABLE CON FIBRA ÓPTICA DE 48 HILOS, CON ACOPLADORES Y CONECTORES TIPO E2000/UPC	39
8.3.5.3. PATCH CORDS DE FIBRA ÓPTICA TIPO E2000/UPC	42
8.3.5.4. Módulos SFP	42
8.3.5.5. BASTIDOR O RACK	43
8.4. INFORMACIÓN METEREOLÓGICA	43
8.4.1. LÍNEA GUARANDA – GUANUJO:.....	44
8.4.2. LÍNEA GUARANDA – COCHABAMBA:	44
8.4.3. LÍNEA COCHABAMBA – SICOTO:	44
8.5. PRUEBAS.....	45
8.5.1. GENERALIDADES.....	45
8.5.2. PRUEBAS TIPO O DE DISEÑO	45
8.5.3. PRUEBAS DE RUTINA.....	45
8.5.4. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	45

8.5.4.1.	Toma de muestra y criterios de aceptación y rechazo	46
8.5.4.2.	Plan de muestreo	46
8.5.5.	PRUEBAS DEL CABLE OPGW	47
8.5.5.1.	PRUEBAS TIPO O DE DISEÑO DEL CABLE OPGW	47
8.5.5.2.	PRUEBAS DE RUTINA DEL CABLE OPGW	48
8.5.5.3.	PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DEL CABLE OPGW.....	49
8.5.5.4.	PRUEBAS EN SITIO DEL CABLE OPGW	50
8.5.6.	PRUEBAS DEL CABLE TERMINAL DIELECTRICO ANTIROEDORES	51
8.5.6.1.	PRUEBAS TIPO O DE DISEÑO DEL CABLE TERMINAL DIELECTRICO ANTIROEDORES	51
8.5.6.2.	PRUEBAS DE RUTINA DEL CABLE TERMINAL DIELECTRICO ANTIROEDORES	52
8.5.6.3.	PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DEL CABLE TERMINAL DIELECTRICO ANTIROEDORES	53
8.5.6.4.	PRUEBAS EN SITIO DEL CABLE TERMINAL DIELECTRICO ANTIROEDORES..	54
8.5.7.	PRUEBAS DE LOS HERRAJES Y ACCESORIOS PARA LOS CABLES CON FIBRA ÓPTICA	54
8.5.7.1.	PRUEBAS DE RUTINA.....	54
8.5.7.2.	PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	56
8.6.	EMPAQUE Y MANEJO DE TODOS LOS CARRETES.....	59
8.6.1.	IDENTIFICACIÓN DE CABLE DIELECTRICO ANTIROEDORES	61
8.6.2.	MARCACIÓN DE LOS CARRETES DE TODOS LOS CABLES DEL SUMINISTRO	61
8.6.3.	MANEJO, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LOS CARRETES	62
9.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	64
9.1.	TRABAJOS PRELIMINARES.....	65
9.1.1.	Presentación y revisión de oficinas y bodegas provisionales	65
9.1.2.	Presentación y revisión de equipos y herramientas de tendido.....	65
9.1.3.	Recepción, carga y descarga de los materiales en sus bodegas y transporte al sitio de trabajo.....	66
9.1.4.	Pruebas ópticas de todos los hilos de fibra óptica, en todos los carretes de cable con fibra óptica; antes del tendido.....	66
9.1.5.	Presentación de personal capacitado	67

Revisión Plan Ambiental y Seguridad	69
9.1.6. Sistema de comunicaciones	71
9.1.7. Permisos y accesos	71
9.1.8. Desbroce para los accesos y áreas circundantes en las torres.	72
9.1.9. Construcción de accesos temporales	72
9.1.10. Construcción de pórticos y obras de protección para vías, líneas eléctricas, etc., previo y durante el tendido de OPGW	72
9.2. TRABAJOS EN GENERAL	74
9.2.1. Retiro y rebobinado del cable de guarda existente	74
9.2.2. Ejecución del tendido del cable con fibra óptica OPGW	74
9.2.2.1. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD	75
9.2.2.2. PRECAUCIONES ANTES DEL TENDIDO	78
9.2.2.3. PRECAUCIONES DURANTE EL TENDIDO	79
9.2.2.4. PRECAUCIONES LUEGO DEL TENDIDO	80
9.2.2.5. TEMPLADO.....	81
9.2.2.6. CONTROL DE TEMPLADO	81
9.2.3. ENGRAPADO (Instalación de herrajes de suspensión y retención).....	82
9.2.4. VARILLAS DE ARMAR Y PROTECCIÓN	82
9.2.5. HERRAJES DE RETENCIÓN	83
9.2.6. HERRAJES DE SUSPENSIÓN	83
9.2.7. GRAPA DE BAJADA.....	84
9.2.8. Instalación de amortiguadores	85
9.2.9. Instalación de puestas a tierra	85
9.2.10. Instalación de cajas de empalme y reservas de OPGW en torres bajantes..	85
9.2.11. Instalación de cable para acometida (tipo dieléctrico antiroedores) y trabajos de obra civil.....	95
9.2.12. Ejecución de ODF en subestación	97
9.2.13. Ejecución de pruebas ópticas.....	97
9.2.14. Ejecución de módulos SFP.....	98
9.2.15. REPARACIÓN DE OPGW	98
9.2.15.1. DAÑOS PEQUEÑOS	98
9.2.15.2. DAÑOS SEVEROS.....	98

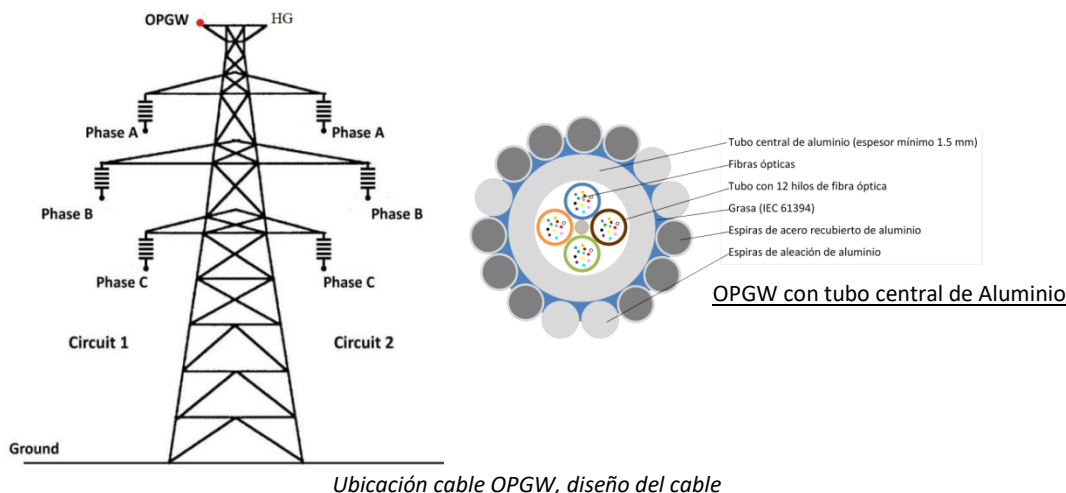
9.2.15.3. ROTURA EN LOS HILOS DE FIBRA ÓPTICA	99
10. RECEPCIÓN FINAL DE LOS CABLES CON FIBRA ÓPTICA	99
10.1. ASPECTOS GENERALES.....	99
10.2. DOCUMENTOS A ENTREGAR RELACIONADOS CON LAS PRUEBAS	100
10.2.1. PREINFORME DE PRUEBAS	100
10.2.2. INFORME DE PRUEBAS.....	100
10.2.3. PRUEBAS DESPUÉS DEL TENDIDO	101
10.2.4. LONGITUD ÓPTICA DEL TRAMO Y CONTINUIDAD ÓPTICA	102
10.2.5. COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA TENDIDA	102
11. RECEPCIÓN FINAL DEL ENLACE.....	102
11.1. LONGITUD ÓPTICA DEL TRAMO Y CONTINUIDAD ÓPTICA	105
11.2. COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA INSTALADA.....	106
11.3. ATENUACIÓN BIDIRECCIONAL DE LOS EMPALMES	106
11.4. ATENUACIÓN TOTAL DE LAS TERMINACIONES	106
11.5. PÉRDIDA DE INSERCIÓN DE LOS CONECTORES	107
11.6. ATENUACIÓN TOTAL DEL TRAMO	107
11.7. REFLECTANCIA DE CONECTORES.....	107
11.8. DISPERSIÓN CROMÁTICA.....	108
11.9. DISPERSIÓN POR MODO DE POLARIZACIÓN	108
12. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS.....	108
12.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS EQUIPOS PARA CONFIGURACIÓN E INTEGRACIÓN A SCADA.....	111
12.2. Especificaciones Optical Time-Domain Reflectometer (OTDR).....	111
12.3. Especificaciones Fusionadora de Fibra óptica.....	113
12.4. Especificaciones Kit de Mantenimiento de Fibra Óptica	114
13. PLANOS, DISEÑO Y CANTIDADES DE OBRA QUE DEBE ENTREGAR EL CONTRATISTA.....	118

GLOSARIO Y DEFINICIONES

Acometida: Derivación instalación física de un cable con fibra óptica entre el pórtico de la subestación y la sala de control, lugar donde se ubica el rack de telecomunicaciones y se instalará el Distribuidor óptico (ODF).

ADSS: Es un cable diseñado para ser utilizado en estructuras aéreas, comúnmente redes eléctricas o de distribución energética (postes o torres), posee características técnicas que permiten soportar condiciones ambientales extremas y la forma de instalación es a través de soportes y abrazaderas especiales.

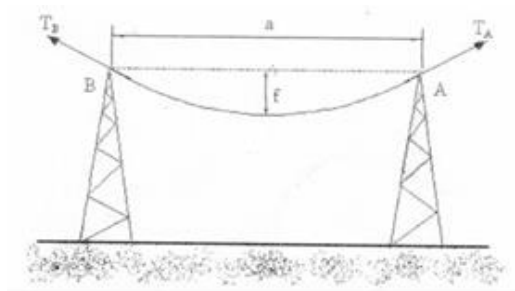
Cable OPGW: Cable de guarda aéreo con fibra óptica (también conocido como OPGW – Optical Ground Wire) es un tipo de cable que se utiliza en la construcción de líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica. Se instala en la cúpula y sus características de desempeño están definidas en el estándar IEEE 1138.



Catenaria: Esta palabra está relacionada a la definición anterior. Una catenaria es una curva ideal que representa físicamente la curva generada por un cable sin rigidez flexional, suspendida de sus dos extremos y sometida a un campo gravitatorio uniforme.

Cordina de Acero: Es un cable de capacidad de acuerdo a las tensiones a ser aplicada, fabricado de un conjunto de alambres de acero que forman un cuerpo único como elemento de trabajo. Estos alambres pueden estar enrollados de forma helicoidal en una o más capas, generalmente alrededor de un alambre central, formando los cables espirales.

Flecha: Es la distancia vertical máxima entre el conductor y la línea recta imaginaria que une los extremos del conductor con las estructuras de soporte y que está sujeto a condiciones específicas de carga y temperatura aplicadas.



Flecha de un conductor aéreo

Franja de servidumbre: Es la superficie horizontal simétrica respecto al eje de la línea de alto voltaje, determinada con el objeto de evitar contactos accidentales con partes energizadas, garantizar la seguridad de las personas, así como la confiabilidad de la línea. Es la indicada en la RESOLUCIÓN Nro. ARCONEL-018/18.

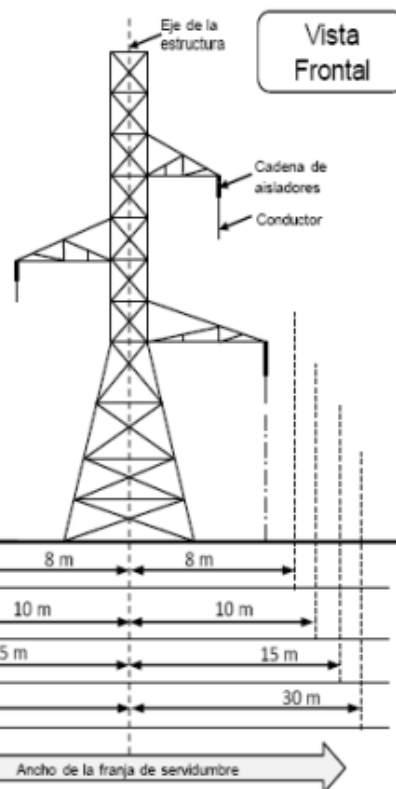


Tabla 1. Distancias de la franja de servidumbre.

Voltaje (kV)	Ancho de la franja		
69	16 m	8 m	8 m
138	20 m	10 m	10 m
230	30 m	15 m	15 m
500	60 m	30 m	30 m

Ancho de la franja de servidumbre

Línea de distribución: Estructura utilizada para el transporte de energía eléctrica, perteneciente a las empresas eléctricas distribuidoras en cada ciudad. Red eléctrica que llega a cada domicilio.

Línea: Es una disposición de conductores, materiales aislantes y accesorios para transmitir electricidad entre dos puntos de un sistema.

Manila: Soga de nylon de alta resistencia que se instala con anterioridad con la finalidad de halar con ella a la cordina de acero. Se caracteriza por su excelente maniobrabilidad y resistencia a la abrasión.

Neopreno: Es una familia de cauchos sintéticos, mantiene la flexibilidad en un amplio rango de temperaturas. Se vende tanto como caucho sólido o en forma de látex, y se utiliza como recubrimiento en los canales internos de las poleas. Tiene mucha menor resistencia y duración si se lo compara con el nylatron.

Niveles de voltaje: De acuerdo al RESOLUCIÓN Nro. ARCERNR-002/20, se definen los siguientes niveles de voltaje:

- Bajo voltaje: menor o igual a 0,6 kV;
- Medio voltaje: mayor a 0,6 y menor igual a 40 kV;
- Alto voltaje: mayor a 40 kV.

Objeto energizado: Objeto conectado eléctricamente a una fuente de voltaje.

ODF (Optical Distribution Frame): Distribuidor de fibra óptica. Provee protección de los empalmes, conexiones y fibras ópticas. Sirven para lograr la interconexión de los equipos de telecomunicaciones al cable con fibra óptica. Cuenta con entradas posteriores para alojar al cable y accesorios para ordenar e identificar las fibras. Se instalan en gabinetes de telecomunicaciones de 19”.

Partes energizadas: Conductores, barras, terminales o componentes eléctricos que pueden producir descargas eléctricas.

Riesgo Eléctrico: Probabilidad de ocurrencia de un contacto directo o indirecto con una instalación eléctrica que pueda ocasionar daño personal o material.

Vano: Parte de una línea de transmisión entre dos puntos de apoyo (soportes) consecutivos.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de comunicación de alta disponibilidad para la transmisión de datos entre las subestaciones y el Centro de Operaciones de CNEL EP UN Bolívar.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adquirir cables de fibra óptica OPGW, ADSS DIELECTRICO ANTIROEDORES, HERRAJES Y ACCESORIOS de calidad y certificados con normas internacionales para ser instalados en las líneas de subtransmisión y subestaciones de CNEL EP UN Bolívar.
- Realizar el etiquetado de cada torre y poste de subtransmisión.
- Instalar el cable OPGW a través de las torres y postes de subtransmisión de las líneas Guaranda – Guanujo, Guaranda – Cochabamba y Cochabamba – Sicoto, en reemplazo del hilo de guarda existente.
- Realizar pruebas ópticas (longitud óptica del tramo, continuidad óptica del tramo), medición de atenuación (coeficiente de atenuación de la fibra instalada, atenuación bidireccional de empalmes, atenuación total de las terminaciones, pérdidas de inserción de los conectores, atenuación total de los tramos), reflectancia óptica de conectores, dispersión cromática y dispersión por modo de polarización (PMD) de todos los tramos y del enlace total.
- Puesta en operación de los enlaces en las subestaciones Guaranda, Guanujo, Cochabamba y Sicoto con el Centro de Operaciones.
- Realizar el estudio de factibilidad y diseño para el cambio del hilo de guarda por fibra óptica OPGW en la línea de subtransmisión 69kV Guanujo - Echeandía (37 km), considerando aspectos como: velocidad del viento, espesor del hielo, estructuras, corriente de corte, vanos, tensiones, entre otros.

2. ALCANCE

La Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar con el fin de mejorar y reforzar la comunicación entre Subestaciones Eléctricas de la Provincia Bolívar, desea interconectar las Subestaciones Guaranda, Guanujo, Cochabamba y Sicoto mediante un sistema de comunicación de alta disponibilidad, propio y confiable con el Centro de Operaciones, de manera que permita mantener un servicio eficiente y eficaz para la operación en tiempo real desde el SCADA.

El proyecto tiene como finalidad contar con una red de comunicación de alta disponibilidad entre las Subestaciones y el Centro de Operaciones de la CNEL EP UN Bolívar, para lo cual, el contratista deberá considerar lo siguiente:

- ✓ Realizar la inspección de las rutas de las líneas de subtransmisión y de los accesos terrestres que le permitan facilitar el suministro, movilización y transporte de los equipos, materiales e insumos a todos los sitios de trabajo.
- ✓ Inspección en sitio de los accesos a las estructuras que conforman cada línea de subtransmisión (Guaranda – Guanujo, Guaranda - Cochabamba y Cochabamba – Sicoto), a fin de escoger los mejores lugares donde exista facilidad de acceso para la instalación de cajas de empalme.
- ✓ Realizar el diseño, fabricación, pruebas, suministro y transporte de todos los insumos hasta puerto ecuatoriano, desaduanización, transporte interno en el país hasta las instalaciones de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar, los bienes deberán ser entregados conforme la Tabla de Cantidades. Además, debe entregar: catálogos, normas técnicas y otros documentos relacionados con los bienes.
- ✓ Etiquetado de torres y postes según las especificaciones de CNEL EP (las placas serán entregadas por CNEL EP), el contratista deberá proveer los soportes para la instalación.
- ✓ Suministro de cables de guarda con fibra óptica OPGW (Optical Ground Wire) y cables ópticos DIELECTRICO ANTIROEDORES con herrajes, accesorios, cajas de fusión, distribuidores de fibra óptica (ODF's), y todos los materiales asociados, mismos que se utilizarán para la instalación con línea desenergizada a través de los postes y torres de las líneas de subtransmisión Guaranda – Guanujo, Guaranda - Cochabamba y Cochabamba – Sicoto y la puesta en operación respectiva.
- ✓ Elaborar las tablas de tendido, con el listado de los carretes con fibra óptica a adquirir con su respectiva longitud.
- ✓ Pruebas ópticas y medición de atenuación antes del tendido de todos los carretes suministrados, del 100% de las fibras, en las bodegas de CNEL EP UN Bolívar.
- ✓ La ingeniería y los resultados para afinar la cantidad y el método para la instalación de herrajes.
- ✓ Entrega de planos de los herrajes y accesorios para aprobación de CNEL EP UN Bolívar, previo a su fabricación.
- ✓ El desarrollo de la ingeniería para cuantificar la cantidad, la ubicación y el método para la instalación de amortiguadores, debiendo entregar de manera detallada los cálculos realizados para la ubicación y cuantificación de los mismos; CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar pondrá a su alcance la información disponible de las tablas de ubicación de estructuras y tipos de estructuras.
- ✓ La realización de las pruebas en fábrica de todos los cables, herrajes y accesorios para el montaje de cables con fibra óptica.
- ✓ Tendido de fibra óptica OPGW a través de las torres y postes de las líneas de subtransmisión 69kV Guaranda – Guanujo, Guaranda – Cochabamba y Cochabamba – Sicoto, considerando las mejores técnicas de ingeniería.

- ✓ Retiro de hilo de guarda de las torres y postes de las líneas de subtransmisión 69kV Guaranda – Guanujo, Guaranda – Cochabamba y Cochabamba – Sicoto, y entrega en las bodegas de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar con base en el procedimiento interno de CNEL EP.
- ✓ Instalación de cable ADSS antiroedores a través de los ductos de las subestaciones, incluye obra civil, proveer el material y accesorios para canalización.
- ✓ Instalación de racks en las subestaciones Guaranda, Guanujo y Cochabamba.
- ✓ Instalación de distribuidores ópticos (ODF), cajas de empalme, herrajes, accesorios y equipo activo.
- ✓ Puesta en operación de los enlaces para las subestaciones Guaranda, Guanujo, Cochabamba y Sicoto con el Centro de Operaciones de CNEL EP UN Bolívar
- ✓ Entrega de planos digitalizados del tendido del cable OPGW en base ArcGIS y registro fotográfico.
- ✓ Pruebas ópticas (longitud óptica del tramo, continuidad óptica del tramo) y medición de atenuación (coeficiente de atenuación de la fibra instalada, atenuación bidireccional de empalmes, atenuación total de las terminaciones, pérdidas de inserción de los conectores, atenuación total de los tramos), reflectancia óptica de conectores, dispersión cromática y Dispersión por modo de polarización (PMD) de todos los tramos y del enlace total. Informe detallado. Archivo fotográfico.
- ✓ Entrega del estudio de factibilidad y diseño para el cambio del hilo de guarda por fibra óptica OPGW en la línea de subtransmisión 69kV Guanujo - Echeandía (37 km), considerando aspectos como: velocidad del viento, espesor del hielo, estructuras, corriente de corte, vanos, tensiones, entre otros.
- ✓ Suministro de los siguientes equipos: OTDR (Optical Time-Domain Reflectometer), Fusionadoras de Fibra óptica, equipos para configuración e integración a SCADA y kits de mantenimiento de fibra óptica (incluye capacitación en el uso y mantenimiento de los equipos).
- ✓ Entrega de un informe final de tendido con el detalle de todas las actividades realizadas, documentos técnicos, formularios, libro de obra diario, etc.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente las Subestaciones Caluma y Cochabamba se encuentran interconectadas entre sí mediante fibra óptica OPGW, las Subestaciones Guaranda, Caluma, Echeandía, Sicoto y Guanujo se comunican con el Centro de Operaciones mediante enlaces de fibra óptica de CNT, no cuentan con un sistema de respaldo de comunicación y la fibra está instalada a través de los postes de 13,8 kV, lo que ocasiona pérdidas de enlace y el retraso en la disponibilidad y comunicación entre las mismas.

3.1. SUBESTACIONES

Las Subestaciones Eléctricas de la Provincia de Bolívar en las cuales se realizará la instalación de los equipos de comunicación son las siguientes:

3.1.1. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUARANDA



3.1.2. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA COCHABAMBA



3.1.3. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUANUJO



3.1.4. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA SICOTO



3.1.5. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ECHEANDÍA



3.1.6. UBICACIÓN DE LAS SUBESTACIONES

No.	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	PROVINCIA	CANTÓN	UBICACIÓN	COORDENADA	
					X	Y
1	SUBESTACIÓN GUARANDA	BOLÍVAR	GUARANDA	Calle Jaime Chávez y Elisa Mariño de Carvajal	722928,90	9823262,70
2	SUBESTACIÓN COCHABAMBA	BOLÍVAR	CHIMBO	Cochabamba, parroquia La Magdalena	711001,20	9814950,90
3	SUBESTACIÓN GUANUJO	BOLÍVAR	GUARANDA	San Miguelito	721551,50	9828209,40
4	SUBESTACIÓN SICOTO	BOLÍVAR	CHILLANES	Sicoto, parroquia San Pablo	715279,15	9794794,99
5	SUBESTACIÓN ECHEANDÍA	BOLÍVAR	ECHEANDÍA	Vía Arrozuco	692532,97	9841538,97

4. RED ACTUAL DE COMUNICACIÓN ENTRE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

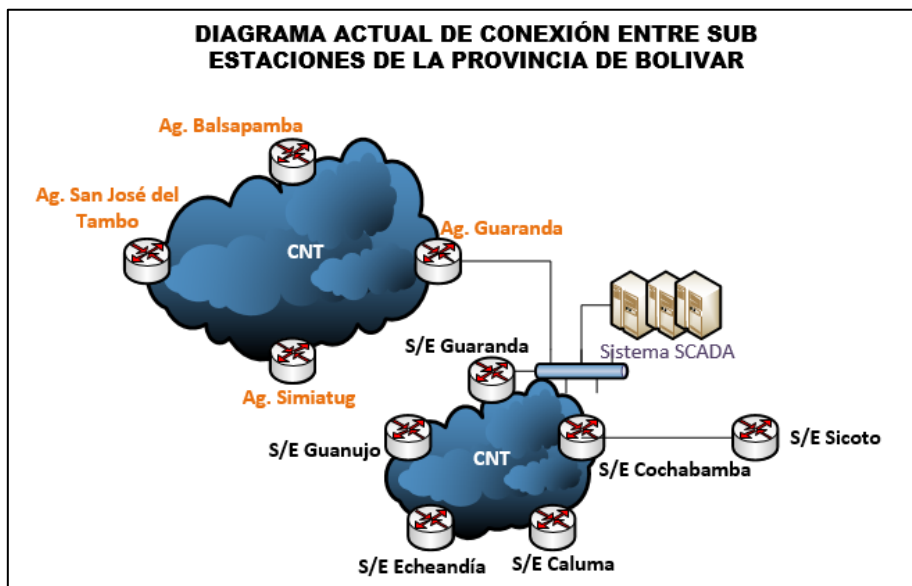


Figura 1. Diagrama Lógico Actual de Comunicación de Subestaciones Eléctricas de la Provincia de Bolívar

En el diseño lógico actual, la comunicación entre Subestaciones Eléctricas se la realiza mediante el ISP de CNT.

5. FIBRA ÓPTICA PROPUESTA PARA LA INTERCONEXIÓN ENTRE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

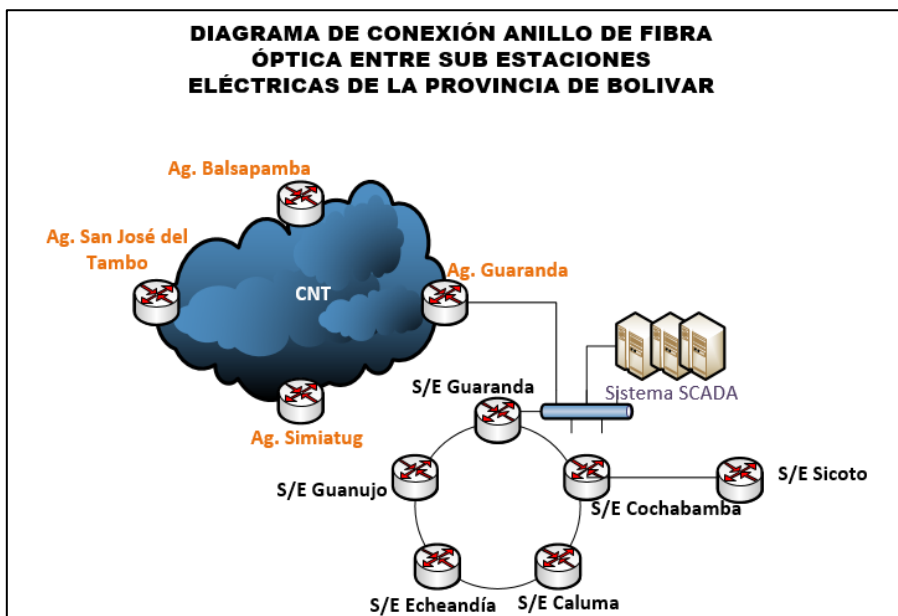


Figura 1. Diagrama Lógico del Anillo de Comunicación de Subestaciones

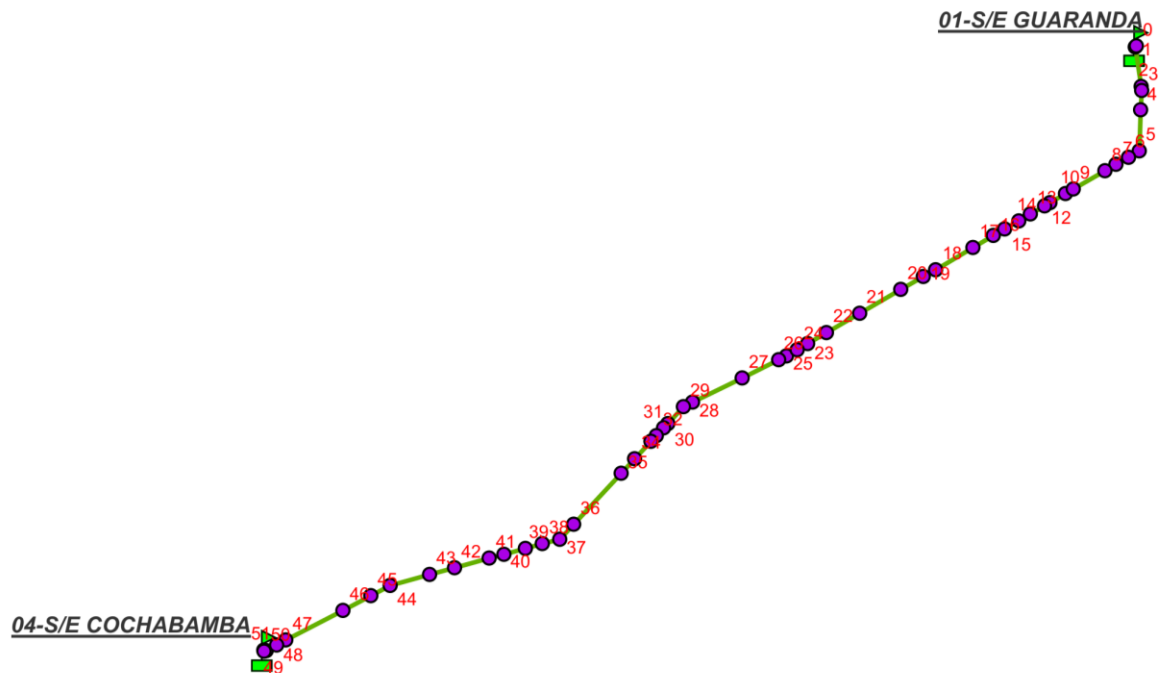
Con este diseño se busca tener autonomía en la comunicación entre Subestaciones Eléctricas, tener alta disponibilidad en la comunicación y seguridad en la información que se transmite en la red.

6. RECORRIDO DE FIBRA ÓPTICA OPGW

A continuación, se exponen los esquemas de los recorridos de las torres y postes de las líneas de subtransmisión:

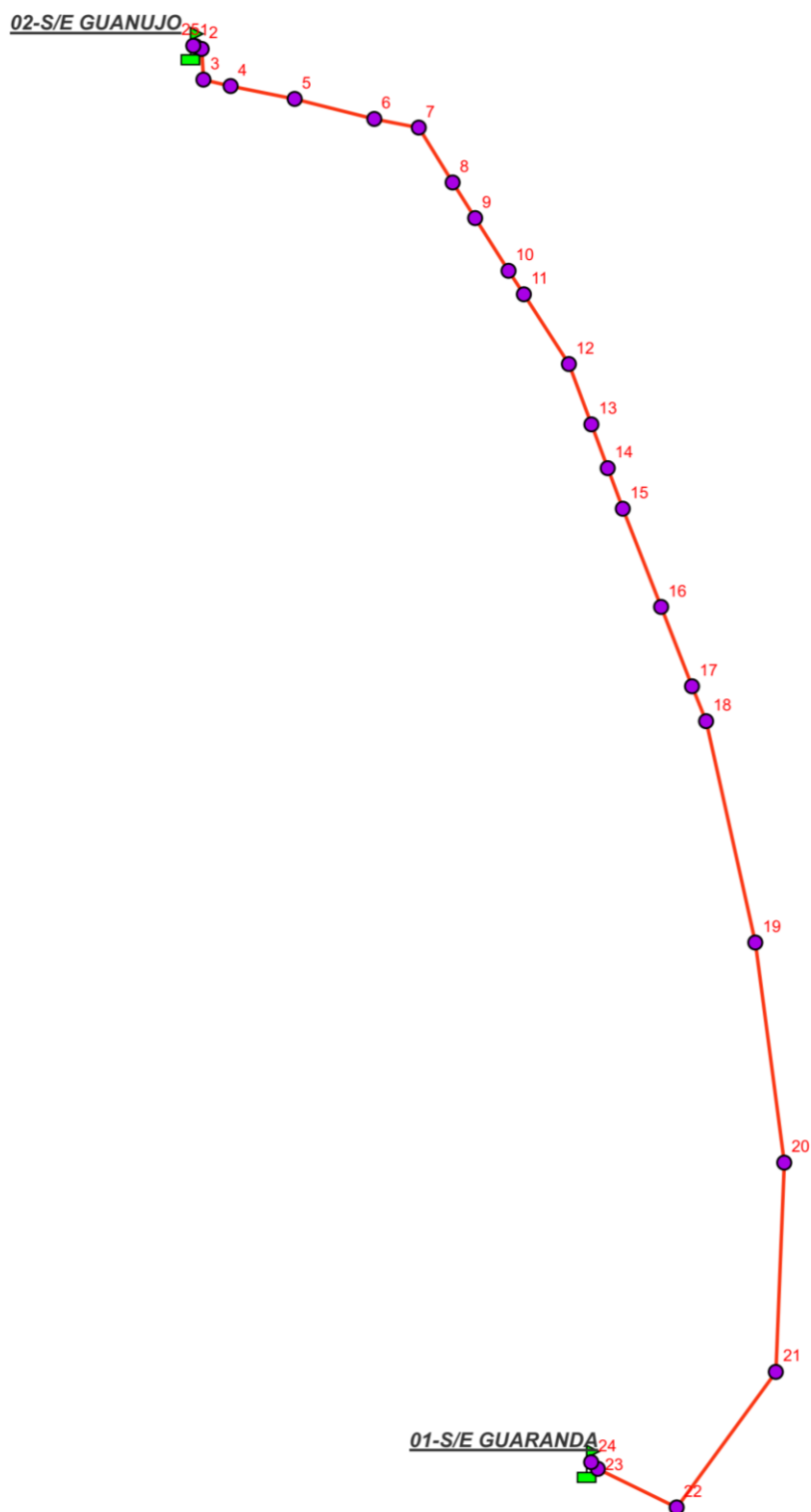
6.1. Línea de subtransmisión 69 kV Guaranda – Cochabamba

Longitud: 15.999,80 metros



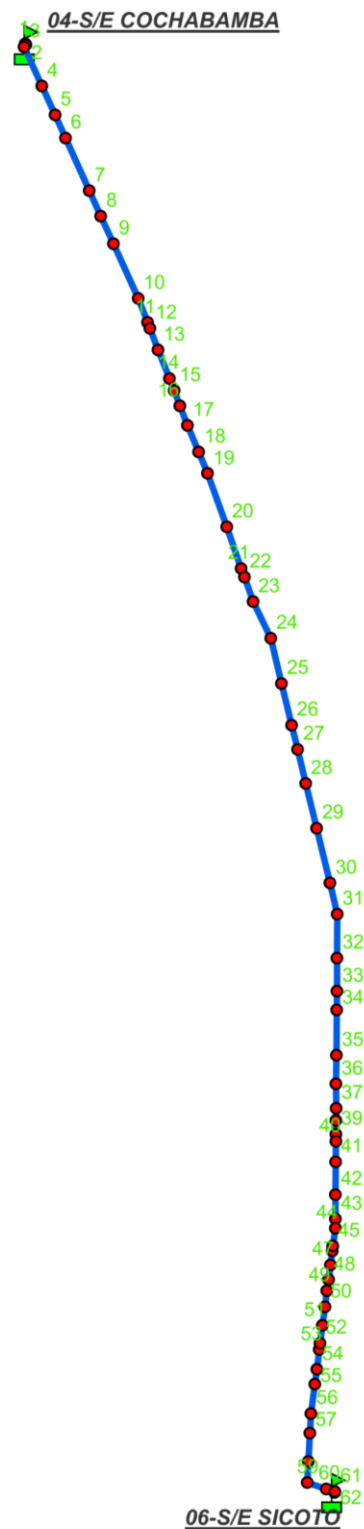
6.2. Línea de subtransmisión 69 kV Guaranda – Guanujo

Longitud: 6.705,07 metros



6.3. Línea de subtransmisión 69 kV Cochabamba – Sicoto

Longitud: 22.082,70 metros



7. METODOLOGÍA

Con la finalidad de optimizar la utilización de los materiales, equipos y accesorios a adquirir e instalar, a continuación, se detalla la metodología que deberá ser aplicada por el Contratista adjudicado:

- Solicitar una reunión con el Líder de Operaciones de la CNEL EP UN Bolívar, Fiscalizador y Administrador de Contrato, para revisar los requerimientos referentes al suministro del cable OPGW, herrajes y accesorios a adquirir, y solventar cualquier inquietud que el contratista tenga respecto al suministro e instalación.
- Recolección de la información en sitio para determinar las rutas de las líneas de subtransmisión y de los accesos terrestres que le permitan facilitar el suministro, movilización y transporte de los equipos, materiales e insumos a todos los sitios de trabajo.
- Deberá tomar en cuenta que las cantidades totales de cada rubro del suministro de bienes considera un 20 % adicional al requerido para instalación y que se utilizará como repuesto. Los materiales deberán ser entregados en la bodega de CNEL EP UN Bolívar, en la ciudad de Guaranda, antes de iniciar los trabajos de tendido del OPGW.
- Los cables con fibra óptica OPGW deberán entregarse en carretes enteros y sellados, sin que hayan sido utilizados, con longitud entre 4000 y 6000 metros, según corresponda, deberán realizarse pruebas ópticas de atenuación sobre todos los hilos, todo esto, antes de iniciar los trabajos de tendido.
- Etiquetado de torres y postes según las especificaciones de CNEL EP (las placas serán entregadas por CNEL EP), el contratista proveerá los accesorios de sujeción de las placas para postes y torres. La Unidad SIG de CNEL EP UN Bolívar entregará el procedimiento para la instalación. Adjuntar archivo fotográfico de cada placa instalada.
- Inspección en sitio de los accesos a las estructuras que conforman cada línea de subtransmisión, a fin de escoger los mejores lugares donde exista facilidad de acceso para la instalación de cajas de empalme. Para ello, deberá considerar lo siguiente:
 - El acceso deberá ser adecuado para ingresar con un camión grúa y el equipo de tendido con tensión controlada.
 - La distancia mínima entre cajas de empalme deberá ser al menos de 4000 metros y como máximo 6000 metros, salvo que CNEL EP UN Bolívar solicite lo contrario para un requerimiento puntual o especial.
 - Las estructuras donde se instalarán las cajas de empalme deberán ser de preferencia, tipo retención.
 - Para definir la longitud final de cada carrete de cable con fibra óptica, se deberá considerar además de la distancia entre estructuras, una longitud adicional para las dos torres bajantes en cada tramo y también para el flechado (2 a 3% adicional). Estos valores deberán ser definidos en la reunión inicial.
 - A los carretes de cable con fibra óptica que serán instalados, deberán realizarse pruebas ópticas y medición de atenuación al 100% en todos los hilos, antes de iniciar los trabajos de tendido, en las instalaciones de CNEL EP UN Bolívar.
- Una vez elaborada la tabla de tendido, el contratista deberá entregarla para

aprobación al Fiscalizador y Administrador del Contrato, junto al listado de los carretes con fibra óptica a adquirir con su respectiva longitud. El objetivo es evitar los sobrantes de cable OPGW y que el cable sea utilizado de manera óptima y no existan desperdicios.

- Ingeniería para cuantificar la cantidad, la ubicación y el método para la instalación de amortiguadores, debiendo entregar de manera detallada los cálculos realizados para la ubicación y cuantificación de los mismos; CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar pondrá a su alcance la información disponible de las tablas de ubicación y tipos de estructuras.
- La realización de las pruebas en fábrica de todos los cables, herrajes y accesorios para el montaje de cables con fibra óptica.
- Diseño, fabricación, pruebas, suministro y transporte de todos los insumos hasta puerto ecuatoriano, desaduanización, transporte interno en el país hasta las instalaciones de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar en la ciudad de Guaranda, deberá considerar todos los materiales, accesorios y equipos para la instalación y puesta en operación de los enlaces para las subestaciones Guaranda, Guanujo, Cochabamba y Sicoto. Además, debe entregar: catálogos, normas técnicas y otros documentos relacionados con los bienes suministrados.
- Realizar la ingeniería y los resultados para afinar la cantidad y el método para la instalación de herrajes.
- Elaborar los planos de los herrajes y accesorios, los cuales deberán ser entregados al fiscalizador y administrador de Contrato para su autorización, previo a su fabricación.
- Antes de iniciar los trabajos, el Contratista presentará para la aprobación de la Administración y Fiscalización del Contrato, la siguiente información:
 - Método de instalación a utilizar.
 - Plan de transporte.
 - Programa de Seguridad Industrial que contemple las acciones que se realizarán en caso de emergencia o accidente.
 - Plan de Acciones que se efectuarán para la protección del medio ambiente.
 - Presentar físicamente en sitio, todos los equipos de tendido, poleas, herramientas, accesorios, materiales, etc., para revisión y aprobación de los mismos.
 - Cronograma valorado de instalación de todos los materiales, equipos y accesorios, para aprobación del Fiscalizador y Administrador de Contrato. Con base en este cronograma CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar realizará las gestiones para consignar cada línea de subtransmisión.
- Previo al inicio de trabajos, deberá dar cumplimiento al “Procedimiento para la entrega de requisitos, entrenamiento e inspecciones de seguridad industrial a los contratistas y/o subcontratistas” (PR-RSC-RES-004) de CNEL EP.
- Instalación de los enlaces ópticos de ODF a ODF, que comprende:
 - Instalación de OPGW a través de las torres y postes de las líneas de subtransmisión 69kV Guaranda – Guanujo, Guaranda – Cochabamba y Cochabamba – Sicoto, considerando las mejores técnicas de ingeniería.

- Cable antiroedores instalado en los ductos de las subestaciones;
 - Instalación de racks en las subestaciones Guaranda, Guanujo y Cochabamba;
 - Instalación de distribuidores ópticos (ODF), cajas de empalme, herrajes y accesorios;
 - Instalación de patch cords y módulos SFP.
 - Entrega de un informe final de tendido con el detalle de todas las actividades realizadas, documentos técnicos, formularios, libro de obra, etc.
- Los herrajes y accesorios sobrantes de los trabajos del tendido, deberán entregarse a CNEL EP UN Bolívar completos, en juegos o conjuntos, no se recibirán herrajes incompletos.
- Bajo ningún concepto se recibirá cable sobrante del tendido en retazos de cualquier longitud, solo se recibirán carretes completos, sellados y probados.
- Cumplir con las especificaciones técnicas y el procedimiento de instalación de este documento.
- Empoleado, retiro y rebobinado del cable de guarda existente de las torres y postes de las líneas de subtransmisión 69kV Guaranda – Guanujo, Guaranda – Cochabamba y Cochabamba – Sicoto, y entrega en la bodega de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar de acuerdo a procedimiento interno de CNEL EP.
- Realizar pruebas ópticas (longitud óptica del tramo, continuidad óptica del tramo) y medición de atenuación (coeficiente de atenuación de la fibra instalada, atenuación bidireccional de empalmes, atenuación total de las terminaciones, pérdidas de inserción de los conectores, atenuación total de los tramos), reflectancia óptica de conectores, dispersión cromática y PMD de todos los tramos y del enlace total. Elaborar un informe detallado. Archivo fotográfico.
- Suministro de todos los accesorios y equipos activos (convertidores) para la puesta en operación de los enlaces para comunicar las subestaciones Guaranda, Guanujo, Cochabamba y Sicoto con el Centro de Operaciones.
- Entrega del estudio de factibilidad y diseño para el cambio del hilo de guarda por fibra óptica OPGW en la línea de subtransmisión 69kV Guanujo - Echeandía (37 km), considerando aspectos como: velocidad del viento, espesor del hielo, estructuras, corriente de corte, vanos, tensiones, entre otros.
- Suministro de los siguientes equipos: OTDR (Optical Time-Domain Reflectometer), Fusionadoras de Fibra óptica, equipos para configuración e integración a SCADA y kits de mantenimiento de fibra óptica de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas en este documento.
- Capacitación en el uso y mantenimiento de los equipos suministrados.
- Al culminar la instalación de cada enlace óptico, el contratista deberá presentar un Informe de Tendido según el detalle del numeral 11 “RECEPCIÓN FINAL DEL ENLACE” de este documento.

Nota: Los entregables incluirán el total del suministro de cables de guarda con fibra óptica OPGW (Optical Ground Wire), cables ópticos DIELÉCTRICO ANTIROEDORES con herrajes, accesorios, equipos activos, todos los materiales asociados y equipamiento, bajo ningún concepto se aceptará el suministro por partes.

8. REQUERIMIENTOS - NORMAS – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRUEBAS DE LOS CABLES CON FIBRA ÓPTICA, HERRAJES Y ACCESORIOS

8.1. REQUERIMIENTOS GENERALES

Aquí se especifican los requerimientos mínimos exigidos por CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar, aplicables a materiales, procesos, normas, etc., que deben cumplirse en el diseño, fabricación, pruebas y suministro de cable de guarda con fibra óptica tipo OPGW y cable óptico DIELECTRICO ANTIROEDORES, así como todos los accesorios vinculados a la instalación de los mismos.

Describe, por tanto, los requerimientos eléctricos, mecánicos y ópticos y sus correspondientes métodos de prueba ajustados a los estándares internacionales.

El oferente debe incluir en su oferta la literatura técnica, planos y catálogos que muestren en detalle las características del cable y demás elementos que ofrezca con lo cual demuestre el cumplimiento de las especificaciones requeridas en las mismas que deben ser entendidas como mínimas y no como una limitación al diseño.

El cable OPGW forma parte del sistema de subtransmisión de potencia por tanto sus características eléctricas y mecánicas deben guardar concordancia con el mismo. El cable debe cumplir con las especificaciones técnicas y normas descritas en este documento.

El cable DIELECTRICO ANTIROEDORES será instalado desde los pórticos en los patios de las subestaciones, hasta las salas de comunicaciones correspondientes, por tanto, cumplirán con los requerimientos de protecciones antirroedores (dieléctrico blindado), ser retardantes al fuego principalmente, cumplir con el requerimiento del diámetro mínimo y los valores de compresión.

8.2. NORMAS

El fabricante acreditará que todos sus procedimientos empleados han sido certificados bajo la aplicación de las normas ISO incluyendo copia de los certificados pertinentes, también deberán cumplir con las normas internacionales existentes para sistemas de fibra óptica según lo determinado en estas especificaciones.

Todos los cables con fibra óptica, accesorios y herrajes de montaje, deberán cumplir además de las especificaciones técnicas descritas en este documento **con la edición más reciente** de cada una de las siguientes normas que sean aplicables para cada caso:

NORMAS DE CALIDAD	
ISO 9001	Quality System model for Quality Assurance in Design Development Manufacture and Testing
ISO 14001	Environmental management systems

FIBRAS ÓPTICAS DE TODOS LOS TIPOS DE CABLES	
ITU-T G.650.1	Definiciones y métodos de prueba de los atributos lineales y determinísticos de fibras y cables monomodo
ITU-T G.650.2	Definiciones y métodos de prueba de los atributos conexos de las características estadísticas y no lineales de fibras y cables monomodo
ITU-T G.655 C/D	Características de fibras y cables ópticos monomodo con dispersión desplazada no nula
ITU-T G.652 D	Características de fibras y cables ópticos monomodo
TIA/EIA-598-A	Optical Fiber Cable Color Coding
IEC 60793-1-1	Optical fibres. Part 1: Generic Specification - Section 1: General
IEC 60793-1-2	Optical fibres. Part 1: Generic Specification - Section 2: Measuring methods for dimensions
TELCORDIA GR-326	Generic Requirements for Single Mode Optical Connectors and Jumper Assemblies
TELCORDIA GR-20	Generic Requirements for Optical Fiber and Optical Fiber Cable

CABLE TIPO OPGW	
IEEE 1138	Standard for Testing and Performance for Optical Ground Wire (OPGW) for Use on Electric Utility Power Lines
ASTM B416	Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Aluminium-Clad Steel Cables
IEC 61089	Round wire concentric lay overhead electrical standard cables.
IEC 60794	Optical fibre cables - Part 1-1: Generic specification
IEC 61232	Aluminium-clad steel wire for electrical purposes.
ASTM B415	Standard Specification for Hard-Drawn Aluminium-Clad Steel Wire.
IEC 60104	Aluminium-magnesium-silicon alloy wire for overhead line conductors
ASTM B398	Aluminum Alloy 6201-T81 Wire for Electrical Purpose
ASTM B230	Standard Specification for Aluminum 1350-H19 wire for Electrical purposes
IEC 60888	Zinc coated steel wires for stranded.
IEC 60889	Hard-drawn aluminum wire for overhead line conductors standard cables.
IEC 61394	Overhead lines characteristics of greases for aluminium, aluminium alloy and steel bare conductors
IEC 61395	Overhead electrical conductors creep test procedures for stranded cables.
IEC 61284	Overhead Lines: Requirements and tests for fittings
IEC 62219	Overhead electrical conductors - Formed wire, concentric lay, stranded conductors
ISO 7384	Corrosion Test in Artificial Atmosphere - General Requirements
ISO 9225	Corrosion of Metals and Alloys - Corrosivity of Atmospheres - Measurement of Pollution
ISO 9227	Corrosion Tests in Artificial Atmosphere - Salt Spray Test

CABLE TIPO OPGW	
IEC 60793-1-22	Optical fibres - Part 1-22. Measurement Methods and Test Procedures - Length Measurement
IEC 60794-1-2	Optical fiber cables - Part 1-2: Generic specification - Basic optical test procedures
IEC 60794-4-10	Optical fiber cables - Part 4-10: Aerial optical cables along electrical power lines - Family specification for OPGW (Optical Ground Wires)
IEC 62305-1	Protection against lightning. Part 1: General principles

CABLE TIPO DIELECTRICO ANTIROEDORES	
IEC 60794-3-10	Outdoor cables- family specification for duct and directly buried optical telecommunication cable.
IEC 60793-1-2	Optical fiber Part 1: Generic specifications Optical fiber Part 2: Product specifications
ITC-BT 29	Electrical Regulations, for installations where there is risk of explosion or fire
ANSI/ICEA S-87-640	Standard for optical fiber - outside plant communications cable
TELCORDIA GR-20	Generic Requirements for Optical Fiber and Optical Fiber Cable
IEC 60793-1-22	Optical fibres - Part 1-22. Measurement Methods and Test Procedures - Length Measurement

HERRAJES	
ISO 1461-2009	Hot dip galvanized coatings on fabricated Iron and Steel articles – Specifications and test methods
IEC 61284	Overhead Lines: Requirements and tests for fittings
IEC 60794-1-2	Optical fiber cables - Part 1-2: Generic specification - Basic optical test procedures
ASTM B230	Standard Specification for Aluminum 1350-H19 wire for Electrical purposes
ASTM B398	Aluminum Alloy 6201-T81 Wire for Electrical Purpose
IEC 61232	Aluminium-clad steel wire for electrical purposes.
ISO 7384	Corrosion Test in Artificial Atmosphere - General Requirements
ISO 9225	Corrosion of Metals and Alloys - Corrosivity of Atmospheres - Measurement of Pollution
ISO 9227	Corrosion Tests in Artificial Atmosphere - Salt Spray Test
IEEE 1138-2009	Standard for Testing and Performance for Optical Ground Wire (OPGW) for Use on Electric Utility Power Lines Paper No. 3 1TP65-156: Standardization of cable vibration measurements
ANSI B.1.1	Unified Screw Threads
ANSI B.18.2.1	Square and Hex Bolts and Screws
ANSI B.18.2.2	Square and Hex Nuts
ANSI B.18.5	Round Head Bolts
ASTM A90	Weight of coating on zinc-coated (galvanized) iron or steel articles.
ASTM A153	Zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware

HERRAJES	
ASTM A239	Test for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles by the Preece test (copper sulfate dip).
ASTM A475	Zinc-coated steel wire strand castings, series II.

CAJAS DE EMPALME	
TELCORDIA GR-771	Generic Requirements for Fiber Optic Splice Closures
IEC 60529 (IP67)	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

DISTRIBUIDORES ÓPTICOS	
TELCORDIA GR-771	Generic Requirements for Fiber Optic Splice Closures
ITU-T G.655 C/D	Características de fibras y cables ópticos monomodo con dispersión desplazada no nula
ITU-T G.652 D	Características de fibras y cables ópticos monomodo
TIA/EIA-598-A	Optical Fiber Cable Color Coding
IEC 61300	Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures
TELCORDIA GR-326	Generic Requirements for Single Mode Optical Connectors and Jumper Assemblies
ITU-T L.36	Conectores de fibra óptica monomodo

En caso de discrepancia entre lo estipulado en las normas y lo requerido en estas especificaciones, el Contratista deberá consultar a CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar.

CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar aceptará otras normas o códigos que sean equivalentes a los mencionados. El contratista adjuntará a la propuesta copia de las mismas, en idioma español, para su estudio y aprobación.

8.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS BIENES

Todos los materiales aquí solicitados cumplirán con todos los requerimientos de este documento, además de lo solicitado en el **Anexo A: "Datos Técnicos"**; conforme a los Requisitos Obligatorios de esta sección.

8.3.1. FIBRA ÓPTICA

El oferente, ofrecerá los cables OPGW y ANTIRROEDORES DIELECTRICO con 48 fibras ópticas norma ITU-T G.655 C/D de acuerdo a las especificaciones técnicas y a la tabla de cantidades descritas en este documento.

Todos los cables serán construidos bajo un proceso de control de calidad ISO 9001 como mínimo.

Las fibras deben estar recubiertas por capas de material resistente principalmente a la luz ultravioleta, que brinden, además:

- Protección a la fibra contra atenuación por microflexión

- Resistencia contra abrasiones y cortes
- Aumento de su fiabilidad
- Mejoras a la estabilidad hidrolítica
- Mayor resistencia mecánica a la fibra
- Protección contra la humedad

También las fibras deberán ser producto de un diseño tal que no se rompan o disminuyan su resistencia mecánica, después de las vibraciones y tensiones impuestas al cable. Cada fibra óptica deberá estar recubierta con una capa coloreada que permita su identificación de acuerdo con las normas correspondientes.

Para contar con uniformidad en las fibras ópticas con las que se construye el OPGW, todos los hilos de fibra deberán pertenecer a un mismo tiraje y el fabricante cumplirá con la presentación de los certificados correspondientes que acrediten lo solicitado.

CÓDIGO DE COLORES DE LOS HILOS DE FIBRA ÓPTICA

El oferente deberá suministrar información respecto al número de tubos que componen el núcleo óptico de cada cable y considerar que:

- En los cables OPGW el número de fibras en cada tubo será como máximo doce (12).
- En los cables DIELECTRICOS ANTIROEDORES el número de fibras en cada tubo será como máximo doce (12).

El código de colores deberá ser de fácil reconocimiento, y cumplir con lo especificado en la norma ANSI EIA/TIA 598:

POSICIÓN	COLOR	POSICIÓN	COLOR	POSICIÓN	COLOR
1	Azul	5	Gris	9	Amarillo
2	Anaranjado	6	Blanco	10	Violeta
3	Verde	7	Rojo	11	Rosa
4	Marrón	8	Negro	12	Turquesa

La coloración aplicada a las fibras y a los tubos deberá ser de tonalidades diferentes y de fácil reconocimiento. Dicha coloración no deberá resultar degradada cuando se empleen elementos de limpieza normalmente recomendados por el fabricante del cable y deberá permanecer invariable durante toda la vida útil del cable.

8.3.2. CABLE DE GUARDA CON FIBRA ÓPTICA (OPGW)

El diseño del cable con fibra óptica OPGW, deberá ser tal que soporte las tensiones mecánicas, fuerzas de compresión y curvatura esperadas durante el proceso de transporte, montaje, instalación y operación, también deberá soportar la corriente de cortocircuito del sistema sin daño alguno a los materiales ni a la función de transmisión de la información.

Se requiere que el cable OPGW posea características especiales para ser instalado y que trabaje por lo menos por el tiempo de 25 años, en zonas húmedas y costeras con condiciones ambientales de alto nivel de corrosión, a causa de la salinidad o de la humedad imperante, las espiras y capas del cable deben estar cubiertas de grasa resistente a la corrosión y con alto grado de punto de goteo, con la finalidad de cumplir con la norma IEC 61394.

Las espiras y los elementos metálicos que conforman el cable OPGW deberán ser construidas por completo de acero inoxidable recubierto de aluminio, aluminio y/o alumoweld, tal que cumplan con los requerimientos de tensión de ruptura de al menos 7000 kgf para el OPGW de diámetro ≥ 13 mm; se puedan instalar en vanos de hasta 1000 metros, con una capacidad térmica (I^2s) calculada para una corriente de cortocircuito de 20 kA con una temperatura inicial de 25 ° C y 100 mseg de tiempo de despeje de la falla.

Los alambres que conforman la corona exterior del cable OPGW, deben tener giro izquierdo.

8.3.2.1. NÚCLEO ÓPTICO DEL CABLE OPGW

El núcleo óptico debe construirse utilizando cuatro tubos holgados para albergar las 48 fibras ópticas (12 en cada tubo), los tubos holgados que albergarán los hilos de fibra, a su vez estarán dentro de otro tubo de acero inoxidable o de aluminio, el cual deberá estar por debajo de la capa conductora inferior del cable por razones de protección mecánica y eléctrica de las fibras ópticas. Los cuatro tubos deben ser fabricados en material resistente a altas temperaturas con un relleno de compuesto gel higroscópico que impida la penetración de agua.

Los tubos deben proporcionar protección holgada a las fibras y ser fabricados por extrusión alrededor de estas, garantizando que, bajo ninguna circunstancia en condiciones normales, la fibra trabajará bajo tensión debido a la longitud extra de fibra respecto a la longitud del cable.

Los tubos donde se albergan las fibras ópticas pueden ser de plástico o fibra y deberán estar protegidos a la vez como refuerzo para protección mecánica tanto como para protección eléctrica y colaborará con la disipación térmica.

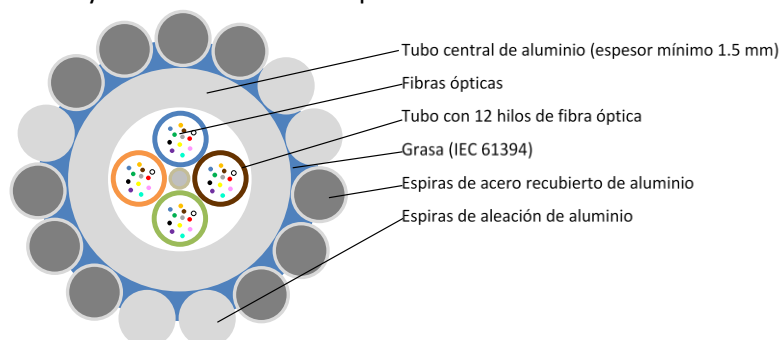


Figura 3. Diseño de núcleo óptico del cable OPGW con 48 fibras ópticas con tubo central de aluminio (el número de espiras es referencial)

El código de colores deberá ser de fácil reconocimiento y cumplir con normas establecidas. La coloración aplicada a las fibras debe ser de tonalidades diferentes y de fácil reconocimiento.

Las fibras deberán operar dentro del rango de temperatura de -10°C a $+85^{\circ}\text{C}$, sin que resulten afectadas sus características ópticas o mecánicas.

8.3.3. HERRAJES Y ACCESORIOS PARA FIJACIÓN DEL CABLE OPGW

Esta sección tiene por objeto establecer los requerimientos generales para el diseño, fabricación, pruebas e inspección y suministro de los herrajes y accesorios para el cable de guarda con fibra óptica OPGW para líneas de subtransmisión a 69 kV.

Los herrajes y accesorios de fijación del cable OPGW deberán estar compuestos por acero inoxidable, acero galvanizado, aluminio y/o alumoweld.

Para los herrajes de retención y suspensión se utiliza un accesorio común entre ellos llamado grapa paralela, cuyas características se detallan en el numeral 8.3.3.4.

Los herrajes y accesorios, así como las cajas de empalmes deben cumplir con las especificaciones técnicas descritas en este documento.

Los herrajes y accesorios serán sometidos a aprobación por parte del Fiscalizador y Administrador de Contrato. Estos deben ser suministrados completos, es decir que para el caso de las suspensiones, si se requieren elementos adicionales (dependiendo del tipo de estructuras), estos deberán ser suministrados, con las adecuaciones necesarias para su completa instalación; para el caso de las retenciones, tanto las pasantes como las bajantes estas serán suministradas completas, es decir, el conjunto para ser instalado en los dos extremos; así mismo serán suministradas con los accesorios necesarios para el ensamblaje y fijación a la estructura.

8.3.3.1. Herrajes de retención o amarre, bajantes y pasantes para el cable de guarda OPGW

Los herrajes de retención o amarre pasantes (Figura No. 4) y bajantes (Figura No. 5), para el cable de guarda OPGW deberán ser de acero galvanizado y aluminio, según el cable OPGW.

Los accesorios o conjuntos de retención o amarre deberán ser completos, **para los dos extremos**, tanto en el caso de los pasantes como para los bajantes (para torres con cajas de empalme), en caso de requerir accesorios terminales, se utilizará la mitad de un accesorio bajante para su instalación.

Las prolongas para el herraje de retención pasante deberán ser de 30 cm de longitud y para el herraje de retención bajante serán de 60 cm de longitud.

Las tuercas y tornillos deberán ser de acero galvanizado en caliente. La presión sobre el cuerpo de la grapa de aluminio deberá obtenerse con la colocación de arandelas cónicas. Las tuercas y las cabezas de los tornillos deberán ser hexagonales y deberán presentar facilidad para el montaje y desmontaje con herramientas usuales.

El pasador (bincha) utilizado en los grilletes, guardacabos, etc., deberá ser de acero inoxidable.

Las fijaciones de los pernos serán de tal manera que se evite su aflojamiento debido a la vibración, empleando arandelas de presión, tuercas, contratuercas, pasador (bincha) y otros dispositivos adecuados.

Para la puesta a tierra del cable de guarda OPGW, en los conjuntos de retención, se utilizarán grapas adecuadas y chicote o colilla con terminales para una perfecta conexión del cable de guarda OPGW a las estructuras.

La grapa paralela se detalla en el numeral 8.3.3.4.

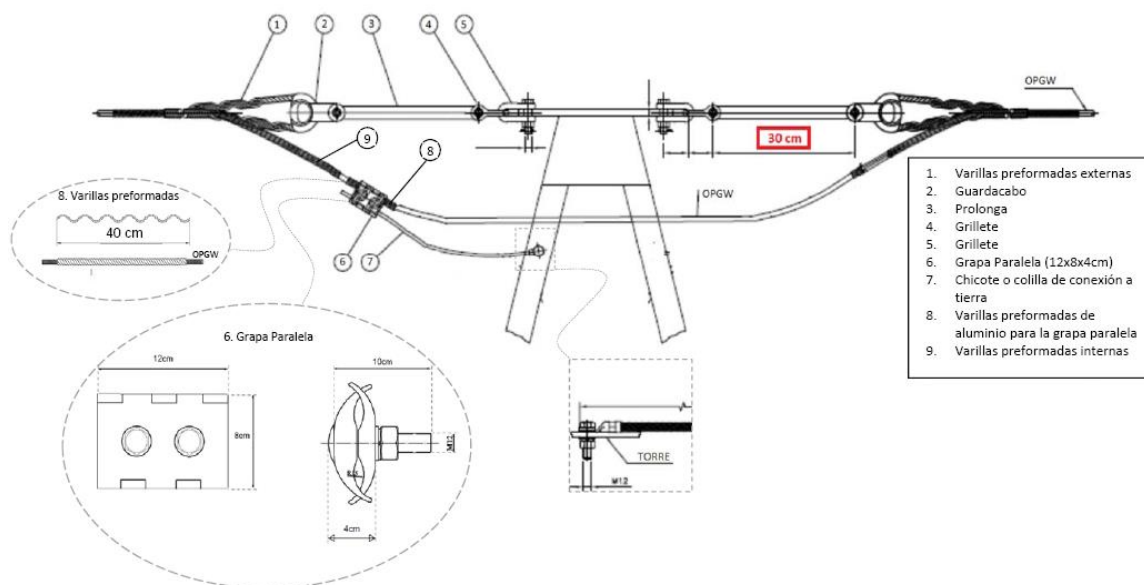


Figura 4. Conjunto de amarre pasante de OPGW para ser instalado en los 2 extremos de la torre

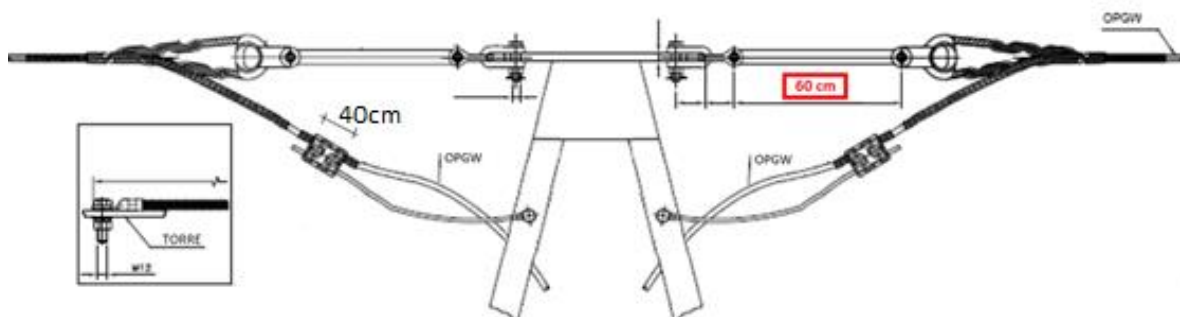


Figura 5. Conjunto de amarre bajante de OPGW para ser instalado en los 2 extremos de la torre

8.3.3.2. Herraje de retención bajante con yugo, a ser instalado en estructuras de suspensión para el cable de guarda OPGW

Este herraje se utilizará en estructuras de suspensión donde se tenga previsto instalar una caja de empalme, por lo cual se utilizará un yugo y un herraje de retención bajante para retener el cable OPGW. El herraje será instalado en el vértice superior (Figura No. 6).

La grapa paralela se detalla en el numeral 8.3.3.4.

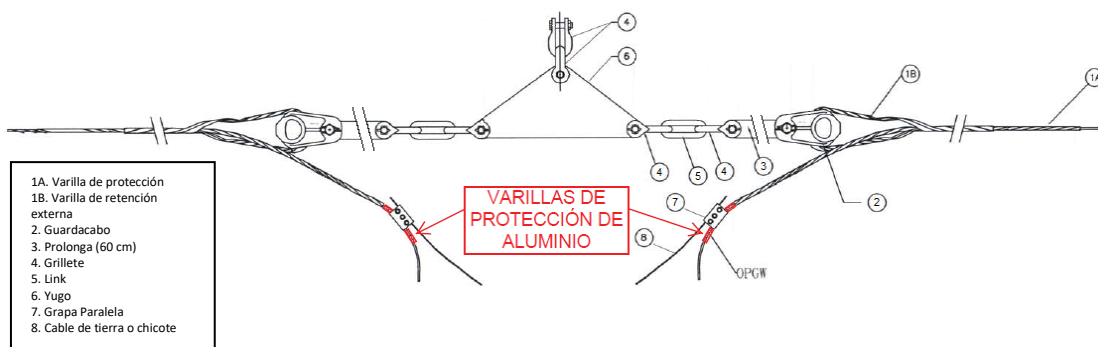


Figura 6. Conjunto de retención bajante para instalar en torres de suspensión

8.3.3.3. Herrajes de suspensión para el cable de guarda OPGW

Las estructuras de suspensión en donde será instalado el OPGW tienen 3 opciones de herraje:

Opción 1: Las estructuras están diseñadas con doble hilo de guarda, por lo que el herraje será instalado, suspendido, en el vértice superior (Figura No. 7).

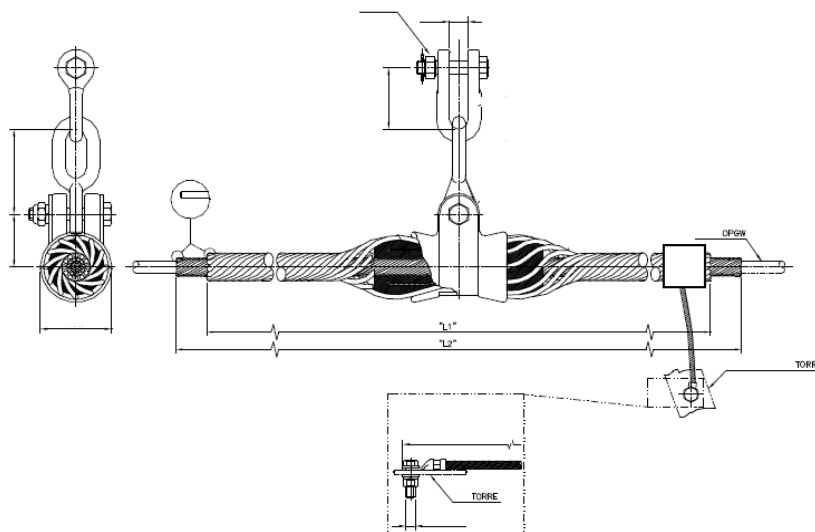


Figura 7.- Herraje de suspensión para instalar en el vértice de la torre o poste.

Opción 2: Las estructuras están diseñadas con un solo hilo de guarda, por lo que el herraje será instalado sobre la cúpula (Figura No. 8).

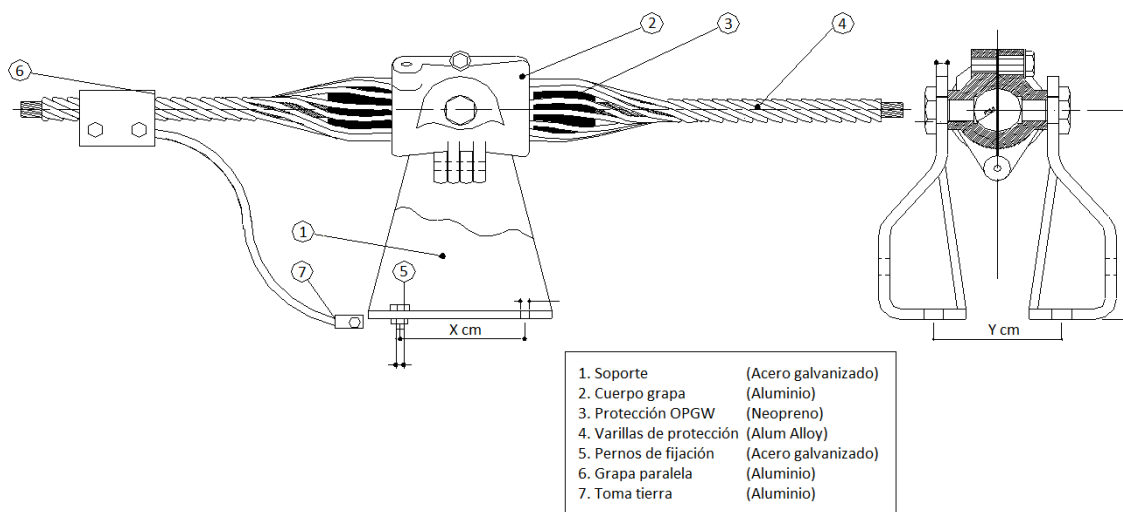


Figura 8. Conjunto de suspensión de OPGW para ser instalado sobre la cúpula de la torre o poste, las perforaciones de la placa deberán ser $Y = 9 \text{ cm}$ y $X = 9 \text{ cm}$.

Opción 3: Los herrajes de suspensión doble se utilizarán en estructuras que presenten una altura muy pronunciada respecto a las estructuras vecinas, que presenten un ángulo superior a 30° . Con la finalidad de disminuir el esfuerzo en el cable OPGW por este escenario, el herraje utilizará yugo y varios accesorios adicionales que permitirán instalar el herraje adecuadamente en la estructura.

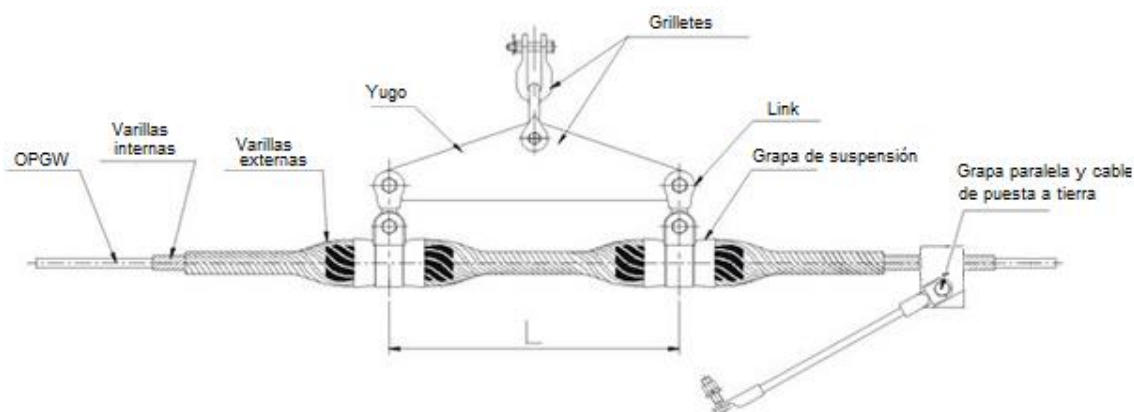


Figura 9. Conjunto de suspensión doble de OPGW para ser instalado suspendido en la torre o poste.

Los herrajes de suspensión serán construidos con materiales preformados AGS ("Armour Grip Suspension"), en aluminio resistentes a la corrosión. La grapa de fijación y pernos que requiera, deberán ser de acero inoxidable o acero galvanizado.

Las varillas de los preformados deberán tener un paso adecuado para evitar problemas mecánicos o eléctricos capaces de afectar el comportamiento del cable.

Las tuercas y tornillos deberán ser de acero galvanizado en caliente. La presión sobre el cuerpo de la grapa de aluminio deberá obtenerse con la colocación de arandelas cónicas. Las tuercas y las cabezas de los tornillos deberán ser hexagonales y deberán presentar facilidad para el montaje y desmontaje con herramientas usuales.

El pasador (bincha) utilizado en los grilletes, etc., deberá ser de acero inoxidable.

En las fijaciones de los pernos deberán preverse medios que eviten su aflojamiento debido a la vibración, empleando arandelas de presión, tuercas, contratuercas y otros dispositivos adecuados.

8.3.3.4. GRAPA PARALELA PARA LOS HERRAJES DE RETENCIÓN Y SUSPENSIÓN

Las grapas paralelas forman parte de los herrajes de retención y suspensión, sin embargo, se describen aparte ya que constituyen una parte importante del herraje para el acople y conexión a tierra.

Las dimensiones de la grapa paralela son 100mm x 80 mm x 40 mm, de aluminio con pernos de 10 mm de diámetro y de acero galvanizado, diseñado de tal manera que pueda sujetar el chicote por un lado y por otro estará instalado sobre el preformado del herraje que protege al OPGW.

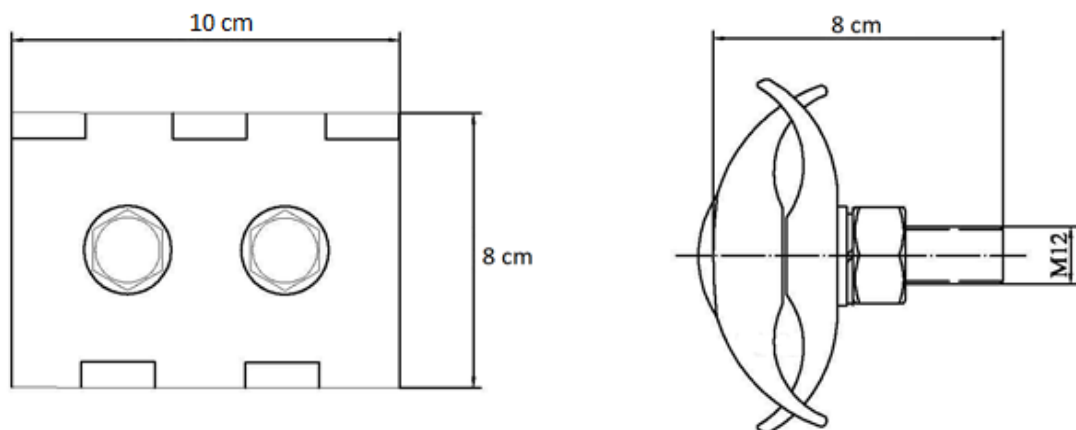


Figura 10. Grapa paralela para los herrajes de retención y suspensión



Figura 11. Fotografías de una grapa paralela (referencia)

8.3.3.5. Características mecánicas de los herrajes

- Resistencia mínima a la tracción igual al 95% de la tensión de rotura del cable de guarda OPGW especificado.
- Carga de deslizamiento no inferior al 20% ni superior al 25% de la tensión de rotura del cable OPGW especificado, para lo cual deberá adecuarse el torque de los tornillos y permitir el deslizamiento del cable cuando la tensión se encuentre dentro de dicho rango.
- Ángulos de salida del cable de por lo menos 18° hacia abajo y 5° hacia arriba, con respecto al plano horizontal de la grapa.
- Para la puesta a tierra del cable de guarda OPGW, en los conjuntos de suspensión, se utilizarán grapas adecuadas y chicote o colilla con terminales para una perfecta conexión del cable de guarda OPGW a las estructuras.

8.3.3.6. Elementos preformados

Los elementos preformados deberán obtenerse mediante el proceso de formación helicoidal de varillas. El número de varillas deberá ser adecuado para su aplicación, compatible con el cubrimiento periférico, sin separación entre las varillas del conjunto.

8.3.3.7. Varillas preformadas para protección

Las varillas preformadas para protección serán de acero inoxidable, aluminio o de una aleación de aluminio apropiada, con los extremos redondeados y ligeramente aplanados de tal manera que se tenga una transición suave sobre el cable.

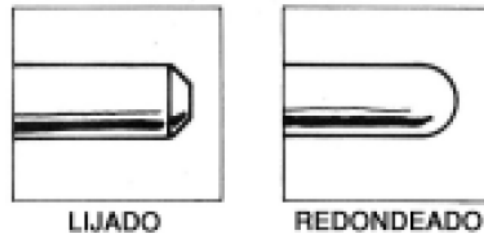


Figura 12. Tipos de acabado de las varillas de protección

Estarán marcadas en el centro con tinta indeleble para facilitar su instalación y deberán codificarse para identificar adecuadamente los tipos de cables en los cuales pueden emplearse.

8.3.3.8. Varillas preformadas para amarre

Las varillas preformadas para amarre serán de acero inoxidable, o acero recubierto con aluminio (alumoweld), con los extremos redondeados y completamente recubiertos con aluminio y ligeramente aplanados de tal manera que se tenga una transición suave sobre el cable.

8.3.3.9. Grapas de puesta a tierra para el cable de guarda OPGW

Las grapas de puesta a tierra para acoplar el cable de guarda OPGW y la colilla o chicote, serán de aluminio y deberán ser diseñados de tal manera que puedan ser instaladas sobre los preformados de protección del OPGW y acoplarse a la colilla o chicote que conecta con la estructura, tanto en los herrajes de suspensión como en los herrajes de retención, deberán ser de al menos las siguientes medidas: 100mm X 80mm X 40mm con pernos de 10mm de diámetro y 80 mm de largo.

Las tuercas y los pernos deberán ser de acero galvanizado en caliente. La presión sobre el cuerpo de la grapa de aluminio deberá obtenerse con la colocación de arandelas cónicas. Las tuercas y las cabezas de los tornillos deberán ser hexagonales y tendrán facilidades para el montaje y desmontaje con herramientas usuales, el chicote o colilla deberá ser de aluminio o alumoweld, que garantice una buena conducción en caso de descargas atmosféricas, inducciones o corrientes de cortocircuito.

El cable o colilla de puesta a tierra deberá ser fabricado de aleación de aluminio (cable y conector). El tornillo, tuerca y arandela plana deberán ser de acero SAE 1010/1020, zincado en caliente ASTM A153. La arandela de presión deberá ser de acero SAE 1060/1070, zincado en caliente ASTM A153.

8.3.3.10. Amortiguadores

Los amortiguadores deberán ser de tipo espiral (Figura No. 13), apropiados para amortiguar efectivamente la vibración eólica en un rango de frecuencias que puedan producir daños al cable OPGW.

El fabricante presentará una recomendación sustentada sobre la instalación de los amortiguadores, para tal efecto tendrá en cuenta la información de la tabla de ubicación de las estructuras y las condiciones meteorológicas de las líneas de subtransmisión, disponible en el numeral 8.4.

En general los amortiguadores de vibración deben de estar libres de defectos e irregularidades, todas las superficies exteriores serán lisas, los bordes y esquinas redondeados, de tal manera que cuando se utilicen en cable conductor estén libres de efecto corona y de radio interferencia bajo condiciones de operación.

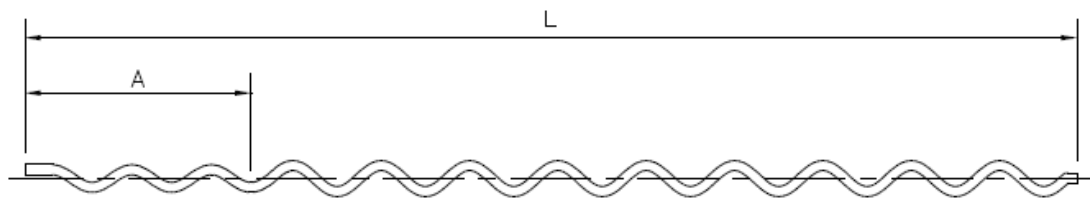


Figura 13. Referencia de amortiguador tipo espira

El valor de masa de los amortiguadores podrá ser la siguiente:

- Cable OPGW 14mm: 0,4 kg

8.3.3.11. Grapas de anclaje y bajada para el cable de guarda OPGW

Para las grapas de anclaje y bajada del cable de guarda con fibra óptica OPGW, se utilizarán accesorios guías bifilares para los dos cables, los cuales serán de aluminio (Figura No. 14) o de caucho o neopreno (Figura No. 15), según el caso. Los pernos deberán estar previstos de arandela de presión y tuerca hexagonal, las tuercas deberán ser de acero galvanizado en caliente o acero inoxidable.

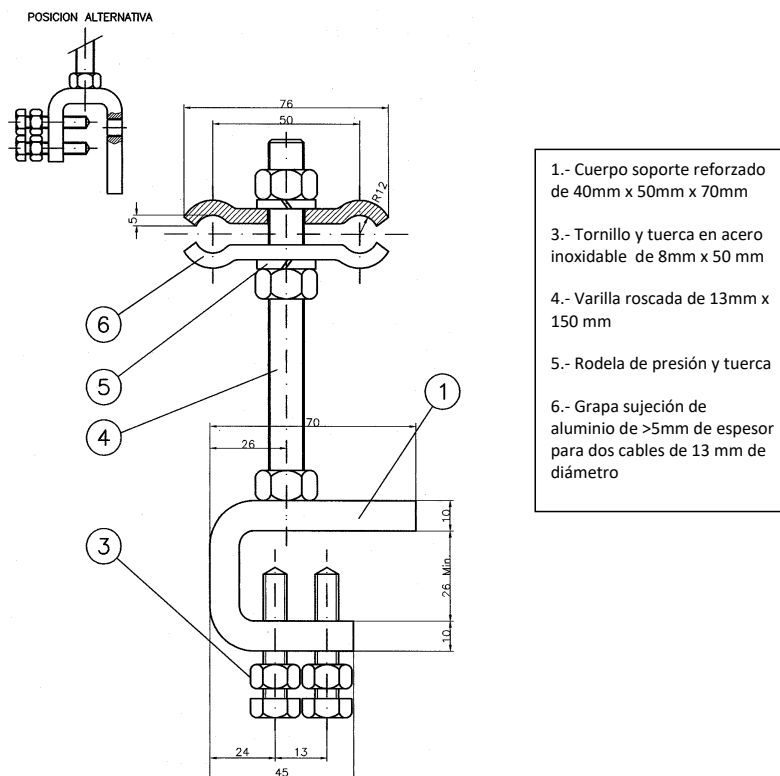


Figura 14: Grapa de bajada en torre para OPGW

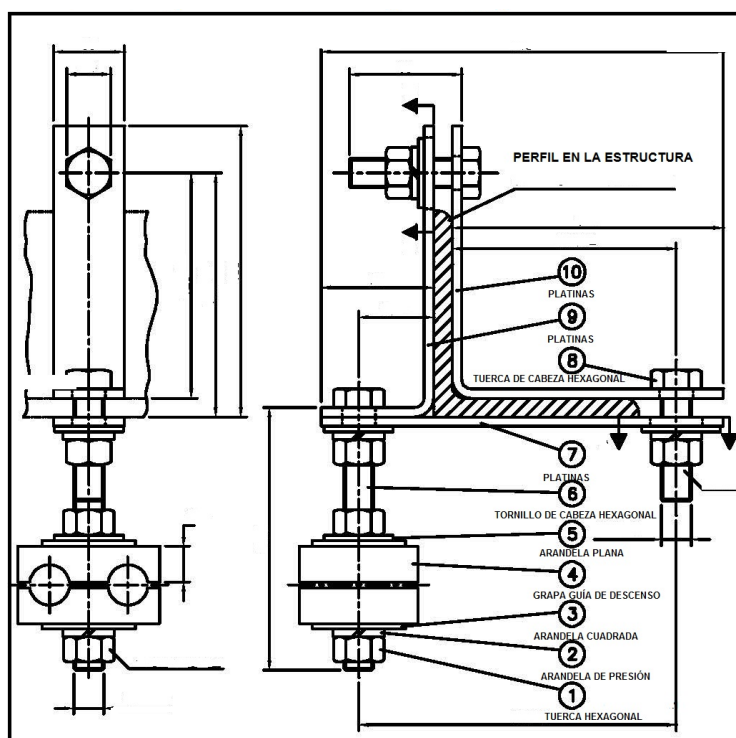


Figura 15: Referencia 2 de grapa de bajada en torre para OPGW

8.3.4. CABLE CON FIBRA ÓPTICA TERMINAL DIELECTRICO ANTIROEDORES PARA DUCTO Y CANALETA

El cable terminal será flexible, protegido mecánicamente y apto para ser instalado en los cárcamos y en ductos enterrados de subestaciones eléctricas de alta tensión. Su chaqueta deberá proveer protección a los hilos de fibra óptica contra la humedad e inmersión temporal en agua, así como contra la acción de roedores, hongos e insectos. La capa exterior deberá ser fabricada con componentes no corrosivos, retardante a la combustión (fuego), ser resistente a la intemperie y a la radiación ultravioleta.

Las dos chaquetas de polietileno serán construidas en materiales de alta densidad e **incluirlá mínimo 2 ripcords (hilos de nylon u otro material resistente para abrir las capas del cable).**

La geometría del cable de fibra óptica y los materiales utilizados en su fabricación no deberán agregar pérdidas por microcurvatura (*microbending*) durante su fabricación ni en el montaje.

El diámetro total del cable con fibra óptica tipo DIELECTRICO ANTIRROEDORES, deberá ser mayor o igual a 14 mm, con protección a impactos y tensión de aplastamiento de al menos 44kgf (440 N).

Los cables con fibras ópticas solicitados deberán contener 48 hilos de fibra óptica monomodo, recomendación ITU-T G. 655C/D, para ser usadas por sistemas de transmisión que cumplan con las recomendaciones ITU-T G.957, ITU-T G.691 e ITU-T G.692 hasta STM-64 y Multiplexación por Longitud de Onda (WDM), por lo tanto se deberán garantizar los parámetros recomendados en las normas ITU-T G.655C/D, en lo que respecta a los atributos del cable y, particularmente, a los coeficientes de dispersión cromática, atenuación y de PMD máximo de enlace (PMD_Q).

El cable terminal estará constituido como mínimo por:

- a. Unidad central óptica.
- b. Cubierta interior.
- c. Protección antirroedores (fibra de vidrio u otros).
- d. Chaqueta para protección mecánica.

8.3.5. CAJAS DE EMPALME, TERMINALES DE LA FIBRA ÓPTICA (ODF's), CONECTORES Y PATCHCORDS

Todos los elementos de estos rubros deberán cumplir con la norma ITU-T G.655 C/D.

8.3.5.1. Cajas de empalme para torres intermedias y pórticos, 48 fibras ópticas

Para los empalmes se deberán suministrar las cajas apropiadas, estarán construidas con protección a la intemperie y serán totalmente herméticas, acorde a la especificación IP67.

Estas cajas se deberán instalar en las torres, postes y en los pórticos.

Tanto las cajas de empalme como las cajas de interconexión y los terminales ópticos deberán ser suministradas por el contratista con un 25% de los accesorios de fusión adicionales, es decir, protecciones de empalme (manguitos termocontraíbles), bandejas, pig tails y patch cords, conectores, etc., es decir, para una caja de 48 fibras ópticas deberán suministrarse 60 protecciones de empalme, 4 bandejas porta empalmes, etc.

Las cajas serán metálicas o termoplásticas de alta densidad, resistentes a la intemperie, a la corrosión y a impactos; deberán poseer sellamiento acorde a la norma IP-67 o mejor, para no permitir la penetración de agua ni polvo; después de la instalación el ingreso de los cables deberá quedar perfectamente sellada. Las cajas se suministrarán con todos los elementos para ser fijada en las torres; las cajas deberán garantizar la seguridad eléctrica del operario durante el mantenimiento.

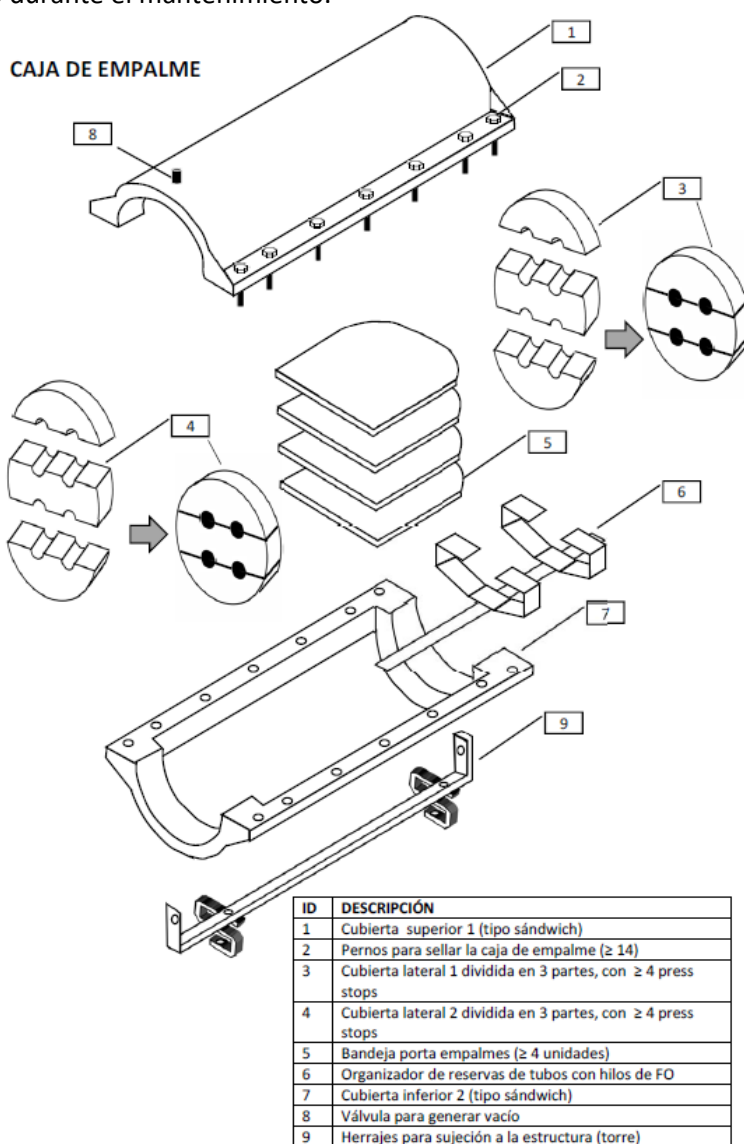


Figura 16. Caja de empalme

Estas cajas deberán permitir su instalación en la parte alta de las torres (o postes) a una altura de 7m sobre el suelo y cumplir con las siguientes características mínimas:

- Contar con espacio suficiente para alojar dos bucles de cable de fibra óptica de reserva de cada cable.
- Disponer 4 press stop's como mínimo, independientes uno de otro. Los press stop's de los cables con fibra óptica ya instalados en la caja de empalme deberán estar asegurados durante cualquier instalación que se realice en los otros press stop's.
- Disponer de 4 protectores termocontraíbles acordes al diámetro de cable ofertado, para instalarlos en el ingreso del cable OPGW a la caja de empalme.
- Disponer de accesorios para press stop's de las siguientes medidas:
 - o Tres (3) press stop's para cable OPGW de 13 a 14mm.
 - o Tres (3) press stop's para cable OPGW de 14 a 15mm.
- La caja de empalme deberá permitir la instalación de cable con fibra óptica "no cortado", es decir, que sea posible el ingreso de bucles de cables con fibra óptica para "sangrado", con la finalidad de que en la caja de empalme que se necesite derivar hilos, no sea necesario cortar todos los hilos de fibra óptica.
- A prueba de impactos, cobertura construida con metal de al menos 0,5 cm de espesor.
- A prueba de intemperie, con cerramiento hermético que impida la entrada de humedad en particular.
- Sin porosidades: no deberán mostrar ningún escape después de 48 horas de haberle suministrado gas a una presión de 0.5 kg/cm².
- A prueba de humedad: los cierres no deberán presentar humedad después de haber sido sumergido en agua por una hora con una presión de 1.1 kg/cm².
- Disponer de una válvula de aire que permita hacer un ensayo de presión una vez instalada.
- Prueba de presión: El cierre no deberá presentar fisuras ni deformación después de aplicarle 150 kgf a una velocidad de 10 m/s.
- Que sean reutilizables.
- Los empalmes ópticos deberán estar dispuestos dentro de las cajas de empalme en bandejas flexibles que permitan la manipulación de una determinada fibra (mínimo 48 fibras).
- Contar con todos los materiales necesarios para la instalación, cinta aislante tape, cinta autofundente, silicona, tubos de plástico transparente, etc.

8.3.5.2. TERMINALES DE DISTRIBUCIÓN (ODF'S), PARA EL CABLE CON FIBRA ÓPTICA DE 48 HILOS, CON ACOPLADORES Y CONECTORES TIPO E2000/UPC

Estos terminales de distribución deberán presentar características adecuadas a los tipos de cable con fibra óptica DIELECTRICO ANTIRROEDORES. Estas se refieren al número de salidas, calibre del cable a utilizar, tipo de acopladores y conectores, etc. Así mismo deben tener la holgura suficiente para efectuar trabajos de instalación, operación y mantenimiento, y, en lo posible disponer de compartimientos para albergar la reserva suficiente del cable de fibra óptica y el espacio para que esté cómodo el cable fusionado

con los pig-tails. También tendrán las protecciones necesarias y suficientes para que, con la manipulación de la bandeja con las fibras ópticas, estas no sufran ningún tipo de estrés.

Todos los distribuidores ópticos deberán tener como mínimo las siguientes facilidades:

- Caja metálica, para instalar en bastidores (rack) de 19 pulgadas de ancho.
- El ODF debe disponer de bandejas **modulares con 12 conectores E2000/UPC**, desarmable y poseer bandejas giratorias o abatibles, con el eje lateral ubicado a la izquierda, manteniendo la estructura del ODF (carcasa) fija al rack. La bandeja debe girar 90° (hacia afuera), manteniendo siempre la protección de los patchcords.
- Debe disponer de un sistema que permita proteger a los tubetes de los cables con fibra óptica exteriores, con la finalidad de que las bandejas giren libremente sin peligro de dañar a estos tubetes.
- El cable de fibra proveniente de la parte externa debe ingresar por la parte posterior y/o lateral izquierdo/derecha, y tener los elementos necesarios para la sujeción del cable tanto externos como internos.
- Los accesorios de sujeción del ODF hacia el rack deben ser frontal/lateral y con la opción de desplazamiento hacia atrás con sus respectivos tornillos.
- El contratista debe suministrar un 25% adicional de acopladores, pigtails y manguitos termo-retráctiles, bandejas, respecto a la capacidad del ODF. Se utilizará para repuesto.
- La altura de los distribuidores ópticos de 48 hilos será de al menos 3 unidades de rack (12 cm).
- Poseer como mínimo 2 puntos de ingreso de cables de fibra óptica, con press stop, herrajes de sujeción, y un área de patcheo con suficiente espacio interno para organizar y guardar el remanente de la fusión.
- El componente del rack deberá ser resistente a influencias corrosivas y no presentará signos de corrosión visibles.
- El patcheo debe ser frontal y siempre debe poseer espacio para que el jumper este protegido y guiado hacia las partes laterales del rack, con una separación entre acoples mínimo de 2cm.
- La bandeja de empalme debe tener las dimensiones para asegurar radios de curvatura de mínimo 3 cm, además debe permitir un alojamiento de 1 o 2 bandejas porta tubillos o fusiones por casetera, las mismas que alberguen cada una 12 o 6 tubillos termo contráctil de 40-60mm y calce en los organizadores de fibra según el número de puertos (48)
- El ODF debe ser configurado para 48 hilos de fibra monomodo E2000 UPC con la norma ITU-T G.655 C/D.
- Los pigtails deberán ser fáciles de identificar por **código de colores**. Deben tener 1,5 m de longitud con terminación E2000 UPC monomodo G,655 según la capacidad del ODF.
- La bandeja de empalme debe venir acoplada y centrada con tornillos a la bandeja del ODF y permitir un ajuste rápido, asegurando que la bandeja de empalme no se desplace de la bandeja principal. Cada bandeja deberá tener como mínimo 4 ingresos de buffers contenedores de hilos de fibras ópticas. Cada ingreso debe tener la opción para la fijación de los buffers a la bandeja.

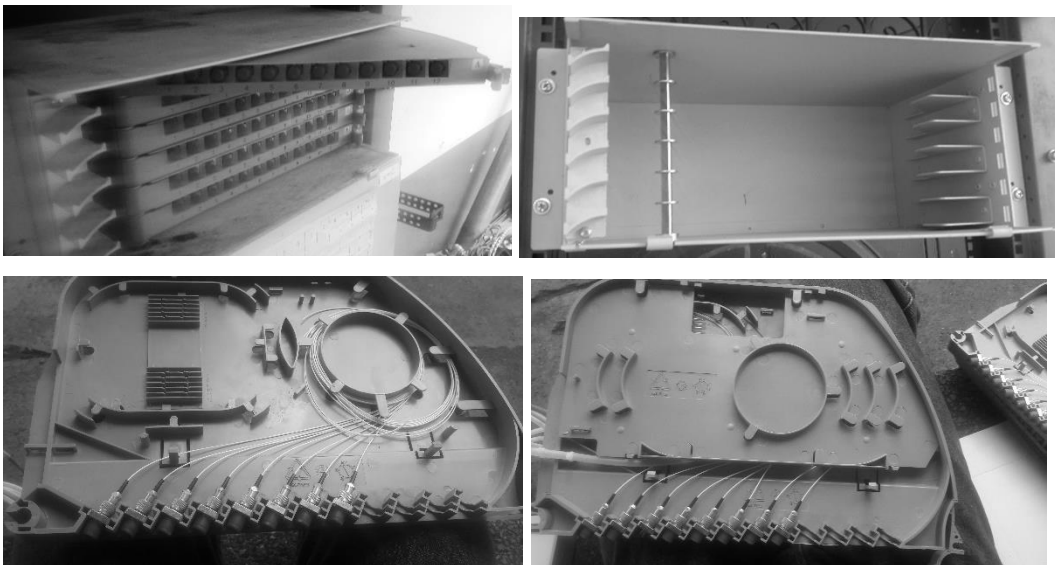
- La bandeja de empalme debe venir con sus respectivas tapas tanto para la protección de la fibra óptica como los empalmes y pueden ser apilables entre ellas, permitiendo que se pueda operar en una casetera sin necesidad de afectar el servicio a otras caseteras.
- Debe tener un elemento para asegurar la fijación del miembro central de tracción de cada uno de los cables que ingresen al ODF.
- Capacidad de organizadores de empalmes por casetera, máximo: Cassettes para una capacidad de 12 fibras en el caso de ser abatibles.
- Debe tener acoples E2000 UPC, removibles (con tornillos o vinchas) y según la capacidad del ODF (48).
- Debe tener espacio y elementos suficientes para alojar excesos en la longitud de los pigtails y buffers contenedores de cables.
- Debe tener espacio en la parte o tapa frontal para la colocación de etiquetas de identificación de enlace.

El embalaje de los pigtails (terminales o conectores) de repuesto deben tener etiquetas en la que conste todas las características de estos, tales como:

- Fabricante
- Tipo de fibra
- Fecha de fabricación
- Longitud del cable.

Todos los acopladores (uniones) de los Distribuidores Ópticos solicitados garantizarán valores de pérdidas de inserción menores a 0,3 dB, serán de alta resistencia mecánica, inmunes a la contaminación y a las condiciones ambientales.

A continuación, se muestran fotos **referenciales** de un ODF que cumple las características antes indicadas. El oferente podrá presentar otro modelo, siempre y cuando cumpla con la protección adecuada de los tubetes de los cables que ingresan, y que las bandejas modulares puedan ser extraídas sin peligro:



Deberá cumplir con las siguientes características técnicas y adjuntar la documentación que acredite dicha información:

- Para conectores del tipo E2000/UPC.
- Acoplador o manguito hecho de zirconia.
- Cumplimiento de los estándares Telcordia GR-326 e IEC 61300.
- Cumplimiento de verificación de materiales saludables RoHS.

8.3.5.3. PATCH CORDS DE FIBRA ÓPTICA TIPO E2000/UPC

Los patch cords deberán ser de tipo dúplex monomodo y cumplir con la norma G.655 C/D. Todos los conectores de los patch cords solicitados garantizarán valores de pérdida de inserción menores a 0,3 dB y pérdida de retorno menor a -55dB, serán de alta resistencia mecánica, inmunes a la contaminación y a las condiciones ambientales.

Deberá cumplir con las siguientes características técnicas y adjuntar la documentación que acredite dicha información:

- Para conectores del tipo E2000/UPC.
- Para conectores del tipo LC/UPC.
- Acoplador o manguito hecho de zirconia.
- Cumplimiento de los estándares Telcordia GR-326 e IEC 61300.
- Cumplimiento de verificación de materiales saludables RoHS.

El embalaje de los patch cords debe tener etiquetas en la que conste todas las características de estos, tales como:

- Fabricante
- Tipo de fibra
- Fecha de fabricación
- Longitud del cable

NOTA: Los terminales, conectores y acopladores ópticos de los ODF's, pueden ser diferentes al tipo E2000, según el requerimiento particular para cada caso.

8.3.5.4. Módulos SFP

Los módulos SFP (Optical Transceiver, eSFP, GE, Single-mode Module (1310nm, 40km, LC)) deberán ser compatibles con switches Huawei AR2504-H existentes en las subestaciones de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar y deben cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

Descripción	Especificación
Cantidad	6
Factor de forma	eSFP
Estándar de aplicación	1000BASE-LX/LH
Tipo de conector	LC
Tipo de fibra óptica	SMF
Working case temperature [°C(°F)]	0°C to 70°C (32°F to 158°F)

Opciones DDM	Supported
Velocidad de transmisión [bit/s]	1Gbit/s
Target transmission distance [km]	Single-mode fiber: 40 km
Características ópticas del transmisor	
Longitud de onda central [nm]	1310 nm
Potencia óptica máxima Tx [dBm]	0 dBm
Potencia óptica Tx mínima [dBm]	-5.0 dBm
Relación mínima de extinción [dB]	9.0 dB
Características ópticas del receptor	
Sensibilidad Rx [dBm]	-23.0 dBm
Potencia de sobrecarga [dBm]	-3.0 dBm

8.3.5.5. BASTIDOR O RACK

Se utilizará para instalar los distribuidores ópticos y equipos de telecomunicaciones.

Sus características son las siguientes:

- Dimensiones: 79" (~ 2 metros) alto, 19" de ancho, 100 cm de Profundidad
- Tapas laterales de acero laminado de 1 mm de espesor, desmontables.
- Techo y base de acero laminado de 1.5 mm de espesor.
- Protección IP20.
- Se soporta en 4 ruedas, con niveladores incorporados ajustables que permiten ubicar el rack en superficies irregulares.
- Puerta frontal panorámica con vidrio templado de 4 mm, con cerradura de 1 punto, manija embutida.
- Doble puerta posterior, con ranuras de ventilación y cerradura.
- Tapas laterales desmontables.
- Múltiples ingresos para cable en la parte superior e inferior a través de elementos precortados.
- Incluye:
 - Tornillería y tuercas encapsuladas para ensamble de parantes verticales y equipos a contener.
 - Juego de parantes para anclar los equipos
 - 2 ventiladores de rack
 - Accesorios para anclar el rack al piso
 - 1 bandeja.

8.4. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

La información meteorológica de interés para el estudio electromecánico de las líneas, tales como temperatura y vientos en la zona de influencia del proyecto, se resume en las siguientes tablas:

8.4.1. LÍNEA GUARANDA – GUANUJO:

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICA	VALOR
COTAS	Máxima Mínima	3000 msnm 2500 msnm
TEMPERATURAS	Mínima Máxima	7°C 28°C
VELOCIDAD DE VIENTO	Máxima	16 km/h
NIVEL CERAÚNICO	Media	40 Descargas/año/km ²
CARGA DE RAYO (IEC-62305-1, tabla 5)	Media	100 Coulomb

8.4.2. LÍNEA GUARANDA – COCHABAMBA:

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICA	VALOR
COTAS	Máxima Mínima	2850 msnm 2500 msnm
TEMPERATURAS	Mínima Máxima	7°C 28°C
VELOCIDAD DE VIENTO	Máxima	16 km/h
NIVEL CERAÚNICO	Media	30 Descargas/año/km ² ñ
CARGA DE RAYO (IEC-62305-1, tabla 5)	Media	100 Coulomb

8.4.3. LÍNEA COCHABAMBA – SICOTO:

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICA	VALOR
COTAS	Máxima Mínima	2850 msnm 1800 msnm
TEMPERATURAS	Mínima Máxima	7°C 28°C
VELOCIDAD DE VIENTO	Máxima	20 km/h
NIVEL CERAÚNICO	Media	30 Descargas/año/km ²
CARGA DE RAYO (IEC-62305-1, tabla 5)	Media	100 Coulomb

8.5. PRUEBAS

8.5.1. GENERALIDADES

El fabricante deberá llevar a cabo, bajo su responsabilidad, las pruebas solicitadas en este documento y aquellas no especificadas pero estipuladas en las normas aplicables asumiendo todos los costos directos e indirectos para la ejecución de las mismas, incluyendo el suministro a sus expensas de los materiales y equipos que se requieran y los elementos que se destruyan.

El fabricante es responsable del diseño y comportamiento satisfactorio de cualquier material suministrado directamente o a través de subcontratistas. Cualquier costo que sea necesario para reemplazar materiales defectuosos o para modificar el diseño estará a su cargo.

Se realizarán los siguientes tipos de pruebas en fábrica: **pruebas tipo, pruebas de rutina, pruebas de aceptación. Adicionalmente el contratista realizará pruebas en sitio en las instalaciones de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar.**

8.5.2. PRUEBAS TIPO O DE DISEÑO

Las pruebas tipo o de diseño se definen como pruebas normalmente hechas por el fabricante para verificar que el diseño reúne todos los requisitos estipulados en estas especificaciones técnicas. CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar podrá solicitar si así lo estima, copias certificadas de los resultados de las pruebas de diseño y análisis físicos y químicos de la materia prima utilizada durante la fabricación, emitidas por el fabricante y suministrador de la materia prima, de acuerdo con las normas técnicas aplicables.

8.5.3. PRUEBAS DE RUTINA

Las pruebas de rutina se definen, con todas las verificaciones, ensayos, análisis y exámenes efectuados, durante las diferentes etapas del proceso de manufactura, para asegurar que el procedimiento de fabricación se efectúa normalmente y que no se causen defectos debidos a deficiente mano de obra, material inadecuado o manejo impropio.

8.5.4. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Las pruebas de aceptación se ejecutarán en las instalaciones del fabricante o en un laboratorio aprobado por CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar y se definen como todas las pruebas realizadas sobre el producto completamente terminado para aprobación o rechazo.

CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar, se reserva el derecho a rechazar total o parcialmente las pruebas según lo considere.

Para la realización de estas pruebas, el contratista deberá presentar a CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar para aprobación, un programa de pruebas, indicando las características

del laboratorio y equipo de prueba, la identificación de los carretes y de los lotes para inspeccionar, las fechas propuestas para las pruebas y el procedimiento de las mismas.

Para la realización de las pruebas de aceptación, el contratista deberá entregar, a CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar, certificados de calibración de los equipos a utilizar en las pruebas, emitidos por una entidad competente con vigencia de seis (6) meses anteriores a la fecha de ejecución de las pruebas.

Cuando un lote sea rechazado, el fabricante podrá ensayar cada uno de los carretes que lo componen, remitir los resultados de las pruebas a CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar y solicitar nuevamente la inspección de los mismos.

Si en la nueva inspección del lote rechazado, con un tamaño de muestra del doble de la primera inspección, falla una (1) sola muestra, el lote en definitiva será rechazado y no podrá solicitarse una nueva inspección.

En caso tal de que las pruebas iniciales den lugar a un rechazo de la producción, el contratista no tendrá derecho a ampliación del plazo de entrega del suministro y todos los costos adicionales correrán por cuenta del contratista incluyendo la ejecución de las nuevas pruebas de aceptación.

En el caso de los carretes definitivamente rechazados, serán marcados en su exterior con pintura indeleble y sobre el cable rechazado, se harán marcaciones con algún elemento abrasivo, de tal manera que el cable sea fácilmente identificable.

8.5.4.1. Toma de muestra y criterios de aceptación y rechazo

Por definición, un lote es un conjunto de elementos del mismo tipo, grado, clase, forma y composición, fabricados esencialmente bajo las mismas condiciones, en el mismo periodo de trabajo y ofrecidos para aceptación, a la vez del cual se toman las muestras para verificar su conformidad con las especificaciones.

De cada lote, el fiscalizador tomará muestras representativas seleccionadas al azar y las someterá a las pruebas especificadas.

8.5.4.2. Plan de muestreo

El número de la muestra “p” para las pruebas de aceptación será conforme con lo establecido a continuación:

- $p = 2$ cuando $n < 100$
- $p = 4$ cuando $101 < n < 500$
- $p = 6$ cuando $n > 500$

Donde n es el número de piezas de un mismo elemento en un lote.

En el caso de que una muestra no cumpla las pruebas de aceptación, deberá hacerse un nuevo muestreo con el doble del muestreo inicial. Si alguna de las muestras de este segundo juego falla, el lote será rechazado.

8.5.5. PRUEBAS DEL CABLE OPGW

8.5.5.1. PRUEBAS TIPO O DE DISEÑO DEL CABLE OPGW

La fabricación del cable OPGW deberá cumplir con las siguientes normas:

IEEE 1138-2009:

- ✓ Pruebas Mecánicas
 - Prueba de fluencia por envejecimiento (Creep Test)
 - Prueba de esfuerzo-deformación (Stress-Strain Test)
 - Prueba de margen de deformación (Strain Margin Test)
 - Prueba de rotura (Ultimate Tensile Strength Test)
 - Prueba de Resistencia DC (DC Resistance Test)
- ✓ Pruebas de Instalación
 - Prueba en polea (Sheave Test).
 - Prueba de aplastamiento (Crush Test)
 - Prueba de doblado (Bend test)
 - Prueba de torsión (Twist Test)
- ✓ Pruebas del cable
 - Prueba de vibración eólica (Aeolian Vibration Test)
 - Prueba de galopeo (Galloping Test)
 - Prueba de cortocircuito (Short Circuit Test)
 - Prueba de rayo (Lighting Arc Test)
 - Prueba de impermeabilidad (Water Ingress Test).
 - Prueba de filtración del componente de relleno (Seepage of Flooding Compound)
 - Prueba de temperatura (Temperature Cycle Test)
 - Prueba de Corrosión (Salt Spray Corrosion Test)

IEC 61394:

- ✓ Prueba de Punto de goteo (Drop point test)
- ✓ Prueba de estabilidad en temperatura alta (High temperatura stability test)
- ✓ Prueba de corrosión (Corrosion test)

Sobre los hilos de fibra óptica:

A las fibras se les deberán efectuar las siguientes pruebas, según la norma IEEE 1138:

- ✓ Variación de atenuación con la longitud de onda.
- ✓ Atenuación pico.
- ✓ Atenuación con curvatura.
- ✓ Requerimientos ambientales - ciclo de temperatura.

8.5.5.2. PRUEBAS DE RUTINA DEL CABLE OPGW

Los cables deberán someterse a las siguientes pruebas de rutina, según la norma IEEE 1138-2009, numeral 6.5 (Routine test):

- Pruebas eléctricas y mecánicas en los alambres que conforman el cable OPGW, antes del trenzado.
- Pruebas eléctricas y mecánicas en el (los) tubo(s) metálico(s) que albergan las fibras y/o en el tubo extruido metálico y/o los tubos plásticos que albergan las fibras, según el tipo de construcción del cable ofertado; también se realizarán pruebas en los espaciadores.
- Medición del paso del cable (Lay length measurements).
- Pruebas ópticas.

Sobre las fibras del cable OPGW:

A las fibras se les deberán efectuar las siguientes pruebas:

- Variación de atenuación con la longitud de onda.
- Atenuación pico.
- Atenuación con curvatura.
- Requerimientos ambientales: ciclo de temperatura.
- Requerimientos ópticos
 - Coeficiente de atenuación
 - Uniformidad de atenuación
 - Dispersión cromática
 - Dispersión por modo de polarización (PMD).
 - Diámetro de campo modal
- Requerimientos geométricos
 - Error de concentricidad
 - Diámetro del revestimiento (Cladding diameter)
 - Medición de la no concentricidad del revestimiento
 - Diámetro del recubrimiento (Coating diameter)
- Requerimientos mecánicos
 - Prueba de tensión del hilo de fibra TIA-EIA 445-31-B-1990 [B29]

Sobre los alambres del cable OPGW:

El contratista deberá enviar a CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar dos (2) copias certificadas de las pruebas realizadas por el fabricante, análisis físicos y químicos de las muestras probadas y certificados de las materias primas utilizadas durante la fabricación, emitidas por el suministrador de la materia prima, de acuerdo con las normas técnicas.

Antes de trefilar los alambres de aluminio y de acero de ser el caso, se deberán efectuar pruebas de rutina al 10% de los rollos de alambre tomados al azar, comprobando resistencia a la rotura y conductividad eléctrica del alambrón.

Antes de cablear los alambres en el cable OPGW, se deberán efectuar pruebas de rutina sobre muestras tomadas al azar de las bobinas del alambre de aluminio y de acero, comprobando dimensiones, resistencia a la rotura y conductividad eléctrica de los alambres.

8.5.5.3. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DEL CABLE OPGW

A los carretes seleccionados para la ejecución de los ensayos, se les tomará una muestra de cable de por lo menos dos (2.00) metros de longitud y se les verificarán sus dimensiones según la norma ASTM B232.

El cable OPGW terminado se someterá a pruebas de chequeo de dimensiones y peso. Las características físicas, mecánicas y eléctricas de los alambres individuales de las muestras del cable OPGW seleccionadas, se controlarán con las especificaciones de las normas ASTM B230 y ASTM B232. El cable OPGW se someterá a las siguientes pruebas:

- ✓ Inspección de la materia prima
 - Revisión visual
 - Medición del paso del cable (Lay length measurements).
- ✓ Inspección de los alambres ACS y AAL utilizados en el cable OPGW (IEC61232 / IEC60104)
 - Revisión visual
 - Diámetro
 - Prueba de tensión
 - Elongación
 - Torsión
 - Resistividad
 - Espesor del aluminio en los alambres ACS
- ✓ Inspección del tubo de acero inoxidable del cable OPGW (IEEE 1138 numeral 6.5.2), si aplica.
 - Diámetro (de acuerdo al cable ofertado)
 - Prueba de tensión
 - Elongación
- ✓ Inspección del proceso de construcción
 - Revisión visual
 - Revisión del etiquetado
 - Revisión del empaque
 - Medición del diámetro del cable OPGW

IEC 60794:

- ✓ Prueba de Tensión (Tensile performance)
- ✓ Prueba de compresión (Crush)
- ✓ Prueba de Impacto (Impact)

- ✓ Prueba de doblado (Repeated Bending)
- ✓ Prueba de torsión (Torsion)
- ✓ Prueba de doblado – método E11 (Bend – method E11)
- ✓ Prueba de temperatura (Temperature Cycling)
- ✓ Prueba de penetración de agua (Water penetration)

IEC 61394:

- ✓ Prueba de Punto de goteo (Drop point test)
- ✓ Prueba de estabilidad en temperatura alta (High temperatura stability test)

Sobre todas las fibras ópticas al interior del cable OPGW de los carretes seleccionados se deberán chequear las siguientes características:

- Continuidad de la fibra.
- Atenuación de cada fibra.
- Longitud de la fibra.

Adicionalmente, se realizarán las siguientes pruebas ópticas:

- Dispersión cromática.
- Diámetro del campo modal.
- Geometría de la fibra.

Es inadmisibles el suministro de carretes de cable con empalmes de fibras ópticas al interior del cable. Las fibras deberán tener una continuidad tal que tras las pruebas de aceptación se verifique que la atenuación total del carrete coincida con las características especificadas de las fibras ópticas.

8.5.5.4. PRUEBAS EN SITIO DEL CABLE OPGW

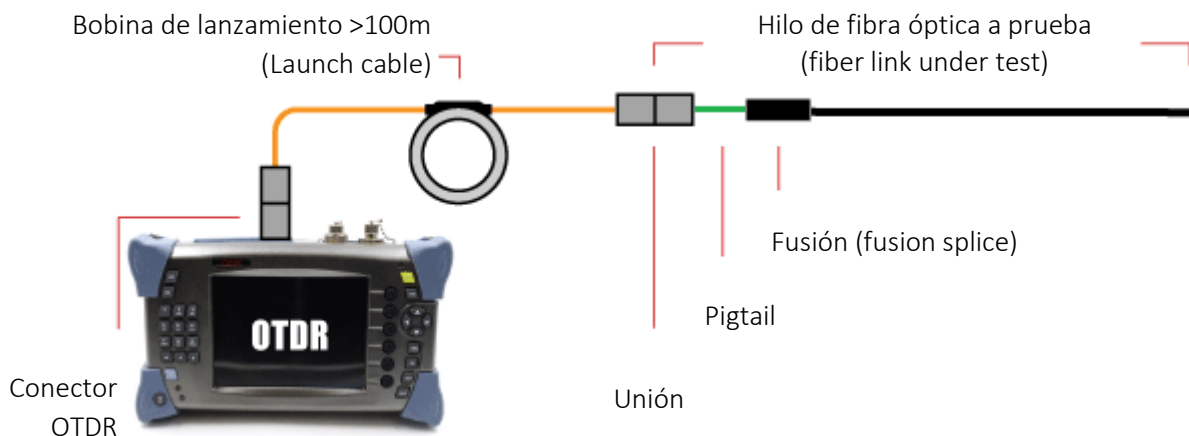
Toda vez descargados los carretes de cable OPGW en las instalaciones de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar, deberán realizarse las siguientes pruebas, sobre todos los hilos de fibra óptica del cable OPGW, de todos los carretes suministrados:

- Continuidad de la fibra.
- Atenuación óptica de cada fibra.
- Longitud de la fibra.

Previo a iniciar las pruebas, el contratista deberá presentar los certificados de calibración del OTDR y fusidora a utilizar.

El contratista deberá realizar las pruebas fusionando cada hilo de fibra óptica a un pigtail y utilizará una bobina de lanzamiento entre el OTDR y el pigtail fusionado.

Las pruebas ópticas deberán ser realizadas en las ventanas de 1310 nm y 1550 nm.



Los resultados deberán ser entregados a CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar para aprobación, en formato impreso y digital, con todos los archivos fuente que genere el OTDR.

8.5.6. PRUEBAS DEL CABLE TERMINAL DIELECTRICO ANTIRROEDORES

Se deberán suministrar a CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar copia de los resultados de las pruebas tipo realizadas al cable de fibra óptica.

También se deberá enviar la información relacionada con los procedimientos de las pruebas, los cuales deben haber sido hechas de acuerdo con lo indicado en TIA/EIA 455, IEC 60794-1, IEC 60793 o similar, así como las características básicas de los instrumentos utilizados para realizar las diferentes mediciones.

En caso de no disponerse de los respectivos certificados de pruebas tipo, éstas deberán ser realizadas y sus resultados enviados a CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar a costo del contratista.

8.5.6.1. PRUEBAS TIPO O DE DISEÑO DEL CABLE TERMINAL DIELECTRICO ANTIRROEDORES

IEC 60794 (Pruebas mecánicas):

- ✓ Prueba de Tensión (Tensile performance)
- ✓ Prueba de compresión (Crush)
- ✓ Prueba de Impacto (Impact)
- ✓ Prueba de doblado (Repeated Bending)
- ✓ Prueba de torsión (Torsion)
- ✓ Prueba de doblado – método E11 (Bend – method E11)
- ✓ Prueba de temperatura (Temperature Cycling)
- ✓ Prueba de penetración de agua (Water penetration)
- ✓ Pruebas de facilidad de pelado
- ✓ Prueba de tensión de carga

IEC 60793 (Sobre los hilos de fibra óptica)

A las fibras se les deberán efectuar las siguientes pruebas:

- Variación de atenuación con la longitud de onda.
- Atenuación pico.
- Atenuación con curvatura.
- Requerimientos ambientales: ciclo de temperatura.
- Requerimientos ópticos
 - Coeficiente de atenuación
 - Uniformidad de atenuación
 - Dispersión cromática
 - Dispersión por modo de polarización (PMD).
 - Diámetro de campo modal
- Requerimientos geométricos
 - Error de concentricidad
 - Diámetro del revestimiento (Cladding diameter)
 - Medición de la no concentricidad del revestimiento
 - Diámetro del recubrimiento (Coating diameter)
- Requerimientos mecánicos
 - Prueba de tensión del hilo de fibra TIA-EIA 445-31-B-1990 [B29]
 - Fuerza de pelado del recubrimiento

8.5.6.2. PRUEBAS DE RUTINA DEL CABLE TERMINAL DIELECTRICO ANTIRROEDORES

IEC 60794 (Pruebas mecánicas):

- ✓ Prueba de Tensión (Tensile performance)
- ✓ Prueba de compresión (Crush)
- ✓ Prueba de Impacto (Impact)
- ✓ Prueba de doblado (Repeated Bending)
- ✓ Prueba de torsión (Torsion)
- ✓ Prueba de doblado – método E11 (Bend – method E11)
- ✓ Prueba de temperatura (Temperature Cycling)
- ✓ Prueba de penetración de agua (Water penetration)
- ✓ Pruebas de facilidad de pelado
- ✓ Prueba de tensión de carga
- ✓ Dimensión
 - Espesor de la chaqueta interior y exterior.
 - Diámetro exterior del cable
 - Pruebas ópticas

IEC 60793 (Sobre los hilos de fibra óptica)

A las fibras se les deberán efectuar las siguientes pruebas:

- Variación de atenuación con la longitud de onda.
- Atenuación pico.
- Atenuación con curvatura.

- Requerimientos ambientales: ciclo de temperatura.
- Requerimientos ópticos
 - Coeficiente de atenuación
 - Uniformidad de atenuación
 - Dispersión cromática
 - Dispersión por modo de polarización (PMD).
 - Diámetro de campo modal
- Requerimientos geométricos
 - Error de concentricidad
 - Diámetro del revestimiento (Cladding diameter)
 - Medición de la no concentricidad del revestimiento
 - Diámetro del recubrimiento (Coating diameter)
- Requerimientos mecánicos
 - Prueba de tensión del hilo de fibra TIA-EIA 445-31-B-1990 [B29]

8.5.6.3. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DEL CABLE TERMINAL DIELECTRICO ANTIRROEDORES

A los carretes seleccionados para la ejecución de los ensayos, se les tomará una muestra de cable de por lo menos dos (2.00) metros de longitud y se les verificarán sus dimensiones.

Los cables DIELECTRICOS ANTIRROEDORES terminados se someterán a pruebas de chequeo de dimensiones y peso. Las características físicas y mecánicas deberán cumplir las siguientes pruebas:

- ✓ Inspección de la materia prima
 - Revisión visual
- ✓ Dimensión
 - Espesor de la chaqueta interior y exterior.
 - Diámetro exterior del cable
 - Marcado de la chaqueta exterior.
- ✓ Inspección del proceso de construcción
 - Revisión visual
 - Revisión del etiquetado
 - Revisión del empaçado
 - Código de colores de las fibras y los tubos holgado

IEC 60794 (Pruebas mecánicas):

- ✓ Prueba de compresión (Crush)
- ✓ Prueba de Impacto (Impact)
- ✓ Prueba de doblado (Repeated Bending)
- ✓ Prueba de torsión (Torsion)
- ✓ Prueba de doblado – método E11 (Bend – method E11)
- ✓ Prueba de temperatura (Temperature Cycling)
- ✓ Prueba de penetración de agua (Water penetration)

- ✓ Pruebas de facilidad de pelado
- ✓ Dimensión
 - Espesor de la chaqueta interior y exterior.
 - Diámetro exterior del cable
 - Pruebas ópticas

Sobre las fibras ópticas al interior del cable DIELECTRICO ANTIRROEDORES de los carretes seleccionados se deberán chequear las siguientes características:

- Continuidad de la fibra.
- Atenuación de cada fibra.
- Longitud de la fibra.

Es inadmisibles el suministro de carretes de cable con empalmes de fibras ópticas al interior del cable. Las fibras deberán tener una continuidad tal que tras las pruebas de aceptación se verifique que la atenuación total del carrete coincida con las características especificadas de las fibras ópticas.

8.5.6.4. PRUEBAS EN SITIO DEL CABLE TERMINAL DIELECTRICO ANTIRROEDORES

Se realizará el mismo procedimiento descrito en el punto 8.5.5.4.

8.5.7. PRUEBAS DE LOS HERRAJES Y ACCESORIOS PARA LOS CABLES CON FIBRA ÓPTICA

Los herrajes y accesorios para los cables tipo OPGW y ADSS son similares, por lo que a continuación se detallan los requerimientos para todos ellos. Las pruebas deberán realizarse por separado.

8.5.7.1. PRUEBAS DE RUTINA

Se deberán realizar las siguientes pruebas en todos los herrajes y accesorios, acorde a las normas siguientes:

IEC 61284 e ISO 1461:

- Herraje de suspensión
 - Medición del galvanizado por inmersión en caliente
 - Pruebas mecánicas para los componentes de la grapa
 - Medición de la fuerza de deslizamiento
- Herraje de retención
 - Medición del galvanizado por inmersión en caliente
 - Pruebas mecánicas para los componentes de la grapa
 - Medición de la fuerza de deslizamiento
 - Prueba de rotura "Breaking Test". Esta prueba tiene como finalidad comprobar la tensión máxima que soporta el herraje de retención, acorde a

la norma IEC 61284-1997, numeral 11.3.1 “Mechanical damage and failure load test”.

- Grapa de bajada
 - Medición del galvanizado por inmersión en caliente
- Amortiguador espiral
 - Medición del galvanizado por inmersión en caliente (si aplica)
 - Estudio de amortiguamiento
- Cajas de empalme
 - Acorde a la norma TELCORDIA GR-771-CORE:
 - Prueba de deslizamiento del cable (Cable Pullout)
 - Prueba de compresión de los herrajes en el cable (Cable Clamping)
 - Prueba de inmersión en agua (Water Immersion)

Forjados:

Los herrajes forjados deberán someterse a las siguientes pruebas en las diversas etapas de fabricación:

- Materia prima: Inspección visual, pruebas mecánicas y químicas.
- Después del forjado: Inspección visual, verificación dimensional y pruebas metalográficas.
- Después del tratamiento térmico: Pruebas metalográficas, mecánicas y de dureza.
- Después del acabado y antes del galvanizado: Inspección visual, dimensional (chequeos de calibración con galgas).
- Después del galvanizado: Uniformidad y adherencia del zinc.

Los componentes finales deberán inspeccionarse visualmente, verificarse dimensionalmente (con galgas), ensayarse mecánicamente y comprobarse su ajuste.

Fundiciones:

Los elementos fundidos se someterán a las siguientes pruebas en las etapas de fabricación:

- Materia prima: Inspección visual y análisis químico.
- Después de la fundición: Inspección visual, verificación dimensional y análisis químico del material.
- Después del tratamiento térmico: Pruebas metalográficas y mecánicas.
- Después del acabado y antes del galvanizado: Inspección visual y dimensional (chequeos de calibración con galgas).
- Después del galvanizado: Uniformidad y adherencia del zinc.
- Los componentes finales deberán inspeccionarse visualmente, verificar las dimensiones (con galgas), ensayarse mecánicamente y comprobarse su ajuste.

Placas laminadas:

Las piezas fabricadas con placas laminadas deberán someterse a las siguientes pruebas en las diversas etapas de fabricación:

- Materia prima: Inspección visual y dimensional, pruebas mecánicas y análisis químico.
- Después de cortar, taladrar y doblar (cuando sea aplicable): Inspección visual y dimensional.
- Después del tratamiento térmico: Inspección visual y dimensional y pruebas de impacto.
- Después del galvanizado: Peso, uniformidad y adherencia del zinc.

Prueba de tensión mecánica a herrajes:

Antes del galvanizado y de la inspección de partículas magnéticas, todos los herrajes de suspensión y retención deberán someterse, durante un (1) minuto, a una carga igual al 50% de la tensión de rotura garantizada. Todos los herrajes deberán ensayarse de tal manera que se simulen las condiciones reales de operación. Después de la aplicación de la carga, cada elemento deberá inspeccionarse y no deberá mostrar evidencia de deformación permanente, agrietamientos y fractura incipiente que pueda detectarse sin la ayuda de instrumentos de medida. Después de la prueba de tensión mecánica, las piezas deberán someterse a la inspección de partículas magnéticas.

8.5.7.2. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Las muestras de todos los elementos deberán inspeccionarse para verificar su conformidad con las especificaciones, chequeando dimensiones, marcas, tolerancias, alineamiento, ajuste, calidad de la superficie y acabado. Los elementos del suministro deberán tener un acabado compatible con el del prototipo aprobado en las pruebas de diseño. Estas pruebas deberán incluir las pruebas de resistencia mecánica de grapas de retención.

Se deben realizar las siguientes pruebas de aceptación sobre los herrajes y accesorios, acorde a las normas:

IEC 61284 e ISO 1461:

- ✓ Inspección de la materia prima
 - Revisión visual
- ✓ Inspección del proceso de construcción
 - Revisión visual
 - Revisión del etiquetado
 - Revisión del empaclado
- ✓ Pruebas de los herrajes

- Herraje de suspensión
 - Revisión visual
 - Verificación de dimensiones
 - Medición del galvanizado por inmersión en caliente
 - Pruebas mecánicas para los componentes de la grapa
 - Prueba de armado y acople en el cable con fibra óptica respectivo
 - Medición de la fuerza de deslizamiento
- Herraje de retención
 - Revisión visual
 - Verificación de dimensiones
 - Medición del galvanizado por inmersión en caliente
 - Pruebas mecánicas para los componentes del herraje
 - Prueba de armado y acople en el cable con fibra óptica respectivo
 - Medición de la fuerza de deslizamiento
 - Prueba de rotura “Breaking Test”. Esta prueba tiene como finalidad comprobar la tensión máxima que soporta el herraje de retención, acorde a la norma IEC 61284-1997, numeral 11.3.1 “Mechanical damage and failure load test”.
- Grapa de bajada
 - Revisión visual
 - Verificación de dimensiones
 - Prueba de armado y acople en el cable con fibra óptica respectivo
 - Medición del galvanizado por inmersión en caliente
- Amortiguador espiral
 - Revisión visual
 - Verificación de dimensiones
 - Prueba de armado y acople en el cable con fibra óptica respectivo
 - Medición del galvanizado por inmersión en caliente (si aplica)
 - Respuesta del amortiguador (frecuencias de resonancia)
 - Prueba de deslizamiento
- ✓ Pruebas de los accesorios
 - Caja de empalme
 - Revisión visual
 - Verificación de dimensiones
 - Prueba de deslizamiento del cable (Cable Pullout)
 - Prueba de compresión de los herrajes en el cable (Cable Clamping)
 - Prueba de inmersión en agua (Water Immersion)
 - Prueba de protección IP67
 - Medición del galvanizado por inmersión en caliente (de ser el caso)

- Revisión de los accesorios
- Distribuidor Óptico (ODF)
 - Revisión visual
 - Verificación de dimensiones
 - Revisión de los accesorios
- Pigtailes
 - Revisión visual
 - Verificación de dimensiones
 - Prueba de pérdida de inserción
 - Prueba de calidad del conector

Control dimensional, acabado, marcas, ajustes y articulaciones.

Las muestras de todos los elementos deberán inspeccionarse para verificar su conformidad con las especificaciones, chequeando dimensiones, marcas, tolerancias, alineamiento, ajuste, calidad de la superficie y acabado. Los elementos del suministro deberán tener un acabado compatible con el del prototipo aprobado en las pruebas de diseño.

Pruebas de control galvanizado

Para la determinación de la masa de zinc deberá utilizarse el método magnético, tomando cinco (5) medidas del espesor del galvanizado sobre cada muestra. El promedio aritmético de las medidas no debe ser menor que el valor indicado en la siguiente tabla (norma ASTM A 153-82):

PRODUCTO	MASA DE CAPA DE ZINC	
	MEDIDA	INDIVIDUAL
	g/m ² o micras	g/m ² o micras
A: Acero o hierro fundido	600 o 86	550 o 79
B: Laminados, forjados y prensados		
B1: Espesor >4.8 mm y Longitud > 382 mm	600 o 86	550 o 79
B2: Espesor < 4.8 mm y longitud > 382 mm	460 o 66	380 o 54
B3: Cualquier espesor y longitud < 381 mm	400 o 57	340 o 49
C: tuercas, tornillos y similares Ø > 9.5 mm	380 o 54	300 o 43
arandelas entre 4.8 y 6.4 mm de espesor	380 o 54	300 o 43
D: Tuercas y tornillos y similares Ø < 9.5 mm	300 o 43	260 o 37
arandelas con espesor < 4.8 mm	300 o 43	260 o 37

Si el promedio aritmético de una de las muestras o solo una muestra individual incumplen, se realizará una nueva prueba con el doble de muestras. Cuando dos muestras o más no son satisfactorias, el lote completo será rechazado.

Adicionalmente, cuando sea requerido, se realizará la prueba de Preece para verificar la uniformidad de la capa de zinc de conformidad con la norma ASTM A239 y la masa de zinc por unidad de área.

La capa de zinc de los especímenes de prueba debe soportar, sin que se presenten depósitos de cobre metálico, seis (6) baños de un (1) minuto, en caso de piezas con recubrimiento clase A o B, o cuatro (4) baños de un (1) minuto en caso de piezas con recubrimiento clase C o D, como se especifica en la norma ASTM A153.

El peso de la capa de zinc se determinará como se describe en la norma ASTM A90 y será igual o mayor que los valores mínimos especificados en la norma ASTM A153, para cada clase de material.

8.6. EMPAQUE Y MANEJO DE TODOS LOS CARRETES

Todos los cables con fibra óptica deberán suministrarse en carretes contruidos totalmente de metal (estructura y tapas laterales). Los carretes tendrán una estructura fuerte que soporte el manejo durante el transporte, carga, descarga, y todas las operaciones de tendido del cable, sin sufrir deformaciones.

Los tambores internos y tapas laterales de los carretes deberán estar envueltos por una cubierta protectora, forradas con material de fibra resistente a la humedad, para proteger el cable y evitar que roce con la parte metálica del carrete.

Todos los carretes deben estar pintados en sus superficies interior y exterior, para protegerlos debidamente de la intemperie, y deben tener orificios de drenaje a lo largo de cada ala, lo más cerca posible a la parte inferior del recubrimiento del tambor.

La última capa del cable con fibra óptica (exterior) deberá ser envuelta con lona o cuero resistente a la humedad y que preserve al cable de daños ocasionados por rotura de la protección exterior. Esta lona deberá asegurarse con bandas de acero (zunchos).

La protección exterior del carrete será de madera, la cual deberá ser asegurada convenientemente para que en el transporte proteja al cable con fibra óptica.

Los carretes deberán estar enlistonados. Los listones deberán fijarse firmemente a los bordes del carrete y asegurarse con bandas de acero (zunchos).

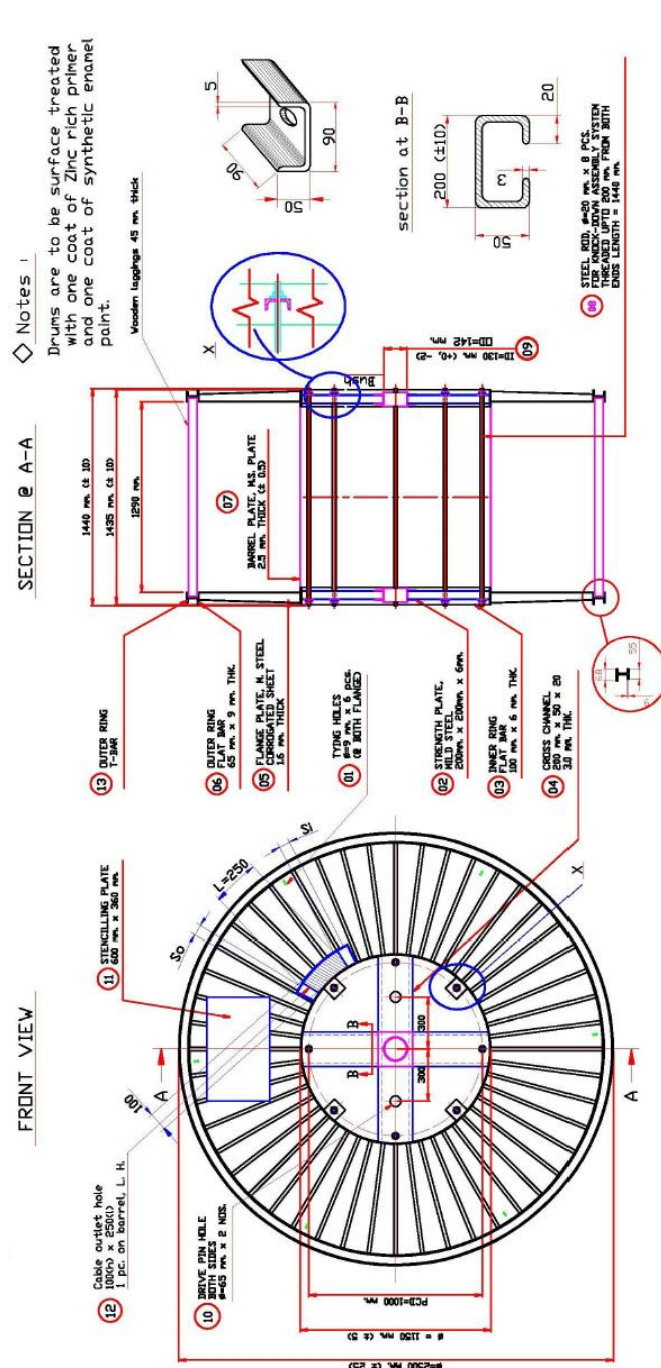
El oferente debe presentar para aprobación por parte de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar los planos de dimensiones y detalles de todos los carretes, acorde al detalle de la Figura No. 17.

Los extremos del cable con fibra óptica deberán atravesar el ala del carrete y asegurarse convenientemente, tomando en cuenta lo siguiente:

- a)** Estarán accesibles para realizar pruebas.
- b)** Será de tres (3) metros de longitud cada una.

- c) Estarán selladas para prevenir la penetración de humedad.
- d) Estarán aseguradas al carrete para evitar que se pierda en el tránsito o durante las labores de ubicación en el sitio.

El orificio para el manejo de los carretes deberá ser circular, centrado en su eje, con un diámetro de acuerdo al plano de la Figura No. 17.



8.6.1. IDENTIFICACIÓN DE CABLE DIELECTRICO ANTIRROEDORES

Todos los cables DIELECTRICOS ANTIRROEDORES suministrados estarán matrizados y adecuadamente marcados secuencialmente conforme a la longitud total de cada carrete cada metro como mínimo, en la chaqueta con impresión en relieve de manera legible, de forma indeleble con suficiente resistencia a la abrasión mecánica, grabado y pintado de color blanco al menos con la siguiente información:

- Nombre de la empresa Contratante (CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar).
- Código del cable del fabricante.
- Tipo de cable.
- Código de identificación de la bobina.
- Marcación secuencial en metros, comenzando de cero en cada bobina.
- Cantidad y tipo de fibras.
- Nombre del fabricante.
- Año de fabricación.

Esta codificación será propuesta por el fabricante a CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar para aprobación, previo la fabricación del suministro.

8.6.2. MARCACIÓN DE LOS CARRETES DE TODOS LOS CABLES DEL SUMINISTRO

Los carretes, deberán estar claramente marcados en ambas caras, en **bajo relieve**, mediante un rótulo metálico cuyo diseño deberá someterse a aprobación de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar.

- Nombre de la empresa Contratante (CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar).
- Número del contrato.
- Número de identificación de la bobina.
- Marcación inicial y secuencial.
- Nombre del fabricante.
- Nombre y código del cable.
- Diámetro del cable.
- Longitud contenida del cable.
- Longitud contenida de la fibra óptica.
- Número y tipo de fibras.
- Los pesos neto y bruto correspondientes
- Fecha de fabricación.
- Se colocará una tarjeta plástica que contenga recomendaciones de manipuleo correcto del carrete.

Adicionalmente, cada cara del carrete deberá contener la siguiente información (en forma pintada e indeleble):

- Nombre de la empresa Contratante (CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar).
- Sentido de rotación de la bobina.
- Número del contrato.
- Tipo de cable.
- Número de identificación del carrete o bobina.

El tamaño del rótulo metálico deberá ser de al menos 15 cm y deberá estar marcada en letra imprenta o de molde. Estas placas deberán quedar adheridas al carrete, bien sea por medio de remaches o con un pegante que garantice su adherencia permanente.

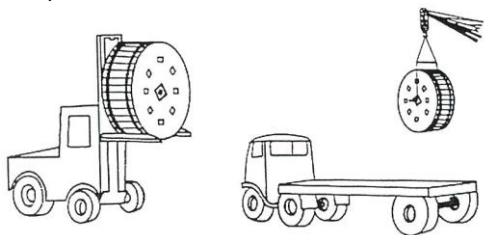
Para evitar posibles retrasos en el desarrollo del proyecto, durante el periodo de transporte y nacionalización del suministro de materiales, el fabricante deberá hacer énfasis en que la información de longitud de cable contenida en el carrete que aparece en el rótulo coincida con lo declarado en los documentos de nacionalización del cable.

8.6.3. MANEJO, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LOS CARRETES

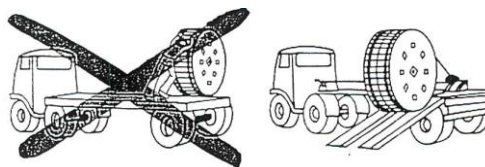
Junto a cada carrete, el fabricante debe entregar el instructivo y recomendaciones de manejo, almacenamiento y transporte de los carretes. Esta información podrá estar impresa en una placa metálica o en un material protegido de la humedad y deterioro.

Para el manejo y transporte de los carretes de cable con fibra óptica, el contratista se obliga a cumplir con las siguientes reglas:

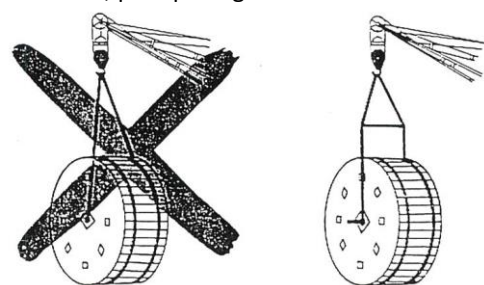
1. De preferencia, para cargar y descargar los carretes utilizar una grúa o montacargas con horquillas.



2. Si no existen estos, utilizar un dispositivo para descargar y un winche. NUNCA lanzar al suelo el carrete desde encima del vehículo.



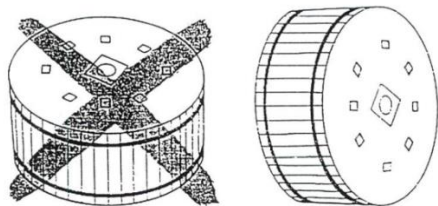
3. Para alzar el carrete, siempre utilizar un eje de acero o eslinga a través de los agujeros del eje. Se deberá utilizar un distanciador sobre el carrete, para proteger las caras laterales.



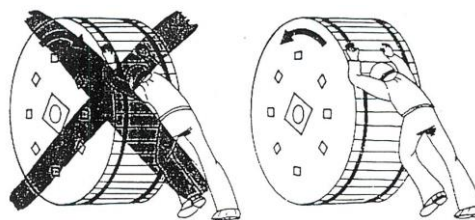
4. Siempre levantar los carretes de lado, colocando las horquillas por debajo del carrete.



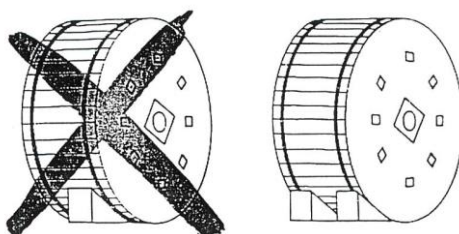
5. Las bobinas no se podrán transportar ni almacenar en posición horizontal, peor aún, despachar el cable en esta posición durante el tendido.



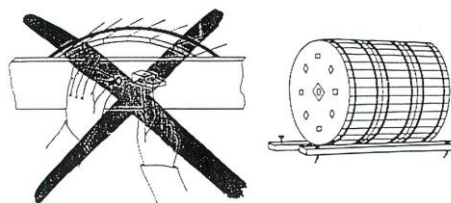
6. Girar los carretes únicamente en la dirección de la flecha.



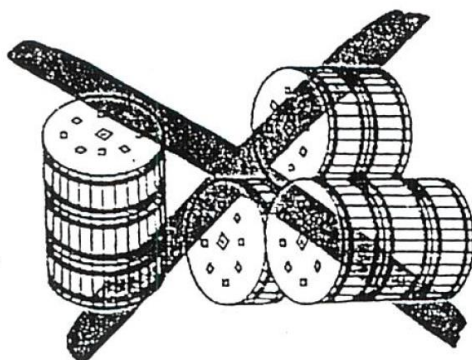
7. Utilizar cuñas adecuadas para evitar el movimiento del carrete



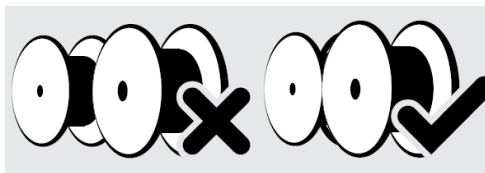
8. Utilizar vigas y clavarlas al piso, dejar un espacio libre de 20 mm entre la base del carrete y el piso. Nunca clavar clavos hacia adentro del carrete.



9. No apilar los carretes



10. Para almacenar carretes del mismo ancho, alinee bordes.



Nota: El incumplimiento de cualquiera de estos 10 puntos provocará el rechazo inmediato del carrete COMPLETO. El contratista deberá proveer carretes nuevos y entregarlos en las instalaciones indicadas por CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar.

9. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

TRABAJOS PRELIMINARES:

- Presentación y revisión de oficinas y bodegas provisionales.
- Presentación y revisión de equipos y herramientas de tendido.
- Recepción, carga y descarga de los materiales en las bodegas de CNEL EP UN Bolívar y transporte al sitio de trabajo.
- Pruebas ópticas de todos los hilos de fibra óptica, en todos los carretes de cable con fibra óptica; antes del tendido. Elaboración de informe de pruebas por cada carrete, referencia "ANEXO B".
- Presentación de personal capacitado para los trabajos de instalación de cable con fibra óptica en torres de alta tensión y ductería en subestaciones.
- Sistema de comunicaciones
- Permisos y accesos.
- Desbroce para los accesos y áreas circundantes en las torres.
- Construcción de accesos temporales.
- Construcción de pórticos y obras de protección para vías, líneas eléctricas, etc., previo y durante el tendido de OPGW.

TRABAJOS EN GENERAL:

- Empoleado del cable de guarda existente.
- Retiro y rebobinado del cable de guarda existente.
- Ejecución de empalmes en el cable de guarda existente.
- Ejecución del tendido del cable con fibra óptica OPGW (tensiones, flechado, regulado), de acuerdo a la información de las tablas de ubicación de estructuras y tipos de torres y postes.
- Instalación de herrajes de suspensión y retención.
- Instalación de amortiguadores.
- Instalación de puestas a tierra.
- Instalación de cajas de empalme y reservas de OPGW en torres bajantes.
- Instalación de cable para acometida (tipo dieléctrico antiroedores) y trabajos de obra civil.
- Instalación de ODF en subestaciones.
- Ejecución de pruebas ópticas.
- Ejecución de pruebas electromecánicas.
- Limpieza final y desmovilización.
- Entrega a la Fiscalización de documentos técnicos, formularios de control de calidad, informes mensuales con contenido fotográfico del avance de obra, planos de construcción y otros en "AS BUILT", de forma impresa y magnética.
- Entrega de archivo fotográfico de la placa colocada y de cada estructura de la torre o poste.
- Entrega de planos digitalizados del tendido del cable OPGW en base ArcGIS.
- Entrega de los materiales sobrantes en las bodegas de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar con base en el procedimiento interno de CNEL EP.
- Entrega de informe final de tendido.

- Entrega provisional y definitiva de la obra.

El oferente deberá tener un conocimiento cabal de la ruta de las líneas de subtransmisión y de los accesos terrestres que le permitan facilitar el suministro, movilización y transporte de los equipos, materiales e insumos a todos los sitios de trabajos.

9.1. TRABAJOS PRELIMINARES

9.1.1. Presentación y revisión de oficinas y bodegas provisionales

El contratista deberá presentar al Administrador de Contrato y a la fiscalización las oficinas y bodegas donde se realizarán las actividades administrativas, así como el control y resguardo de los materiales.

9.1.2. Presentación y revisión de equipos y herramientas de tendido

El contratista deberá presentar al Administrador de Contrato y a la fiscalización los equipos de tendido, herramientas y materiales que utilizará para los trabajos de instalación de OPGW y desinstalación del cable de guarda existente.

Debe informar a tiempo cuando dispondrán en sitio de sus equipos, herramientas y materiales, a fin de que el fiscalizador pueda inspeccionar.

Dentro de los documentos precontractuales se especificó los materiales y equipos mínimos que debe presentar el contratista, los cuales son:

DETALLE DEL EQUIPO	CANTIDAD
Camión grúa de 5 toneladas de capacidad mínima	1,00
Vehículos para movilización de personal en la obra	2,00
Camión para transporte de materiales y equipos menores para los grupos de trabajo	2,00
Cable piloto o cordina adecuada para tendido de cables OPGW	8 km
Lote de poleas para torre adecuadas para tendido de cables OPGW (canal recubierto de neopreno o nylatron), de acuerdo a los diámetros establecidos en estas especificaciones técnicas	1,00
Malacate, cabrestante o winche de tendido para jalar un conductor de 2000 kg de tracción	1,00
Freno para un conductor de 2000 kgf de tracción	1,00
Malacate o winche pequeño	1,00
Portacarretes	1,00
Juego de herramientas menores: Tecles, torquímetros, poleas, medias o fundas de tiro tipo kellen, cabos de Manila o nylon, herramientas menores, anti giradores, puestas a tierra móviles, etc	1,00
Juego de equipo necesario para flechado: teodolito, dinamómetro	1,00
Equipos de radiocomunicación (4 bases y 18 móviles)	22,00
Equipos completos de puesta a tierra	4,00
Contrapesos	3,00

Detalle de equipo mínimo para el tendido de cable OPGW

9.1.3. Recepción, carga y descarga de los materiales en sus bodegas y transporte al sitio de trabajo.

El Contratista suministrará en sus bodegas, los materiales que se describen a continuación y todos los materiales adicionales que se requieren para el tendido de cables de las líneas de subtransmisión, hasta completar el trabajo.

- Cable de guarda con fibra óptica - OPGW.
- Cable con fibra óptica tipo dieléctrico Antiroedores.
- Accesorios de Retención para OPGW.
- Accesorios de Suspensión para OPGW.
- Amortiguadores para OPGW.
- Grapas de bajada para sujetar el OPGW a la torre.
- Cajas de Empalme.
- Distribuidores ópticos terminales (ODF's).
- Bastidores (Rack's).
- Otros.

9.1.4. Pruebas ópticas de todos los hilos de fibra óptica, en todos los carretes de cable con fibra óptica; antes del tendido.

CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN ÓPTICA:

El Contratista deberá incluir el listado detallando marcas y modelo de los OTDR's, fusionadoras, medidores de pérdidas y demás instrumentos que utilizará en los trabajos de pruebas, conjuntamente con las respectivas certificaciones de calibración de cada uno de ellos.

PRUEBAS EN SITIO:

Estas pruebas deberán efectuarse a todas y cada una de las fibras del cable de cada uno de los carretes recibidos, para determinar que no hayan sufrido averías durante el proceso de embarque y transporte hasta el sitio indicado para almacenar los carretes.

En el sitio de almacenamiento de los carretes, el Administrador de Contrato y el Fiscalizador harán una inspección visual del estado de los carretes para descartar o consignar posibles daños, averías o maltratos durante el proceso de embarque y transporte de los mismos.

En esta etapa el Contratista deberá marcar cada uno de los carretes con la longitud física de cada uno, teniendo en cuenta las tablas de tendido para el posterior envío al sitio respectivo de instalación.

Se deberán efectuar, por lo menos, las siguientes pruebas:

- Inspección visual: El objetivo es verificar el estado de los carretes de fibra óptica en cuanto a su integridad física.
- Continuidad de la fibra: Un chequeo de continuidad a cada fibra para verificar que las fibras no han sufrido roturas o daños. Se deberá medir usando un OTDR.
- Coeficiente de atenuación: La atenuación por unidad de longitud para las fibras ópticas debe ser $\leq 0,2$ dB/km. Esta medición se podrá realizar con el OTDR de manera unidireccional.
- En caso de que la medida unidireccional arroje un resultado mayor al requerido, se deberá realizar la medida de manera bidireccional y obtener el valor promedio. Si el valor promedio bidireccional sigue siendo mayor, se deberá hacer uso de un conjunto fuente-medidor de potencia óptica y se obtendrá el valor promedio bidireccional.
- Longitud óptica de la fibra: La longitud de la fibra se deberá medir usando el OTDR. El factor de índice de retardo de grupo a ser usado en esta medición debe ser entregado por el fabricante de la fibra.

PRUEBAS ÓPTICAS ANTES DEL TENDIDO:

En presencia del Administrador y Fiscalizador de Contrato, se deberán efectuar las pruebas reflectométricas de atenuación y verificar las longitudes ópticas del OPGW.

Los resultados de las pruebas deberán ser presentadas a CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar junto con un informe que describa las características de los bienes evaluados, equipos utilizados, certificados de calibración y conclusiones, para lo cual se facilitará un informe modelo al Contratista. Se presentará en forma impresa y magnética, incluyendo los archivos fuentes generados por el equipo OTDR.

Una vez descargados los carretes de OPGW en la bodega en Ecuador, deberán realizarse las pruebas descritas en la sección 8.5.5.4 de este documento.

9.1.5. Presentación de personal capacitado

El personal del Contratista, encargado de ejecutar supervisar y controlar los trabajos, en cada uno de los enlaces en donde se realizarán los montajes de los cables y accesorios de fibra óptica, se encuentran conformados por:

- Personal técnico directivo, residente de obra, profesionales especializados y técnicos calificados en las varias ramas que demande el trabajo, capataces y jefes de grupo.
- Obreros especializados, semi-especializados y no especializados necesarios para ejecutar correctamente los trabajos.
- Los especialistas que el Contratista requiera, previa autorización de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar.

El contratista deberá entregar a la Fiscalización la documentación necesaria que respalde la afiliación al IESS de todo el personal que realizará el trabajo o en el caso de ser extranjeros, el permiso de trabajo correspondiente.

La experiencia y/o capacitación debe constar en sus perspectivas currículum vitae y demostrada con sus respectivos certificados, diplomas, títulos o documentos acreditantes; para la aprobación de estas nóminas por parte de Fiscalización, así como posteriores cambios de personal, si fuesen necesarios.

En el caso de que la Fiscalización considere que el personal del Contratista es insuficiente, en coordinación con el Administrador de Contrato, se podrá ordenar su incremento o un aumento de los turnos de trabajo. Estas órdenes no darán lugar a pagos adicionales o a reclamos de ninguna índole por parte del Contratista.

La Fiscalización podrá exigir al Contratista el retiro definitivo de cualesquiera de sus funcionarios, empleados u obreros, que a criterio de la Fiscalización no fueren idóneos para cumplir las funciones encomendadas o fueren negligentes en la ejecución de sus deberes, o cuyo comportamiento sea censurable, o que su permanencia en el sitio de los trabajos fuere inconveniente para el Proyecto. Estas resoluciones de la Fiscalización no implicarán modificación en las obligaciones del Contratista. Los costos de liquidación, retiro y reemplazo de dicho personal correrán por cuenta del Contratista.

El Personal mínimo para cada frente de trabajo, adicionado al Personal Directivo, que participa en los trabajos, entre otros debe ser el siguiente:

Personal Mínimo	Cantidad	Título	Experiencia
Director de Proyecto	1	Ingeniero en Electricidad o Electrónica	Tener experiencia como Director de proyecto, Constructor, Administrador o Jefe de Proyecto, en proyectos de tendido de cables de fibra óptica OPGW, DIELECTRICO y de tipo armado a través de líneas de transmisión o subtransmisión
Residente de Obra	1	Ingeniero en Electricidad o Electrónica	Tener experiencia como Fiscalizador, Residente de obra en proyectos de tendido de cables de fibra óptica OPGW, DIELECTRICO y de tipo armado a través de líneas de transmisión o subtransmisión
Especialista en Fibra Óptica OPGW	1	Ingeniero en Electricidad o Electrónica	Tener experiencia como Administrador, Fiscalizador, Residente de obra en proyectos de tendido de cables de fibra óptica OPGW, DIELECTRICO y de tipo armado a través de líneas de transmisión o subtransmisión

Especialista de Seguridad Industrial y Medio Ambiente	1	Ingeniero Industrial o en Seguridad Industrial	Tener experiencia como supervisor en proyectos de obra en líneas de transmisión o subtransmisión
Jefe de grupo	5	Tecnólogo en Electricidad y/o carreras afines	Tener experiencia como Jefe de frente de trabajo, con experiencia en tendido de cables OPGW con líneas desenergizadas.
Linieros	15	Bachiller Técnico en Electricidad y/o carreras afines	Tener experiencia como liniero o capataz de tendido, experimentado en tendido de cable, vestido y riega, engrapado y regulado para cables OPGW
Ayudantes	12	Bachiller Técnico en Electricidad y/o carreras afines	Tener experiencia como ayudante en líneas de transmisión y/o OPGW
Choferes	4	Licencia Profesional de Conducir	Tener experiencia como chofer profesional
Total	39		

Se reconocerá la experiencia bajo relación de dependencia, si el certificado emitido por el contratista o el representante legal de la entidad contratante demuestra su participación efectiva, como empleado privado o servidor público en la ejecución de los trabajos. Además, deberá acompañar los documentos pertinentes del IESS (en caso de haber estado en relación de dependencia) o contrato y factura (en caso de prestación de servicios).

Previo al inicio de labores se debe presentar a fiscalización la respectiva documentación del IESS, que avalen que se encuentran protegidos con los beneficios del Seguro Social ante la eventualidad de un accidente o desquebranto de su salud. Así mismo si el personal es extranjero, deberán presentar el respectivo permiso de trabajo.

Revisión Plan Ambiental y Seguridad

Desde la implementación de los campamentos hasta posterior a la finalización del tendido del cable e instalación de equipos, se debe tener cuidado estricto y cumplimiento de todas las especificaciones para un adecuado manejo del medio ambiente y los daños que ineludiblemente tengan que efectuarse serán inmediatamente solucionados.

Este plan de manejo ambiental debe ser entregado a fiscalización previo al inicio de los trabajos y englobará las siguientes actividades:

- Control de Calidad del trabajo, que verificará la calidad y efectividad de las labores realizadas, realizándose reprogramaciones de ser necesario.

- Manejo Ambiental, en el que se realizará medidas de prevención, compensación y mitigación de los efectos negativos que puedan desprenderse de las fases constructivas de la línea.
- Capacitación en el tema de Mitigación de Impacto Ambiental, al personal involucrado en la obra.
- Seguridad e higiene, que se encargará de controlar el abastecimiento y correcta utilización de los equipos de seguridad reglamentarios para cada tipo de actividad, así como mantener la higiene de cada sitio de trabajo.
- Programa de contingencias, mantener la capacitación de programa adecuado y eficiente para casos imprevistos que puedan afectar tanto a las personas como a la naturaleza.
- Manejo y desecho de residuos.
- En caso de se requiera realizar desbroce de vegetación se requiere que previamente se entregue un estudio del impacto ambiental que generarán estas labores, se debe tener especial cuidado de mantener o reubicar flora y fauna protegida.

Todo el personal involucrado en la obra previo al inicio de actividades debe ser capacitado con las Normas de Seguridad y Salud Ocupacional, vigentes en la legislación ecuatoriana. Así mismo impartir una charla a todo el personal de los conocimientos y destrezas necesarias para brindar auxilio inmediato y atenciones primarias, precauciones para el traslado de personas lesionadas al personal que pudiese sufrir un accidente en la ejecución de las labores.

Además, se debe presentar un plan de contingencias que contenga información y ubicación de centros de salud, organismos de socorro y seguridad; la coordinación previa con estas entidades para la atención inmediata, incluyendo rutas de evacuaciones. Así mismo de acuerdo al plan de contingencias y por la atención inmediata de todo el personal, el contratista se debe asegurar también la apertura de fichas médicas, en centros de salud, hospitales, sub-centros, etc. para el rápido ingreso y atención de la persona lesionada.

Instruir al personal con información relevante a los trabajos a realizar, procedimientos y normas de Seguridad; además de brindarles el Equipo de Protección Personal o EPP, que se resume en los siguientes ítems:

- Casco con sujetador de mandíbula
- Gafas de seguridad
- Guantes seguridad
- Botas de seguridad
- Uniforme de trabajo
- Chaleco refractivo
- Cinturón de seguridad o arnés para trabajos en alturas
- Maletas porta herramientas o tula
- Impermeables



Se recomienda realizar todas las mañanas, previo al inicio de los trabajos, una reunión en la cual intervengan todos los frentes de trabajos e ingenieros, para informar la distribución y tareas asignadas a cada uno, además de impartir normas de seguridad al personal y las instrucciones que pudiese dar la fiscalización para el mejoramiento de las prácticas de instalación.

9.1.6. Sistema de comunicaciones

Deberá existir comunicación directa entre el freno y el winche (malacate), pero también ambos estarán intercomunicados con todos los demás puntos de control, en los pasos de poleas y en la punta del cable.

Cada operador o telefonista, debe contar con un equipo de radio al momento del tendido, así mismo, todos los grupos de trabajo (instalación de protecciones, empoleado, regulado y engrapado) deben contar con comunicación de radio propia.

El Contratista deberá facilitar a la fiscalización al menos 3 equipos de radio para el control de los trabajos, configurados con las mismas frecuencias de los grupos de trabajo.

9.1.7. Permisos y accesos

Se debe considerar aspectos importantes como la protección de zonas pobladas y cultivadas, ríos, vías de comunicación, líneas eléctricas, etc. Además de la coordinación y logística de ingreso a las estructuras y plazas de tendido, ya que a ellas se traslada el personal y abastecimiento; muchas de estas estructuras se encuentran dentro de instalaciones privadas y públicas, por estos motivos se debe anticipar y coordinar temas como los que se nombran a continuación previo al inicio de los trabajos:

El contratista es el responsable del trámite de permisos para la ejecución de los trabajos de orden ambiental, utilización de los servicios públicos o para ingreso a las propiedades de particulares o entidades públicas, sin embargo, puede apoyarse en el personal de fiscalización para la emisión de comunicaciones.

Los permisos a subestaciones y/o líneas de subtransmisión existentes son responsabilidad de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar, previo requerimiento del contratista con un mínimo de 3 días laborables de anticipación con su respectiva lista del personal a trabajar,

el responsable y los teléfonos para su localización, lista de vehículos con sus placas y lapso de tiempo estimado para la ejecución de los trabajos.

El contratista es el responsable de resanar o indemnizar daños que se pudiesen dar en propiedades privadas y/o públicas.

9.1.8. Desbroce para los accesos y áreas circundantes en las torres.

El contratista realizará la limpieza de los accesos para cada una de las estructuras.

9.1.9. Construcción de accesos temporales

El contratista, de ser necesario, realizará la construcción, adecuación, arreglo de los accesos a las torres donde se ubicarán los equipos de tendido.

Realizar la inspección previa para proponer los sitios más adecuados para los trabajos y que presenten facilidad de acceso.

Se debe verificar el estado de carreteras y caminos de acceso hacia las estructuras, con el fin de determinar los trabajos necesarios para el transporte e ingreso a dichos sitios, ya sean estos de construcción, aseguramiento o mantenimiento.

Se tendrá preferencia a caminos y accesos existentes que se cumplan con las normas necesarias para su utilización evitando en todo momento daños innecesarios con motivo de la construcción del proyecto, adecuación y uso de vías de acceso; tanto en propiedad privada como pública.

Preservar las condiciones ambientales existentes, y la conservación del suelo evitando su erosión. No será admisible la construcción de accesos, que de manera directa o indirecta atenten contra la estabilidad del terreno o contra la preservación ecológica de la zona.

El Contratista deberá tener en cuenta que no habrá ningún reconocimiento económico o de plazo por suspensiones de los trabajos relacionados con este tema, ni por el manejo de las relaciones con los propietarios o responsables de los predios comprometidos.

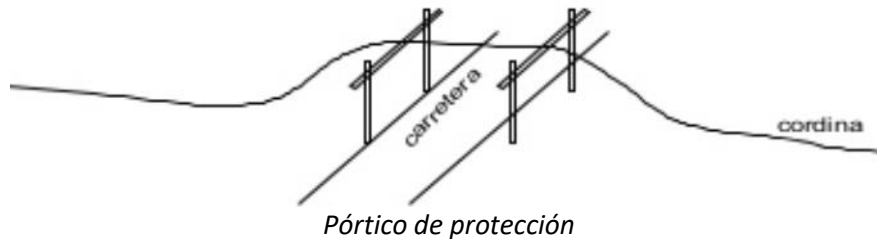
9.1.10. Construcción de pórticos y obras de protección para vías, líneas eléctricas, etc., previo y durante el tendido de OPGW

El Contratista debe suministrar y montar las estructuras de defensa tan fuertes como se requieran, para realizar en forma segura los cruces con líneas de transmisión, subtransmisión o distribución eléctrica, líneas de comunicaciones, caminos, ríos, zonas pobladas, sembríos y otras obras que a juicio de él en coordinación con la Fiscalización se requiera.

Las estructuras serán capaces de soportar las fuerzas del cable y el viento. El Contratista podrá emplear otros medios igualmente efectivos para prevenir contactos entre el conductor y el OPGW que se tiende y las líneas que se cruzan y restringir el tráfico de

caminos según el caso. Las estructuras de defensa con poleas de tendido tendrán dispositivos para soportar el conductor o el OPGW en el caso de falla de la polea y el conjunto de conexión. Las estructuras de defensa deben ser aprobadas por la Fiscalización antes de iniciar el tendido.

Después de terminar el engrapado de una sección de la línea, el Contratista retirará todas las estructuras de defensa y, además, debe corregir dentro de las veinte y cuatro (24) horas de suscitado el hecho, cualquier daño a la propiedad, tanto de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar, como a la ajena, resultante de su trabajo.



El tendido deberá protegerse mediante estructuras temporales adecuadas del cruce de vías, líneas de energía, ríos, lagos, plantaciones, edificaciones o cualquier otro obstáculo.

Las estructuras deben ser lo suficientemente altas y resistentes que permitan el paso del cable de fibra óptica en tal forma que no se produzca el roce con el obstáculo que se desea atravesar; los gastos que se ocasionen por su ejecución son de responsabilidad del Contratista.

Las estructuras deben anclarse a tierra o colocar “vientos”, con la finalidad de que permanezcan firmes y no se desmoronen cuando realicen esfuerzos mecánicos, estos anclajes o vientos no deben ser realizados con alambres o elementos conductores ya que al instalarse cerca de líneas eléctricas el personal puede recibir una descarga eléctrica que podría ser fatal.

Se deberá capacitar a todo el personal sobre los riesgos inherentes a la alta tensión y aspectos tales como distancias de seguridad, manejo de herramientas y equipos en las áreas energizadas, etc.

El incumplimiento de las normas de seguridad, negligencia o descuido en la toma de precauciones, son el suficiente motivo para que las obras sean paralizadas de manera definitiva o parcial por parte de fiscalización, lo cual no implica alargamiento de plazos de construcción. Este hecho podría llevar a accidentes por parte del personal ejecutor de la obra, Fiscalización, visitantes autorizados o terceros, como resultado de negligencia o descuido en la toma de precauciones, cuyas indemnizaciones correspondientes serán por cuenta del Contratista.

Habrà en el frente de trabajo un vehículo que permita movilización al personal herido en caso de emergencias.

Todos los costos imputables a medidas de seguridad deberán incluirse dentro de los ítems del Contrato, y los daños que se causen a las instalaciones deberán ser reparados a costo del Contratista.

Una vez terminado el engrapado de una sección de la línea, se deben retirar todas las estructuras de defensa dentro de las posteriores 24 horas, remediando cualquier daño a la propiedad ajena o de la empresa, que resultase producto del trabajo efectuado.

9.2. TRABAJOS EN GENERAL

9.2.1. Retiro y rebobinado del cable de guarda existente

El contratista deberá confirmar el correcto estado del cable de guarda existente. Una vez verificado, el cable de guarda podrá ser utilizado como cable piloto para alar una cordina de acero nueva o en excelente estado, el cual deberá ser instalado en la totalidad de tiro, con lo cual se podrá halar el nuevo OPGW.

El cable de guarda existente dispone de empalmes mecánicos. Los empalmes no deberán pasar por polea y deberán ser retirados en la torre más cercana a la que lleguen. El personal del contratista elaborará un empalme tipo “OJO” para asegurar la desinstalación del cable de guarda.

Todo el cable de guarda desinstalado deberá ser entregado en la bodega de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar junto a los herrajes y accesorios.

El contratista suscribirá un acta con el encargado de bodega y la fiscalización en el que conste el peso del cable de guarda y las cantidades de herrajes y accesorios desinstalados, de acuerdo a procedimiento interno de CNEL EP.

9.2.2. Ejecución del tendido del cable con fibra óptica OPGW

Para todos los trabajos de tendido se utilizará el método de **tensión controlada**, por medio de equipos de tendido con rueda de giro doble.

Se realizará una inspección del hilo de guarda existente a ser desinstalado. Se utilizará una cordina de tiro de acero para jalar el OPGW, que esté en óptimas condiciones y que soporte una tensión de rotura superior a 7000 kgf.

Los soportes de los carretes deberán ser estacionarios, de tal manera que el OPGW sea tirado directamente a las ranuras de las poleas con el hilo piloto (cordina), sin topar el suelo, estructuras de guardia u otros objetos.

El Contratista suministrará suficiente equipo, incluyendo máquinas de tendido y tensado.

El Contratista debe contar con hilo piloto en cantidad suficiente para el tiro programado, únicamente se autorizará el despacho de OPGW cuando esté completa la riega del hilo piloto.

Antes de iniciar las operaciones de tendido, el Contratista remitirá para la aprobación de la Fiscalización y Administración de contrato, un programa detallado de tendido, que contenga la siguiente información:

- La sección o subsección de OPGW a ser tendida, por números de estructuras.
- Número de carretes y longitud del cable contenido en estos.
- Longitud a utilizarse de cada carrete.
- Localización propuesta de los equipos de tendido.
- Ubicación de estructuras de defensa y estructuras de protección.
- Ubicación de telefonistas.

Luego de terminado el tendido de OPGW en una sección o subsección, el Contratista remitirá a la Fiscalización un informe, conteniendo la siguiente información:

- Fecha de inicio y término de la operación de tendido.
- Número de carretes empleados en la sección o subsección de la línea.
- Longitud de cable con fibra óptica; utilizado, instalado, dañado, sobrante.
- Tensión de regulado y temperatura.

9.2.2.1. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

PUESTA A TIERRA

Deben usarse métodos adecuados de puesta a tierra que protejan a personas y equipos, de voltajes inducidos en los cables de tensado o en el conductor.

Los siguientes requisitos generales deben aplicarse en todas las secciones de la línea:

- La puesta a tierra debe ser instalada en ambos extremos de la Línea de Subtransmisión, o de la sección de la línea en que se está trabajando a intervalos que la Fiscalización indique. Los conjuntos de puesta a tierra instalados en ambos extremos de la línea o tramo de línea deben permanecer en su lugar hasta el término del trabajo. Esta puesta a tierra será obtenida mediante el uso de un conductor eléctrico desde el aparejo de tendido, puesto también a tierra con cables de cobre No. 1 AWG o más gruesos. Los cables de puesta a tierra deben ser asegurados a las torres o postes con un tipo aprobado de terminal a tierra y retirados usando pértigas.
- Las puestas a tierra deben ser instaladas firmemente para evitar una conexión suelta o intermitente. Todas las puestas a tierra suministradas e instaladas para protección contra descargas estáticas deben ser claramente visibles para inspección colocadas en lugares visibles sobre el OPGW. La ubicación de todas las puestas a tierra deberá ser reportadas a la Fiscalización.
- Todos los equipos de tendido y tensado deben ser puestos a tierra en forma segura y efectiva con un tipo aprobado de hincamiento a tierra, firmemente unido

al equipo. Se usará al menos dos varillas copperweld de 2 metros hincadas en tierra tanto al lado del freno como en el conjunto del winche. Adicionalmente, todas las partes conductoras de la instalación y equipos de tensado deben ser operadas desde una plataforma aislada y con barandas.

- Se colocarán puestas a tierra adicionales donde se juzgue necesario. Las puestas a tierra ubicadas en estructuras cercanas o adyacentes serán consideradas como tierras secundarias. Las puestas a tierra colocadas en las estructuras o en el lugar donde se efectúe el trabajo se considerarán como puestas a tierra principales.
- Si un conductor va a ser abierto, o a empalmarse o comprimirse a conjuntos de remate trabajando desde el nivel del piso, se instalarán conjuntos de puesta a tierra, en las primeras estructuras a cada lado del lugar de trabajo, y se asegurará la continuidad del conductor usando puentes temporales.
- La instalación de los puentes temporales en cualquier ocasión en que el conductor no sea continuo debe efectuarse por medio de pértigas.
- Si el conductor en trabajo desde el nivel de piso, está ubicado en un tramo que va paralelo a una línea energizada, a menos de 30 metros se usará el siguiente procedimiento: Se colocará un tipo aprobado de puesta a tierra hincada a cada lado y a una distancia menor de 3 m. de las áreas de trabajo, donde los conductores OPGW vayan comprimidos a un conjunto de remate o empalmados a nivel del piso.
- Los dos extremos que vayan a unirse deberán estar asegurados efectivamente entre sí, antes y durante el empalme. Las operaciones de compresión y empalme en los conjuntos de remate se llevarán a cabo sobre una plataforma aislada o sobre una malla metálica de puesta a tierra asegurada a ambas puestas a tierra. La malla de puesta a tierra será encerrada con cuerdas y una pasarela aislada para acceso.
- Cuando haya necesidad de efectuar trabajos en la línea de subtransmisión en una estructura aislada cualquiera, todos los conductores y cables de puesta a tierra deben estar asegurados a las estructuras con un tipo aprobado de puesta a tierra.
- El trabajo en las estructuras de remate requerirá puesta a tierra a ambos lados de la estructura. Las puestas a tierra podrán retirarse tan pronto como se termine el trabajo, con tal que no se deje circuitos abiertos en la estructura aislada en la cual se terminó el trabajo.
- Las cuadrillas de engrapado deben protegerse con puestas a tierra individuales del tipo grapa colocada con pértigas en cada sitio de trabajo.
- Las puestas a tierra de protección personal no podrán considerarse suficientes para proveer protección total a una cuadrilla contra una descarga eléctrica directa o contra una descarga que ocurra dentro de su área. No debe trabajarse cuando exista indicación de tormentas eléctricas en el área.
- Los cables para conexiones de tierra serán equivalentes al No. 1 AWG de cobre, o mayores.
- El tipo de material de puesta a tierra será aprobado por CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar.

PUESTA A TIERRA TIPO MÓVIL

- Se instalará un tipo de puesta a tierra móvil a menos de 6 m. del carrete y el

- conjunto de tensado, para que el OPGW quede puesto a tierra.
- La puesta a tierra tipo móvil, se utilizará tanto a la salida del OPGW desde el Freno, como en las poleas que se encuentran en las torres, por las que pasará el cable guía o cordina de acero (de ser el caso) y el OPGW.
 - Las puestas a tierra tipo móvil proveerán una presión constante sobre el OPGW, y las poleas de contacto de las puestas a tierra tipo móvil serán con cojinetes de lubricado permanente.

PUESTA A TIERRA TIPO ENTERRADA

- Las puestas a tierra enterradas para postes o torres, se las realizará con elementos flexibles conectados a una varilla de 16 mm (5/8") de diámetro o superior, de copperweld o acero galvanizado o equivalente. Las varillas de tierra se enterrarán una longitud mínima de 2.5m.

BARRERAS

- Durante la acción de tensado, la plataforma aislada y las barreras de soga deben extenderse completamente alrededor del equipo de tal manera que prevenga que cualquier persona que esté sobre el suelo toque cualquier parte del equipo.

CONDICIONES DE VIENTO

- Todas las operaciones de tendido y templado se interrumpirán cuando las velocidades del viento sean tales que puedan causar en el OPGW una deflexión mayor de 1.5 metros en la mitad del vano desde la posición normal sin viento en vanos de hasta 500 metros y de 3 metros en vanos superiores a 500 metros.

TENSIONES DE TENDIDO

- La tensión de tendido será uniforme y constante durante todo el tiempo de trabajo.
- La tensión máxima no excederá el 75% de la tensión de templado, que resulta en la condición de todos los días (EDS), establecidas para el cálculo de las tablas de tendido. Se requiere que las tensiones de tendido estén cerca del máximo permisible a fin de prevenir daño interno del OPGW y mantener pequeñas variaciones de tensión.
- Inmediatamente de terminado el tendido de una sección de la línea, la tensión se aumentará hasta el 75% de la tensión de templado.
- Se evitará excesiva longitud de cable entre los carretes y las ruedas de giro aplicando frenos a los carretes y asegurando una tensión constante en el cable sin exceder los 250 kgf. para OPGW.

EMPLAZAMIENTO PARA EL TENDIDO

- La bobina se colocará en el lugar elegido (con el espacio necesario para su emplazamiento) de forma que la salida del cable se efectúe por la parte superior

y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alineación de tendido.

- La bobina debe situarse a 2 o 3 metros del dispositivo de freno. Los elementos de elevación usuales son gatos hidráulicos y una barra de las dimensiones convenientes alojada en el orificio central de la bobina. La elevación de ésta respecto al suelo será de 10 a 15 cm.
- Tanto el freno como el winche o cabrestante deben emplazarse aproximadamente a una distancia del doble de la altura del apoyo al que se encuentra la primera polea por donde pasarán según corresponda los cables con fibra óptica OPGW.
- En una instalación con reenvío, la última polea debe colocarse a una distancia igual a la anteriormente citada.
- En el dispositivo de freno, la primera ranura por la que pasará el cable debe estar perpendicular en dirección al centro de la bobina de cable con fibra óptica.
- El dispositivo de freno debe disponer de dinamómetro.
- El winche o cabrestante también debe estar equipado con un dinamómetro que desconecte automáticamente el tiro en caso de sobretracción sobre el cable.
- El piloto (cable de tiro) debe estar unido al OPGW, según corresponda, mediante un giratorio y una camisa de tendido. El elemento giratorio es necesario para evitar el giro (torsión) del cable cuando se realiza el tendido.
- Los equipos de tendido deben ser de tensión controlada y poseer un instrumento de medición de la velocidad de tendido del cable.

9.2.2.2. PRECAUCIONES ANTES DEL TENDIDO

Antes de iniciar el tendido en cualquier sección de la línea, el Contratista se asegurará que:

- El armado de todas las torres, dentro de la respectiva sección de la línea, esté completo y perfectamente ajustado, las cargas de tendido no sobrepasarán las cargas de diseño de ninguna torre. En el caso de que se prevea que alguna torre va a exponerse a cargas superiores a las de diseño se consultará a la Fiscalización y el Contratista proveerá e instalará refuerzos temporales en esa torre, a su costo.
- La operación de tendido y templado será programada de tal modo que no se apliquen cargas bruscas sobre las torres.
- Al realizar la instalación de un OPGW, obligatoriamente se requieren tres (3) dispositivos anti-giratorios o contrapesos para compensar el efecto inherente de giro del OPGW. Se instalarán dos contrapesos al inicio del tiro, uno justo después del final de la camisa de tiro y el segundo a unos 5 metros, así se tiene siempre la certeza que uno de los dos contrapesos actúa mientras el otro está pasando por la polea.
- El tercer anti-giratorio se fija hacia el final de la bobina cuando el cable está a punto de salir del freno.
- El contrapeso consiste en una serie de elementos enlazados con bisagras. Los contrapesos se fijan al cable por una hendidura de apropiadas dimensiones forrada con neopreno o un material similar, para adaptarse al cable perfectamente sin dañarlo.
- Previo a la instalación de los contrapesos deberá prepararse el OPGW, de tal

manera que a 10 metros de la punta del cable deberán cortarse todos los hilos de fibra óptica y el tubo que las alberga.

- Posteriormente se deberán reordenar las espiras del OPGW, manteniendo la posición del tubo cortado.
- Los pesos requeridos para los contrapesos son:
 - o 12 kg para vanos de hasta 300 m
 - o 15 kg para vanos de 300 a 700 m
 - o 20 kg para vanos superiores de 700 m
 - o Para bobinas superiores a los 4000 metros se deben aumentar en 5 kg.
- Para el tendido se tomarán en cuenta todas las limitaciones de diseño impuestas a las estructuras, a más de las cargas máximas de construcción que ellas puedan soportar, así mismo se tomarán en cuenta las limitaciones establecidas por los fabricantes.

9.2.2.3. PRECAUCIONES DURANTE EL TENDIDO

- Es preciso establecer controles estrictos durante la instalación del cable para asegurar que ésta se realice correctamente, sin sobre-tracciones, ni giros del OPGW, compresiones inadecuadas, asegurando la regulación con la flecha correcta y con la certeza que ni las fibras ni el o los tubos que conforman el cable sufran daño alguno.
- El diámetro mínimo de los tambores del freno (donde se enrolle el OPGW) que intervienen en la instalación deben tener como mínimo 80 veces el diámetro del OPGW; por ejemplo, los tambores del freno para un cable de 15 milímetros deben tener alrededor de los 1.2 metros de diámetro.
- La velocidad de tendido especificada es de 15-20 metros por minuto, pero siempre depende de las condiciones climáticas, geográficas y características mecánicas del cable.
- La máxima tensión de tendido está limitada a un porcentaje de la carga de rotura del cable a instalarse. Se recomienda un máximo esfuerzo en instalación de 1.000 kgf.
- Las poleas de las torres, en los casos que se mencionan a continuación, deben tener un diámetro mínimo de al menos 80 cm:
 - o En todas las torres con un cambio igual o superior a los 15 grados en la dirección de tendido.
 - o En las torres final e inicial del tendido.
 - o Si la distancia entre torres es superior a los 600 metros.
- En las torres de retención con ángulo menor a 15°, pueden usarse poleas de 60 cm de diámetro.
- En las torres de suspensión pueden usarse poleas de 45 cm.
- Las poleas deben ser de alta calidad. El canal de las poleas debe ser adecuado para el paso de los contrapesos y deberá estar protegido con neopreno o ser totalmente liso con la finalidad de no dañar al OPGW.
- El radio mínimo de curvatura del cable durante la instalación debe ser de 1 metro.
- Al terminar la instalación de una bobina de OPGW, se debe tener la precaución de dejar una longitud extra de cable en los extremos (torres de empalme) enrollada hasta que se realice el empalme del cable (es necesario dejar de 20

metros aproximadamente de cable adicional, contados en el suelo desde la base de la torre).

- Todos los empalmes del OPGW deben realizarse en las torres, al contrario de lo que ocurre con el hilo de guarda convencional que puede ser empalmado en medio de un vano.
- El freno y winche o cabrestante deberán estar equipados con dinamómetro que posea registro, con el fin de poder observar la tracción de tiro y velocímetro.
- Las cuadrillas estarán equipadas con torquímetros y no se usarán otras herramientas para ajuste de pernos.
- La tensión de tendido del OPGW, no deberá exceder los valores especificados. La capacidad de las máquinas de tensado (pullers), líneas de tendido y tensionadores deberán tener un margen adecuado de seguridad sobre los valores especificados, de acuerdo a la aprobación de la Fiscalización y Administrador de Contrato.
- No se permitirá amarrar a las estructuras ni a las fundaciones los tensores utilizados para anclajes temporales.
- Los tensores temporales y el equipo de tendido se ubicarán en sitios tales que se evite sobrecargar las estructuras por la imposición de cargas extras sobre las estructuras. En general, se evitarán las cargas verticales excesivas.
- Se usarán envolturas no metálicas para proteger cualquier estructura permanente o temporal que esté sujeta al roce del hilo piloto o las que se puedan dañar con su roce. Si el OPGW sufre daño debido al equipo del Contratista, métodos o carencia de adecuadas protecciones y si, en la opinión de la Fiscalización no es posible reparar, la sección dañada será eliminada y reemplazada a costo del Contratista.
- Si es necesario dejar el OPGW en el equipo durante la operación de tendido y montaje debido a inclemencia del tiempo, daño en el equipo y otras razones, el OPGW podrá dejarse a la máxima flecha posible siempre que se lo mantenga por lo menos a tres metros de distancia sobre la superficie del suelo y obstáculos por máximo 2 días.
- Debe tenerse particular cuidado todo el tiempo a fin de evitar pérdidas de hilos y asegurar que el OPGW no se enrede, tuerza o desgaste de modo alguno.
- Los tramos de cables sucios con contaminantes, polvo o cualquier material extraño serán limpiados usando paños limpios y/o cepillos de hilos duros. El uso de solventes se permitirá solamente cuando así lo autorice la Fiscalización.
- Se tendrá especial cuidado para evitar que se doble el OPGW con un radio de curvatura inferior al diámetro interior del carrete respectivo.
- Se evitará el giro sin avance de OPGW durante el tendido.
- Se observará de cerca y continuamente el desenrollamiento de OPGW durante el tendido a fin de detectar cualquier daño o desprendimiento en el OPGW.
- Todas las secciones dañadas de OPGW por efecto de sujeción de grapas serán eliminadas antes de que sea finalmente templado.

9.2.2.4. PRECAUCIONES LUEGO DEL TENDIDO

- Los trabajos de tensado y engrapado deberá realizarse inmediatamente luego del tendido. El OPGW podrá estar en poleas un período mínimo de 24 horas y máximo de 72 horas.

- Al terminar la instalación de una bobina de OPGW, se debe tener la precaución de dejar una longitud extra de cable en los extremos (torres de empalme), hasta que se realice el empalme del cable (es necesario dejar de 10 a 20 metros de cable adicional, contados desde el suelo). Esta reserva de OPGW deberá ser enrollada, tomando en cuenta el radio mínimo de curvatura, esto es 1.5 metros. El rollo deberá colocarse a una altura suficiente para evitar el robo de cable.

9.2.2.5. TEMPLADO

- Los métodos de templado a utilizarse deben previamente ser aprobados por la Fiscalización. El templado de OPGW se realizará como mínimo 24 horas y máximo 72 horas después de que haya sido colocado en las poleas. No se permitirá pretensado del OPGW. Los datos de flechas y tensiones serán elaborados y suministrados por el contratista. Se considerará el “creep” inicial únicamente si se efectúa el templado después de tres horas de operación de tendido.
- Durante la operación de templado todo el OPGW permanecerá en poleas.
- La operación de templado se efectuará únicamente bajo condiciones atmosféricas favorables, relativamente sin viento y con temperaturas sobre 10° C.
- Se deberá aterrizar el OPGW mientras permanece en poleas a fin de precautelar la integridad del mismo.

9.2.2.6. CONTROL DE TEMPLADO

- En todos los sectores comprendidos entre retenciones deben ser medidas las flechas.
- Los vanos de control serán: de 2 para tramos de 2 a 10 vanos, de 3 para más de 10 vanos y se controlarán todos los vanos mayores a 600 m.
- Vanos con ángulo vertical pronunciado: los vanos de control serán seleccionados por el Contratista, prefiriendo los de mayor longitud y de buena ubicación del teodolito para el flechado, estos vanos deben ser aprobados por la Fiscalización.
- Se permitirá una tolerancia de máximo 20 cm. y menos del 3% de los valores de flechas tabulados en cualquier vano, el Contratista debe comprobar que se obtenga los espaciamientos necesarios tanto a tierra como a otros obstáculos tales como líneas de energía y además verificará que los accesorios de suspensión mantengan su posición vertical después del engrapado.
- Para definir la temperatura de templado, se usará un termómetro aprobado; el cual debe estar insertado en el núcleo de un tramo de OPGW de longitud adecuada (1 a 2 metros). Este tramo de OPGW se pondrá a pleno sol a una altura de por lo menos cuatro metros sobre el suelo y durante un período no menor a 30 minutos antes de la operación de templado. La temperatura que se lea se empleará como temperatura de templado.

Antes de empezar la operación de templado, el Contratista preparará y remitirá para aprobación de la Fiscalización, un programa de templado incluyendo la siguiente información:

- Identificación de la sección de la línea a ser templada indicando los números de

las estructuras que la limitan.

- Método a emplearse en el templado de cada sección.
- Identificación de los vanos de control en cada sección de templado.
- Localización y tipo de tensores temporales que se propone usar en cada sección de templado.

Al final de cada operación de templado, el Contratista remitirá a la Fiscalización un informe que contenga las fechas de las operaciones de tendido y templado, número de las estructuras de los extremos de los vanos templados, flechas medidas, factores de corrección usados debido al “creep”, método de medición de flechas y temperatura al momento de la medición.

La Fiscalización verificará las flechas, y en caso de que los valores medidos se encuentren fuera de las tolerancias especificadas, el Contratista a su costo debe efectuar las correcciones correspondientes.

9.2.3. ENGRAPADO (Instalación de herrajes de suspensión y retención)

El OPGW será engrapado luego del templado, para lo cual se marcará con precisión el sitio de engrapado. Las marcas para el engrapado se harán en el punto en el cual el OPGW corta al plano vertical que contiene el eje central de las crucetas, excepto cuando se requiere un engrapado con desplazamiento horizontal (offset). Cuando se requiera un engrapado con desplazamiento horizontal, el OPGW debe venir marcado en el sitio de fijación de la grapa de suspensión midiendo sobre el cable la distancia del desplazamiento especificado partiendo del punto de corte anteriormente definido.

El Contratista debe disponer de personal experimentado, equipo adecuado, para transferir el OPGW, desde las poleas de tendido hacia las grapas de sujeción definitivas.

El engrapado deberá terminarse máximo 72 horas después de haber sido instalado el OPGW, a fin de precautelar la integridad del mismo.

Los herrajes deben instalarse siguiendo las instrucciones del fabricante y utilizando las herramientas adecuadas, de forma que no dañen ni deformen el cable ni los herrajes.

Todas las tuercas y bichas de los herrajes deberán mirar hacia el centro de la estructura, a fin de que exista facilidad de revisión en los trabajos de mantenimiento posteriores.

9.2.4. VARILLAS DE ARMAR Y PROTECCIÓN

El Contratista debe instalar cuidadosamente cada varilla de armar o protector de forma que los extremos del conjunto completo queden alineados en el mismo plano sin que ninguna varilla quede sobresaliendo más de 1.3 cm. (1/2”) sobre las otras.

9.2.5. HERRAJES DE RETENCIÓN

En los amarres pasantes, la flecha de cable entre los preformados estará siempre sin tracción y el radio mínimo de curvatura no será inferior al radio mínimo recomendado por el fabricante.

No debe dejarse mayor longitud de la necesaria, pues por efecto del viento el cable podría golpear con la torre y dañarse. Se recomienda colocar una grapa de sujeción, en el caso que el OPGW no tenga bastante movimiento, si tiene movimiento es preferible poner grapa doble con chicote y grapa simple de puesta a tierra en la torre.

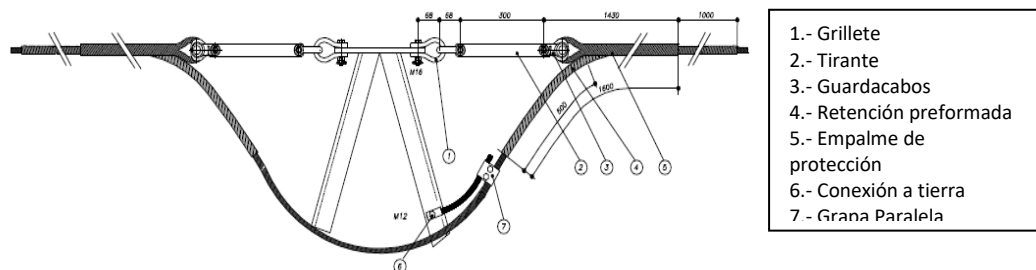


Figura 18. Conjunto de amarre pasante.

Las dimensiones indicadas y el sistema de puesta a tierra, pueden variar de acuerdo al modelo o fabricante del accesorio, los planos se entregarán con los suministros.

Las torres con caja de empalme deben ser de amarre bajante y reforzarse convenientemente.

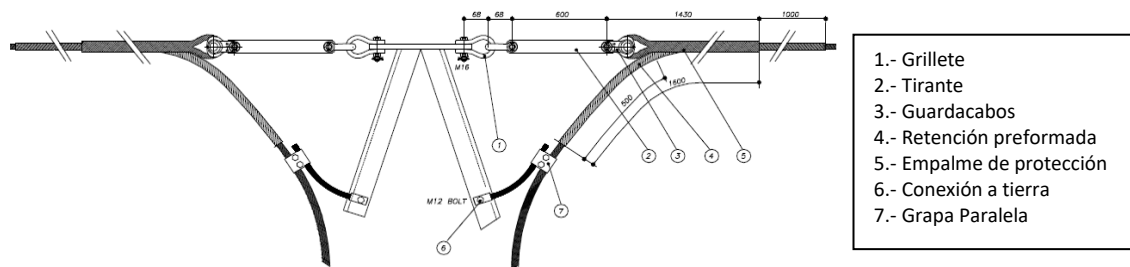


Figura 19. Conjunto de amarre bajante.

Las dimensiones indicadas y el sistema de puesta a tierra, pueden variar de acuerdo al modelo o fabricante del accesorio, los planos se entregarán con los suministros.

9.2.6. HERRAJES DE SUSPENSIÓN

En la colocación de las suspensiones no se forzará el cable; los elementos que se apliquen, para colocar la suspensión en su posición, estarán sobre las varillas.

Los herrajes de suspensión deben ser instalados, centrándose con respecto a las varillas de armar y a los protectores, tal como se indique en los planos de diseño.

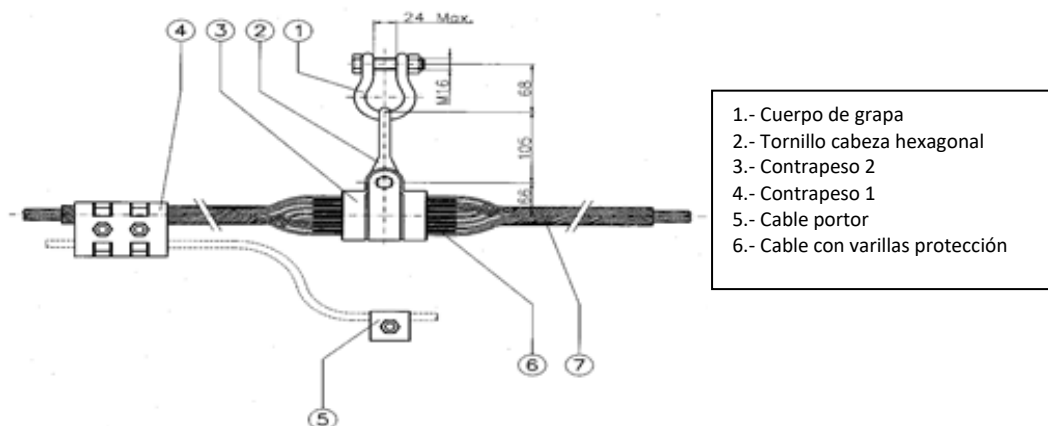


Figura 20. Conjunto de suspensión.

Las dimensiones indicadas y el sistema de puesta a tierra, pueden variar de acuerdo al modelo o fabricante del accesorio, los planos se entregarán con los suministros.

9.2.7. GRAPA DE BAJADA

Las grapas de bajada deben situarse a una distancia entre ellas de 1,5 a 2 metros. Distancias menores pueden ser necesarias para prevenir que el cable golpee con la torre, especialmente en zonas de clima muy ventoso.

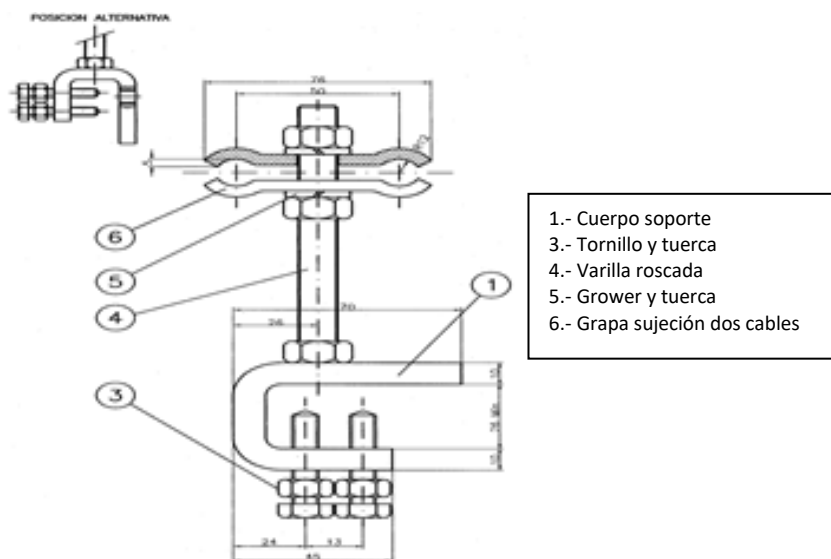


Figura 21. Grapa de bajada

Las dimensiones indicadas, pueden variar de acuerdo al modelo o fabricante del suministro.

Cualquier cambio en los procedimientos que requiera realizar el Contratista, deberá someterlo para aprobación de la Fiscalización.

9.2.8. Instalación de amortiguadores

La ubicación de los amortiguadores de vibración para OPGW será la señalada en los planos, de acuerdo al estudio entregado por el Contratista y aprobados por el Administrador del Contrato.

Los amortiguadores deben fijarse en tal forma que cuelguen todos en un plano vertical. Los amortiguadores de vibración deben instalarse dentro de las 24 horas siguientes del engrapado del OPGW, a excepción de aquellos casos donde la Fiscalización ordene que se instalen inmediatamente.

En el caso de instalación de amortiguadores de vibración tipo espiral estos se los debe instalar 15 cm a partir del extremo del blindaje respectivo, enrollados en el cable Tipo OPGW en un número no mayor a 2, si se requiere instalar más amortiguadores estos se instalarán dejando una separación de 15 cm entre estos.

La ubicación de los accesorios será la recomendada por el fabricante y de acuerdo al modelo del accesorio.

9.2.9. Instalación de puestas a tierra

El cable OPGW deberá ser aterrizado correctamente en cada una de las estructuras, ya sea que permanezca en polea hasta su instalación final.

Durante los trabajos suelen existir descargas eléctricas y si el OPGW permanece en polea de un día a otro, al no existir un correcto aterrizaje existe la probabilidad de que se queme y se dañe. Para evitar esto, el contratista deberá aterrizar el OPGW continuamente.

9.2.10. Instalación de cajas de empalme y reservas de OPGW en torres bajantes

Se deberán instalar cajas para efectuar los empalmes entre los cables OPGW en las torres en que terminen los carretes y entre el OPGW y el DIELECTRICO ANTIROEDORES en los pórticos de las subestaciones.

Los empalmes del cable con fibra óptica deberán ser efectuados siguiendo las normas e instructivos correspondientes proporcionados por el fabricante de las cajas de empalme a fin de garantizar su adecuado funcionamiento, sujeción de los cables y protección de las fusiones en su interior.

Las cajas de empalme en las torres bajantes deberán ser instaladas en el interior de la estructura, a la altura del brazo superior o donde la fiscalización indique, de modo que toda la reserva de OPGW (sin ser enrollada) quede por sobre el nivel de los anti escalantes de la torre.

La caja de empalme debe llegar al piso y disponer de una reserva suficiente de OPGW, de tal modo que existan aproximadamente 20 metros desde la pata de la estructura hasta la caja de empalme (Figura 22).

UBICACIÓN DEL OPGW EN LA ESTRUCTURA

- Las dos puntas del OPGW deben bajar juntas por dentro de la estructura, utilizando uno de los perfiles de la cara lateral.
- Bajarán una distancia $H = 50$ cm antes de los dispositivos anti-escalantes, donde harán una curva para volver a subir por el otro lado de la cara lateral hasta llegar al brazo superior, donde se instalará la caja de empalme. Dependiendo de la altura de la estructura, la fiscalización evaluará la necesidad de instalar 2 vueltas de OPGW de reserva, a fin de cumplir con el requisito que la caja de empalme llegue al piso y existan 20 metros de reserva aproximadamente (definir con el fiscalizador y administrador de contrato).

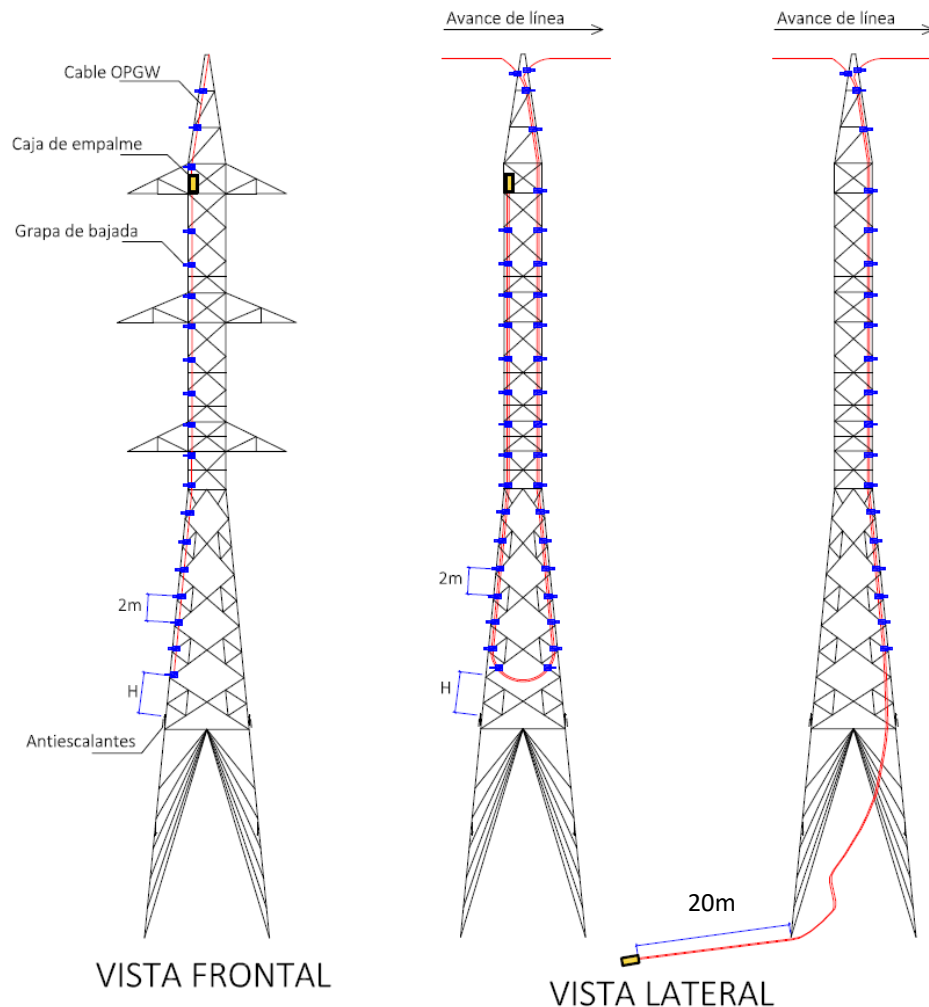


Figura 22. Ubicación del OPGW, grapas de bajada y caja de empalme

- Las grapas de bajada se instalarán donde sea necesario, para evitar el rozamiento del OPGW con la estructura. Las grapas de bajada se instalarán cada 2 metros máximo.
- Los 2 cables OPGW deben bajar juntos y deberán estar paralelos.

A continuación, se exponen algunas fotos de cómo podrían ingresar los cables OPGW en la cúpula de las estructuras:



Ubicación de la caja de empalme:

- Las cabezas de los pernos de la caja de empalme deberán estar accesibles para revisiones futuras.
- Así mismo, las 4 bandejas internas deberán estar ordenadas por código de colores de los tubetes: azul, naranja, verde y café, siendo la de color azul la que quede arriba de todas.



La cabeza de los pernos que cierran la caja de empalme deberá tener vista hacia el centro de la estructura, con la finalidad de que la caja de empalme pueda ser inspeccionada en el futuro.



PREPARACIÓN DEL OPGW PARA INSTALAR EN LA CAJA DE EMPALME

Este procedimiento es referencial, y dependerá del tipo de bien suministrado.

- Verificar que las puntas del OPGW no estén enredadas entre sí y que el cable no tenga vicio.
- Cortar la sección de OPGW utilizado en el tendido para los contrapesos. Debe ubicarse el lugar donde el núcleo óptico fue cortado.
- Medir 3.5 m desde la punta, señalar.

- Deben cortarse todos los hilos de acero de la corona exterior a excepción de uno. Este hilo deberá tener 20 cm extra de longitud con respecto a los otros, y será utilizado para asegurar el OPGW dentro de la caja de empalme.
- Colocar cinta autofundente alrededor de los hilos de acero.



- Medir y luego doblar el hilo de acero para que sea aprisionado en el correspondiente perno.

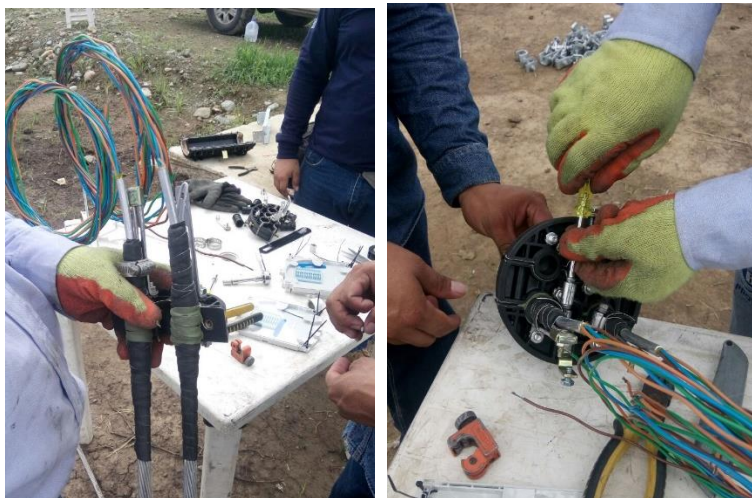




- Colocar alrededor del OPGW, en el sitio que hará contacto con la tapa inferior, la pasta de color verde para sellar el ingreso.



- Asegurar el hilo de acero de cada OPGW a la base de la caja de empalme:



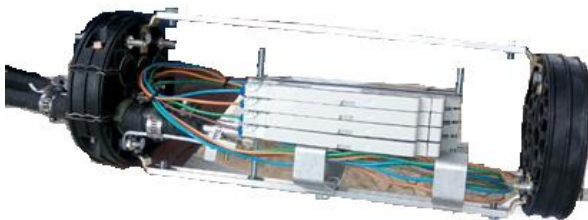
- Etiquetar los cables OPGW indicando la dirección de cada uno, por ejemplo: Enlace Guaranda - Guanujo:



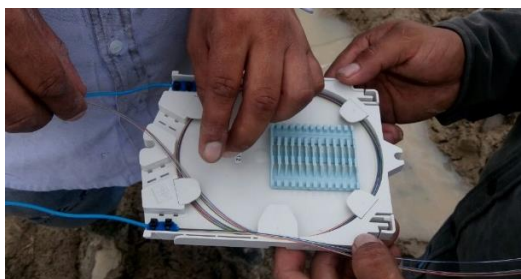
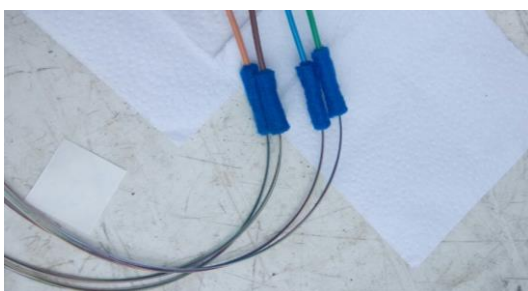
- Colocar abrazaderas metálicas en la parte interior y exterior del OPGW:



- Medir los tubetes para que exista una reserva interna de una vuelta antes de ingresar a las bandejas, de tal manera que queden al final instalados de acuerdo a la siguiente foto:



- En la punta de cada tubete colocar cinta azul, posteriormente asegurar en cada bandeja. Debe comprobar que los tubetes no se resbalen.



- Etiquetar cada bandeja, indicando el número de los hilos. Medir los hilos de fibra óptica previo a fusionar, para que puedan ser ordenados adecuadamente.



- Calibrar la fusionadora (Prueba de arco), previo a las fusiones.



- Colocar sobre los tubillos de fusión una cinta azul para evitar que se muevan.
- Colocar en orden las bandejas, de arriba hacia abajo → azul – naranja – verde – café.



- Cerrar la caja y colocar los herrajes para anclar a la torre. Recordar que las cabezas de los pernos de la caja de empalme deben ver hacia el centro de la estructura.



IZADO DE LA CAJA DE EMPALME

- Verificar que las puntas no estén enredadas.
- Subir la caja de empalme al sitio definitivo.
- Instalar las grapas de bajada empezando desde la caja de empalme. Con esto se evita que el vicio del OPGW llegue a la caja de empalme.

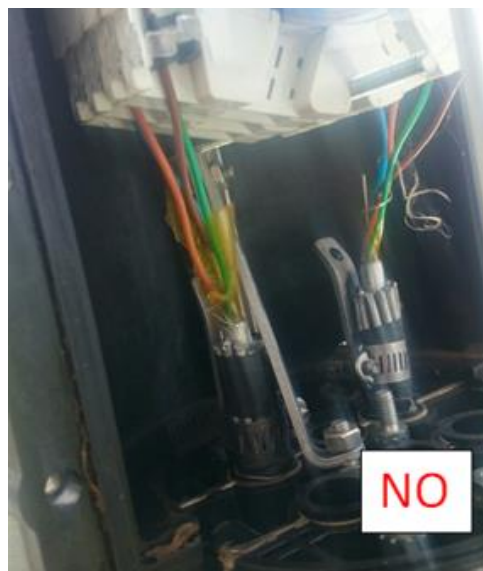
MALAS PRÁCTICAS

A continuación, se detallan algunas prácticas que **NO** se deben realizar al instalar una caja de empalme:

- Colocar cinta sobre los hilos de fibra óptica.

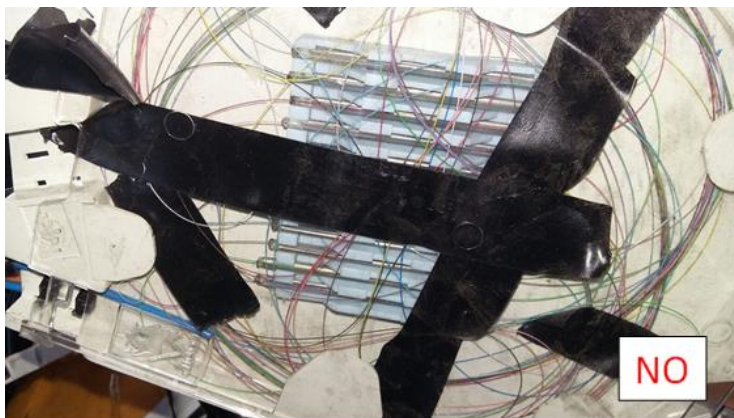


- Colocar directamente los tubetes a las bandejas sin dejar reserva interna.



- Orden inadecuado de los hilos de fibra óptica en cada bandeja. El orden de los hilos de fibra óptica dentro de cada bandeja debe ser primordial, considerando el código de colores según la norma ANSI EIA/TIA 598.

POSICIÓN	COLOR	POSICIÓN	COLOR	POSICIÓN	COLOR
1	Azul	5	Gris	9	Amarillo
2	Anaranjado	6	Blanco	10	Violeta
3	Verde	7	Rojo	11	Rosa
4	Marrón	8	Negro	12	Turquesa



9.2.11. Instalación de cable para acometida (tipo dieléctrico antirroedores) y trabajos de obra civil

El Contratista deberá instalar el cable Dieléctrico Antirroedores por ducto hasta la sala de las casetas en los cuales se instalarán los distribuidores de fibra óptica (ODF).

Este cable deberá ir en ductos directamente enterrados o tubos instalados por el Contratista en los cárcamos, adosados a las paredes del mismo, para la acometida a los sitios de instalación de los ODF's. Para ello el Contratista se encargará de someter a la aprobación de la Fiscalización la ruta a seguir, desde los pórticos de empalme con el OPGW, hasta la sala de control de las subestaciones. Después de aprobada la ruta propuesta, para su instalación suministrará y montará todos los accesorios necesarios, incluyendo la obra civil que demande.

El método utilizado para la instalación debe garantizar a CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar que el cable con fibra óptica no sufra daños que afecten el funcionamiento mecánico u óptico del mismo, manteniendo una perfecta continuidad de las fibras ópticas. Dentro de los cárcamos o ductos de las subestaciones, el contratista deberá proveer una tubería de PVC de al menos 2 pulgadas, con codos de 45° máximo, en toda la ruta desde el pórtico hasta el rack de telecomunicaciones.

El OPGW debe ser empalmado con el cable terminal tipo Dieléctrico Antirroedores en el pórtico de la subestación, realizando las tareas de puesta a tierra necesarias en caso de que el cable terminal posea una componente metálica.

DUCTOS DE BAJADA DE LOS PÓRTICOS O TORRES

Estos se construirán con tubería metálica galvanizada, de un diámetro mínimo de 2". El Contratista deberá suministrar todos los accesorios para su correcta instalación, incluyendo las uniones, las grapas de fijación para sujetarlas a la estructura, curvas, uniones y boquillas terminales campana, la obra civil que se requiera, etc. Estos accesorios se deberán someter a aprobación de la Fiscalización.

DUCTOS DIRECTAMENTE ENTERRADOS

Los bancos de ductos se construirán con tubería de PVC, la cual podrá estar directamente enterrada. El Contratista deberá suministrar todos los materiales y accesorios para su correcta instalación.

Las tuberías que se utilizarán para los bancos de ductos serán tuberías de "Ducto Eléctrico", con sus correspondientes accesorios tales como curvas, uniones y boquillas terminales campana.

Para el ducto que va desde la caja de empalme ubicada en el sitio de llegada del cable subterráneo hasta la caja de tiro localizada al lado de la caseta de telecomunicaciones, los tubos se colocan directamente en contacto con el suelo, y el Contratista debe proceder así:

Una vez excavadas y niveladas las zanjas, se colocará una base de arena compactada de 5 cm de espesor. En los sitios de las uniones se dejará un nicho para asegurar el asentamiento de la tubería en toda su longitud, la separación de los ductos se hará colocando espaciadores cada 2 m. Luego se llenan los espacios entre ductos con arena, compactando cuidadosamente para evitar roturas, hasta alcanzar la cota clave de las tuberías. A continuación, se coloca una capa de material de relleno de no menos de 0,15 m, la cual se compactará con precaución por medio de equipo adecuado. Se seguirá compactando en capas de 0.15 m hasta llegar al nivel donde se colocará el acabado existente: grava, adoquines o material granular de acabado de patio.

Para los ductos PVC se exige la utilización de accesorios de fábrica, no se permitirá doblar tubos en obra, ni hacer campana o boquillas a los tubos por calentamiento de las tuberías. Todas las uniones y empalmes deberán ser soldados de acuerdo con las instrucciones del fabricante para obtener tuberías herméticas.

DUCTOS EXPUESTOS

En caso de requerirse instalar en las paredes de las canaletas existentes los ductos adosados a los muros, estos se construirán con tubería metálica galvanizada, de un diámetro mínimo de 1". El Contratista deberá suministrar todos los accesorios para su correcta instalación, incluyendo las uniones, las grapas de fijación para

sujetarlas a la pared con pernos de fijación, curvas, etc. Estos accesorios se deberán someter a aprobación de la Fiscalización.

9.2.12. Ejecución de ODF en subestación

Los distribuidores ópticos serán instalados en un rack de 19". Las labores mínimas de montaje de los ODF's son las siguientes:

- Anclar el rack o bastidor al piso haciendo uso de los respectivos elementos de fijación, puesta a tierra y soporte en los lugares indicados por la fiscalización.
- Se deberá tener en cuenta que la longitud de los "pig-tails" necesarios para realizar la conexión entre los módulos de empalme y de distribución deberá ser la suficiente para realizar la adecuada conexión entre ellos. Adicionalmente, dentro del módulo de empalmes se deberá dejar una reserva de fibra óptica no cableada de mínimo dos (2) metros de longitud después de haber sido hecho el empalme por fusión. Los módulos tendrán los elementos adecuados para almacenar correctamente la longitud sobrante de los "pig-tails", garantizando que no se excedan los límites de curvatura de la fibra óptica no cableada, ni se aplique ningún tipo de presiones a las mismas con el objetivo de evitar que se produzcan atenuaciones adicionales en los trayectos ópticos debidos a macro curvaturas.
- Se deberán suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la sujeción, organización y manejo de los cables en el punto de entrada del ODF, tales como correas, marquillas, grapas, canaletas, etc.

Nota: Todos los repuestos sobrantes de los ODFs y las cajas de empalme deberán ser entregados a CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar.

9.2.13. Ejecución de pruebas ópticas

Adicionalmente a lo indicado en otros numerales de estas especificaciones, se deberá tener en cuenta los lineamientos dados a continuación:

- El valor de atenuación promedio de cada empalme debe ser menor a 0.100, resultante de lo medido en las 2 direcciones.
- No se iniciarán labores de mediciones ópticas y empalmes hasta que se apruebe por parte del Fiscalizador y Administrador de Contrato la metodología y procedimientos propuestos por el Contratista, el uso de los equipos de empalme y medida propuestos previa verificación de los certificados de calibración.
- Una vez tendido el carrete de cable con fibras ópticas, se efectuará el empalme según las condiciones exigidas en este Documento y el procedimiento previamente aprobado.
- Una vez finalizado cada empalme se realizará una medida bidireccional extremo a extremo del cable empalmado.
- Todas las mediciones se registrarán en los formatos aprobados previamente por CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar.
- Ningún trabajo de ejecución, optimización o refusión de empalmes podrá ser ejecutado sin presencia y control por parte de la Fiscalización.
- El reporte de los empalmes ejecutados se incluirá en los informes de avance y en

el informe de aceptación de cada uno de los tramos.

9.2.14. Ejecución de módulos SFP

Una vez que se encuentre instalado el ODF y realizadas todas las fusiones respectivas, proceder con la instalación los módulos SFP (Optical Transceiver, eSFP, GE, Single-mode Module (1310nm, 40km, LC)).

El contratista deberá considerar el suministro y la instalación de patch cords desde el ODF instalado hasta el módulo SFP en cada subestación.

9.2.15. REPARACIÓN DE OPGW

Tan pronto como se detecte algún defecto o daño en los cables con fibra óptica OPGW, estos serán reparados de acuerdo con las siguientes instrucciones, a criterio de la Fiscalización.

- Reemplazo con OPGW nuevo, de acuerdo al daño se deberá reemplazar uno o más vanos o incluso el carrete completo, además implementar las cajas de empalme necesarias con el fin de dar continuidad al OPGW y a las fibras ópticas.
- Instalación de varillas de protección en la parte dañada.

Los daños del OPGW se clasifican en la siguiente forma:

9.2.15.1. DAÑOS PEQUEÑOS

Aquellos rayados o raspados de los hilos que no afectan la resistencia de los hilos dañados y que pueden repararse con alisado mediante una lija fina. Se colocará cinta aislante y cinta auto fundente. La fiscalización evaluará la instalación de varillas de protección.

9.2.15.2. DAÑOS SEVEROS

En las espiras de acero o aluminio del cable que no puedan ser reparados manualmente con lija debido a la profundidad o extensión del daño y que reduce la resistencia de los hilos exteriores, afectando a no más del equivalente a tres hilos.

Se evaluará el reemplazo de 2 o más vanos de OPGW más 2 cajas de empalme, o incluso el carrete de cable completo, a cargo del contratista.

Cuando el contratista realice la instalación de OPGW sin la presencia de la fiscalización, o ejecute cualquier maniobra que comprometa la integridad del cable, el Administrador de Contrato y el Fiscalizador evaluarán la posibilidad de rechazar el carrete completo de OPGW, el cual deberá ser desinstalado y se instalará uno nuevo, todo a costo del Contratista. La presencia de la Fiscalización en estos trabajos es obligatoria, por lo que el Contratista deberá coordinar sus trabajos con anticipación e informar oportunamente a fin de evitar retrasos o penalizaciones.

9.2.15.3. ROTURA EN LOS HILOS DE FIBRA ÓPTICA

Todos los hilos de fibra óptica deberán tener un óptimo funcionamiento. La atenuación o corte de 1 hilo de fibra óptica constituye un daño grave para CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar, debido a que es resultado de la incorrecta manipulación y/o instalación realizada por el contratista.

Para este caso, el fiscalizador evaluará la gravedad del caso; todos los trabajos y materiales requeridos para el arreglo deberá asumirlo la empresa contratista, la cual irá desde el remplazo de uno o más vanos e implementar las cajas de empalme necesarias, hasta el reemplazo completo del carrete de cable con fibra óptica dañado.

Si durante las operaciones de tendido se detectan señales de corrosión y otros daños en los conductores y cables de guarda OPGW, el Contratista notificará inmediatamente a la Fiscalización, quien decidirá el tipo de correcciones que deban efectuarse en cada caso.

Así mismo, cuando el contratista incumpla el procedimiento de instalación de cable con fibra óptica descrito en este documento, el Administrador de Contrato aplicará lo indicado en este numeral, como, por ejemplo:

- Que el cable con fibra óptica permanezca más de 72 horas en poleas;
- Incorrecta manipulación e instalación de los cables con fibra óptica;
- No proteger al OPGW de descargas eléctricas mientras permanezca en poleas;
- Utilizar hilo piloto o accesorios en mal estado, que provoque la caída del cable con fibra óptica al suelo.

10. RECEPCIÓN FINAL DE LOS CABLES CON FIBRA ÓPTICA

10.1. ASPECTOS GENERALES

Con el fin de obtener un enlace de fibra óptica en óptimas condiciones de calidad, que garanticen un adecuado funcionamiento de las telecomunicaciones a través de las fibras ópticas, CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar, realizará las pruebas de acuerdo a lo que se enuncia a continuación:

- La medida del coeficiente de atenuación se realizará con reflectómetro óptico que dispone de al menos 3 cifras significativas, de forma tal que se pueda certificar los valores solicitados de atenuación menores a 0,2 dB/km.
- El coeficiente de atenuación deberá ser cumplido para el 100% de las fibras de cada uno de los carretes suministrados probados en bodega e instalados. En caso de que alguna fibra de un carrete no cumpla dicho valor, este carrete tendido será rechazado.

- Si los reportes de pruebas no son satisfactorios, deberá ser remplazado por el Contratista, así también deberá suplir los accesorios que se requieran para su reparación o nuevo acoplamiento, como cajas de empalme y herrajes adicionales para su correcta instalación.

10.2. DOCUMENTOS A ENTREGAR RELACIONADOS CON LAS PRUEBAS

El Contratista encargado de las pruebas deberá elaborar y entregar a la Fiscalización de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar, un pre-informe e informe para cada una de las pruebas realizadas. El contenido de estos documentos se describe a continuación:

10.2.1. PRE-INFORME DE PRUEBAS

El pre-informe será entregado por lo menos una semana antes de la iniciación de las pruebas y deberá contener por lo menos, la siguiente información:

- Fecha de inicio de las pruebas.
- Duración estimada de cada una de las mediciones que componen la prueba, así como la duración de todas las pruebas.
- Listado de los equipos previstos a usar durante las pruebas, incluyendo la referencia de los mismos, fabricante, modelo y número de serie.
- Certificados actualizados de calibración de los equipos. No se aceptará la ejecución de las pruebas con equipos que no estén debidamente calibrados en el momento de la ejecución de las mismas. Además, se deberá tener en cuenta las excepciones y las alternativas indicadas en el apartado “Calibración de los equipos de medición óptica”.
- Parámetros básicos de configuración de los equipos. Se deberá informar de los parámetros básicos con los cuales se tiene previsto configurar las herramientas de medición, con una breve justificación de las mismas de acuerdo con la experiencia del ejecutor de las pruebas y de las características técnicas del cable o de la fibra óptica a probar.
- Formatos de pruebas. Se deberán remitir formatos de prueba parcialmente diligenciados, que muestren los datos ya conocidos del cable o de la fibra y de los equipos.
- Valores genéricos esperados de las mediciones de cada una de las variables a caracterizar.

10.2.2. INFORME DE PRUEBAS

El informe de las pruebas realizadas deberá contener, por lo menos, la siguiente información:

- Fecha de inicio y terminación de las pruebas.
- Listado de los equipos usados durante las pruebas, incluyendo la referencia de los mismos, fabricante, modelo y número de serie, en caso de que sean diferentes a los indicados en el pre-informe.
- Certificados actualizados de calibración de los equipos, en caso de no haber sido presentado en el pre-informe. Además, se deberán tener en cuenta las

excepciones y las alternativas indicadas en el apartado “Calibración de los equipos de medición óptica”.

- Informe de algún cambio en los procedimientos no previstos en el pre-informe.
- Informe de algún cambio en los parámetros básicos de configuración de los equipos considerados en el pre-informe, con una breve justificación del mismo de acuerdo con lo encontrado por el ejecutor de las pruebas y de las características técnicas presentadas por el cable, por el carrete, por la fibra o por el enlace.
- Formatos de pruebas. Se deberán remitir formatos de prueba completamente verificados con los datos medidos y de los equipos realmente utilizados. Los formatos de prueba deberán estar debidamente firmados por el Fiscalizador.
- Archivos magnéticos, grabados en CD, de la información generada por los equipos de medida. Se debe incluir el software de visualización que permita observar los archivos entregados.
- Interpretación de los resultados obtenidos y de las mediciones realizadas en comparación con los valores esperados y los solicitados en las especificaciones técnicas.
- Conclusiones, recomendaciones y problemas encontrados producto de las pruebas realizadas.

10.2.3. PRUEBAS DESPUÉS DEL TENDIDO

DESPUÉS DEL TENDIDO:

Para efectuar el seguimiento a las labores de montaje y del procedimiento de los empalmes, se deberán realizar con presencia de un representante de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar las siguientes pruebas a todas las fibras de cada tramo de longitud equivalente a tres carretes instalados.

- Longitud óptica del tramo
- Continuidad óptica del tramo
- Coeficiente de atenuación de la fibra tendida y empalmada

Con el fin de permitir que se estabilice el cable en su posición definitiva para que el equipo pueda registrar un evento real y definitivo minimizando el riesgo de registrar eventos de carácter transitorio, se debe dejar un tiempo entre 24 y 36 horas después del tendido, regulado y empalmado del cable para la realización de estas pruebas.

Así mismo, con el propósito de facilitar y agilizar el análisis por parte de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar de los resultados de estas pruebas, se admitirá el envío de los archivos magnéticos con las medidas realizadas acompañado de un breve reporte donde se indiquen los parámetros de ajuste de los equipos, las anomalías encontradas y las observaciones a que hubiera lugar.

Inmediatamente después de instalados los tramos de cable equivalentes a tres carretes, se procederá con la ejecución de los empalmes intermedios. Cada empalme deberá ser evaluado de manera bidireccional y presentará una atenuación máxima bidireccional de 0,100dB. En caso de ser necesario, deberán realizarse las refusiones necesarias con el fin de cumplir con el valor solicitado.

En esta etapa de las pruebas el Contratista podrá llevar a cabo bucles en empalmes.

10.2.4. LONGITUD ÓPTICA DEL TRAMO Y CONTINUIDAD ÓPTICA

La longitud óptica deberá ser estimada para el tramo de fibra óptica que posea exactamente el mismo índice de retardo de grupo a la longitud de onda de prueba. Para los tramos o secciones de cable que posean una fibra óptica con diferente índice de grupo o que sean de diferente fabricante y cuya longitud física sea mayor de 1000 m, la distancia óptica deberá ser estimada de manera independiente en esta etapa de las pruebas. Así mismo, con los archivos obtenidos deberá poder determinarse la continuidad óptica del tramo.

10.2.5. COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA TENDIDA

La atenuación por unidad de longitud para la fibra óptica tendida debe estar de acuerdo a la propuesta del suministro entregado por el Contratista de 0,2 dB/km. Esta medición se podrá realizar con el OTDR de manera unidireccional.

En caso de que la medida unidireccional arroje un resultado mayor al requerido, se deberá realizar la medida de manera bidireccional y obtener el valor promedio. Si el valor promedio bidireccional sigue siendo mayor, se deberá hacer uso de un conjunto fuente-medidor de potencia óptica y se obtendrá el valor promedio bidireccional.

11. RECEPCIÓN FINAL DEL ENLACE

Para la recepción final del enlace, el Contratista efectuará las pruebas finales para entregar el enlace de fibra óptica en perfectas condiciones de calidad a CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar y su posterior puesta en operación y transmisión de las señales de telecomunicaciones que garanticen que las pérdidas de señal estarán dentro de los rangos permitidos para los equipos de telecomunicaciones.

Esta labor tiene como finalidad realizar todas las medidas, calibraciones, ajustes y pruebas que sean requeridas para verificar el correcto funcionamiento de las fibras ópticas del cable, conectores y distribuidores ópticos.

Una vez terminada la instalación de los cables de fibra óptica, distribuidores ópticos y conectores entre todos los sitios involucrados, y como requisito para la aceptación de cada uno de los tramos del enlace, el Contratista deberá realizar las pruebas listadas a continuación en presencia de la Fiscalización, junto al correspondiente informe para aprobación de CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar.

Se deberán realizar las siguientes pruebas, a todas las fibras y a todos los conectores de los tramos instalados:

- Longitud óptica del tramo
- Continuidad óptica del tramo

- Coeficiente de atenuación de la fibra instalada
- Atenuación bidireccional de empalmes
- Atenuación total de las terminaciones
- Pérdidas de inserción de los conectores
- Atenuación total de los tramos
- Reflectancia óptica de conectores
- Dispersión Cromática
- Dispersión por modo de polarización (PMD)

Adicionalmente, en presencia de la Fiscalización, deberá hacerse una entrega mecánica y eléctrica del cable instalado y de todos los demás accesorios pertenecientes al proyecto, para certificar su apropiado montaje. En esta entrega se verifican, entre otros, los siguientes aspectos:

- Flecha del cable instalado para cables aéreos OPGW
- Instalación de amortiguadores y protectores para efecto corona si son requeridos
- Refuerzo de estructuras (si aplica)
- Estado de los herrajes y accesorios instalados, etc.
- Cable de reserva y su instalación en torres con caja de empalme
- Obras civiles para tramo canalizado
- Cable de reserva y su disposición en tramos canalizados
- Instalación e identificación de markers

CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar se reserva el derecho de rechazar enlaces ópticos que no cumplan con la totalidad de los requisitos solicitados, sin que ello exima al Contratista de las responsabilidades de resolver los mismos dentro de las condiciones exigidas en este documento.

El Informe Final de cada enlace óptico deberá contener al menos los siguientes puntos:

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS CABLES

Detallar las características técnicas de los cables con fibra óptica utilizados: OPGW, antiroedores, además detallar el código de colores y las características de los hilos de fibra óptica.

- 2.1 Cable de Guarda con Fibra Óptica - OPGW
- 2.2 Cable Dieléctrico con Fibra Óptica
- 2.3 Características Técnicas de los Hilos de Fibra Óptica
- 2.4 Código de Colores de los hilos de Fibra Óptica

3. HERRAJES, ACCESORIOS DE MONTAJE Y ELEMENTOS PASIVOS

Detallar las características técnicas de los herrajes, cajas de empalme, distribuidores ópticos, etc, incluyendo planos y fotografías

- 3.1 Elementos de Protección del Cable
- 3.2 Herrajes de Retención
 - 3.2.1 Herraje de Retención Pasante
 - 3.2.2 Herraje de Retención Bajante
 - 3.2.3 Herraje de Retención Final

- 3.3 Herraje de Suspensión
- 3.4 Amortiguadores Tipo Espiral
- 3.5 Grapa de Bajada de Cables
- 3.6 Crucetas Organizadoras de Reservas de Cable
- 3.7 Cajas de Empalme (incluir diagrama que detalle la ubicación de la caja de empalme en la estructura)
- 3.8 Distribuidor de Fibra Óptica (ODF)

4. LOGÍSTICA Y PLANIFICACIÓN PREVIA AL TENDIDO

Detallar los trabajos que realizaron previo al tendido de OPGW, problemas presentados, etc.

- 4.1 Localización y Replanteo
- 4.2 Vías de Acceso
- 4.3 Obras de Protección (Pórticos)
- 4.4 Labores Preliminares
- 4.5 Permisos de Accesos
- 4.6 Señalización Vial
- 4.7 Medidas de Seguridad del Personal
- 4.8 Personal Involucrado en el Proyecto
- 4.9 Transporte y abastecimiento de los frentes de trabajo
- 4.10 Sistema de Comunicaciones

5. METODOLOGÍA DE CAMBIO DE HILO DE GUARDA Y TENDIDO DEL OPGW

Detallar los procedimientos utilizados para el tendido de OPGW, incluir cronograma de trabajo, criterio para flechado, etc.

- 5.1 Cronograma de Trabajos
- 5.2 Riega
- 5.3 Construcción de pórticos
- 5.4 Empoleado
- 5.5 Maquinaria de Tendido
 - 5.5.1 Freno
 - 5.5.2 Traccionadora o Malacate
 - 5.5.3 Desenrolladora
- 5.6 Elementos de Tracción y Anti-giratorios
- 5.7 Precauciones durante el Tendido
- 5.8 Puesta a Tierra
- 5.9 Condiciones de viento
- 5.10 Metodología de Templado o Flechado
- 5.11 Engrapado
- 5.12 Instalación de Cable Tipo Ducto para Acometida a las Subestaciones

6. TRABAJOS ÓPTICOS

- 6.1 Pruebas de Cable en Bodega y/o en Sitio, antes de Tendido
- 6.2 Fusiones o Empalmes de Fibra Óptica
- 6.3 Longitud, Correspondencia y Continuidad Óptica del Enlace
- 6.4 Coeficiente de Atenuación Óptica del Enlace
- 6.5 Atenuación Bidireccional de Empalmes (detallado)

- 6.6. Atenuación Total de Terminaciones
- 6.7. Atenuación Total del Enlace (Fuente y medidor de potencia óptica)
- 6.8. Configuración de Equipos Instalación de ODFs y Cajas de Empalme
- 6.9. Pruebas de certificación de los enlaces

7. MANEJO DE RECURSOS

- 7.1 Cumplimiento de Plan de Manejo Ambiental
- 7.2 Equipamiento Utilizado

8. CUMPLIMIENTO DEL CRONOGRAMA

9. CONCLUSIONES

10. RECOMENDACIONES

ANEXO A	Diagrama General del Enlace
ANEXO B	Caracterización del Enlace
ANEXO C	Esquema de tendido y empalme
ANEXO D	Tablas de Tendido, Inventario de Materiales y Ubicación de Estructuras (GPS)
ANEXO E	Pruebas de todos los carretes de OPGW y antiroedores, antes del tendido
ANEXO F	Cálculo de Atenuación Total del Enlace (teórico)
ANEXO G	Evaluación de Terminaciones (pérdida de inserción, reflectancia, etc.)
ANEXO H	Control Bidireccional de Atenuaciones en Empalmes y Reflectométricas
ANEXO I	Atenuación Total bidireccional del enlace (incluye pruebas ópticas)
ANEXO J	Medición de Atenuación del Enlace (Power meter)
ANEXO K	Medición de Atenuación por caja de empalme
ANEXO L	Tabla de Flechado
ANEXO M	Tabla de Tendido por tiro (detalla la ubicación del freno y malacate, telefonistas, etc.)
ANEXO N	Registro fotográfico
ANEXO O	Revisión de activos por estructura
ANEXO P	Revisión de cajas de empalme
ANEXO Q	Certificado de calibración de los equipos OTDR y Fusionadora

A continuación, se establece el criterio de aceptación de cada tramo óptico:

11.1. LONGITUD ÓPTICA DEL TRAMO Y CONTINUIDAD ÓPTICA

La longitud óptica deberá ser estimada para el tramo de fibra óptica que posea exactamente el mismo índice de retardo de grupo a la longitud de onda de prueba. Para los tramos o secciones de cable que posean una fibra óptica con diferente índice de grupo

o que sean de diferente fabricante (de ser del caso) y cuya longitud física sea mayor de 1000 m, la distancia óptica deberá ser estimada de manera independiente en esta etapa de las pruebas. Así mismo, con los archivos obtenidos deberá poder determinarse la continuidad óptica del tramo.

11.2. COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA INSTALADA

La atenuación por unidad de longitud para la fibra óptica tendida debe estar de acuerdo a la propuesta del suministro que resulte escogida por CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO BOLÍVAR. Esta medición se podrá realizar con el OTDR de manera unidireccional, y en ningún caso deberá superar el valor de 0,35 dB/km, según lo indicado en las correspondientes recomendaciones de la UIT.

En caso de que la medida unidireccional arroje un resultado mayor al requerido, se deberá realizar la medida de manera bidireccional y obtener el valor promedio. Si el valor promedio bidireccional sigue siendo mayor, se deberá hacer uso de un conjunto fuente-medidor de potencia óptica y se obtendrá el valor promedio bidireccional.

11.3. ATENUACIÓN BIDIRECCIONAL DE LOS EMPALMES

Cada empalme deberá presentar una atenuación máxima bidireccional de 0,100 dB. En caso de ser necesario, deberán realizarse las refusiones necesarias con el fin de cumplir con los valores solicitados.

11.4. ATENUACIÓN TOTAL DE LAS TERMINACIONES

En cada uno de los sitios terminales del cable con fibra óptica se instalarán distribuidores ópticos con sus correspondientes conectores.

Cuando se utilice un cable de acometida terminal para llegar a la sala de comunicaciones donde se encuentra el distribuidor de fibra óptica, se deberá considerar lo siguiente:

- Pérdida de inserción del conector (max. 0,50 dB).
- Empalme por fusión entre el pig-tail y el cable de acometida terminal (max. 0,100 dB).
- Empalme por fusión entre el cable de acometida y el OPGW (max. 0,100 dB).
- La suma de estas pérdidas no deberá ser superior a 0,70 dB, considerando como el promedio resultante de las medidas efectuadas en ambos sentidos.

Para la realización de la medida, deberán emplearse bobinas (de lanzamiento) de fibra óptica de una longitud no inferior a 1.000 m, para evitar la zona muerta del reflectómetro óptico. Cada bobina deberá ser de la misma tecnología de fibra óptica empleada en los pig-tails, debiendo tener las certificaciones correspondientes.

Para realizar rápidamente la medida, uno de los extremos deberá estar preconectado con el mismo tipo de conector utilizado a nivel del distribuidor de fibra óptica.

11.5. PÉRDIDA DE INSERCIÓN DE LOS CONECTORES

Para la aceptación de los cables con fibra óptica se medirán los valores de pérdida de inserción para todos los conectores en los distribuidores. El método de medida a utilizarse deberá ser informado con la debida anticipación y ser incluido en las planillas de los protocolos de pruebas. El valor a cumplir deberá ser $\leq 0.50\text{dB}$.

11.6. ATENUACIÓN TOTAL DEL TRAMO

Esta es una prueba o medición de potencia óptica, la cual permite verificar que las pérdidas de potencia no superan los valores establecidos y deberá realizarse en forma bidireccional.

La atenuación total del tramo, para cada fibra óptica, deberá ser menor o igual al valor obtenido al aplicar la siguiente ecuación:

$$AT \leq a \times L + Ne \times ae + Nc \times Ac$$

donde:

AT	=	Atenuación total de los tramos ópticos principales (dB)
a	=	Coefficiente de atenuación (dB/Km) de la fibra óptica a la longitud de onda especificada
L	=	Longitud óptica total del tramo (Km)
Ne	=	Número total de empalmes intermedios y de transición
Ae	=	Valor medio de atenuación por empalme (dB)
Nc	=	Número de conectores
Ac	=	Pérdida de inserción del conector a nivel del distribuidor(dB)

El valor de la longitud óptica será la resultante de la medida obtenida.

11.7. REFLECTANCIA DE CONECTORES

Para la aceptación de los cables con fibra óptica se medirán los valores de reflectancia discreta para todos los conectores en los distribuidores ópticos. El método de medida a utilizarse deberá ser informado con la debida anticipación y ser incluido en las planillas de los protocolos de pruebas. El valor a cumplir deberá ser coincidente con los tipos de conectores instalados en el Proyecto, de acuerdo al detalle a continuación:

Tipo de conector	Reflectancia típica (dB)
Flat	-30
PC	-35
UPC	-55
APC	-65

11.8. DISPERSIÓN CROMÁTICA

La medida del valor de dispersión, así como del coeficiente de dispersión cromática se realizará con un equipo especializado para el efecto que disponga de al menos 3 cifras significativas, de forma tal que se pueda certificar los valores solicitados del coeficiente de dispersión menores a:

Longitud de onda (nm)	Máximo coeficiente de dispersión cromática [ps/(nm.km)]
1550	10

11.9. DISPERSIÓN POR MODO DE POLARIZACIÓN

La medida del Retardo Diferencial de Grupo (DGD), así como del coeficiente de dispersión por modo de polarización se realizará con el equipo especializado para el efecto que disponga de al menos 3 cifras significativas, de forma tal que se pueda certificar los valores máximos de acuerdo a lo indicado a continuación:

PMDQ máximo (ps/√km)	Longitud del enlace (km)	DGD máximo implícito inducido por la fibra (ps)	Velocidad binaria del canal
Sin especificar			Hasta 2,5 Gbps
0,5	400	25	10 Gbps
	40	19	10 Gbps
	2	7	40 Gbps
0,2	3000	19	10 Gbps
	80	7	40 Gbps
0,1	>4000	12	10 Gbps
	40	5	40 Gbps

12. Estudio técnico para el cambio del hilo de guarda por fibra óptica OPGW en la línea de subtransmisión 69kV Guanujo – Echeandía

Para el diseño del cambio del hilo de guarda por fibra óptica OPGW en la línea de subtransmisión 69kV Guanujo Echeandía, se deberá definir el diseño óptimo para el tendido del OPGW por las torres y postes de la línea de subtransmisión, para lo cual se considerará aspectos como: longitudes del vano, temperatura mínima, vientos máximos, espesor del hielo, carga máxima que el cable puede soportar, peso que soportan las torres y postes de subtransmisión, peso del cable, corriente de corto circuito, diámetro del cable de acuerdo a la estructura, tensiones. Este sistema deberá comunicarse con el Centro de Operaciones de Bolívar.

El Contratista deberá demostrar que el diseño y sobre todo el proceso constructivo, son viables de ejecutarse de acuerdo con la mejor técnica de ingeniería; además deberá

determinar las condiciones locales tales como vías de acceso para el transporte de equipos, materiales y más elementos que faciliten la instalación de la fibra óptica OPGW.

El contratista realizará un informe ejecutivo final con toda la ingeniería del proyecto, entregará el análisis de precios unitarios de acuerdo a las resoluciones establecidas por el SERCOP, entregará los términos de referencia en el formato establecido por CNEL EP de acuerdo al tipo de proceso que determine en el estudio y las especificaciones técnicas obtenidas.

12.1. ASPECTOS GENERALES DEL DISEÑO

- ✓ Inspección de las rutas de la línea de subtransmisión y de los accesos terrestres que le permitan facilitar el suministro, movilización y transporte de los equipos, materiales e insumos a los sitios de trabajo.
- ✓ Inspección en sitio y definición de los accesos a las estructuras que conforman la línea de subtransmisión, a fin de escoger los mejores lugares donde exista facilidad de acceso para la instalación de cajas de empalme.
- ✓ Levantamiento de coordenadas geográficas de las torres y postes de subtransmisión en Datum WGS-84 y proyección cilíndrica UTM (17S), con error de precisión menor a 1 metro.
- ✓ Etiquetado de torres y postes según las especificaciones de CNEL EP (las placas serán entregadas por CNEL EP), el contratista deberá proveer los soportes para la instalación. Incluye registro fotográfico de cada placa y estructura, que permita cuantificar y corroborar toda la información.
- ✓ Definir las características generales del proyecto.
- ✓ Estudio de las tensiones y flechas de tendido.
- ✓ Cálculos de Atenuación y tensión.
- ✓ Elaborar las tablas de tendido, con el detalle de los carretes con fibra óptica a adquirir con su respectiva longitud.
- ✓ Ingeniería para definir la cantidad y el método para la instalación de herrajes y entrega de planos de los herrajes y accesorios.
- ✓ Ingeniería para cuantificar la cantidad, la ubicación y el método óptimo para la instalación de amortiguadores, debiendo entregar de manera detallada los cálculos realizados para la ubicación y cuantificación de los mismos.
- ✓ Definir el procedimiento para la instalación de la fibra óptica OPGW a través de los postes y torres de la línea de subtransmisión.
- ✓ Definir los tipos de pruebas que se realizarán previo y durante la ejecución del proceso.
- ✓ Elaborar una memoria técnica asociada a las actividades y planos de diseño del proyecto.
- ✓ Elaborar el presupuesto referencial total desglosado por componentes de equipos, materiales, mano de obra, transporte, pruebas y fiscalización requerida.
- ✓ Elaborar el detalle de equipos y materiales, mano de obra, transporte, pruebas y fiscalización.
- ✓ Definir las especificaciones técnicas para los equipos, materiales, mano de obra y

- pruebas.
- ✓ Determinar los equipos, herramientas, maquinaria y personal mínimo necesarios para ejecutar el proyecto, estableciendo las consideraciones mínimas para la aceptación.
- ✓ Cálculos mecánicos del cable OPGW.
- ✓ Tablas de tensiones y flechas de tendido para diferentes temperaturas del medio ambiente.
- ✓ Elaborar el cronograma valorado de ejecución del proyecto por actividades planteadas de forma secuencial.
- ✓ Elaborar la memoria en formato SENPLADES del proyecto para presentación en planes de inversión, en el formato vigente.
- ✓ Elaborar los términos de referencia en el formato homologado por CNEL EP de acuerdo al tipo de proceso que determine el estudio, con el detalle de las especificaciones técnicas.
- ✓ Determinar los precios unitarios de todos los rubros necesarios para la ejecución del proyecto conforme lo dispuesto en las resoluciones del SERCOP vigentes, en formatos homologados por CNEL EP.
- ✓ Elaborar el Pliego en formato definido por CNEL EP Unidad de Negocio Bolívar.
- ✓ Planos digitalizados de la solución propuesta en AutoCAD y en base ArcGIS.
- ✓ Cualquier otra actividad que se considere indispensable para el buen desarrollo del proyecto.

12.2. ENTREGABLE

Resultado del estudio para el cambio de hilo de guarda por fibra óptica OPGW en la línea de subtransmisión 69kV Guanujo – Echeandía se entregará:

- ✓ Memoria técnica con toda la ingeniería del proyecto, la cual estará asociada a las actividades y planos de diseño del proyecto.
- ✓ Presupuesto referencial total desglosado por componentes de equipos, materiales, mano de obra, transporte, pruebas y fiscalización requerida.
- ✓ Detalle de equipos y materiales, mano de obra, transporte, pruebas y fiscalización.
- ✓ Especificaciones técnicas para los equipos, materiales, mano de obra y pruebas.
- ✓ Determinar los equipos, herramientas, maquinaria y personal mínimo necesarios para ejecutar el proyecto, estableciendo las consideraciones mínimas para la aceptación.
- ✓ Cronograma valorado de ejecución del proyecto por actividades planteadas de forma secuencial.
- ✓ Memoria en formato SENPLADES del proyecto para presentación en planes de inversión, en el formato vigente.
- ✓ Términos de referencia en el formato homologado por CNEL EP de acuerdo al tipo de proceso que determine el estudio, con el detalle de las especificaciones técnicas.
- ✓ Análisis de precios unitarios de todos los rubros necesarios para la ejecución del proyecto, que incluya el presupuesto conforme lo dispuesto en las resoluciones del SERCOP vigentes, en formatos homologados por CNEL EP.
- ✓ Pliego en formato homologado por el BID.
- ✓ Entregará Planos digitalizados de la solución propuesta en AutoCAD y en base ArcGIS.
- ✓ Cálculos mecánicos de la fibra óptica y/o cable OPGW.
- ✓ Tablas de tensiones y flechas de tendido para diferentes temperaturas del medio ambiente.

13. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS

13.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS EQUIPOS PARA CONFIGURACIÓN E INTEGRACIÓN A SCADA

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICACIÓN SOLICITADA
MARCA	INDISTINTA
PROCEDENCIA	INDISTINTA
CANTIDAD	2
AÑO DE FABRICACIÓN	No menor al año en curso
ESPECIFICACIONES	Equipo Portátil RAM: 16 GB, expandible a 32 GB SSD: 1 x 512 GB (mínimo) con protocolo NVME HDD: 1 TB Tarjeta gráfica dedicada de 4 GB, de fabricación no menor al año en curso Pantalla de 15 pulgadas Equipo Nuevo de Fábrica. No Refurbished, remarketed, ni remanufactured. No Genérico, es decir de fabricante Sistema Operativo: Windows 10 Pro
PROCESADOR	Modelo: Intel Core i7, 10ma generación o superior Velocidad de procesamiento mínima: 2.8 GHz Núcleos: mínimo 4 núcleos Cache: mínimo 12 Mb Tecnología Hyperthreading
ACCESORIOS	Mouse óptico Monitor portátil triple FOPO de 13.3 pulgadas, 1080P FHD IPS triple monitor extensor de pantalla para portátil de 15 a 17 pulgadas, compatible con Windows 10, conectores HDMI, USB, tipo C Plug and Play
GARANTÍA	3 años

13.2. Especificaciones Optical Time-Domain Reflectometer (OTDR)

Especificaciones Técnicas OTDR		
Ítems	Descripción	Especificación
1 CARACTERÍSTICAS GENERALES		
1.1	Marca	Indicar
1.2	Modelo	Indicar
1.3	Procedencia	Indicar
1.4	Cantidad	2
1.5	Año de fabricación	No menor al año en curso
2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
2.2	Pantalla:	Pantalla táctil TFT de 800 x 480 LCD de 7 pulgadas
2.3	Zona muerta atenuación (m):	2,5
2.4	Linealidad (dB/dB):	±0,05 dB/ dB
2.5	Alcance de distancia (km):	0,1 a 400

2.6	Capacidad de memoria de rastreo:	Memoria interna o Tarjeta SD (6G), > 20000 piezas
2.7	Duración de la medición:	definida por el usuario; 5 segundos, 10 segundos, 15 segundos, 30 segundos, 1 min, 2 min y 3 min son seleccionables
2.8	Interfaz óptica:	FC/UPC+SC/UPC+LC/UPC/E2000
2.9	Interfaz de datos:	Interfaz USB, interfaz de tarjeta SD
2.10	Localizador de fallos visuales:	disponible para SV20A, MV10A, SV30A
2.11	Fuente de alimentación:	Batería de litio recargable; adaptador AC/DC entrada 110 - 240 VAC, 60 Hz; duración continua ≥ 10 horas
2.12	Longitud de onda (nm):	b 1310 ± 20/1550 ± 20/1625 ± 10/1650 ± 5
2.13	Filtro incorporado SM Live Port	1625 nm: paso alto > 1595 nm
2.14		aislamiento > 50 dB de 1270 nm a 1585 nm
2.15		1650 nm: paso de banda 1650 nm ± 7 nm
2.16		aislamiento > 50 dB de 1650 nm ± 10 nm
2.17	Rango dinámico (dB):	39/38/39/39
2.18	Zona muerta del evento (m):	0,5
2.19	Zona muerta PON (m):	30
2.20	Rango de distancia (km):	0,1 a 400
2.21	Ancho de pulso (ns):	3 a 20000
2.22	Linealidad (dB / dB):	± 0.03
2.23	Umbral de pérdida (dB):	0,01
2.24	Resolución de pérdida (dB):	0,001
2.25	Resolución de muestreo (m):	0,04 a 10
2.26	Puntos de muestreo:	256000
2.27	Distancia de incertidumbre (m):	± (0,75 + 0,005% x distancia + resolución de muestreo)
2.28	Tiempo de medición:	Definido por el usuario
2.29	Precisión de reflectancia (dB):	± 2
2.30	Actualización típica en tiempo real (Hz):	4
2.31	Tamaño (alto x ancho x profundidad):	166 mm x 200 mm x 68 mm (6 9/16 pulgadas x 7 7/8 pulgadas x 2 3/4 pulgadas)
2.32	Peso (con batería):	1,5 kg (3,3 lb)
2.33	Temperatura:	
2.34	Operando:	-10 ° C a 50 ° C (14 ° F a 122 ° F)
2.35	Almacenamiento:	De -40 ° C a 70 ° C (de -40 ° F a 158 ° F) a
2.36	Humedad relativa:	0% a 95% sin condensación
2.37	Calibración:	Entregar el certificado de calibración del equipo, emitido por una entidad competente con vigencia de un año
2.38	Capacitación:	Capacitación en el uso y configuración del equipo
2.39	Garantía:	3 años

13.3. Especificaciones Fusionadora de Fibra óptica

Especificaciones Técnicas FUSIONADORA		
Ítems	Descripción	Especificación
1 CARACTERÍSTICAS GENERALES		
1.1	Marca	Indicar
1.2	Modelo	Indicar
1.3	Procedencia	Indicar
1.4	Cantidad	2
1.5	Año de fabricación	No menor al año en curso
2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
2.1	CPU:	CPU de 4 núcleos
2.2	Pantalla:	Pantalla de alta resolución 800X480 de 5 pulgadas, con un mínimo de 300 veces aumento de enfoque automático. LCD táctil de alta resolución.
2.3	Alineación por núcleo:	6 motores
2.4	Velocidad:	5 segundos, 15 segundos de calentamiento
2.5	Promedio de pérdida de empalme:	0,02 dB/mm: 0,01 dB/DS: 0,04 dB/nzds: 0,04 dB/g.657: 0,02 dB (estándar de ITU-T)
2.6	Prueba de tensión:	1,96 - 2,25 N
2.7	Batería:	Batería Lithium soporta mínimo 300 fusiones y calentamientos continuos, tiempo de carga 3,5 horas mínimo
2.8	Cuerpo:	Cuerpo metálico, incorpora iluminación led para trabajo nocturno, caja de equipo viene con taburete para facilitar los trabajos de construcción en campo al operador de redes, su transporte es cómodo y ligero
2.9	Incluye en su estructura:	Incluye en su estructura un medidor de potencia de fibra óptica y un Visualizador de fallos, con un interfaz en su display
2.10	Sistema de alineación:	Core de análisis de método de alineación empalme con dadas (digital sistema de alineación)
2.11	Tiempo de calentamiento:	Tiempo de calentamiento rápido.
2.12	Electrodos:	Fácil de reemplazar
2.13	Aplicable para fibras:	SM (ITU-T g.652 & g.657)/mm (ITU-T g.651)/DS (ITU-T g.653)/nzds (ITU-T g.655)
2.14	Pérdida de retorno:	≥ 60 dB
2.15	Modos de empalme:	min 128 modos
2.16	Protección Longitud de la manga:	20 - 60 mm
2.17	Vida útil electrodos:	3500 fusiones
2.18	Peso máximo:	3 Kg (con batería)

2.19	Incluye	
2.20	SOC Soporte desmontable y calefacción del horno:	Incluye
2.21	Instrumento de Inno:	Incluye
2.22	Soporte de fibra:	vfh-40
2.23	js-180300 adaptador AC:	Incluye
2.24	hts-soc Soc calentador Cover:	Incluye
2.25	Bandeja de enfriamiento:	cg-22
2.26	E-50 electrodos:	1 par
2.27	Electrodo de eg-18 Grinder:	Incluye
2.28	Battery Pack:	1 (lbt-40)
2.29	Cable de alimentación:	Incluye
2.30	Cable USB:	Incluye
2.31	CD de instrucciones:	Incluye
2.32	Pareja de electrodos de repuesto.	Incluye
2.33	Maleta de transporte:	Incluye
2.34	Calibración:	Entregar el certificado de calibración del equipo, emitido por una entidad competente con vigencia de un año
2.35	Capacitación:	Capacitación en el uso y configuración del equipo
2.36	Garantía:	3 años

13.4. Especificaciones Kit de Mantenimiento de Fibra Óptica

KID DE MANTENIMIENTO DE FIBRA ÓPTICA		
Ítems	Descripción	Especificación
1 CARACTERÍSTICAS GENERALES		
1.1	Marca	Indicar
1.2	Modelo	Indicar
1.3	Procedencia	Indicar
1.4	Cantidad	2
1.5	Año de fabricación	No menor al año en curso
2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
Kit de Mantenimiento, Incluye:		
2.1	Detector visual de fallas (lápiz óptico)	Tamaño pequeño, fácil de prueba de campo
		Longitud de onda: 635 nm
		Potencia de salida: 30 mW (30 Km. de alcance).
		Fácil identificación de rotura de fibras, dobleces, conexión pobre, etc
		Debe ser utilizable en fibras monomodo y multimodo

		Identificación de fibra de extremo a extremo
		Carcasa antigolpes
		Autonomía a 30 mW trabajo continuo más de 18 horas
		Led de señal continua e intermitente
2.2	Medidor portátil de Potencia	Proporcionar medición simultánea en las tres longitudes de onda en la fibra (1310nm, 1490nm, 1550nm)
		Puede medir la señal modo ráfaga (Burst) de 1310 nm
		A través del software de gestión permite fijar valor umbral, descargar resultados y calibrar la longitud de onda
		Incluye 3 grupos de valores umbral
		Fácil de usar, basta con conectar la fibra y leer los resultados
		Pantalla HD TFT LCD a color
		Puerto de comunicación USB, permite la transferencia de datos, fácil y rápida
		Medida en tiempo real
		Auto-apagado
		200 elementos de medición, se pueden guardar en el equipo y descargarlos al software de gestión
		Temperatura de funcionamiento: -10°C a 60°C
		Temperatura de almacenamiento: -25°C a 70°C
2.3	Ponchadora de conectores RJ45	Incluye
2.4	Pinzas Pelacables	Incluye
2.5	Cortadora de Fibra óptica	Ver Especificaciones Técnicas 12.4.1.
2.6	Peladora de Fibra óptica	Longitud: 3,9 pulgadas (99,99 mm)
		Peso: 2.49 onzas (71.0g)
2.7	Cortadora de kevlar	Acción de corte rápido de gran alcance
		Borde dentado completo para los cortes uniforme, rápida y limpia
		Muelle de retorno diseñada para cortes precisos repetidas
		Mangos ergonómicos con mangos antideslizantes acolchados
		Fabricado en acero de alto carbono un tratamiento especial para una larga vida y cortes sin problemas
		Longitud aprox.: 5,75 in (146 mm)
		Peso aprox: 2.5 oz (72 g)
2.8	Cortador de cable armado:	Ancho: 5 in (127 mm)
		Peso: 10 oz (284 g)

2.9	Peladora de cable drop	Incluye
2.9	Funda de 25und de bastoncillos Malet	Incluye
2.10	Bolsa de transporte	Incluye
2.11	Funda enrollable porta herramientas	Incluye
2.12	Kit navaja + tijera + funda	Incluye
2.13	Alicate de corte	Incluye
2.14	Alicate universal	Incluye
2.15	Cortacables	Incluye
2.16	Set destornilladores	Incluye
2.17	Abre cubiertas	Incluye
2.18	Bastoncillos de limpieza (100unid)	Incluye
2.19	Mangas de fusión	Incluye 6
2.20	Limpiador de conectores:	Conectores SC, ST, FC, LC, MU, E2000, MPO / MTP, MTRJ, LC a dos caras, ODC, LEMO 3K.93C
		Más de 500 ciclos de limpieza por unidad
2.21	Toallitas de limpieza	Incluye
2.22	Dispensador de alcohol	Incluye
2.23	Dispensador numérico	Incluye
2.24	Repuestos numéricos 0 a 9	Incluye
2.25	Protectores de fusión (100 unidades)	Incluye
2.26	Pig Tails	Incluye 20
2.27	Juego llaves de vaso + carraca	Incluye
2.28	Martillo nylon	Incluye
2.29	Nivel	Incluye
2.30	Metro	Incluye
2.31	Láser visible	Incluye
2.32	Decapador	Incluye
2.33	Sangradora de tubo	Longitud: 3.86 in (99.00 mm)
		Ancho: 1.482 in (38.00 mm)
		Alto: 0.702 in (18.00 mm)
		Peso: 1.35 ounces (38.5g)
2.34	Cortador de tubo	Longitud: 3.75 in (95.53 mm)
		Ancho: .625 in (15.92 mm)
		Peso: 1 oz (28g)
2.35	Módulos SFP (Optical Transceiver,eSFP,GE,Single-mode Module (1310nm,40km,LC)) compatible con switch Huawei AR2504-H	Incluye 3 (Ver Especificaciones Técnicas 12.4.2.)
2.36	Capacitación:	Capacitación en el uso y configuración de las herramientas
2.37	Garantía en herramientas:	3 años

13.4.1. Especificaciones Cortadora de Fibra Óptica

Ítems	Descripción	Especificación
CARACTERÍSTICAS GENERALES		
1.1	Marca	Indicar
1.2	Modelo	Indicar
1.3	Procedencia	Indicar
1.5	Año de fabricación	No menor al año en curso
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
2.1	Material:	Silica Glass
2.2	Diámetro del revestimiento:	Φ 125 um
2.3	Recuento de fibras:	Individuales a 12
2.4	Longitud de corte:	5 ~ 20 mm (Φ 0,25) / 10 ~ 20 mm (Φ 0,9)
2.5	Ángulo de corte (típico):	0,5 grados con fibra única
2.6	Colector de recortes:	Preinstalado (CU-FC6)
2.7	Adaptador de fibra única:	Preinstalado (AP-FC6M)
2.9	Peso máximo:	420g
2.10	Cuchilla reemplazable en campo:	Sí, use FCP-20BL
2.11	Vida útil de la cuchilla:	54.000 fibras (2.250 fibras × 24 posiciones)
2.12	Garantía:	3 años

13.4.2. Especificaciones Módulos SFP

Ítem	Descripción	Especificación
1.1	Factor de forma	eSFP
1.2	Estándar de aplicación	1000BASE-LX/LH
1.3	Tipo de conector	LC
1.4	Tipo de fibra óptica	SMF
1.5	Working case temperature [°C(°F)]	0°C to 70°C (32°F to 158°F)
1.6	Opciones DDM	Supported
1.7	Velocidad de transmisión [bit/s]	1Gbit/s
1.8	Target transmission distance [km]	Single-mode fiber: 40 km
2	Características ópticas del transmisor	
2.1	Longitud de onda central [nm]	1310 nm
2.2	Potencia óptica máxima Tx [dBm]	0 dBm
2.3	Potencia óptica Tx mínima [dBm]	-5.0 dBm
2.4	Relación mínima de extinción [dB]	9.0 dB
3	Características ópticas del receptor	
3.1	Sensibilidad Rx [dBm]	-23.0 dBm
3.2	Potencia de sobrecarga [dBm]	-3.0 dBm

14. PLANOS, DISEÑO Y CANTIDADES DE OBRA QUE DEBE ENTREGAR EL CONTRATISTA

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	Cable OPGW, con diámetro ≥ 13 mm, para tensión de rotura ≥ 7000 kgf, corriente de cortocircuito de 20 kA, con 48 fibras ópticas norma itu-t g.655c/d. El núcleo óptico estará organizado en cuatro tubos plásticos con 12 hilos de fibra cada uno.	m	58000,00
2	Cable dieléctrico antioedores, ignífugo, con diámetro ≥ 14 mm, protección a impactos y aplastamiento $\geq 4400n/10cm$, con 48 fibras ópticas norma ITU-T G.655C/D.	m	400,00
3	Accesorios de retención pasante para torre o poste (completo, para retener el opgw de diámetro ≥ 13 mm en los dos extremos de la torre), incluye sistema de puesta a tierra con chicote o colilla y grapa paralela grande (de 100 mm x 80 mm x 40 mm con pernos de 10 mm de diámetro) y varillas de protección de aluminio (de 250 mm de longitud). La grapa paralela será instalada sobre las varillas de protección.	juegos	39,00
4	Accesorios de retención bajante para torre o poste (completo, para retener el opgw de diámetro ≥ 13 mm en los dos extremos de la torre), incluye (2) sistemas de puesta a tierra con chicotes o colillas y grapas paralelas grandes (de 100 mm x 80 mm x 40 mm con pernos de 10 mm de diámetro) y varillas de protección de aluminio (de 250 mm de longitud). La grapa paralela será instalada sobre las varillas de protección.	juegos	15,00
5	Accesorios de suspensión para torre o poste, para cable tipo opgw de diámetro ≥ 13 mm. Será instalado suspendido en el vértice de la estructura para este fin en la cúpula, incluye sistema de puesta a tierra con chicote o colilla y grapas paralelas grandes (de 100 mm x 80 mm x 40 mm con pernos de 10 mm de diámetro) para ser instaladas sobre las varillas de protección.	juegos	115,00
6	Amortiguadores para cable opgw de diámetro ≥ 13 mm (tipo espiral, incluye estudio de amortiguamiento).	c/u	600,00
7	Grapas de bajada para asegurar la escolta de cable opgw a las estructuras.	c/u	60,00
8	Cajas de empalme por fusión de 48 fibras para cable opgw. El sistema de press stop's deben ser contruidos de manera que aseguren los cables al interior de la caja y contener herrajes que sujeten los cables al exterior de la caja para evitar el deslizamiento debido al peso del cable cuando es izado para ser colocado en la parte superior de la torre, con 4 press stop's (opgw-opgw-adss-dieléctrico), incluye 60 protectores termocontraíbles. Deberá incluir herrajes para sujetar la caja a la estructura (incluye tablas de tendido)	c/u	17,00

9	Distribuidor óptico terminal de rack para 48 fibras ópticas con 2 press stop's para cable dieléctrico antiroedores, incluyendo: 60 pig tails con terminales E2000 upc, 60 conectores E2000 upc, 60 protectores para las fusiones; de tamaño que ocupe al menos 3 unidades de rack, 2 patch cords con conector mixto (E2000 y LC).	c/u	6,00
10	Bastidores o rack's para instalar equipos o bandejas de 19" de ancho y de 79" (~ 2 metros) de alto, con puertas abatibles en los 4 costados y llave en la puerta anterior.	c/u	3,00
11	Fusionadora de Fibra óptica: CPU de 4 núcleos; LCD táctil de alta resolución; velocidad 5 segundos, 15 segundos de calentamiento; Promedio de pérdida de empalme: 0,02 dB/mm: 0,01 dB/DS: 0,04 dB/nzds: 0,04 dB/g.657: 0,02 dB (estándar de ITU-T); Core de análisis de método de alineación empalme con dacas (digital sistema de alineación); Aplicable para fibras: SM (ITU-T g.652 & g.657)/mm (ITU-T g.651)/DS (ITU-T g.653)/nzds (ITU-T g.655); min 128 modos de empalme; vida útil electrodos 3500 fusiones mínimo	c/u	2,00
12	Optical Time-Domain Reflectometer (OTDR): Pantalla táctil TFT de 800 x 480 LCD de 7 pulgadas; alcance 0,1 a 400 km; Memoria interna o Tarjeta SD (6G), > 20000 piezas; Interfaz optica FC/UPC+SC/UPC+LC/UPC; resolución de muestreo 0,04 a 10 m; Puntos de muestreo: 256000	c/u	2,00
13	Equipo para configuración e integración: PC Portátil; RAM: 16 GB, expandible a 32 GB; SSD 512 GB con protocolo NVME; HDD: 1 TB; Tarjeta gráfica dedicada de 4 GB, de fabricación 2021 o superior; No Refurbished, remarketed ni remanufactured; No Genérico, es decir de fabricante; Sistema Operativo Windows 10 Pro	c/u	2,00
14	Kit de Mantenimiento de Fibra Óptica: Detector visual de fallas (lápiz óptico); Medidor portátil de Potencia; Ponchadora de conectores RJ45; Pinzas Pelacables; Cortadora de Fibra óptica; Peladora de Fibra óptica; Cortadora de kevlar; Cortador de cable armado; Peladora de cable drop; Funda de 25und de bastoncillos Malet; Kit navaja + tijera; Alicates de corte; Alicates universal; Cortacables; Set destornilladores; Abre cubiertas; Bastoncillos de limpieza (100unid); Mangas de fusión; Limpiador de conectores; Toallitas de limpieza; Dispensador de alcohol; Dispensador numérico; Repuestos numéricos 0 a 9; Protectores de fusión (100 unidades); Pig Tails; Juego llaves de vaso + carraca; Martillo nylon; Láser visible; Decapador; Sangradora de tubo; Cortador de tubo; 3 Módulos SFP (Optical Transceiver,eSFP,GE,Single-mode Module (1310nm,40km,LC)) compatible con switch Huawei AR2504-H	c/u	2,00

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	Tendido de cable OPGW con líneas desenergizadas.	m	46000,00
2	Retiro cable de guarda de acero.	m	46000,00
3	Tendido de cable dieléctrico antiroedores, más obra civil.	m	292,667

4	Montaje de accesorios de retención pasante y bajante con aterrizaje a la estructura.	juegos	45,00
5	Montaje de accesorios de suspensión con aterrizaje a la estructura.	juegos	100,00
6	Instalación de amortiguadores.	c/u	500,00
7	Instalación de grapas de bajada.	c/u	55,00
8	Instalación de cajas de empalme por fusión de 48 fibras.	c/u	13,00
9	Instalación de distribuidores ópticos terminales de rack para 48 fibras ópticas.	c/u	6,00
10	Instalación de bastidores o rack's.	c/u	3,00
11	Pruebas ópticas y medición de atenuación antes del tendido del 100% de las fibras	c/u	12,00
12	Pruebas ópticas (longitud óptica del tramo, continuidad óptica del tramo) y medición de atenuación (coeficiente de atenuación de la fibra instalada, atenuación bidireccional de empalmes, atenuación total de las terminaciones, pérdidas de inserción de los conectores, atenuación total de los tramos), reflectancia óptica de conectores, dispersión cromática y PMD de todos los tramos y del enlace total. Informe detallado. Archivo fotográfico.	c/u	3,00
13	Realizar el estudio de factibilidad y diseño para el cambio del hilo de guarda por fibra óptica OPGW en la línea de subtransmisión 69kV Guanujo - Echeandía (37 km), considerando aspectos como: velocidad del viento, espesor del hielo, estructuras, corriente de corte, vanos, tensiones, entre otros.	c/u	1,00

15. ANEXOS

- Anexo A. Datos Técnicos
- Anexo B. Modelo de informe de pruebas por cada carrete
- Anexo C. Diagrama General de los Enlaces
- Anexo D. Diagrama Unifilar CNEP Unidad de Negocio Bolívar

Guaranda, 14 de junio de 2022

ELABORADO POR:

Ing. Fátima Llanos
Especialista del Centro de Operaciones y Control

REVISADO POR:

Ing. César Vélez
Líder de Operación

APROBADO POR:

Ing. Wilson Martínez
Director de Distribución (E)