

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39

**ANEXO 1**

**DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO**

**CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 06 DE 2021**

**(UPME 06 – 2021)**

**SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO,  
ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE LA NUEVA SUBESTACIÓN CARRERO 500 kV Y LINEAS DE  
TRANSMISIÓN ASOCIADAS**

**Bogotá D. C., mayo de 2021**

## ÍNDICE

1		
2		
3		
4	<b>1. CONSIDERACIONES GENERALES</b> .....	<b>5</b>
5	1.1 Requisitos Técnicos Esenciales.....	5
6	1.2 Definiciones.....	6
7	<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>6</b>
8	2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones.....	9
9	2.1.1 Descripción de Obras en la Subestación Carreto 500 kV.....	9
10	2.2 Puntos de Conexión del Proyecto.....	9
11	2.2.1 En la Subestación Carreto 500 kV.....	10
12	2.2.2 En la línea Chinú - Sabanalarga 500 kV.....	11
13	<b>3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES</b> .....	<b>11</b>
14	3.1 Parámetros del Sistema.....	12
15	3.2 Nivel de Corto Circuito.....	13
16	3.3 Materiales.....	13
17	3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible.....	13
18	3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión.....	14
19	3.6 Pruebas en Fábrica.....	14
20	<b>4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 500 kV</b> .....	<b>15</b>
21	4.1 General.....	15
22	4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión.....	17
23	4.3 Longitud Aproximada de las Líneas.....	18
24	4.4 Especificaciones de diseño y construcción líneas.....	19
25	4.4.1 Aislamiento.....	19
26	4.4.2 Conductores de Fase.....	19
27	4.4.3 Cable(s) de Guarda.....	21
28	4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas.....	22
29	4.4.5 Transposiciones de Línea.....	23
30	4.4.6 Estructuras.....	23
31	4.4.7 Localización de Estructuras.....	24
32	4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores.....	24
33	4.4.9 Cimentaciones.....	25
34	4.4.10 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas subterráneas o subfluviales.....	25
35	4.4.11 Señalización Aérea.....	26
36	4.4.12 Desviadores de vuelo para aves.....	26
37	4.4.13 Obras Complementarias.....	26
38	4.5 Informe Técnico.....	27
39	<b>5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN</b> .....	<b>27</b>
40	5.1 General.....	27
41	5.1.1 Predio de las Subestación.....	28
42		

1	5.1.2	Espacios de Reserva.....	29
2	5.1.3	Conexiones con Equipos Existentes.....	31
3	5.1.4	Servicios Auxiliares.....	31
4	5.1.5	Infraestructura y Módulo Común.....	31
5	<b>5.2</b>	<b>Normas para Fabricación de los Equipos.....</b>	<b>33</b>
6	<b>5.3</b>	<b>Condiciones Sísmicas de los equipos.....</b>	<b>34</b>
7	<b>5.4</b>	<b>Procedimiento General del Diseño.....</b>	<b>34</b>
8	5.4.1	Los documentos de Ingeniería Básica.....	35
9	5.4.2	Los documentos de la Ingeniería de Detalle.....	38
10	5.4.3	Estudios del Sistema.....	42
11	5.4.4	Distancias de Seguridad.....	44
12	<b>5.5</b>	<b>Equipos de Potencia.....</b>	<b>44</b>
13	5.5.1	Interruptores.....	44
14	5.5.2	Descargadores de Sobretensiones.....	45
15	5.5.3	Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra.....	46
16	5.5.4	Transformadores de Tensión.....	47
17	5.5.5	Transformadores de Corriente.....	48
18	5.5.6	Equipo GIS o Híbrido.....	48
19	5.5.7	Sistema de Puesta A Tierra.....	49
20	5.5.8	Apantallamiento de la Subestación.....	50
21	<b>5.6</b>	<b>Equipos de Control y Protección.....</b>	<b>50</b>
22	5.6.1	Sistemas de Protección.....	50
23	5.6.2	Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones.....	52
24	5.6.2.1	Características Generales.....	54
25	5.6.3	Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales.....	56
26	5.6.4	Controladores de Bahía.....	57
27	5.6.5	Controlador de los Servicios Auxiliares.....	58
28	5.6.6	Switches.....	58
29	5.6.7	Interfaz Nivel 2 - Nivel 1.....	59
30	5.6.8	Equipos y Sistemas de Nivel 2.....	59
31	5.6.8.1	Controlador de la Subestación.....	59
32	5.6.8.2	Registradores de Fallas.....	60
33	5.6.8.3	Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación.....	60
34	5.6.9	Requisitos de Telecomunicaciones.....	61
35	<b>5.7</b>	<b>Obras Civiles.....</b>	<b>61</b>
36	<b>5.8</b>	<b>Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento.....</b>	<b>62</b>
37	<b>6.</b>	<b>ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO.....</b>	<b>62</b>
38	<b>6.1</b>	<b>Pruebas y Puesta en Servicio.....</b>	<b>62</b>
39	<b>6.2</b>	<b>Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio.....</b>	<b>63</b>
40	<b>7</b>	<b>ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN.....</b>	<b>63</b>
41	<b>8</b>	<b>INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO.....</b>	<b>64</b>
42	<b>9</b>	<b>INFORMACIÓN ESPECÍFICA.....</b>	<b>64</b>

1	<b>10 FIGURAS</b> .....	<b>64</b>
2		

PREPUBLICACIÓN

## ANEXO 1

### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Las expresiones que figuren en mayúsculas, que no se encuentren expresamente definidas en el presente documento, tendrán el significado que se les atribuye en los Documentos de Selección del Inversionista de la Convocatoria Pública UPME 06 – 2021.

Toda mención efectuada en este documento a "Anexo", "Apéndice", "Capítulo", "Formulario", "Formato", "Literal", "Numeral", "Subnumeral" y "Punto" se deberá entender efectuada a anexos, apéndices, capítulos, formularios, literales, numerales, subnumerales y puntos del presente documento, salvo indicación expresa en sentido contrario.

Las expresiones que figuren en mayúsculas y que no se encuentren expresamente definidas en el presente documento o en los Documentos de Selección del Inversionista, corresponden a normas legales u otras disposiciones jurídicas colombianas.

Las especificaciones de diseño, construcción, montaje y las características técnicas de los equipos e instalaciones deben cumplir con los requisitos técnicos establecidos en el presente Anexo No. 1 de los Documentos de Selección del Inversionista, en el Código de Redes de la CREG (Resolución CREG 025 de 1995 y sus actualizaciones, en especial CREG 098 de 2000) y en el RETIE y todas sus modificaciones vigentes en la fecha de ejecución de los diseños. Las citas, numerales o tablas del RETIE que se hacen en este Anexo corresponden a la revisión de agosto de 2013 de este Reglamento, incluidas las modificaciones de octubre 2013 y julio 2014. En los aspectos a los que no hacen referencia los documentos citados, el Transmisor deberá ceñirse a lo indicado en criterios de ingeniería y normas internacionales de reconocido prestigio, copia de los cuales deberán ser relacionados, informados y documentados al Interventor. Los criterios de ingeniería y normas específicas adoptados para el Proyecto deberán cumplir, en todo caso, con lo establecido en los Documentos de Selección del Inversionista, en el Código de Redes y en los reglamentos técnicos que expida el Ministerio de Minas y Energía, MME. Adicionalmente, se deberá considerar las condiciones técnicas existentes en los puntos de conexión de tal forma que los diferentes sistemas sean compatibles y permitan la operación según los estándares de seguridad, calidad y confiabilidad establecidos en la regulación.

#### 1.1 Requisitos Técnicos Esenciales

De acuerdo con la legislación colombiana y en particular, con lo establecido en la última versión del RETIE, vigente en la fecha de apertura de esta Convocatoria, Resolución MME 90708 de agosto de 2013, Capítulo II, Requisitos Técnicos Esenciales, para el Proyecto será obligatorio que los trabajos deban contar con un diseño, efectuado por el profesional

1 o profesionales legalmente competentes para desarrollar esta actividad como se establece  
2 en el Artículo 10 del RETIE de la fecha anotada, en general y el numeral 10.2 en particular.

3  
4 Como requisito general, de mandatorio cumplimiento, aplicable a todos los aspectos  
5 técnicos y/o regulatorios que tengan que ver con el RETIE , con el Código de Redes, con  
6 normas técnicas nacionales o internacionales y con resoluciones de la CREG y del  
7 Ministerio de Minas y Energía, se establece que, de producirse una revisión o una  
8 actualización de cualquiera de los documentos mencionados, antes del inicio de los diseños  
9 según cronograma presentado por el Transmisor y aprobado por la UPME, la última de  
10 estas revisiones o actualizaciones, en cada uno de los aspectos requeridos, primará sobre  
11 cualquier versión anterior de los citados documentos.

## 12 13 **1.2 Definiciones**

14  
15 Las expresiones que figuren con letra mayúscula inicial tendrán el significado establecido  
16 en el Numeral 1.1 de los Documentos de Selección del Inversionista - DSI.

## 17 18 19 **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

20  
21 Consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, puesta en  
22 servicio, operación y mantenimiento de las obras asociadas al Proyecto nueva subestación  
23 Carreto 500 kV y líneas de transmisión asociadas, definido en el “Plan de Expansión de  
24 Referencia Generación – Transmisión 2019-2033”, adoptado mediante Resolución del  
25 Ministerio de Minas y Energía 40779 del 21 de octubre de 2019 y complementado mediante  
26 Resolución del Ministerio de Minas y Energía 40193 del 10 de julio de 2020, el Proyecto  
27 debe entrar en operación a más tardar el 30 de septiembre de 2024, siendo esta fecha parte  
28 integral del Proyecto, el cual comprende:

- 29 i. Subestación Carreto 500 kV en configuración interruptor y medio, con dos (2) bahías  
30 de línea y dos (2) bahías de transformación con sus respectivos cortes centrales  
31 para conformar dos (2) diámetros completos a 500 kV, a ubicarse en inmediaciones  
32 del municipio de San Juan Nepomuceno en el departamento de Bolívar.
- 33 ii. Construcción de una línea doble circuito o dos líneas independientes a 500 kV con  
34 una longitud aproximada de 1 km desde la nueva subestación Carreto 500 kV (ítem  
35 i del presente numeral), hasta interceptar la línea Chinú - Sabanalarga 500 kV, para  
36 reconfigurarla en Chinú – Carreto –Sabalalarga 500 kV. Hacen parte de este  
37 alcance las conexiones, desconexiones y adecuaciones requeridas para la  
38 reconfiguración mencionada.

- 1     iii.    Se deben incluir todos los elementos y adecuaciones tanto eléctricas como físicas  
2            necesarias para cumplir con el objeto de la presente Convocatoria durante la  
3            construcción, operación y mantenimiento de las obras, garantizando siempre su  
4            compatibilidad con la infraestructura existente. Estas acciones incluyen sistemas de  
5            control, protecciones, medida, comunicaciones e infraestructura asociada, etc, sin  
6            limitarse a estos.
- 7     iv.    Los espacios de reserva establecidos en el numeral 5.1.2 del presente documento.

8  
9     **NOTAS:** Las siguientes notas tienen carácter vinculante frente al alcance de la presente  
10    Convocatoria:

- 11  
12        1. A las bahías de transformación, en la subestación Carreto se conectarán dos (2)  
13        transformadores trifásicos a 500/66 kV – 150 MVA cada uno. Se aclara que estos  
14        bancos de transformación y sus respectivas bahías en el lado de baja tensión (66  
15        kV), no hacen parte del objeto de la presente Convocatoria Pública, por tratarse de  
16        activos del STR. La frontera entre el Inversionista de la presente Convocatoria y el  
17        Inversionista del STR en la Subestación Carreto, será en los bornes de alta tensión  
18        de cada uno de los transformadores.
- 19  
20        2. Los Diagramas Unifilares, hacen parte del Anexo 1. El Inversionista seleccionado,  
21        buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad, podrá modificar la  
22        disposición de las bahías en los diagramas unifilares, previa revisión y concepto del  
23        Interventor, y aprobación por parte de la UPME. Si la propuesta de modificación  
24        presentada involucra o afecta a terceros como otros usuarios o propietarios de  
25        activos en Subestación (existente o ampliación), deberán establecerse acuerdos  
26        previos a la solicitud.
- 27  
28        3. En configuración interruptor y medio, cuando una bahía, objeto de la presente  
29        Convocatoria Pública, quede en un diámetro incompleto, el cual pueda utilizarse  
30        para una ampliación futura, el Transmisor deberá hacerse cargo del enlace entre el  
31        corte central y el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido  
32        fácilmente en caso de instalación de nuevos equipos.
- 33  
34        4. Corresponde a los involucrados en las Subestaciones, llegar a acuerdos para la  
35        ubicación y/o disposición física de equipos en la subestación. En cualquier caso, se  
36        debe garantizar una disposición de alto nivel de confiabilidad.
- 37  
38        5. Todos los equipos o elementos a instalar, por motivo de la presente Convocatoria  
39        Pública UPME, deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.
- 40

- 1 6. Están a cargo del Inversionista seleccionado, todos los elementos necesarios para  
2 la construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo  
3 sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin  
4 limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura  
5 existente. En general, el Adjudicatario se debe hacer cargo de las adecuaciones  
6 necesarias para cumplir con el alcance del presente proyecto.  
7
- 8 7. En la página WEB de la presente Convocatoria Pública, se encuentra disponible la  
9 información técnica y costos de conexión remitidos por INTERCOLOMBIA S.A.  
10 E.S.P. – ISA–ITCO con radicado UPME 20211110030222. La información  
11 específica relacionada con estos comunicados (anexos) pueden ser solicitadas en  
12 oficinas de la UPME en los términos señalados en el numeral 9 del presente Anexo  
13 1, sin detrimento a lo anterior, el Inversionista podrá consultar a los propietarios de  
14 la infraestructura de manera directa. La información suministrada por la UPME no  
15 representa ninguna limitante y deberá ser evaluada por el Inversionista para lo de  
16 su interés, en concordancia con los numerales 5.5, Independencia del Proponente,  
17 y 5.6, Responsabilidad, de los DSI de la presente Convocatoria Pública.  
18
- 19 8. Hace parte de la presente Convocatoria el suministro, construcción, pruebas, puesta  
20 en servicio, operación y mantenimiento del cable de potencia (conductor de fase  
21 para la conexión entre las bahías de transformación y los bornes de alta de los  
22 transformadores del STR), junto con las obras civiles y elementos necesarios  
23 asociados a los cables de potencia (estructuras de apoyo, aisladores, soportes,  
24 canalizaciones, protecciones y demás elementos de requerirse). Lo anterior aplica  
25 hasta los 200 metros de conductor por fase, sin importar la distancia entre la salida  
26 de las bahías de transformación y los bornes de alta de los transformadores del  
27 STR.  
28
- 29 9. La ubicación de la nueva subestación Carreto 500 kV deberá cumplir con lo  
30 señalado en el numeral 5.1.1 del presente Anexo.  
31
- 32 10. El Inversionista seleccionado deberá garantizar que los espacios de reserva (no  
33 utilizados por el presente Proyecto) en las subestaciones intervenidas, no se verán  
34 afectados o limitados para su utilización, por infraestructura (equipos, línea,  
35 edificaciones, etc.) desarrollada en el marco de la presente Convocatoria Pública.  
36 El Interventor deberá certificar el cumplimiento de la exigencia antes indicada. Lo  
37 anterior no implica que los espacios ocupados por las bahías construidas en la  
38 presente convocatoria se deban reponer en otro lugar, con excepción de aquellos  
39 casos en que el propietario de la subestación lo hubiese declarado antes del inicio  
40 de la convocatoria.  
41

1 11. El Inversionista seleccionado para la presente Convocatoria, deberá analizar y  
2 tomar las precauciones, realizar todos los estudios que apliquen y tomar cualquier  
3 medida preventiva o correctiva en todas las etapas del proyecto, incluida la  
4 operación y mantenimiento, con el fin que no existan afectaciones en el Sistema  
5 Interconectado Nacional – SIN por cualquier circunstancia que involucre o se derive  
6 de sus activos.

## 8 **2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones**

### 10 **2.1.1 Descripción de Obras en la Subestación Carreto 500 kV.**

11 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del lote o  
12 área, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras descritas en  
13 el numeral 2, incluyendo los espacios de reserva definidos.

14 La nueva Subestación Carreto 500 kV deberá ser construida en configuración interruptor y  
15 medio, y los equipos a instalar podrán ser convencionales AIS (Air Insulated Substations) o  
16 GIS (tomado de la primera letra del nombre en inglés “Gas Insulated Substations”  
17 Subestaciones aisladas en gas SF6) o una solución híbrida, de tipo exterior o interior según  
18 sea el caso, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos  
19 establecidos en los DSI.

20 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías de líneas y de  
21 transformación, en funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y  
22 protecciones con la infraestructura existente.

23 El diagrama unifilar de la nueva Subestación Carreto 500 kV se muestra en la Figura 2.

24 Los equipos o elementos a instalar deberán ser completamente nuevos y de última  
25 tecnología.

26 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando  
27 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos  
28 de las líneas de transmisión. El Inversionista seleccionado deberá verificar que con los  
29 equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior  
30 con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las líneas de  
31 transmisión, ante mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de  
32 comunicación.

## 33 **2.2 Puntos de Conexión del Proyecto**

1 El Inversionista seleccionado, además de adquirir el predio y/o los espacios para la presente  
2 Convocatoria Pública, independiente de la modalidad (compra o arrendamiento, etc),  
3 deberá tener en cuenta lo definido en el Código de Conexión (Resolución CREG 025 de  
4 1995 y sus modificaciones) y las siguientes consideraciones en cada uno de los puntos de  
5 conexión, para los cuales se debe establecer un contrato de conexión con el responsable  
6 y/o propietario de los activos relacionados.

7  
8 Cuando el Transmisor considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura  
9 existente (independientemente del nivel tensión), deberá informar al Interventor y acordar  
10 estas modificaciones en el contrato de conexión con el responsable y/o propietario de los  
11 activos relacionados. Estas modificaciones estarán a cargo del Transmisor.

### 12 13 **2.2.1 En la Subestación Carreto 500 kV.**

14  
15 El propietario de la Subestación Carreto 500 kV será el Transmisor resultante de la presente  
16 Convocatoria Pública.

#### 17 18 **Con el Sistema de Transmisión Regional – STR:**

19  
20 Se prevé la conexión de dos (2) transformadores trifásicos 500/66kV de 150 MVA cada uno,  
21 en la Subestación Carreto 500 kV. La frontera entre el Transmisor y el STR en la  
22 Subestación Carreto 500kV será en los bornes de alta de los transformadores.

23  
24 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública  
25 UPME 06 – 2021 y el operador de red CARIBE MAR DE LA COSTA S.A.S. E.S.P., deberá  
26 incluir, entre otros aspectos y según corresponda, lo relacionado con las condiciones para  
27 acceder al uso del terreno para la ubicación de la infraestructura a instalar, el espacio para  
28 la ubicación de los tableros de control y protecciones de los módulos, el enlace al sistema  
29 de control del CND, suministro de servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos  
30 necesarios para la conexión de los transformadores del STR. Este contrato de conexión  
31 deberá estar firmado por las partes, dentro de los **cuatro (4) meses** siguientes a la  
32 expedición de la Resolución CREG que oficializa los Ingresos Anuales Esperados del  
33 Transmisor adjudicatario de la presente Convocatoria Pública, **al menos en sus**  
34 **condiciones básicas** (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras,  
35 espacios, ubicación y condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos y demás  
36 información requerida para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto  
37 de conexión, duración del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del  
38 Interventor. En el contrato de conexión deberá quedar plasmado entre otros:

- 39  
40 • Una vez el Inversionista adjudicatario de la presente convocatoria tenga definido el  
41 lote en el cual se ubicará la subestación Carreto 500/66 kV deberá entregarle al  
42 Operador de Red – CARIBE MAR DE LA COSTA S.A.S. E.S.P el espacio destinado

1 para las obras del STR, según lo definido en el numeral 5.1.2. Espacios de Reserva  
2 del presente Anexo, con el fin que este inicie oportunamente los trámites de  
3 licenciamiento ambiental del terreno y las obras del STR.

- 4
- 5 • Una vez dicho OR obtenga la licencia ambiental, el Adjudicatario de la presente  
6 Convocatoria Pública deberá adecuar los correspondientes espacios del STR, sin  
7 embargo, podrán llegar a acuerdos para estos fines. El costo del terreno y sus  
8 adecuaciones estarán a cargo del Transmisor Nacional.
- 9

10 No obstante, en caso de requerirse, las partes podrán solicitar a la UPME, con la debida  
11 justificación, la modificación de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud  
12 deberá ser remitida por los representantes legales de los agentes involucrados.

## 13

### 14 **2.2.2 En la línea Chinú - Sabanalarga 500 kV.**

15

16

17 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la línea Chinú –  
18 Sabanalarga 500 kV, será en los puntos de seccionamiento de la línea. Para realizar la  
19 reconfiguración de la línea –Chinú – Carreto – Sabanalarga 500 kV.

20

21 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad con los sistemas de comunicaciones,  
22 control y protecciones de las bahías de línea de la subestación Carreto 500 kV, con los  
23 sistemas de las bahías de los extremos de las líneas, específicamente en las Subestaciones  
24 Chinú y Pasacaballos 500 kV.

25

26 Los contratos de conexión, que suscriba el Inversionista resultante de la presente  
27 Convocatoria Pública y INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P. – ISA – ITCO., deberán incluir, entre  
28 otros aspectos y según corresponda, todos los aspectos que tengan que ver con la conexión  
29 a la línea y con cambios o ajustes de cualquier índole que deban hacerse en las  
30 Subestaciones Chinú y Sabanalarga 500 kV que se generen producto de la reconfiguración  
31 de la línea existente en Chinú – Carreto – Sabanalarga 500 kV. Este contrato de conexión  
32 deberá estar firmado por las partes, antes del inicio de la construcción y montaje de las  
33 obras, al menos en sus condiciones básicas, lo cual deberá ser puesto en conocimiento del  
34 Interventor. No obstante las partes, en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con  
35 la debida justificación, la modificación del momento en que se firma el contrato de conexión.

## 36

### 37 **3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES**

38

39

40 El Interventor informará de manera independiente a la UPME, el cumplimiento de las  
41 especificaciones técnicas consignadas en el presente Anexo 1. El uso de normas y  
42 procedimientos aquí descritos podrá ser modificado en cualquier momento, hasta la fecha

1 de realización de los diseños o de realización de la obra según el caso, sin detrimento del  
2 cumplimiento de la regulación y las normas técnicas de obligatorio cumplimiento,  
3 asegurando en cualquier caso que los requisitos y calidades técnicas se mantengan, para  
4 lo cual deberá previamente comunicarlo y soportarlo al Interventor.

5  
6 Las Especificaciones contenidas en este Anexo 1, se complementan con la información de  
7 las subestaciones existentes que se incluyen en los documentos de esta Convocatoria  
8 Pública.

### 10 3.1 Parámetros del Sistema

11  
12 Todos los equipos e instalaciones a ser suministrados por el Transmisor deberán ser  
13 nuevos y de última tecnología, cumplir con las siguientes características técnicas del STN,  
14 las cuales serán verificadas por la Interventoría para la UPME.

#### 16 Generales:

17 Tensión nominal	500 kV
18 Frecuencia asignada	60 Hz
19 Puesta a tierra	Sólida
20 Número de fases	3

#### 22 Subestaciones 500 kV:

23 Servicios auxiliares AC	120/208V, tres fases, cuatro hilos.
24 Servicios Auxiliares DC	125V
25 Tipo de la Subestación	Convencional o GIS o un híbrido.
26 Configuración de la subestación	Interruptor y medio

#### 28 Línea de transmisión 500 kV:

29 Tipo de línea y estructuras:	Aérea con torres auto-soportadas y/o postes y/o estructuras compactas y/o subterráneas.
30 Estructuras de soporte:	Para doble circuito o circuito sencillo.
31 Circuitos por torre o canalización:	Según diseño. Para líneas aéreas, se podrán compartir estructuras de soporte con infraestructura existente.
32 Conductores de fase:	Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo 1.
33 Cables de guarda:	Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo 1.

34  
35  
36  
37  
38 La longitud de las líneas de transmisión de 500 kV, serán función del diseño y estudios  
39 pertinentes que realice el Inversionista.  
40

1 Las líneas de transmisión podrán ser totalmente aéreas o parcialmente aéreas,  
2 subterráneas o subfluviales. Las longitudes reales de las líneas de transmisión de 500 kV,  
3 serán en función del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista.

4  
5 En caso de tramos subterráneos (si se requieren), el Inversionista deberá considerar todas  
6 las obras civiles requeridas (ductos y demás elementos), además de hacerse cargo del  
7 respectivo mantenimiento de esta obra civil.

### 9 **3.2 Nivel de Corto Circuito**

10  
11 El Transmisor deberá realizar los estudios pertinentes, de tal manera que se garantice que  
12 el nivel de corto circuito utilizado en los diseños y selección de los equipos y demás  
13 elementos de líneas y subestaciones será el adecuado durante la vida útil de estos, no  
14 obstante, la capacidad de corto circuito asignada a los equipos y elementos asociados que  
15 se instalarán objeto de la presente Convocatoria no deberá ser inferior a 40 kA para 500  
16 kV. La duración asignada al corto circuito no podrá ser inferior a los tiempos máximos  
17 provistos para interrupción de las fallas y los indicados en las normas aplicables. Copia del  
18 estudio deberá ser entregada al Interventor para su conocimiento y análisis.

### 20 **3.3 Materiales**

21  
22 Todos los equipos y materiales incorporados al Proyecto deben ser nuevos y de la mejor  
23 calidad, de última tecnología y fabricados bajo normas internacionales y sello de  
24 fabricación, libres de defectos e imperfecciones. La fabricación de equipos y estructuras  
25 deberán ser tales que se eviten la acumulación de agua. Todos los materiales usados para  
26 el Proyecto, listados en la tabla 2.1 del RETIE deberán contar con certificado de producto  
27 según el numeral 2.3 del Artículo 2 del RETIE. El Transmisor deberá presentar para fines  
28 pertinentes al Interventor los documentos que le permitan verificar las anteriores  
29 consideraciones. En el caso de producirse una nueva actualización del RETIE antes del  
30 inicio de los diseños y de la construcción de la obra, dicha actualización primará sobre el  
31 Reglamento actualmente vigente.

### 33 **3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible**

34  
35 Todos los equipos y los conectores deberán ser de diseño y construcción tales que, en lo  
36 relacionado con el efecto corona y radio interferencia, deben cumplir con lo establecido en  
37 el RETIE, Código de Redes y Normatividad vigente. El Transmisor deberá presentar al  
38 Interventor para los fines pertinentes a la Interventoría las Memorias de Cálculo y/o reportes  
39 de pruebas en donde se avalen las anteriores consideraciones.

40  
41 Para niveles máximos de radio-interferencia, se acepta una relación señal-ruido mínima de:  
42 a) Zona Rurales: 22 dB a 80m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo

1 y b) Zonas Urbanas: 22 dB a 40m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen  
2 tiempo.

3  
4 En cuanto a ruido audible generado por la línea y/o la subestación, deberá limitarse a los  
5 estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido establecidos en Resolución  
6 0627 de 2006 (Abril 7) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy  
7 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o aquella que la modifique o sustituya.

### 8 9 **3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión**

10  
11 La consecución de todas las licencias y permisos son responsabilidad del Inversionista. Se  
12 debe considerar lo establecido en el capítulo X de la Ley 143 de 1994, en especial los  
13 artículos 52 y 53.

14  
15 La celebración de los Contratos de Conexión deberá dar prioridad a todos los acuerdos  
16 técnicos, administrativos, comerciales y operativos de tal forma que no existan  
17 imprecisiones en este aspecto antes de la fabricación de los equipos y materiales del  
18 Proyecto. La fecha para haber llegado a estos acuerdos técnicos se deberá reflejar como  
19 Hito en el cronograma de la Convocatoria, lo cual será objeto de verificación por parte del  
20 Interventor.

21  
22 Los acuerdos administrativos y comerciales de los Contratos de Conexión se podrán  
23 manejar independientemente de los acuerdos técnicos. El conjunto de los acuerdos  
24 técnicos y administrativos constituye el Contrato de Conexión cuyo cumplimiento de la  
25 regulación vigente deberá ser certificado por el Inversionista seleccionado. Copia de estos  
26 acuerdos deberán entregarse al Interventor.

### 27 28 **3.6 Pruebas en Fábrica**

29  
30 Una vez el Inversionista haya seleccionado los equipos a utilizar deberá entregar al  
31 Interventor, copia de los reportes de las pruebas que satisfagan las normas aceptadas en  
32 el Código de Conexión, para interruptores, seccionadores, transformadores de corriente y  
33 potencial, entre otros. En caso de que los reportes de las pruebas no satisfagan las normas  
34 aceptadas, el Interventor podrá solicitar la repetición de las pruebas a costo del  
35 Inversionista.

36  
37 Durante la etapa de fabricación de todos los equipos y materiales de líneas y subestación,  
38 estos deberán ser sometidos a todas las pruebas de rutina y aceptación que satisfagan lo  
39 estipulado en la norma para cada equipo en particular. Los reportes de prueba de  
40 aceptación deberán ser avalados por personal idóneo en el laboratorio de la fábrica.

41

1 El Inversionista deberá dar cumplimiento a lo estipulado en la Resolución CREG 098-2000,  
2 numeral 3.3 “MATERIALES”, según el cual “el Transportador presentará a la Entidad  
3 designada, todos los Formularios de Características Técnicas garantizadas de los  
4 materiales utilizados y los correspondientes reportes de pruebas de materiales y equipos,  
5 según las exigencias de las normas técnicas correspondientes”.

#### 7 4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 500 kV

##### 9 4.1 General

11 En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas mínimas para las nuevas  
12 líneas de transmisión que el Inversionista construya, lo cual deberá revisar y ajustar una  
13 vez haya hecho el análisis comparativo de las normas:  
14

Línea de 500 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
1	Tensión nominal trifásica	Numeral 3.1	kV	500
2	Frecuencia nominal	Numeral 3.1	Hz	60
3	Tipo de línea	Numeral 3.1	-	Aérea/ Subterránea
4	Longitud aproximada	Numeral 4.3	km	1
5	Altura (estimada) sobre el nivel del mar	Numeral 4.3	msnm	120 – 165 m
6	Número de circuitos por torre o canalización	Numeral 3.1	-	1 o 2 circuitos (líneas aéreas o subterráneas), según diseño
7	Conductores de fase	Numeral 4.4.2	-	-
8	Subconductores por fase	Numeral 4.4.2	-	-
9	Cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
10	Cantidad de cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
11	Distancias de seguridad	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-

Línea de 500 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
12	Ancho de servidumbre	Código de Redes o RETIE según aplique para estructura de doble circuito y 500 kV	-	-
13	Máximo campo eléctrico e interferencia	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
14	Contaminación	Debe verificar la presencia en el aire de partículas que puedan tener importancia en el diseño del aislamiento. Investigar presencia de contaminación salina, industrial o de otro tipo.	g/cm <sup>2</sup>	-
15	Condiciones de tendido de los cables	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
16	Estructuras	Numeral 4.4.6	-	-
17	Árboles de carga y curvas de utilización	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
18	Herrajes	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
19	Cadena de aisladores	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
20	Diseño de aislamiento	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
21	Valor resistencia de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
22	Sistema de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
23	Salidas por descargas atmosféricas	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
24	Cimentaciones	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-

1  
2  
3  
4  
5

En cualquier caso se deberá dar cumplimiento al Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 con sus anexos, incluyendo todas sus modificaciones) y al RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas en su versión vigente).

1 Se debe propender por la minimización u optimización de cruces entre líneas de transmisión  
2 objeto de la presente Convocatoria con otras líneas en ejecución o existentes y evitar la  
3 afectaciones o riesgos al Sistema Interconectado Nacional, por lo cual el Transmisor deberá  
4 implementar las medidas técnicas necesarias. Para ello, el Transmisor se obliga a realizar  
5 el estudio correspondiente **antes del inicio de construcción de las obras** y, a más tardar  
6 en ese momento, ponerlo a consideración de la Interventoría, la UPME, terceros  
7 involucrados, el CND y si es del caso al CNO. Este documento hará parte de las memorias  
8 del proyecto.

9  
10 Las líneas de transmisión podrán ser totalmente aéreas o parcialmente aéreas y  
11 subterráneas. La longitud de las líneas de transmisión, serán en función del diseño y  
12 estudios pertinentes que realice el Inversionista.

#### 13 14 **4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión**

15  
16 La selección de la ruta de las líneas de transmisión objeto de la presente Convocatoria  
17 Pública UPME, será responsabilidad del Inversionista seleccionado. Por lo tanto, a efectos  
18 de definir dicha ruta, será el Inversionista el responsable de realizar investigaciones  
19 detalladas y consultas a las autoridades ambientales, a las autoridades nacionales,  
20 regionales y locales los diferentes Planes de Ordenamiento Territorial, a las autoridades  
21 que determinan las restricciones para la aeronavegación en el área de influencia del  
22 Proyecto y, en general, con todo tipo de consideraciones, restricciones y reglamentaciones  
23 existentes. En consecuencia, deberá tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar.  
24 Se deberá tener en cuenta que pueden existir exigencias y/o restricciones de orden  
25 nacional, regional o local.

26  
27 Específicamente para los tramos subterráneos, si se requirieran, durante la selección de la  
28 ruta, deberán identificarse todas las instalaciones subterráneas existentes así como raíces  
29 de árboles, discontinuidades estratigráficas etc., que puedan incidir en ubicación de los  
30 cables o ductos requeridos. Para la determinación de los elementos enterrados se podrá  
31 ejecutar, sin limitarse a ello, un rastreo electromagnético del subsuelo mediante equipo  
32 especial para este propósito tal como el Georradar o Radar de Penetración Terrestre  
33 (Ground Penetration Radar –GPR). En estos tramos deberá tenerse en cuenta la posibilidad  
34 de ubicación de las cajas para empalme o cambio de dirección. También será  
35 responsabilidad del Inversionista consultar a las autoridades y/o entidades  
36 correspondientes, encargadas de otra infraestructura que pueda estar relacionada.

37  
38 El Inversionista deberá considerar todas las restricciones, precauciones y demás aspectos  
39 relevantes que se identifiquen en los análisis tendientes a identificar alertas tempranas en  
40 la zona del proyecto.

41

1 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del “**ANÁLISIS ÁREA**  
2 **DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA**  
3 **SUBESTACIÓN CARRETO 500 kV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS, OBJETO**  
4 **DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 06-2021 DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE**  
5 **REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN 2019-2033”**, los cuales suministran  
6 información de referencia. El objeto de estos documentos es identificar de manera  
7 preliminar las posibilidades y condicionantes físicos, ambientales y sociales,  
8 constituyéndose en documentos ilustrativos para los diferentes Interesados, sin pretender  
9 determinar o definir rutas, por lo tanto es exclusivamente de carácter ilustrativo y no puede  
10 o no debe considerarse como una asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de  
11 cualquier otra naturaleza por parte de la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores,  
12 agentes y/o representantes. Es responsabilidad del Inversionista el asumir en su integridad  
13 los riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información,  
14 realizar sus propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

15  
16 En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios,  
17 investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

#### 18 **4.3 Longitud Aproximada de las Líneas**

19  
20  
21 La longitud y la altura sobre el nivel del mar, anunciadas en este documento es de referencia  
22 y está basada en estimativos preliminares. Por tanto, los cálculos y valoraciones que realice  
23 el inversionista para efectos de su propuesta económica deberán estar fundamentados en  
24 sus propias evaluaciones, análisis y consideraciones.

25  
26 Tanto la longitud real como la altura sobre el nivel del mar real, serán función del diseño y  
27 estudios pertinentes que realiza el Inversionista seleccionado.

Circuito	Tensión	Longitud Aproximada
Desde la futura subestación Carreto hasta interceptar el circuito –Chinú - Sabanalarga	500 kV	1 km

28  
29  
30 A manera de información, la altura sobre el nivel del mar (asociada a estimativos  
31 preliminares) está comprendida entre los 120 – 165 m para la reconfiguración de la línea  
32 Chinú – Carreto – Sabanalarga 500 kV. Sin embargo, tanto la longitud real como la altura  
33 sobre el nivel del mar real, serán función del trazado, diseño y estudios pertinentes que  
34 debe realizar el Inversionista seleccionado.

35

#### 4.4 Especificaciones de diseño y construcción líneas

Las especificaciones de diseño y construcción que se deben cumplir para la ejecución del Proyecto son las establecidas en el presente Anexo No. 1, los Documentos de Selección del Inversionista – DSI, en el Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional, en el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y actualizaciones) y en el RETIE, y actualizaciones posteriores previas al diseño y construcción de la línea.

El Interventor verificará para la UPME, que los diseños realizados por el Transmisor cumplan con las normas técnicas aplicables y con las siguientes especificaciones.

##### 4.4.1 Aislamiento

El Inversionista deberá verificar, en primer lugar, las condiciones meteorológicas y de contaminación de la zona en la que se construirán las líneas, la nueva subestación y/o las obras en las subestaciones existentes y, con base en ello, hacer el diseño del aislamiento de las líneas, los equipos de las subestaciones, y la coordinación de aislamiento, teniendo en cuenta las máximas sobretensiones que puedan presentarse en las líneas por las descargas atmosféricas, por maniobras propias de la operación, en particular el cierre y apertura de las líneas en vacío, despeje de fallas con extremos desconectados del sistema, considerando que en estado estacionario las tensiones en las barras no deben ser inferiores al 90% ni superiores al 105% del valor nominal y que los elementos del sistema deben soportar las tensiones de recuperación y sus tasas de crecimiento.

De acuerdo con la Resolución CREG 098 de 2000 se considera como parámetro de diseño un límite máximo de tres (3) salidas por cada 100 km de línea / año ante descargas eléctricas atmosféricas, una (1) falla por cada 100 operaciones de maniobra de la línea y servicio continuo permanente ante sobre-tensiones a frecuencia industrial.

Para el caso de tramos de líneas aéreas-subterráneas en todos los sitios de transición deberán preverse los descargadores de sobretensión que protejan el cable ante la ocurrencia de sobretensiones por descargas atmosféricas, fallas, desconexiones o maniobras. El aislamiento de los cables deberá garantizar la operación de continua de la línea ante sobretensiones de frecuencia de 60 Hz.

##### 4.4.2 Conductores de Fase

Las siguientes condiciones y/o límites estarán determinadas por las características propias de la ruta y el lugar donde el Proyecto operará, por lo tanto será responsabilidad del Inversionista su verificación. El Interventor verificará e informará a la UPME si el diseño realizado por el Inversionista cumple con las normas técnicas aplicables y con los valores límites establecidos.

1  
2 Las características de los conductores de fase deberán cumplir con las siguientes  
3 exigencias técnicas:

- 4
- 5 • Capacidad normal de operación del circuito no inferior a 2500 Amperios a  
6 temperatura ambiente máxima promedio.
- 7
- 8 • Máxima resistencia DC a 20°C por conductor de fase igual o inferior a 0,0312  
9 ohmios/km.

10  
11 En caso de conductores en haz o múltiples por fase, la resistencia DC a 20°C por conductor  
12 de fase corresponderá a la resistencia en paralelo de los sub-conductores de cada fase y  
13 la capacidad de corriente corresponderá a la capacidad en paralelo de los sub-conductores  
14 de cada fase. Lo anterior utilizando las normas o cálculos aplicables y según las  
15 características de la línea (p. eje, aérea o subterránea).

16  
17 El Inversionista deberá garantizar los valores de capacidad de corriente y resistencia, tanto  
18 en los tramos aéreos como en los subterráneos o subfluviales, según sea el caso.

19  
20 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor, no deberá exceder  
21 el 50% de su correspondiente tensión de rotura.

22  
23 El conductor seleccionado deberá cumplir con las exigencias de radio interferencia  
24 establecidas en la normatividad aplicable. El Inversionista deberá verificar el cumplimiento  
25 de estas exigencias.

26  
27 Los valores máximos permitidos para Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo  
28 Magnético son los indicados en el RETIE, donde el público o una persona en particular  
29 pueden estar expuestos durante varias horas.

30  
31 De presentarse características en el ambiente para las nuevas líneas, que tuvieren efecto  
32 corrosivo, los conductores aéreos deberán ser de tipo AAC, ACAR o AAAC, con alambres  
33 de aleación ASTM 6201-T81 y cumplir con los valores de capacidad de transporte mínima,  
34 resistencia óhmica máxima y ruido audible especificados o establecidas en la normatividad  
35 aplicable. Para líneas subterráneas el conductor podrá ser en cobre o aluminio con  
36 aislamiento XLPE y con capacidad adecuada para resistir las corrientes de corto circuito  
37 previsible para las líneas durante el tiempo de operación de los interruptores. En caso de  
38 que el Inversionista requiera cables de fibra óptica, estas podrán ser incorporadas al cable  
39 o incluidas en la canalización. El Inversionista deberá informar a la Interventoría su decisión  
40 sobre el tipo de conductor, sustentándola técnicamente.

41

1 Alternativamente, si el Inversionista lo estima conveniente, se considera aceptable el uso  
2 de conductores aéreos no convencionales tales como los que pueden operar a  
3 temperaturas superiores a los conductores convencionales, de flecha reducida, con alta  
4 resistencia a la corrosión en los ambientes marinos y similares. Se pueden considerar  
5 conductores para líneas aéreas como conductores conformados por materiales especiales  
6 (reemplazo del aluminio por aleaciones termo-resistentes, cambio del acero del núcleo por  
7 otros materiales que permitan flechas menores), combinación de materiales (combinación  
8 de alambre de aluminio con fibras de carbono o materiales especiales) o cambio de formas  
9 (de los alambres y/o del cable completo). Para que estos tipos de cables sean aceptables  
10 deberán cumplir, no solo con los requisitos técnicos indicados en este numeral para los  
11 conductores convencionales, sino también con las siguientes condiciones adicionales:

- 12
- 13 • El conductor de fases deberá cumplir con regulaciones internacionalmente aceptadas,  
14 tales como normas ASTM, IEC o entidades de similar categoría.
- 15
- 16 • Los accesorios para conductor de fases (grapas de suspensión y retención, empalmes,  
17 camisas de reparación y varillas de blindaje) deberán ser técnicamente apropiados para  
18 este tipo de conductores.
- 19

#### 20 **4.4.3 Cable(s) de Guarda**

21

22 El cumplimiento de las siguientes condiciones será responsabilidad del Inversionista y  
23 aplican solo para cables de guarda de los circuitos que se instalarán en el desarrollo de la  
24 presente Convocatoria Pública.

25

26 Se requiere que todos los tramos de línea tengan uno o dos cables de guarda  
27 (convencionales u OPGW). En líneas nuevas, al menos uno de los cables de guarda deberá  
28 ser OPGW. En nuevos tramos que reconfiguren líneas existentes, los cables de guarda a  
29 instalar deberán características técnicas iguales o superiores al del cable o los cables de  
30 guarda de la línea existente.

31

32 De presentarse características en el ambiente con efecto corrosivo, los cables de guarda  
33 no deberán contener hilos en acero galvanizado y deberán ser del tipo Alumoclad o de otro  
34 material resistente a la corrosión, que cumpla con las especificaciones técnicas y los  
35 propósitos de un cable de guarda convencional u OPGW desde el punto de vista de su  
36 comportamiento frente a descargas atmosféricas. El o los cables de guarda a instalar  
37 deberán soportar el impacto directo de las descargas eléctricas atmosféricas que puedan  
38 incidir sobre la línea, garantizando el criterio de comportamiento indicado en el diseño del  
39 aislamiento. El incremento de temperatura del cable o cables de guarda a ser instalados  
40 deberán soportar las corrientes de corto circuito monofásico de la línea que circulen por  
41 ellos.

1  
2 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor o cable de guarda,  
3 no deberá exceder el 50% de su correspondiente tensión de rotura.

4  
5 El Interventor verificará para la UPME, que el diseño realizado por el Transmisor cumpla  
6 con las normas técnicas aplicables.

7  
8 En el evento de que el Inversionista decida usar alguna o todas las líneas objeto de la  
9 presente Convocatoria Pública UPME, para la transmisión de comunicaciones por fibra  
10 óptica, será de su responsabilidad seleccionar los parámetros y características técnicas del  
11 cable de guarda o de los cables de fibra óptica asociados con cables enterrados o  
12 subfluviales e informar de ellos al Interventor.

#### 14 **4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas**

15  
16 El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del  
17 sitio de cada una de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las  
18 personas, considerando además el comportamiento del aislamiento ante descargas  
19 atmosféricas. La selección del tipo de cimentación (zapata de concreto o parrilla metálica)  
20 corresponde al Inversionista. Para ello deberá determinar los parámetros de pH y contenido  
21 de sulfatos en cada sitio de torre y, con base en estos resultados, definir el tipo de  
22 cimentación.

23  
24 Con base en la resistividad del terreno y la componente de la corriente de corto circuito que  
25 fluye a tierra a través de las estructuras, se deben calcular los valores de puesta a tierra tal  
26 que se garanticen las tensiones de paso de acuerdo con la recomendación IEEE 80 y con  
27 lo establecido en el RETIE en su última revisión. La medición de las tensiones de paso y  
28 contacto para efectos de la comprobación antes de la puesta en servicio de la línea, deberán  
29 hacerse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 15 del RETIE y específicamente con lo  
30 establecido en el numeral 15.5.3., o el numeral aplicable si la norma ha sido objeto de  
31 actualización.

32  
33 El Transmisor debe determinar en su diseño, los materiales que utilizará en la ejecución de  
34 las puestas a tierra de las estructuras de la línea teniendo en cuenta la vida útil, la frecuencia  
35 de las inspecciones y mantenimientos, la posibilidad del robo de los elementos de cobre,  
36 así como la corrosividad de los suelos del sitio de cada torre. No obstante, en cualquier  
37 caso deberá cumplirse con lo estipulado en el RETIE, en particular con el numeral 15.3  
38 "MATERIALES DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA" o el numeral aplicable si la  
39 norma ha sido objeto de actualización.

40  
41 Los conectores a utilizar deberán contar con certificado de producto donde debe ser claro  
42 si son adecuados para enterramiento directo.

1  
2 Para los cables asilados subterráneos se deberá instalar un sistema de puesta a tierra de  
3 las pantallas metálicas que garanticen el adecuado funcionamiento de los cables y los  
4 voltajes de paso en la superficie de los terrenos aledaños.

#### 6 **4.4.5 Transposiciones de Línea**

7  
8 El Inversionista deberá analizar la necesidad de implementar transposiciones de línea para  
9 mantener los niveles de desbalance exigidos por la normatividad aplicable para ello,  
10 considerando incluso la posibilidad de implementar ajustes o modificaciones sobre la  
11 infraestructura actual o reubicaciones necesarias para el cumplimiento de tal propósito.

12  
13 El Transmisor deberá calcular los desbalances en las fases con la suficiente anticipación al  
14 inicio de las obras y asegurar que cumplan con la norma técnica aplicable para ello, *IEC*  
15 *1000-3-6 o equivalente*, lo cual deberá soportar y poner en consideración del Interventor.  
16 Así mismo, el Transmisor deberá hacerse cargo de todos los costos asociados. En general,  
17 la implementación física de la solución hace parte del presente Proyecto.

18  
19 Las transposiciones se podrán localizar a un sexto (1/6), a tres sextos (3/6) y a cinco sextos  
20 (5/6) de la longitud total de la línea correspondiente.

21  
22 El Transmisor se obliga a realizar el estudio correspondiente **antes del inicio de**  
23 **construcción de las obras** y, a más tardar en ese momento, ponerlo a consideración de  
24 la Interventoría, terceros involucrados, el CND y si es del caso al CNO, con una anticipación  
25 no inferior a 6 meses según el cronograma de la Propuesta. Este documento hará parte de  
26 las memorias del proyecto.

#### 27 **4.4.6 Estructuras**

28  
29  
30 El dimensionamiento eléctrico de las estructuras se debe realizar considerando la  
31 combinación de las distancias mínimas que arrojen los estudios de sobretensiones debidas  
32 a descargas atmosféricas, a las sobretensiones de maniobra y a las sobretensiones de  
33 frecuencia industrial.

34  
35 Las estructuras de apoyo para las líneas aéreas y las de transición aéreo-subterráneo (si  
36 esta última opción se presenta) deberán ser auto-soportadas. En cualquier caso, las  
37 estructuras no deberán requerir para su montaje el uso de grúas autopropulsadas ni de  
38 helicópteros. El Inversionista podrá hacer uso de estos recursos para su montaje pero, se  
39 requiere que estas estructuras puedan ser montadas sin el concurso de este tipo de  
40 recursos.

1 El cálculo de las curvas de utilización de cada tipo de estructura, la definición de las  
2 hipótesis de carga a considerar y la evaluación de los árboles de cargas definitivos, para  
3 cada una de las hipótesis de carga definidas, deberá hacerse considerando la metodología  
4 establecida por el ASCE en la última revisión del documento "*Guidelines for Electrical*  
5 *Transmission Line Structural Loading - Practice 74*". La definición del vano peso máximo y  
6 del vano peso mínimo de cada tipo de estructura será establecida a partir de los resultados  
7 del plantillado de la línea. El diseño estructural deberá adelantarse atendiendo lo  
8 establecido por el ASCE en la última revisión de la norma ASCE STANDARD 10 "*Design of*  
9 *Latticed Steel Transmission Structures*". En cualquier evento, ningún resultado de valor de  
10 cargas evaluadas con esta metodología de diseño podrá dar resultados por debajo que los  
11 que se obtienen según la metodología que establece la última revisión del RETIE. Si ello  
12 resultara así, primarán estas últimas.

13

14 El grado de galvanización del acero de las estructuras deberá ser concordante con el nivel  
15 de contaminación salina y con el efecto de la abrasión resultante de bancos de arena con  
16 el viento presente en las zonas o áreas donde este efecto se presenta.

17

#### 18 **4.4.7 Localización de Estructuras**

19

20 Para la localización de estructuras, deberán respetarse las distancias mínimas de seguridad  
21 entre el conductor inferior de la línea y el terreno en zonas accesibles a peatones y las  
22 distancias de seguridad mínimas a obstáculos tales como vías, oleoductos, líneas de  
23 transmisión o de comunicaciones, ríos navegables, bosques, etc., medidas en metros. La  
24 temperatura del conductor a considerar para estos efectos será la correspondiente a las  
25 condiciones de máxima temperatura del conductor durante toda la vida útil del Proyecto,  
26 estas condiciones deben ser definidas por el Inversionista.

27

#### 28 **4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores -** 29 **Amortiguadores**

30

31 El Interventor informará a la UPME los resultados del estudio del sistema de protección anti-  
32 vibratoria del conductor de fase y del cable de guarda. Los amortiguadores y espaciadores  
33 - amortiguadores (según el número de conductores por fase) deben ser adecuados para  
34 amortiguar efectivamente la vibración eólica en un rango de frecuencias de 10 Hz a 100 Hz,  
35 tal como lo establece el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y sus  
36 modificaciones). El Inversionista determinará los sitios de colocación, a lo largo de cada  
37 vano, de los espaciadores - amortiguadores de tal manera que la amortiguación de las fases  
38 sea efectiva. Copia del estudio de amortiguamiento será entregada al Interventor para su  
39 conocimiento y análisis.

40

41 En los cables de guarda los amortiguadores serán del tipo "stockbridge" y su  
42 posicionamiento medido desde la boca de la grapa y entre amortiguadores o espaciadores

1 – amortiguadores será el que determine el estudio de amortiguamiento que realice el  
2 Inversionista, copia del cual deberá ser entregada al Interventor.

#### 3 4 **4.4.9 Cimentaciones**

5  
6 La selección del tipo de cimentación corresponde al Inversionista. Para ello deberá  
7 determinar los parámetros de PH y contenido de sulfatos en cada sitio de torre y, con base  
8 en estos resultados, definir el tipo de cimentación e informar por escrito a la Interventoría  
9 su decisión.

10  
11 Para los fines pertinentes, el Interventor revisará los resultados de las memorias de cálculo  
12 de las cimentaciones propuestas de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG  
13 098 de 2000, numeral 2.7, o en sus actualizaciones posteriores previas al inicio de las obras.  
14 Los diseños de cimentaciones para las torres de una línea de transmisión deben hacerse  
15 considerando los resultados de los estudios de suelos que mandatoriamente debe adelantar  
16 el Inversionista en todos los sitios de torre, y las cargas a nivel de cimentación más críticas  
17 que se calculen a partir de las cargas mostradas en los árboles de cargas de diseño de  
18 cada tipo de estructura.

#### 19 20 **4.4.10 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas** 21 **subterráneas o subfluviales**

22  
23 De acuerdo con el numeral 22.12 del RETIE las canalizaciones para los tramos  
24 subterráneos podrán realizarse mediante ductos, o enterramiento directo, sin embargo  
25 dadas las dificultades para realizar las excavaciones sin obstaculizar el uso normal de tales  
26 vías, el Inversionista podrá considerar la posibilidad de utilizar el sistema de perforación  
27 dirigida. En la escogencia e instalación del tipo de canalización, se deben evaluar las  
28 condiciones particulares de la instalación y su ambiente y aplicar los elementos más  
29 apropiados teniendo en cuenta los usos permitidos y las prohibiciones, así como contar con  
30 los permisos de los propietarios o de las autoridades competentes según corresponda.  
31 Los ductos se colocarán, con pendiente mínima del 0,1% hacia las cámaras de inspección,  
32 y con una profundidad de enterramiento que cumpla con normas técnicas internacionales  
33 o de reconocimiento internacional para este tipo de líneas.

34  
35 Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja será una superficie firme, lisa,  
36 libre de discontinuidades y sin obstáculos. El cable se dispondrá con una barrera de  
37 protección contra el deterioro mecánico. A una distancia entre 20 y 30 cm por encima del  
38 cable deben instalarse cintas de identificación o señalización no degradables en un tiempo  
39 menor a la vida útil del cable enterrado.

40  
41 Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones en los extremos o las  
42 derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas de inspección cuya construcción y sus

1 sistemas de drenaje garanticen que ellas pueden mantenerse sin presencia de agua en su  
2 interior. Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación,  
3 conexión o salida deben ser adecuadas para la ejecución de empalmes, realizar las curvas  
4 de los cables cumpliendo con el radio de curvatura mínimo recomendado por el fabricante  
5 del cable y permitir el tendido en función de la sección de los conductores. Los cables deben  
6 quedar debidamente identificados dentro de las cámaras de inspección.

7  
8 Las tapas de las cajas, podrán ser prefabricadas, siempre que sean de materiales  
9 resistentes a la corrosión, que resistan impacto y aplastamiento, dependiendo del ambiente  
10 y el uso del suelo donde se instalen, lo cual debe demostrarse mediante el cumplimiento de  
11 una norma técnica para ese tipo de producto, tal como la ANSI/STCE 77.

#### 12 13 **4.4.11 Señalización Aérea**

14  
15 El Inversionista deberá investigar con la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil  
16 (Aerocivil), la Fuerza Aérea de Colombia, FAC, la Armada Nacional, u otros posibles  
17 actores, la existencia de aeródromos o zonas de tránsito de aeronaves de cualquier índole  
18 (particulares, militares, de fumigación aérea, etc) que hagan imperioso que la línea lleve  
19 algún tipo de señales que impidan eventuales accidentes originados por la carencia de  
20 ellos.

21  
22 Se mencionan en su orden: la pintura de las estructuras según norma de Aerocivil; balizas  
23 de señalización aérea ubicadas en el cable de guarda en vanos específicos y/o faros  
24 centelleantes en torres en casos más severos.

#### 25 26 **4.4.12 Desviadores de vuelo para aves**

27  
28 Es responsabilidad del Inversionista identificar la necesidad de instalar desviadores de  
29 vuelo para aves. La determinación de esta necesidad será responsabilidad del Inversionista  
30 por intermedio de los funcionarios a cuyo cargo están los estudios ambientales. Serán de  
31 su responsabilidad la determinación de la existencia de aves (migratorias o no) que puedan  
32 resultar afectadas por la existencia de las líneas y, recomendar el uso de desviadores de  
33 vuelo de aves, determinando los tramos de colocación de estos dispositivos y las distancias  
34 a los que estos deben colocarse.

#### 35 **4.4.13 Obras Complementarias**

36  
37 El Interventor informará a la UPME acerca del cumplimiento de requisitos técnicos del  
38 diseño y construcción de todas las obras civiles que garanticen la estabilidad de los sitios  
39 de torre, protegiendo taludes, encauzando aguas, etc., tales como muros de contención,  
40 tablestacados o trinchos, cunetas, filtros, obras de mitigación, control de efectos  
41 ambientales y demás obras que se requieran.

42

#### 4.5 Informe Técnico

De acuerdo con lo establecido en el numeral 3 de la Resolución CREG 098 de 2000 o como se establezca en resoluciones posteriores a esta, el Interventor verificará que el Transmisor suministre los siguientes documentos técnicos durante las respectivas etapas de construcción de las líneas de transmisión del Proyecto:

- Informes de diseño de acuerdo con el numeral 3.1 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- Planos definitivos de acuerdo con el numeral 3.2 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- Materiales utilizados para la construcción de las líneas del Proyecto de acuerdo con el numeral 3.3 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- Servidumbres de acuerdo con el numeral 3.4 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- Informe mensual de avance de obras de acuerdo con el numeral 3.5.1 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- Informe final de obra de acuerdo con el numeral 3.5.2 de la Resolución CREG 098 de 2000.

### 5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN

#### 5.1 General

La información específica, remitida por los propietarios de la infraestructura existente, como costos de conexión, datos técnicos, planos, etc, serán suministrados por la UPME conforme el Numeral 9 del presente Anexo 1.

A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del **“ANÁLISIS ÁREA DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA SUBESTACIÓN CARRETO 500 kV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS, OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 06-2021 DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN 2019-2033”**, los cuales suministran información de referencia. El objeto de estos documentos es identificar de manera preliminar las posibilidades y condicionantes físicos, ambientales y sociales, constituyéndose en documentos ilustrativos para los diferentes Interesados, sin pretender determinar o definir rutas, por lo tanto es exclusivamente de carácter ilustrativo y no puede o no debe considerarse como una asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de

1 cualquier otra naturaleza por parte de la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores,  
2 agentes y/o representantes. Es responsabilidad del Inversionista el asumir en su integridad  
3 los riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información,  
4 realizar sus propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

5  
6 La siguiente tabla presenta las características de las subestaciones que hacen parte del  
7 proyecto objeto de la presente Convocatoria Pública:  
8

ítem	Descripción	Carreto 500 kV
1	Subestación nueva	Si
2	Configuración	Interruptor y medio
3	Tipo de subestación existente	Convencional o GIS o híbrida
4	Agente Responsable de la Subestación	Adjudicatario Convocatoria Pública UPME 06-2021

9  
10 **5.1.1 Predio de las Subestación**

11  
12 **Nueva Subestación Carreto 500 kV**

13  
14 El predio de la nueva subestación Carreto 500 kV será el que adquiera el Inversionista  
15 Adjudicatario. Su localización estará limitada a un radio de 1 km medidos desde las  
16 siguientes coordenadas las cuales están ubicadas en inmediaciones de la ciudad de  
17 Cartagena de Indias:

- 18  
19 • Latitud: 10°01'24.36" N  
20 • Longitud: 75°04'47.19" O

21  
22  
23 El predio seleccionado debe ser tal que no esté limitado para el crecimiento de la  
24 subestación mediante futuras ampliaciones.

25  
26 El Inversionista deberá proveer el espacio físico necesario para la construcción de las obras  
27 objeto de la presente Convocatoria Pública y los espacios de reserva definidos en el  
28 numeral 5.1.2 de este Anexo 1.

29  
30 El Inversionista es el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las  
31 Autoridades relacionadas con los asuntos ambientales, con los diferentes Planes de  
32 Ordenamiento Territorial que se puedan ver afectados, con las restricciones para la  
33 aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de  
34 restricciones y reglamentaciones existentes. Se deberá tener en cuenta que pueden existir

1 exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local. En este sentido, deberán  
2 tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar.

3  
4 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el inversionista deberá analizar todos los  
5 posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, deberán considerar los  
6 posibles riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el  
7 inversionista.

8  
9 El Inversionista debe elaborar un documento soporte de la selección del predio, el cual  
10 deberá ser puesto a disposición del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias  
11 del proyecto.

### 12 13 **5.1.2 Espacios de Reserva**

14  
15 Los espacios de reserva futuros del STN y STR son objeto de la presente Convocatoria  
16 Pública UPME y por tanto deben ser adecuados y dotados con las obras y equipos  
17 constitutivos del módulo común, como se describe en el numeral 5.1.5 del presente Anexo  
18 1; sin embargo, los equipos eléctricos no son parte de la presente Convocatoria. Los  
19 anteriores espacios de reserva podrán ser dispuestos para otros niveles de tensión según  
20 necesidades del SIN y previa definición por parte de la UPME, lo cual no alterará lo exigido  
21 como espacio en el presente numeral.

22  
23 **Espacios de reserva a cargo del Inversionista incluidos en el alcance y costos de la**  
24 **presente convocatoria pública:**

25  
26  
27 **A nivel del STN (para activos de uso):**

- 28  
29 • En la subestación Carreto 500 kV se deberán incluir espacios de reserva para la  
30 futura instalación de:  
31  
32 ○ Seis (6) bahías que podrán ser utilizadas para la conexión de bahías de línea a  
33 500 kV o bahías de transformación a 500 kV.

34  
35 **A nivel del STR, se deberán incluir espacios de reserva para la futura instalación de:**

- 36  
37 ○ Una nueva subestación Carreto 66 kV en tecnología GIS (tomado de la primera  
38 letra del nombre en inglés "Gas Insulated Substations" Subestaciones aisladas  
39 en gas SF6), en configuración doble barra, con sus respectivos equipos y/o  
40 elementos de patio, vías y casa de control, etc., para:  
41  
42 ○ Cuatro (4) bahías de línea a 66 kV.

- 1                   ○ Cuatro (4) bahías de transformación a 66 kV.
- 2                   ○ Una (1) bahía de acople de barras.
- 3                   ○ Cuatro (4) transformadores a 500/66 de 150 MVA cada uno

4

5 **Otros espacios de reserva:**

6 Los siguientes espacios de reserva deberán ser considerados por el Inversionista de la  
7 presente convocatoria pública para su uso por parte del SDL, no obstante, no serán parte  
8 del alcance y costos de la presente convocatoria pública. Su dimensionamiento deberá ser  
9 coordinado con el Operador de Red y su costo estará a cargo del Operador de Red:

10

- 11                   • La futura instalación de dos (2) bahías de transformación a 66 kV.
- 12                   • La futura instalación de dos (2) Transformadores de potencia 66/34.5/13.8 kV.
- 13                   • Espacio para celdas a 34,5 kV y 13.8 kV.
- 14                   • Espacio para facilidades necesarias que permitan el uso de los espacios  
15 (mencionados en los anteriores puntos) e instalación de los correspondientes  
16 equipos, como por ejemplo cárcamos, fosos colectores de aceites, zonas de  
17 circulación y cargue/descargue, muros cortafuego, tableros de control y  
18 protecciones, casa de control, etc, sin limitarse a estos.

19

20 CARIBE MAR DE LA COSTA S.A.S. E.S.P., mediante correo electrónico con radicado  
21 UPME 20211110056842 manifestó la necesidad de mayores espacios de reserva para el  
22 STR y SDL, lo cual podrá ser considerado y llegar a los acuerdos que se requieran con el  
23 OR sin que afecte el alcance de la presente convocatoria.

24

25 El Inversionista deberá dejar adecuado el terreno para la fácil instalación de los equipos en  
26 los espacios de reserva objeto de la presente Convocatoria Pública, deberá dejar explanado  
27 y/o nivelado el terreno de los espacios de reserva y deberá realizar las obras civiles básicas  
28 necesarias para evitar que dicho terreno se deteriore. Adicionalmente, tanto los espacios  
29 de reserva como las obras básicas asociadas, deberán estar incluidas dentro del  
30 mantenimiento que el Inversionista realice a la Subestación, hasta tanto sean ocupados.

31

32 El Transmisor preparará un documento en el cual se indiquen las características de los  
33 espacios de reserva establecidos en el presente Anexo 1 y planos con la disposición  
34 propuesta de la ubicación, canalizaciones, distribución de los equipos en los espacios de  
35 reserva, planos electromecánicos y de obras civiles, y en general toda la ingeniería básica  
36 asociada. Esto deberá ser entregado al Interventor quien verificará el cumplimiento de las  
37 exigencias para los espacios de reserva y su correcto dimensionamiento.

38

39 Se debe garantizar que los espacios de reserva (no utilizados por el presente Proyecto) en  
40 las Subestaciones del STN y/o del STR no se verán afectados o limitados para su

1 utilización, por infraestructura (equipos, línea, edificaciones, etc.) desarrollada en el marco  
2 de la presente Convocatoria Pública.

3  
4 Se aclara que los equipos a instalarse en los espacios de reserva no son parte del proyecto  
5 objeto de la presente Convocatoria Pública. Sin embargo, para las bahías objeto de la  
6 presente Convocatoria Pública que queden en diámetros incompletos y puedan utilizarse  
7 para ampliaciones futuras, también estará a cargo de la presente Convocatoria el enlace  
8 con el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido fácilmente en caso  
9 de instalación de nuevos equipos.

10  
11 Espacios de reserva adicionales a los listados en el presente numeral, podrán ser provistos  
12 por el Adjudicatario según su decisión o acuerdos con terceros interesados (Operadores de  
13 Red o generadores o grandes consumidores, etc). No obstante, **estos espacios de reserva**  
14 **adicionales no son objeto de la presente Convocatoria**, por ello sus costos no podrán  
15 ser incluidos en la Propuesta Económica y las condiciones de entrega no son las  
16 enmarcadas en el presente Anexo. El nivel de adecuación de los terrenos, la definición de  
17 las áreas, sus costos, entre otros aspectos, deberán ser acordados con el tercero en el  
18 respectivo Contrato de Conexión, si hay lugar a ello.

### 19 **5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes**

20 El Inversionista seleccionado deberá proveer los equipos necesarios para hacer  
21 completamente compatibles los equipos en funcionalidad y en aspectos de  
22 comunicaciones, control y protección, con la infraestructura existente que pueda verse  
23 afectada por el desarrollo del Proyecto.

24  
25 Cuando el Inversionista considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura  
26 existente, deberá acordar estas modificaciones en el contrato de conexión con el  
27 responsable y propietario de los activos relacionados y si es del caso, ponerlo en  
28 consideración del Interventor. Estas obras estarán a cargo del Transmisor.

### 29 **5.1.4 Servicios Auxiliares**

30 El Inversionista deberá proveer los servicios auxiliares en AC y DC suficientes para la  
31 topología de la Subestación, incluyendo las reservas para el STN. Se deberá dar  
32 cumplimiento con lo señalado en el numeral 3.1 del presente Anexo 1.

### 33 **5.1.5 Infraestructura y Módulo Común**

34 El Inversionista seleccionado deberá realizar la implementación y mantenimiento de todas  
35 las obras y equipos constitutivos del módulo común como se describe a continuación:  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42

1 El Inversionista debe prever el espacio necesario para edificios, equipos y obras del  
2 desarrollo inicial del proyecto y los espacios de reserva para futuros desarrollos, objeto de  
3 la presente Convocatoria Pública, junto con los espacios de acceso, vías internas,  
4 cerramientos, iluminación interior y exterior, etc, según se requiera, considerando la  
5 disponibilidad de espacio en los predios actuales y/o nuevos, y las eventuales restricciones  
6 o condicionantes que establezca el ordenamiento territorial en el área, igualmente estarán  
7 a cargo del Inversionista, las vías de acceso a predios de las Subestaciones y/o  
8 adecuaciones que sean necesarias en las subestaciones existentes para el desarrollo de  
9 las obras objeto de la presente Convocatoria Pública.

10  
11 El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la infraestructura y  
12 módulo en la subestación y/o adecuaciones que sean necesarias, es decir las obras civiles  
13 y los equipos que sirven a la subestación y que son utilizados por todas las bahías de la  
14 subestación, son objeto de la presente Convocatoria Pública. La infraestructura y módulo  
15 común de la nueva Subestación, estarán conformados como mínimo por los siguientes  
16 componentes:

- 17  
18 • **Infraestructura civil:** En el caso de las obras a cargo del Inversionista y para los  
19 espacios de reserva, está compuesta por: las vías de acceso a la subestación, las  
20 vías internas de acceso a los patios de conexiones y la adecuación del terreno para  
21 los espacios de reserva, alcantarillado, barreras de protección y de acceso al predio,  
22 todos los cerramientos de seguridad del predio, filtros y drenajes, pozos sépticos y  
23 de agua y/o conexión al acueducto/alcantarillado vecinos, si existen, alumbrado  
24 interior y exterior y cárcamos comunes, y en general, todas aquellas obras civiles  
25 utilizadas de manera común en la subestación. En el caso particular de las obras a  
26 cargo del Inversionista, es su responsabilidad el proveer todo lo necesario para su  
27 construcción, protección física, malla de puesta a tierra, etc, y deberá considerar  
28 espacio suficiente en los cárcamos y demás elementos construidos en la presente  
29 Convocatoria y que servirán de manera común a los espacios de reserva, según la  
30 propuesta que realice el Inversionista de conformidad con el numeral 5.1.2. Para los  
31 espacios de reserva se aclara que no deberán ser provistos de malla de puesta a  
32 tierra en la presente Convocatoria, pero si se deberán proveer los puntos de  
33 conexión para la ampliación de la malla de puesta a tierra para las futuras  
34 instalaciones.  
35
- 36 • **Equipos:** Todos los equipos necesarios para las obras descritas en el Numeral 2  
37 del presente Anexo 1. Se incluyen, entre otros, los sistemas de automatización, de  
38 gestión de medición, de protecciones, control y el sistema de comunicaciones propio  
39 de cada subestación, los materiales de la malla de puesta a tierra y el  
40 apantallamiento, los equipos para los servicios auxiliares AC y DC, los equipos de  
41 conexión, todo el cableado necesario y las obras civiles asociadas. Se incluyen

1 todos los equipos necesarios para integrar las nuevas bahías con las subestaciones  
2 existentes, en conexiones de potencia, control, medida, protecciones y servicios  
3 auxiliares. Se aclara que para los espacios de reserva no deberá suministrarse  
4 ningún elemento particular, sin embargo los equipos instalados por la presente  
5 Convocatoria si deberá considerar capacidad o espacio (físico, servicios auxiliares,  
6 protecciones, control, etc) suficiente para recibir la conexión de todos los elementos  
7 que a futuro ocuparán los espacios de reserva. Se aclara que particularmente la  
8 protección diferencial de barras si deberá tener espacio suficiente para la conexión  
9 de todas las bahías actuales y futuras, señaladas en el presente Anexo 1.

10  
11 La Interventoría analizará todas las previsiones que faciliten la evolución de las obras  
12 descritas en el Numeral 2 del presente Anexo 1, e informará a la UPME el resultado de su  
13 análisis.

14  
15 La medición para efectos comerciales, se sujetará a lo establecido en la regulación  
16 pertinente, en particular el Código de Medida (Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que  
17 la modifique o sustituya).

18  
19 El dimensionamiento de la infraestructura incluido edificios, pórticos, vías, etc., deberá  
20 considerar las reservas objeto de la presente Convocatoria pública.

21  
22 Nota 1: El Adjudicatario deberá prever y dejar disponible al Inversionista del STR, todas las  
23 facilidades para que pueda dar cumplimiento a sus responsabilidades, en lo referente a  
24 conexiones de potencia, protecciones, control, comunicaciones y medidas, sin limitarse a  
25 éstas.

26  
27 Nota 2: El Inversionista deberá realizar la adecuación y mantenimiento de los espacios de  
28 reserva para futuras ampliaciones de la subestación indicados en este Anexo, en relación  
29 a la explanación y adecuación de la plataforma, el suministro del material de grava, vías  
30 perimetrales y de un adecuado sistema de filtros y drenajes que evite posibles inundaciones  
31 de las áreas de reserva. Estas labores de adecuación y mantenimiento de las reservas  
32 futuras estarán a cargo del Inversionista desde la puesta en servicio del proyecto hasta el  
33 momento de inicio de las obras de ampliación en las áreas de reserva. La construcción de  
34 la malla de tierra en los espacios de reserva para desarrollos futuros no hace parte del  
35 alcance del Inversionista dentro de esta Convocatoria Pública, pero si se deberán proveer  
36 los puntos de conexión para la ampliación de la malla existente para las ampliaciones  
37 futuras.

## 38 **5.2 Normas para Fabricación de los Equipos**

39  
40  
41 El Inversionista deberá suministrar equipos en conformidad con la última edición de las  
42 Normas *International Electrotechnical Commission – IEC, International Organization for*

1 *Standardization* – ISO, ANSI – American National Standards Institute, *International*  
2 *Telecommunications Union* - ITU-T, Comité Internacional Spécial des Perturbations  
3 Radioélectriques – CISPR. El uso de normas diferentes deberá ser sometido a  
4 consideración del Interventor quien conceptuará sobre su validez en aspectos  
5 eminentemente técnicos y de calidad.

### 6 7 **5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos**

8  
9 Los suministros deberán tener un nivel de desempeño sísmico apto de acuerdo con la  
10 publicación IEEE-693 (2018): “*Recommended Practice for Seismic Design of Substations*”,  
11 o las publicaciones de las partes de requisitos sísmicos de la familia de estándares IEC  
12 62271: “*High-voltage switchgear and controlgear*”, en versiones más recientes. El  
13 Inversionista seleccionado deberá entregar copias al Interventor de las memorias de cálculo  
14 en donde se demuestre que los suministros son aptos para soportar las condiciones  
15 sísmicas del sitio de instalación. Si aplica para los suministros, el Inversionista seleccionado  
16 deberá entregar copias al Interventor del certificado de la prueba tipo para el mismo modelo  
17 y nivel de tensión, según la publicación IEC 60068-3-3: “*Environmental testing - Part 3-3:*  
18 *Supporting documentation and guidance - Seismic test methods for equipment*”.

### 19 20 **5.4 Procedimiento General del Diseño**

21  
22 Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:

- 23  
24 a) Inicialmente, el Transmisor preparará las Especificaciones Técnicas del Proyecto, que  
25 gobernarán el desarrollo total del Proyecto.

26  
27 En dicho documento se consignará toda la normatividad técnica, y las especificaciones  
28 para llevar a cabo la programación y control del desarrollo de los trabajos;  
29 especificaciones y procedimientos para adelantar el Control de Calidad en todas las  
30 fases del Proyecto; las definiciones a nivel de Ingeniería Básica tales como: resultados  
31 de estudios del sistema eléctrico asociado con el Proyecto; parámetros básicos de  
32 diseño (corrientes nominales, niveles de aislamiento, capacidades de cortocircuito,  
33 tiempos de despeje de falla, entre otros); hojas de datos de los equipos; diagramas  
34 unifilares generales; especificaciones técnicas detalladas de los equipos y materiales;  
35 filosofía de control, medida y protección; previsiones para facilitar la evolución de la  
36 Subestación; especificaciones de Ingeniería de Detalle; procedimientos y  
37 especificaciones de pruebas en fábrica; procedimientos de transporte, almacenamiento  
38 y manejo de equipos y materiales; los procedimientos de construcción y montaje; los  
39 procedimientos y programaciones horarias durante los cortes de servicio de las  
40 instalaciones existentes que guardan relación con los trabajos del Proyecto; los  
41 procedimientos de intervención sobre equipos existentes; los procedimientos y  
42 especificación de pruebas en campo, los procedimientos para efectuar las pruebas

1 funcionales de conjunto; los procedimientos para desarrollar las pruebas de puesta en  
2 servicio, los procedimientos de puesta en servicio del Proyecto y los procedimientos de  
3 operación y mantenimiento.

4  
5 Las Especificaciones Técnicas podrán desarrollarse, en forma parcial y continuada, de  
6 tal forma que se vayan definiendo paso a paso todos los aspectos del Proyecto, para  
7 lograr en forma acumulativa el Código Final que vaya rigiendo el Proyecto.

8 Todas las actividades de diseño, suministro, construcción, montaje y pruebas deben  
9 estar incluidas en las especificaciones técnicas del Proyecto. El Interventor presentará  
10 un informe a la UPME en el que se detalle y se confirma la inclusión de todas y cada  
11 una de las actividades mencionadas. No podrá adelantarse ninguna actividad sin que  
12 antes haya sido incluida la correspondiente característica o Especificación en las  
13 Especificaciones Técnicas del Proyecto.

14  
15 **b)** Las Especificaciones Técnicas del Proyecto serán revisadas por el Interventor, quien  
16 hará los comentarios necesarios, recomendando a la UPME solicitar todas las  
17 aclaraciones y justificaciones por parte del Transmisor. Para lo anterior se efectuarán  
18 reuniones conjuntas entre el Transmisor y el Interventor con el fin de lograr los acuerdos  
19 modificatorios que deberán plasmarse en comunicaciones escritas.

20  
21 **c)** Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el Transmisor,  
22 este último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

23  
24 **d)** Se efectuarán las revisiones necesarias hasta llegar al compendio final, que será el  
25 documento de cumplimiento obligatorio.

26  
27 En esta especificación, se consignará la lista de documentos previstos para el Proyecto  
28 representados en especificaciones, catálogos, planos, memorias de cálculos y reportes de  
29 pruebas.

30  
31 Los documentos serán clasificados como: documentos de Ingeniería Básica; documentos  
32 de Ingeniería de Detalle; memorias de cálculos a nivel de Ingeniería Básica y de Detalle;  
33 documentos de seguimiento de los suministros; y documentos que especifiquen la pruebas  
34 en fábrica y en campo; los procedimientos de montaje y puesta en servicio y la operación y  
35 mantenimiento.

36  
37 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Transmisor y  
38 entregada a la Interventoría para revisión.

#### 39 **5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica**

40  
41

1 Son aquellos que definen los parámetros básicos del Proyecto; dan a conocer el  
2 dimensionamiento del mismo; definen los criterios básicos de diseño; determinan las  
3 características para la adquisición de equipos; especifican la filosofía de comunicaciones,  
4 control, medición y protección; establecen la implantación física de las obras; especifican  
5 las previsiones para el desarrollo futuro del Proyecto; establecen las reglas para efectuar la  
6 Ingeniería de Detalle e incluye las memorias de cálculos que soportan las decisiones de  
7 Ingeniería Básica.  
8

9 Todos los documentos de Ingeniería Básica (y toda la información necesaria, aunque ella  
10 no esté explícitamente citada en estas especificaciones, acorde con lo establecido en las  
11 Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al diseño y montaje de éste tipo de  
12 instalaciones) serán entregados por el Transmisor al Interventor para su revisión,  
13 verificación del cumplimiento de condiciones y para conocimiento de la UPME. Sobre cada  
14 uno de estos documentos, la Interventoría podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que  
15 estime conveniente, haciendo los comentarios respectivos al Transmisor y a la UPME la  
16 respectiva recomendación si es del caso.  
17

18 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la ingeniería básica:  
19

#### 20 **5.4.1.1 Memorias de cálculo electromecánicas**

- 21
- 22 • Criterios básicos de diseño electromecánico
- 23 • Memoria de medida de resistividad del terreno
- 24 • Memoria de dimensionamiento de cárcamos, ductos y bandejas porta-cables
- 25 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares AC.
- 26 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares DC.
- 27 • Memoria de cálculo de distancias mínimas y de seguridad.
- 28 • Memoria de dimensionamiento de transformadores de tensión y corriente
- 29 • Coordinación de aislamiento y estudio de sobretensiones
- 30 • Memoria de cálculo del sistema de puesta a tierra
- 31 • Memoria de cálculo sistema de apantallamiento
- 32 • Memoria de cálculo de aisladores de alta y media tensión
- 33 • Memoria de cálculo selección de conductores aéreos y barrajes.
- 34 • Memoria de cálculo selección de cables aislados de media tensión (si aplica).
- 35 • Memoria de cálculo del sistema de iluminación exterior e interior.
- 36 • Análisis de identificación de riesgos.
- 37

#### 38 **5.4.1.2 Especificaciones equipos**

- 39
- 40 • Especificación técnica equipos de patio.
- 41 • Especificación técnica sistema de puesta a tierra.

- 1 • Especificación técnica sistema de apantallamiento.
- 2 • Especificación técnica dispositivos de protección contra sobretensiones.
- 3 • Especificación técnica gabinetes de control y protección.
- 4 • Especificación técnica equipos de medida, control, protección y comunicaciones
- 5 (bahías de línea y de transformadores).
- 6 • Especificación técnica de cables desnudos, para barrajes e interconexión de
- 7 equipos.
- 8 • Especificación funcional del sistema de control.
- 9 • Lista de señales para sistema de control, de los equipos de la subestación.
- 10 • Especificación técnica de los servicios auxiliares ac / dc.
- 11 • Especificación técnica del sistema de alumbrado interior y exterior.
- 12 • Especificaciones técnicas para montaje electromecánico, pruebas individuales de
- 13 equipos, pruebas funcionales y de puesta en servicio.
- 14

#### 15 **5.4.1.3 Características técnicas de los equipos**

- 16
- 17 • Características técnicas, equipos.
- 18 - Interruptores
- 19 - Seccionadores.
- 20 - Transformadores de corriente.
- 21 - Transformadores de tensión.
- 22 - Descargadores de sobretensión.
- 23 - Aisladores y cadenas de aisladores.
- 24 - Trampas de onda (si aplica)
- 25 • Dimensiones de equipos.
- 26 • Características técnicas, cables de fuerza y control.
- 27 • Características técnicas, dispositivo de protección contra sobretensiones
- 28 • Características técnicas, sistema de automatización y control.
- 29 • Características técnicas, sistema de comunicaciones.
- 30 • Características de equipos y materiales del sistema de servicios auxiliares AC/DC.
- 31 • Características técnicas, cables desnudo para interconexión de equipos y barrajes.
- 32

#### 33 **5.4.1.4 Planos electromecánicos**

- 34
- 35 • Diagrama unifilar de la subestación
- 36 • Diagrama unifilar con características de equipos
- 37 • Diagrama unifilar de control y protecciones.
- 38 • Diagrama unifilar de medidas.
- 39 • Diagrama unifilar servicios auxiliares AC/DC.
- 40 • Arquitectura sistema de control de la subestación.

- 1 • Planimetría del sistema de apantallamiento
- 2 • Planimetría del sistema de puesta a tierra.
- 3 • Planos de disposición física de equipos (planta y secciones).
- 4 • Planos de disposición de gabinetes y equipos en sala de control.
- 5 • Planos ubicación de equipos en sala de control.
- 6 • Elevación general de edificaciones y equipos.
- 7 • Planimetría del sistema de iluminación interior y exterior.
- 8 • Planos de detalles de montaje y de ruta de bandejas porta-cables, cárcamos y
- 9 tuberías.
- 10 • Planimetría de aisladores y cadenas de aisladores.
- 11 • Plano de disposición física de conectores
- 12 • Planimetría general de nomenclatura operativa.

#### 5.4.1.5 Planos de obras civiles

- 15
- 16 • Plano localización de la subestación.
- 17 • Plano disposición de cimentaciones de equipos.
- 18 • Plano cimentación de equipos y pórticos.
- 19 • Plano de drenajes de la subestación.
- 20 • Plano de cárcamos y ductos para cables en patio.
- 21 • Plano de cárcamos y ductos para cables en sala de control.
- 22 • Planos casa de control.
- 23 • Plano disposición de bases para equipos en sala de control.
- 24 • Plano cerramiento de la subestación.
- 25 • Plano obras de adecuación.

#### 5.4.1.6 Estudios y trabajos de campo

- 26
- 27
- 28
- 29 • Levantamiento topográfico del lote seleccionado.
- 30 • Estudio de suelos mediante apique o sondeos en el área del lote seleccionado.
- 31 • Identificación de los accesos y presentación de recomendaciones para el
- 32 transporte de equipos y materiales.
- 33 • Presentar informes de progreso y programas de trabajos mensuales.
- 34 • Análisis diseños típicos y definición parámetros.
- 35 • Análisis de resultados de suelos y diseños obras civiles.
- 36 • Elaboración informe de diseños y memorias de cálculo.

#### 5.4.2 Los documentos de la Ingeniería de Detalle

37  
38  
39

1 Son los necesarios para efectuar la construcción y el montaje del Proyecto; permiten definir  
2 y especificar cantidades y características de material a granel o accesorio e incluye todas  
3 las memorias de cálculos que soporten las decisiones en esta fase de ingeniería. Se  
4 fundamentará en las especificaciones de Ingeniería de Detalle que se emitan en la fase de  
5 Ingeniería Básica.

6  
7 Todos los documentos de Ingeniería de Detalle serán entregados por el Inversionista  
8 seleccionado al Interventor para su revisión, verificación del cumplimiento de condiciones y  
9 para conocimiento de la UPME. Sobre cada uno de estos documentos, la Interventoría  
10 podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que estime conveniente, haciendo los  
11 comentarios respectivos al Inversionista seleccionado y a la UPME si es del caso.

12  
13 Los documentos que sirven para hacer el seguimiento a los suministros, serán aquellos que  
14 preparen y entreguen los proveedores y fabricantes de los equipos y materiales. Estos  
15 documentos serán objeto de revisión por parte de la Interventoría quien formulará los  
16 comentarios y pedirá aclaraciones necesarias al Inversionista seleccionado.

17  
18 Los documentos que especifiquen y muestren los resultados de las pruebas en fábrica y en  
19 campo, la puesta en servicio, la operación del Proyecto y el mantenimiento, serán objeto de  
20 revisión por parte de la Interventoría, quien hará los comentarios al Inversionista  
21 seleccionado y a la UPME si es del caso.

22  
23 Con base en los comentarios, observaciones o conceptos realizados por la Interventoría, la  
24 UPME podrá trasladar consultas al Inversionista seleccionado.

25  
26 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la Ingeniería de Detalle:

#### 27 28 **5.4.2.1 Cálculos detallados de obras civiles**

- 29
- 30 • Criterios básicos de diseño de obras civiles.
- 31 • Dimensiones y pesos de equipos.
- 32 • Memorias de cálculo estructural para las cimentaciones de equipos de patio.
- 33 • Memorias de cálculo estructural para cimentación del edificio de control y de la  
34 caseta de relés.
- 35 • Memoria de cálculo muro de cerramiento
- 36 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras soporte de equipos.
- 37 • Memorias de cálculo estructural para canaletas de cables eléctricos exteriores y  
38 cárcamos interiores en edificio de control y casetas de relés.
- 39 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras de pórticos de líneas y  
40 barrajes.

- 1 • Memorias de cálculo para vías, parqueos y zonas de maniobra en pavimento
- 2 rígido.
- 3 • Memoria de cálculo estructural para canaletas de cables exteriores e interiores en
- 4 casa de control.
- 5 • Memoria de cálculo para el sistema de drenaje de aguas lluvias.
- 6 • Memoria de cálculo sistema de acueducto.

#### 8 **5.4.2.2 Planos de obras civiles**

- 9
- 10 • Planos para construcción de bases para equipos
- 11 • Planos estructurales con árboles de carga para construcción de estructuras
- 12 soporte para equipos y pórticos.
- 13 • Planos para construcción de cimentaciones para equipos.
- 14 • Planos para construcción de cárcamos de cables, ductos y cajas de tiro.
- 15 • Planos para construcción de acabados exteriores
- 16 • Planos para construcción del sistema de drenajes y aguas residuales
- 17 • Planos estructurales para construcción de caseta de control, ubicación bases de
- 18 tableros, equipos y canales interiores.
- 19 • Planos arquitectónicos y de acabados para la caseta de control.
- 20 • Planos para construcción de vías

#### 21 **5.4.2.3 Diseño detallado electromecánico**

22 El Inversionista será responsable de la ejecución y elaboración del diseño eléctrico y

23 mecánico detallado necesario y por tanto deberá presentar para la revisión y

24 verificación de la Interventoría: memorias de cálculo, planos electromecánicos finales

25 para construcción, diagramas de cableado, diagramas esquemáticos de control,

26 protecciones y medidas, lista detalladas de materiales y toda la información necesaria

27 aunque ella no esté explícitamente citada en estas especificaciones y en un todo de

28 acuerdo con lo establecido en las Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al

29 diseño y montaje de éste tipo de instalaciones.

30 El Inversionista deberá entregar a la Interventoría para su revisión y verificación la

31 información y planos según el Programa de Entrega de Documentación Técnica

32 aprobado, el cual deberá contener como mínimo la siguiente documentación:

##### 33 **a. Sistema de puesta a tierra:**

- 34 • Planos de malla de puesta a tierra planta y detalles de conexiones a equipos y
- 35 estructuras.
- 36 • Lista de materiales referenciados sobre planos.
- 37 • Plano de detalles de conexión de equipos y tableros a la malla de tierra.

- 1 • Memorias de cálculo de diseño de la malla de puesta a tierra.  
2 • Procedimiento para la medida de la resistencia de puesta a tierra, según el RETIE.  
3 • Procedimiento para la medida de las tensiones de paso y contacto, según el  
4 RETIE.  
5  
6 **b. Equipos principales:**  
7 • Equipos de Patio: Disposición general de la planta y cortes del patio de  
8 conexiones, incluyendo las distancias entre los centros (ejes) de los equipos.  
9 • Peso de cada uno de los equipos y localización del centro de masa con relación al  
10 nivel rasante del patio.  
11 • Características geométricas de equipos y peso de los soportes de equipos,  
12 sistemas de anclaje.  
13 • Diseño de las cimentaciones de los equipos de patio.  
14 • Dimensiones requeridas para canales de cables de potencia y cables de control.  
15 Diseño civil de los canales de cables.  
16 • Diseño geométrico y sistemas de fijación de las bandejas portacables y de ductos  
17 para cables entre los equipos y las bandejas.  
18 • Localización, geometría y sistemas de anclaje de los gabinetes de conexión.  
19  
20 **c. Equipos de patio:**  
21 • Para equipos de corte y derivación de línea y transformación, transformadores de  
22 medida, descargadores de sobretensiones.  
23 - Diagramas eléctricos completos para control, señalización, etc, hasta borneras  
24 de interconexión.  
25 - Características técnicas definitivas, dimensiones y pesos.  
26 - Placas de características técnicas.  
27 - Información técnica complementaria y catálogos.  
28 - Manuales detallados para montaje de los equipos.  
29 - Manuales detallados para operación y mantenimiento.  
30 - Protocolo de pruebas en fábrica.  
31 - Procedimiento para pruebas en sitio.  
32  
33 **d. Para tableros:**  
34 • Diagramas esquemáticos que incluyan todos los circuitos de c.a. y c.c.  
35 • Diagramas eléctricos completos hasta borneras de interconexión para circuitos de  
36 control, señalización y protección.  
37 • Lista de instrumentos de control medida, señalización, protecciones, fusibles, etc.,  
38 que serán instalados en los tableros, suministrando información técnica y  
39 catálogos respectivos con indicación clara del equipo suministrado.  
40 • Planos de disposición física de elementos y equipos dentro de los tableros.  
41 • Instrucciones detalladas de pruebas y puesta en servicio.

- 1 • Elaboración de planos desarrollados, esquemáticos de control, protección, medida,  
2 telecontrol y teleprotección, incluyendo:  
3 - Diagramas de principio y unifilares  
4 - Diagramas de circuito  
5 - Diagramas de localización exterior e interior.  
6 - Tablas de cableado interno y externo.  
7 - Disposición de aparatos y elementos en tableros de control.  
8 - El Inversionista debe entregar al Interventor como mínimo, los siguientes  
9 diagramas de principio:  
10     ▪ Diagramas de protección y del sistema de gestión de los relés.  
11     ▪ Diagramas del sistema de control de la subestación.  
12     ▪ Diagramas de medición de energía.  
13     ▪ Diagramas lógicos de enclavamientos.  
14     ▪ Diagramas de comunicaciones.  
15 - Diagramas de bloque para enclavamientos eléctricos de toda la Subestación.  
16 - Listado de cables y borneras.  
17 - Planos de Interfase con equipos existentes.  
18 - Filosofía de operación de los sistemas de protección, control, sincronización,  
19 señalización y alarmas.  
20  
21 **e. Reportes de Pruebas:**  
22 - Treinta (30) días calendario posterior a la fecha en la cual se efectuó la última  
23 prueba, el Inversionista deberá suministrar a la Interventoría dos (2) copias que  
24 contengan cada uno un juego completo de todos los reportes de pruebas de  
25 fábrica por cada uno de los equipos de potencia, control, protección, medida,  
26 comunicaciones, etc, que hayan sido suministrados.  
27 Las instrucciones deberán estar en idioma español.

### 28 **5.4.3 Estudios del Sistema**

30 Bajo esta actividad, el Inversionista seleccionado deberá presentar al Interventor para los  
31 fines pertinentes a la Interventoría los estudios eléctricos que permitan definir los  
32 parámetros útiles para el diseño básico y detallado de la Subestación y de las Líneas; entre  
33 todos los posibles, se destacan como mínimo la elaboración de los siguientes documentos  
34 técnicos y/o memorias de cálculo:  
35

- 36  
37 - Condiciones atmosféricas del sitio de instalación, parámetros ambientales y  
38 meteorológicos, contaminación ambiental, estudios topográficos, geotécnicos, sísmicos  
39 y de resistividad del terreno.  
40 - Cálculo de flechas y tensiones.  
41

- 1 - Flujos de carga; estudios de corto circuito; estudio de estabilidad para determinar  
2 tiempos máximos de despeje de fallas; y cálculos de sobretensiones.  
3
- 4 - Estudios de ajuste y coordinación de protecciones.  
5
- 6 - Selección de aislamiento, incluye selección de descargadores de sobretensiones y  
7 distancias eléctricas.  
8
- 9 - Estudio de cargas ejercidas sobre las estructuras metálicas de soporte debida a sismo  
10 y a corto circuito.
- 11 - Selección de equipos, conductores para barrajes, cables de guarda y conductores  
12 aislados.
- 13
- 14 - Memoria de revisión de los enlaces de comunicaciones existentes.  
15
- 16 - Estudio de apantallamiento contra descargas atmosféricas  
17
- 18 - Dimensionamiento de los servicios auxiliares AC y DC.  
19
- 20 - Informe de interfaces con equipos existentes.  
21
- 22 - Estudios ambientales, programas del Plan de Manejo Ambiental, (PMA) de acuerdo con  
23 el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).  
24
- 25 - Ajustes y coordinación de relés de protecciones, dispositivos de mando sincronizado y  
26 registradores de fallas.  
27
- 28 Cada uno de los documentos o memorias de cálculo, antes referidos, deberán destacar  
29 como mínimo los siguientes aspectos:  
30
- 31 - Objeto del documento técnico o de la memoria de cálculo.  
32
- 33 - Origen de los datos de entrada.  
34
- 35 - Metodología para el desarrollo soportada en normas o estándares de amplio  
36 reconocimiento, por ejemplo en Publicaciones IEC, ANSI o IEEE.  
37
- 38 - Resultados.  
39
- 40 - Bibliografía.  
41

1           **5.4.4      Distancias de Seguridad**

2  
3 Las distancias de seguridad aplicables en las Subestaciones deben cumplir los lineamientos  
4 establecidos en el RETIE, en su última revisión y/o actualización.  
5

6           **5.5 Equipos de Potencia**

7  
8           **5.5.1      Interruptores**

9  
10 Los interruptores de potencia, deben cumplir las prescripciones de la última edición de las  
11 siguientes normas, o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a suministrar:  
12

- 13           • IEC 62271-100: "High-voltage alternating current circuit-breakers"
- 14           • IEC 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear  
15 standards".
- 16           • IEC 60265-2: " High-voltage switches- Part 2: High-voltage switches for rated  
17 voltages of 52 kV and above"
- 18           • IEC 60376: "Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in  
19 electrical equipment".
- 20           • IEC 62155: "Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for  
21 use in electrical equipment with rated voltages greater than 1000 V".
- 22           • IEEE Std. 693-2018: "Recommended practice for seismic design of substations", o  
23 su version más actualizada.  
24

25 Todos los interruptores de subestaciones nuevas, en configuración interruptor y medio,  
26 deberán contar con transformadores de corriente en ambos extremos del interruptor, de  
27 acuerdo con la recomendación IEEE Std C37.234-2009 "IEEE Guide for Protective Relay  
28 Applications to Power System Buses".  
29

30 **Mecanismos de operación:** Los interruptores deberán tener mando tripolar y monopolar y  
31 su mecanismo de operación deberá ser tipo resorte. El mecanismo de operación deberá  
32 ser equipado con contactos de cierre y apertura, los cuales deberán ser eléctricamente  
33 independientes.  
34

35 El mecanismo de operación debe ser equipado con un indicador mecánico de posición del  
36 interruptor, con señalización fácilmente visible desde el exterior del gabinete, donde se  
37 indique si el interruptor se encuentra cerrado o abierto. Adicionalmente, debe tener un  
38 contador de operación donde se indique la cantidad total de operaciones del interruptor.  
39

40 El número y características técnicas de las bobinas de disparo de los interruptores serán  
41 definidos por el Inversionista mediante sus propios análisis técnicos y eléctricos,

1 cumpliendo con los requerimientos técnicos y de pruebas de la norma IEC 60947-100 en  
2 su última versión. En cualquier caso, se debe garantizar que el interruptor cuente con una  
3 bobina de cierre y dos (2) bobinas de apertura, cada una de las cuales debe alimentarse  
4 con un circuito DC independiente con su respectiva protección (fusible o MCB). El esquema  
5 de disparo redundante debe alinearse con alguno de los métodos de inicio del esquema de  
6 falla interruptor expuestos en la sección 7.6 de la norma IEEEC37.119-2016.

7  
8 **Requisitos Generales:** Los armarios y gabinetes deberán tener como mínimo el grado de  
9 protección IP54 de acuerdo con IEC 60947-1 o su equivalente en ANSI, el mecanismo de  
10 operación será tipo resorte. No se permitirán fuentes centralizadas de aire comprimido o  
11 aceite para ninguno de los interruptores. Los circuitos de fuerza y control deben ser  
12 totalmente independientes.

13  
14 **Pruebas de rutina:** Los interruptores deben ser sometidos a las pruebas de rutina  
15 establecidas en la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en ANSI. Copia de los  
16 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines pertinentes de la  
17 Interventoría.

18  
19 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
20 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre interruptores iguales o similares a los  
21 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en  
22 ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas  
23 pruebas a su costa.

24  
25 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las  
26 condiciones de estado y funcionamiento de los interruptores de Potencia.

## 27 28 **5.5.2 Descargadores de Sobretensiones**

29  
30 Los descargadores de sobretensiones, deben cumplir las prescripciones de la última edición  
31 de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a  
32 suministrar

- 33 • IEC 60099-4: "Surge Arrester. Part 4: Metal oxide surge arresters without gaps for  
34 a.c. systems"
- 35 • IEC 61264: "Ceramic pressurized hollow insulators for high-voltage switchgear and  
36 controlgear".

37  
38 **Pruebas de rutina:** Los descargadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina  
39 establecidas en la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en ANSI. Copia de los  
40 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la  
41 Interventoría.

1  
2 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
3 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre descargadores iguales o similares a los  
4 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en  
5 ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas  
6 pruebas a su costa.

7  
8 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las  
9 condiciones de estado y funcionamiento de los descargadores.

### 10 **5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra**

11  
12  
13 Los Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra, deben cumplir las prescripciones  
14 de la última edición de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al  
15 tipo de equipo a suministrar:

- 16
- 17 • IEC 62271-102: "Alternating current disconnectors and earthing switches", o su  
18 equivalente en ANSI.
- 19 • IEC 60273: "Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with  
20 nominal voltages greater than 1000 V".
- 21 • IEC 60694 "Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear  
22 standards".
- 23

24 Los seccionadores podrán ser de accionamiento tripolar y deberán poseer mecanismos de  
25 operación manual y motorizado, dispuestos en gabinetes de acero galvanizado o aluminio,  
26 con grado de protección IP54. El mecanismo de operación deberá ser suministrado con  
27 contactos auxiliares, eléctricamente independientes y deberá contar con un sistema de  
28 condena que evite la operación eléctrica y mecánica.

29  
30 El control del mecanismo de operación podrá ser operado local o remotamente y el modo  
31 de operación se podrá realizar mediante un selector de tres posiciones: LOCAL-  
32 DESCONECTADO-REMOTO. La operación local se realizará mediante dos pulsadores:  
33 CIERRE y APERTURA. El mecanismo de operación debe tener claramente identificadas  
34 las posiciones de cerrado (I) y abierto (O).

35  
36 Para los seccionadores con cuchilla de puesta a tierra, se deberá suministrar un  
37 enclavamiento eléctrico y mecánico que no permita cerrar el seccionador mientras la  
38 cuchilla de puesta a tierra esté cerrada.

39  
40 **Pruebas de rutina:** Los seccionadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina  
41 establecidas en la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en ANSI. Copia de los

1 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la  
2 Interventoría.

3  
4 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
5 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre seccionadores iguales o similares a los  
6 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en  
7 ANSI, si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas  
8 pruebas a su costa.

9  
10 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las  
11 condiciones de estado y funcionamiento de los seccionadores.

#### 12 13 **5.5.4 Transformadores de Tensión**

14  
15 Los Transformadores de Tensión deben cumplir las prescripciones de la última edición de  
16 las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al tipo de equipo a  
17 suministrar:

- 18 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su  
19 equivalente en ANSI.
- 20 • IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"
- 21 • Publicación IEC 60186, "Voltaje Transformers", IEC 60358, "Coupling capacitor and  
22 capacitor dividers".
- 23 • Publicación IEC-61869-1/3/5: "Inductive/capative Voltage Transformers".
- 24 • IEC 60296: "Specification for unused mineral insulating oils for transformers and  
25 switchgear"
- 26
- 27

28 Los transformadores de tensión deben ser del tipo divisor capacitivo, para conexión entre  
29 fase y tierra. La precisión de cada devanado debe cumplirse sin la necesidad de utilizar  
30 cargas externas adicionales. La precisión, deberá ser según normas IEC o su equivalente  
31 en ANSI, y específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución  
32 CREG 025 de 1995, en su última revisión.

33  
34 **Pruebas de rutina:** Los transformadores de tensión deben ser sometidos a las pruebas de  
35 rutina establecidos en la publicación IEC 60186, sección 5 y 25, IEC 60358 cláusula 7.1. o  
36 su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser  
37 presentados para fines pertinentes de la Interventoría.

38  
39 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
40 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de tensión iguales o  
41 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60186, sección

1 4 y 24 e IEC 60358, cláusula 6.2, o sus equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone  
2 de estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

3  
4 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las  
5 condiciones de estado y funcionamiento de los Transformadores de Tensión.

### 6 7 **5.5.5 Transformadores de Corriente**

8  
9 Los Transformadores de Corriente deben cumplir las prescripciones de la última edición de  
10 las siguientes normas, o su equivalente en ANSI, según se aplique al tipo de equipo a  
11 suministrar:

- 12
- 13 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su
- 14 equivalente en ANSI.
- 15 • IEC 60044-1: "Current Transformers".
- 16 • IEC-61869-1/2: "Current Transformers: General requirements".
- 17

18 Los transformadores de corriente deben ser de relación múltiple con cambio de relación en  
19 el secundario. Deben tener precisión 0.2s, según IEC o su equivalente en ANSI, y  
20 específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG  
21 025 de 1995, en su última revisión.

22  
23 **Pruebas de rutina:** Los transformadores de corriente deben ser sometidos a las pruebas  
24 de rutina establecidos en la publicación IEC 60044-1 e IEC 60044-6 o su equivalente en  
25 ANSI, Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines  
26 pertinentes de la Interventoría.

27  
28 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
29 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de corriente iguales o  
30 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60044-1 e IEC  
31 60044-6, o su equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos  
32 deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

33  
34 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las  
35 condiciones de estado y funcionamiento de los transformadores de corriente.

### 36 37 **5.5.6 Equipo GIS o Híbrido**

38  
39 En caso que el equipo propuesto por el Inversionista sea GIS (Gas Insulated Substations)  
40 o Híbrido, además de cumplir con las normas antes mencionadas, debe cumplirse la  
41 siguiente normatividad:

1  
2 Los equipos componentes de la celda compacta, híbrida o GIS, deberán cumplir con las  
3 características técnicas garantizadas que les aplique de los equipos individuales tal como  
4 lo indicado en estas especificaciones.

- 5  
6
- 7 • Instrument transformer – IEC6189
  - 8 • Insulation Coordination – IEC60071
  - 9 • High voltage switchgear and controlgear - IEC62271
  - 10 • Insulated bushings above 1000V – IEC60137
  - 11 • Partial discharge measurement – IEC60270
  - 12 • Specification and acceptance of new SF6 - IEC60376
  - 13 • Guide for checking SF6 - IEC 60480
  - 14 • Common clauses or HV switchgear and controlgears standards - IEC62271-1
  - 15 • Guide for selection of insulators in respect of pulled conditions - IEC60815-1/2
  - 16 • Cable connections of gas insulated metal-enclosed switchgears – IEC 62271-209
  - 17 • Use and handling SF6 in HV switchgears and controlgears – IEC62271-303
  - 18 • Direct connection between GIS and power transformer - IEC61639

19 El equipo GIS será sometido a pruebas de rutina que consisten en pruebas de alta tensión,  
20 pruebas mecánicas y pruebas de gas.

21  
22 Se deben suministrar certificados de pruebas tipo de pruebas de alta tensión, prueba de  
23 temperatura, prueba de gas y prueba sísmica.

### 24 **5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra**

25  
26  
27 Deberá diseñarse para que en condiciones normales y anormales, no se presente ningún  
28 peligro para el personal situado en cualquier lugar de la subestación, al que tenga acceso.

29  
30 Todos los requerimientos para la malla de tierra de la nueva Subestación y en las  
31 subestaciones existentes (si aplica), estarán de acuerdo a la última revisión de la  
32 publicación IEEE No.80-2013 "Guide for Safety and Alternating Current Substation  
33 Grounding" e IEEE Std. 81-2012 "Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance,  
34 and Earth Surface Potentials of a Grounding System". El diseño, materiales y validación  
35 del sistema de puesta a tierra deberán cumplir con los requerimientos que le apliquen del  
36 artículo 15° del RETIE en su última versión.

37  
38 Todos los elementos sin tensión como equipos, estructuras metálicas expuestas y no  
39 expuestas, accesorios metálicos, aisladores de soporte y otros, se conectarán directamente  
40 a la malla de tierra en el punto más cercano y conveniente, utilizando empalmes de  
41 soldadura exotérmica.

1  
2 La malla de tierra se diseñará para cubrir efectivamente la subestación completa y  
3 garantizar el control de las tensiones de toque y de paso hasta 1,0 m por fuera de la cerca  
4 o malla de cerramiento de la subestación, según requerimiento del RETIE.  
5

6 Para propósitos del diseño final del sistema de tierra el Transmisor realizará los ensayos de  
7 resistividad en el sitio, con el objeto de comprobar la resistividad del terreno, y realizará las  
8 mediciones de resistencia de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto, según  
9 los requerimientos del RETIE en su última versión, de tal manera que se garantice la  
10 seguridad de las personas en torno a la subestación.

### 11 12 **5.5.8 Apantallamiento de la Subestación**

13  
14 El diseño del sistema de apantallamiento de la nueva subestación Carreto 500 kV y de las  
15 subestaciones existentes intervenidas dentro del alcance de la presente Convocatoria  
16 Pública, deberá realizar una evaluación del nivel de riesgo de las instalaciones ante  
17 descargas atmosféricas directas de acuerdo con los procedimientos de la norma  
18 IEC 62305-2 “Protection against lightning – Part 2: Risk management”.  
19

20 El diseño del sistema de apantallamiento deberá considerar elementos captadores de  
21 descargas atmosféricas como cables de guarda y puntas captadoras de material apropiado  
22 para las condiciones ambientales existentes en el sitio, particularmente del nivel cerámico,  
23 y deberá ser verificado según el método electrogeométrico referido en las normas IEC  
24 62305-2 o NTC 4552. Todos los cables de guarda serán aterrizados mediante conductores  
25 bajantes de cobre que se conectarán con la malla de puesta a tierra mediante soldadura  
26 exotérmica. Se deberá garantizar la continuidad de la conexión entre el sistema de  
27 apantallamiento y el sistema de puesta a tierra de la subestación.  
28

29 Las estructuras no conductoras y edificios requerirán un sistema completo de protección  
30 contra descargas atmosféricas, incluyendo puntas captadoras, conductores bajantes y  
31 varillas de puesta a tierra. En general los materiales e instalación del RETIE (artículo 16°),  
32 la Norma IEEE Std. 998, la Norma NTC-4552-1-2-3 y la Norma IEC-62305-2, en su última  
33 versión.  
34

### 35 **5.6 Equipos de Control y Protección**

36  
37 Las siguientes son las características principales que deberán cumplir los equipos de  
38 control y protección:  
39

#### 40 **5.6.1 Sistemas de Protección**

1 Los equipos de protección deberán cumplir con las partes pertinentes establecidas en la  
2 publicación IEC 60255 “*Electrical relays*”, en la IEC 60870 “*Telecontrol equipments and*  
3 *systems*” y en el caso de los registradores de falla, los archivos de datos deberán utilizar el  
4 formato COMTRADE (*Common Format for Transient Data Exchange*), recomendación IEEE  
5 C37.111 o en su defecto, el Inversionista deberá proveer el software que realice la  
6 transcripción del formato del registrador de fallas al formato COMTRADE, o cumplir con las  
7 respectivas normas equivalentes ANSI.

8  
9 El esquema de protección de líneas deberá ser implementado con dos protecciones  
10 principales para líneas de transmisión con principio de operación (diferente algoritmo de  
11 cálculo) o diferente fabricante y medición diferente. El esquema completo deberá consistir  
12 de relés rápidos para emisión y recepción del disparo directo transferido; falla interruptor;  
13 funciones de recierre y verificación de sincronismo, protección de sobretensión; supervisión  
14 del circuito de disparo y registro de fallas. La protección de línea debe dar disparo  
15 monopolar y tripolar e iniciar el ciclo de recierre. Para el caso de Fibra Óptica dedicada  
16 como medio de comunicación para la PPL1 y Fibra Óptica dedicada como medio de  
17 comunicación para la PPL2, se entiende como medio de comunicación para la PPL1, un  
18 cable diferente al del medio de comunicación para la PPL2. Para el caso de Fibra Óptica  
19 dedicada como medio de comunicación para el relé o función de protección distancia ANSI  
20 21/21N, el esquema de comunicación se debe implementar con equipos digitales de  
21 teleprotección conectados directamente a la fibra óptica. Para el caso de Fibra Óptica  
22 multiplexada se entiende como medio de comunicación para la PPL2, un enlace  
23 (trayectoria) independiente del medio de comunicación para la PPL1. Para el caso de Fibra  
24 Óptica multiplexada, el canal de comunicación no deberá de exceder una asimetría de canal  
25 de 5 ms y retardo máximo de 16 ms. Si el medio de comunicación para la protección  
26 diferencial de línea ANSI 87L es multiplexado, éste deberá de ser único y dedicado.

27  
28 En cualquier caso, el esquema de protección de las nuevas líneas debe ser redundante y  
29 definirse considerando el SIR (Source Impedance Ratio), de acuerdo con la metodología  
30 de la norma IEEE Std. C37.113 en su última versión. En caso de que se obtenga un SIR  
31 mayor a 4, será necesario considerar un esquema de protección totalmente selectivo, según  
32 la definición de dicha norma. También deberá garantizar la redundancia de los sistemas y  
33 canales de comunicación asociados con las líneas de transmisión objeto de esta  
34 Convocatoria, utilizando sistemas de comunicación que usen diferentes medios o  
35 tecnologías de envío y recepción de señales de teleprotección en ambos extremos de las  
36 líneas.

37  
38 Para subestaciones nuevas que lo requieran, el Sistema de Protecciones -SP- para las  
39 barras (diferencial de barras) deberá ser redundante con principio de operación diferente  
40 (diferente algoritmo de cálculo) o diferente fabricante. Adicionalmente deberán  
41 seleccionarse de acuerdo con la configuración de la subestación. La alimentación DC de  
42 cada sistema de protección debe ser independiente; las señales de corriente deben ser

1 tomadas, para cada SP, desde núcleos diferentes de los CT's y cada SP de manera  
2 independiente, debe tener la posibilidad de comandar disparo a ambas bobinas de los  
3 interruptores. Los SP diferenciales de barra, deben ser seleccionados considerando las  
4 bahías a construirse objeto de la presente Convocatoria y las ampliaciones futuras que se  
5 instalarán en los espacios de reserva, y deberán permitir la conexión de CT's con diferentes  
6 relaciones de transformación. El inversionista deberá implementar protección diferencial de  
7 barras multizona y de fase segregada para las subestaciones nuevas.

8  
9 Las bahías deberán estar acopladas al esquema de protección diferencial de barras de la  
10 Subestación, que deberá ser un sistema de protección diferencial distribuido que permita el  
11 mantenimiento de cada unidad individualmente con la protección en operación continua.

12  
13 Cada una de las nuevas bahías de línea en la subestación Carreto 500 kV deberá contar  
14 con un módulo de bahía que se acople en operación y mantenimiento a la protección  
15 diferencial de barras existente en la subestación.

16  
17 Los relés de protección, y registradores de fallas deberán ser de estado sólido, de  
18 tecnología numérica o digital. Los relés de protección, y los registradores de fallas deben  
19 incorporar dispositivos de prueba que permitan aislar completamente los equipos de los  
20 transformadores de medida de los circuitos de disparo, polaridades y del arranque de la  
21 protección por falla en interruptor, de tal manera que no se afecte ningún otro equipo de  
22 forma automática sin tener que hacer puentes externos. Los equipos deberán contar con  
23 todos los módulos, tarjetas y elementos que sean necesarios para las labores de búsqueda  
24 de fallas paramétricas de los relés de protección y registradores de fallas.

25  
26 El Interventor verificará e informará a la UPME el cumplimiento de requisitos de las  
27 protecciones según lo solicitado en este Anexo 1 y en la Resolución CREG 025 de 1995,  
28 anexo CC4 y sus modificaciones.

### 29 30 **5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones**

31  
32 La arquitectura del sistema de automatización estará constituida por los subsistemas y  
33 equipos que conforman los niveles 0, 1, 2 y 3 según la siguiente arquitectura:

Nivel	Descripción	Modos de Operación
3	Corresponde a los sistemas remotos de información.	Es la facilidad que debe tener el sistema para ser tele-comandado y supervisado desde el centro de control remoto de acuerdo con las normas del CND.

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	<p>Comunicaciones e interfaces entre niveles 2 y 3. Proporciona la comunicación entre el Sistema de Automatización y los sistemas remotos de información.</p>	<p>La captura de datos y la transmisión de información hacia y desde el sistema remoto deben ser independientes de la IHM de las Subestaciones. Debe ser independiente de cualquier falla en las interfaces de usuario IHM.</p>
2	<p>Corresponde al sistema de procesamiento del Sistema de Automatización, controladores de Subestación, almacenamiento de datos y el IHM, localizados en la sala de control de la Subestación.</p> <p>El sistema de procesamiento del nivel 2 procesa la información de la Subestación para que pueda ser utilizada por el IHM del nivel 2 y pueda ser almacenada para operación, análisis futuros, mantenimiento y generación de reportes.</p>	<p>Corresponde al mando desde las estaciones de operación localizadas en la Subestación. Este es el modo de operación normal para la Subestación atendida. En el IHM se deberán tener despliegues gráficos que muestren en forma dinámica las condiciones de los enclavamientos para cada tipo de maniobra.</p>
	<p>Comunicaciones e Interfaces Nivel 2 y Nivel 1. Corresponde a la red de área local de la Subestación, la cual permite la comunicación entre los equipos de nivel 2, los controladores de Subestación, de bahía y otros IEDs de nivel 1.</p>	
1	<p>Controladores de bahía, que se encargan de la adquisición de datos, cálculos, acciones de control y procesamiento de la información relacionada con los dispositivos en cada campo y sistema de servicios auxiliares de la Subestación. A través del panel frontal de cada controlador de bahía, se debe proporcionar un nivel básico de acceso al personal de operación para la supervisión y control de los equipos de campo asociados al controlador respectivo.</p>	<p>Para el equipo de alta tensión y los servicios auxiliares, los modos corresponden al mando de los equipos de maniobra desde el controlador de bahía a través del panel frontal.</p> <p>Para subestaciones de tipo convencional, se deberá prever la utilización de casetas de patio.</p>

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	<p>Comunicaciones e interfaces Nivel 1 y 0. Corresponde a la comunicación entre los controladores de bahía, los IEDs y al cableado convencional de las señales individuales de entrada y salida asociadas con los equipos de potencia en el patio de la Subestación. Deberá haber integración de las protecciones con el Sistema de Automatización.</p>	
0	<p>Conformado por los equipos de patio (interruptores, seccionadores, transformadores de potencia y de instrumentación, reactores, bancos de capacitores, etc.), por los servicios auxiliares de la Subestación (208/120 Vca, 125 Vcc, grupos electrógenos, inversores, cargadores, equipos, etc.), por los IEDs tales como relés de protección, medidores multifuncionales, registradores de fallas, equipos de monitoreo, cajas de mando de equipos de maniobra y demás.</p>	<p>Corresponde al mando directamente desde las cajas de mando de los interruptores y seccionadores en el conjunto de equipos de potencia de las Subestaciones y para los servicios auxiliares desde sus propios gabinetes.</p> <p>Los medidores multifuncionales deben cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.</p>

### 5.6.2.1 Características Generales

Todos los equipos del sistema de automatización deberán cumplir con las norma IEC.

El Transmisor garantizará que la arquitectura del Sistema de Automatización permita la ampliación a medida que se incremente el número de bahías en la Subestación y que sin cambios fundamentales en su arquitectura, permita cambios en la funcionalidad, hardware y software; también garantizará que el Sistema inter-opere (capacidad de intercambiar y compartir recursos de información) con IEDs de diversos fabricantes, razón por la cual deberán utilizarse protocolos abiertos. El Transmisor garantizará igualmente, que el Sistema de Control ofrezca una respuesta abierta y modular a las necesidades de protecciones, automatismos, control y monitoreo de la subestación. Copia de toda la información relacionada con la arquitectura del Sistema de Automatización y con el Sistema

1 de Control, deberá ser entregada por el Transmisor al Interventor para la verificación de  
2 cumplimiento.

3  
4 Se entiende que todos los elementos auxiliares, equipos y servicios necesarios para la  
5 correcta operación y mantenimiento del sistema de control serán suministrados, sin  
6 limitarse al: hardware, software, GPS, programas para el IHM, trabajos de parametrización  
7 del sistema, etc.

8  
9 La arquitectura del sistema de control deberá estar basada en una red redundante a la cual  
10 se conectan los equipos que soportan las funciones de automatismo, monitoreo, protección  
11 y control. Se destacan las siguientes funciones:

- 12
- 13 • Las redes de comunicación entre los controladores de bahía deberán ser de
- 14 protocolo, que resulte compatible con las comunicaciones existentes.
- 15 • La arquitectura del sistema estará compuesta de equipos, que deben permitir:
- 16 ○ Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos
- 17 entre equipos vía la red.
- 18 ○ Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y
- 19 Automatización de la Subestación.
- 20 • La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes
- 21 funciones:
- 22
- 23 ○ Gestión de las bases de datos del sistema.
- 24 ○ Permitir la integración de elementos futuros.
- 25 ○ Implementación de herramientas de seguridad y administración.
- 26 ○ Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la
- 27 explotación normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema
- 28 sin perturbar ni detener el sistema.
- 29 ○ Mantenimiento de cada equipo.
- 30 ○ Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las
- 31 protecciones del sistema.
- 32

33 Los IED de protección, los controladores de bahía, los controladores de Subestación y/o  
34 computadores del IHM deberán permitir la transmisión de información entre la Subestación  
35 y el CND o el centro de control remoto del Inversionista (sean funciones de control,  
36 visualización o de mantenimiento). El Inversionista es responsable por utilizar los protocolos  
37 de comunicación que el CND le exija y en general, todos los costos de implementación y  
38 coordinación de información a intercambiar con el CND son responsabilidad del  
39 Inversionista.

40

1 Las funcionalidades siguientes deben ser garantizadas por los controladores de  
2 Subestación:

- 3
- 4 • Transmisión de comandos del centro de control remoto hacia los equipos de la
- 5 Subestación.
- 6 • Sincronización satelital de todos los equipos de los sistemas de control,
- 7 protecciones y registro de fallas de la Subestación a través de una señal de
- 8 sincronización proveniente de un reloj GPS.
- 9 • Recuperación de información proveniente de los equipos hacia el centro de control
- 10 remoto (mediciones, alarmas, cambios de estado, etc.).
- 11

12 Los equipos a instalar deben ser compatibles con los controladores de Subestación para el  
13 correcto envío de información hacia centros de control externos, Centro Nacional de  
14 Despacho CND y recibir los comandos aplicables enviados desde dichos centros. En este  
15 aspecto, el Inversionista será el único responsable de suministrar y hacer operativos los  
16 protocolos de comunicaciones necesarios para integrar la Subestación con el CND.

### 17 **5.6.3 Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales**

18

19

20 En subestaciones nuevas deben instalar unidades de medición fasorial -PMU- para cada  
21 bahía (línea, transformación o compensación, etc) objeto de la presente Convocatoria, y en  
22 configuración interruptor y medio se deberá garantizar un PMU por corte, incluyendo el corte  
23 central. Deberá tener entradas de corriente independiente por bahía o corte instalado.

24

25 Estos equipos tomarán las señales de tensión y corriente de los núcleos de medida  
26 (circuitos de instrumentación). La unidad de medición fasorial podrá ser implementada en  
27 un equipo multifuncional, siempre y cuando este no comparta funciones de protección o  
28 circuitos de protección. La implementación podrá realizarse con equipos que integren  
29 sincronización, digitalización y procesamiento en un mismo dispositivo, o con unidades  
30 procesadoras centralizadas y periféricos distribuidos. En el caso de que la subestación no  
31 cuente con casetas en el patio, las PMUs deberán instalarse en los tableros de las  
32 correspondientes bahías.

33

34 Deberá existir un tablero independiente para concentrar la información sincrofásorial, en  
35 donde el operador nacional instalará un concentrador de datos fasoriales -PDC- y otros  
36 dispositivos asociados. El tablero suministrado por el inversionista deberá estar provisto de  
37 servicios de energía con las mismas características de los tableros de control de la  
38 Subestación. El inversionista deberá permitir al operador nacional las labores de gestión y  
39 mantenimiento de los equipos instalados en este tablero.

40

1 La comunicación entre las PMU y el PDC será provistas y mantenidas por el inversionista,  
2 a través de una red de comunicación redundante local y deberá permitir el intercambio de  
3 información con la red del sistema de control a través de los mecanismos de seguridad  
4 apropiados. Esta red deberá ser independiente de la red de gestión de protecciones, pues  
5 sobre la primera el operador nacional deberá poder tener acceso remoto para gestionar las  
6 PMU. La comunicación desde la Subestación (o desde el PDC) hacia el sistema que  
7 disponga el operador nacional, será responsabilidad de este último, según lo establecido  
8 en la resolución CREG 080 de 1999.

9  
10 Las unidades de medición fasorial sincronizada deben cumplir con el estándar más reciente  
11 IEEE C37.118 o aquel que lo reemplace en el momento de su adquisición. Estos equipos  
12 deberán contar con la capacidad de ser actualizados cuando la norma IEEE de medición  
13 fasorial sea revisada.

14  
15 Los medidores multifuncionales deben tomar sus señales de los transformadores de  
16 medida, para determinación de parámetros eléctricos tales como: tensión, corriente,  
17 potencia activa, potencia reactiva, energía activa, factor de potencia y frecuencia. Deben  
18 contar con emisor de impulsos o un sistema de registro comunicado con niveles superiores.  
19 Deben cumplir con todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de  
20 1995, en su última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.

#### 21 22 **5.6.4 Controladores de Bahía**

23  
24 Los controladores de bahía son los encargados de recibir, procesar e intercambiar  
25 información con otros equipos de la red, deben ser multifuncionales y programables. Los  
26 controladores de bahía deben ser compatibles con los estándares EMC y aptos para  
27 aplicación en subestaciones eléctricas de alta y extra alta tensión; el Inversionista deberá  
28 presentar al Interventor los certificados de pruebas que lo avalen.

29  
30 A partir de entradas/salidas, el equipo podrá manejar la lógica de enclavamientos y  
31 automatismos de la bahía, por lo que en caso necesario deben tener capacidad de  
32 ampliación de las cantidades de entradas y salidas instaladas en el equipo para cubrir los  
33 requerimientos de la bahía que controlan. Los controladores de bahía deben contar con un  
34 diagrama mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes funcionalidades como mínimo:

- 35
- 36 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del
- 37 proceso.
- 38 • Despliegue de alarmas.
- 39 • Despliegue de eventos.
- 40 • Despliegue de medidas de proceso de la bahía.
- 41 • Control local (Nivel 1) de los equipos que forman parte de la bahía.

- 1       • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de  
2 función.  
3       • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.  
4

5 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos  
6 para la comunicación.

7 Estos equipos también deberán ser capaces de recibir una señal de sincronización horaria  
8 para hacer el estampado de tiempo al momento de recibir un evento.  
9

### 10       **5.6.5       Controlador de los Servicios Auxiliares**

11

12 Debe ser diseñado, probado y ampliamente utilizado en subestaciones de alta tensión.  
13 Debe permitir la medida, supervisión y control de los servicios auxiliares del Proyecto y  
14 contar con los mismos protocolos del controlador de bahía.

15 Debe preparar y enviar la información asociada con los servicios auxiliares a la interfaz IHM  
16 y a los niveles superiores. Debe integrarse al sistema de control de la Subestación y estar  
17 sincronizados con todos los dispositivos de la Subestación. El controlador de servicios  
18 auxiliares debe contar con un mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes  
19 funcionalidades como mínimo:  
20

- 21       • Despliegue del diagrama mímico de la bahía.  
22       • Despliegue de alarmas.  
23       • Despliegue de eventos.  
24       • Despliegue de medidas de tensión y de corriente.  
25       • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de  
26 función.  
27       • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.  
28

29 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos  
30 para la comunicación.  
31

### 32       **5.6.6       Switches**

33

34 Los switches o concentradores de datos de la red de control, deberán ser adecuados para  
35 operar en ambientes industriales y cumplir sin limitarse a ello, con los siguientes requisitos:

- 36       • Deberán cumplir con IEEE 1613 standard - "error free" networking device.  
37       • Deberán cumplir con IEC 61850-3 standard for networks in substations.  
38       • Deberá incluir las siguientes características de red:  
39           ○ IEEE 802.1d, message prioritization y rapid spanning tree en MAC Bridges  
40           ○ IEEE 802.1q VLAN  
41       • Deberán tener funciones de administración SNMP v2 y RMON.

- Deberán soportar las condiciones de estabilidad bajo las condiciones de prueba descritas en las normas IEC 60068-2-6 e IEC 60068-2-27.
- En caso de alguna discrepancia en las normas antes mencionadas, prevalecerá la más exigente.

Los switches suministrados deberán contar con el número de puertos suficientes para conectar todos los equipos de las redes, tanto los equipos de control, como los de protección y medida.

### **5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1**

Para la interconexión de los equipos se requieren comunicaciones digitales, así: La red local de comunicaciones para control y supervisión de la Subestación se debe conformar para que sea inmune electromagnéticamente, que posea suficiente rigidez mecánica para ser tendido en la Subestación, con protección no metálica contra roedores, con chaqueta retardante a la llama, con conectores, marquillas, terminales, amarres y demás accesorios de conexión, según diseño detallado a cargo del Inversionista.

La red debe incluir todos los transductores, convertidores, amplificadores y demás accesorios requeridos para la adecuada conexión y comunicación de todos los equipos distribuidos en la Subestación.

La comunicación de todos los equipos como controladores de bahía, IEDs, registradores de eventos con el controlador de la Subestación debe ser redundante y con autodiagnóstico en caso de interrupción de una cualquiera de las vías.

### **5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2**

#### **5.6.8.1 Controlador de la Subestación**

Es un computador industrial, de última tecnología, robusto, apto para las condiciones del sitio de instalación, programable, que adquiere toda la información para supervisión y control de la Subestación proveniente de los dispositivos electrónicos inteligentes, la procesa, la evalúa, la combina de manera lógica, le etiqueta tiempos, la almacena y la entrega al Centro Nacional de Despacho, CND, de acuerdo con la programación realizada en ella y al sistema de supervisión de la Subestación o a otros IED's que dependen de ella. La información requerida para realizar la supervisión remota, se enviará por enlaces de comunicaciones.

Adicionalmente el controlador de la Subestación, debe centralizar información de los relés de protección, los registradores de fallas y los medidores multifuncionales, conformando la

1 red de ingeniería de la Subestación, la cual debe permitir acceso local y remoto para  
2 interrogación, configuración y descarga de información de los relés, de los registradores de  
3 fallas y los medidores multifuncionales. Deben suministrarse todos los equipos, accesorios,  
4 programas y bases de datos requeridos para implementar un sistema de gestión de  
5 protecciones y registradores de fallas para la Subestación.

### 6 7 **5.6.8.2 Registradores de Fallas**

8  
9 Los registradores de falla deberán programarse de manera que al ocurrir una falla, la  
10 descarga del archivo con los datos de la falla, se realice automáticamente a un equipo de  
11 adquisición, procesamiento y análisis, en el cual se realizará la gestión de los registros de  
12 falla provenientes de equipos instalados en las bahías del Proyecto, incluyendo  
13 almacenamiento, despliegue, programación e interrogación remota, cumpliendo con lo  
14 establecido en el Código de Redes CREG 025 de 1995, en su última revisión.

### 15 16 **5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación**

17  
18 El sistema de supervisión local debe efectuar el monitoreo y control del proceso a través de  
19 una IHM conformada básicamente por computadores industriales y software tipo SCADA.  
20 Las pantallas o monitores de IHM deben ser suficientemente amplias para mostrar la  
21 información del proceso.

22  
23 Toda la información, se debe desplegar, almacenar, filtrar, imprimir en los mismos  
24 dispositivos suministrados con el sistema de medida, control y supervisión de la  
25 Subestación, la cual debe tener como mínimo las siguientes funciones:

- 26  
27
- 28 • Adquisición de datos y asignación de comandos.
  - 29 • Auto-verificación y auto-diagnóstico.
  - 30 • Comunicación con el CND.
  - 31 • Comunicación con la red de área local.
  - 32 • Facilidades de mantenimiento.
  - 33 • Facilidades para entrenamiento.
  - 34 • Función de bloqueo.
  - 35 • Función de supervisión.
  - 36 • Funciones del Controlador de Subestación a través del IHM.
  - 37 • Guía de operación.
  - 38 • Manejo de alarmas.
  - 39 • Manejo de curvas de tendencias.
  - 40 • Manejo de mensajes y consignas de operación.
  - 41 • Marcación de eventos y alarmas.
  - Operación de los equipos.

- 1 • Programación, parametrización y actualización.
- 2 • Reportes de operación.
- 3 • Representación visual del proceso mediante despliegues de los equipos de la
- 4 Subestación, incluidos los servicios auxiliares y las redes de comunicaciones.
- 5 • Secuencia de eventos.
- 6 • Secuencias automáticas.
- 7 • Selección de los modos de operación, local, remoto y enclavamientos de operación.
- 8 • Supervisión de la red de área local.

### 10 **5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones**

11  
12 Son los indicados en el Anexo CC3 del Código de Conexión, resolución CREG 025 de 1995,  
13 en su última revisión.

### 15 **5.7 Obras Civiles**

16  
17 Estará a cargo del Inversionista la construcción de las obras descritas en el numeral 2 del  
18 presente Anexo 1, con el siguiente alcance:

- 19  
20 • Diseño y construcción de todas las obras civiles incluyendo, entre otras, la
- 21 construcción o mejora de las vías de acceso y la construcción o ampliación del
- 22 edificio de control.
- 23 • Todas las actividades relacionadas con la gestión ambiental, deben cumplir con los
- 24 requerimientos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Proyecto, el
- 25 cual también está a cargo del Transmisor.
- 26 • Todos los diseños de las obras civiles deben cumplir con los requisitos establecidos
- 27 en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.

28  
29 El Interventor conceptuará para la UPME y hará seguimiento al cumplimiento de los  
30 aspectos regulatorios, el RETIE y las normas legales aplicables a los diseños para  
31 construcción de las obras civiles. Únicamente se podrá realizar obra civil con base en planos  
32 de construcción previamente aprobados. El Interventor informará a la UPME y hará el  
33 seguimiento correspondiente al cumplimiento de las normas técnicas. El Transmisor deberá  
34 presentarle al Interventor la siguiente información:

- 35  
36 • Memorias de cálculo que soporten los diseños.
- 37 • Planos de construcción completamente claros, con secciones, detalles completos,
- 38 listas y especificaciones de los materiales para la ejecución de las obras.
- 39 • Una vez finalizadas las obras debe actualizarse los planos de construcción y
- 40 editarse la versión denominada “tal como construido” que incluye las modificaciones
- 41 hechas en campo verificadas por el Interventor.

1  
2 **5.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento**  
3

4 En los edificios a cargo del Inversionista o en las adecuaciones a lo existente, se deberá  
5 diseñar, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la instalación de puntas  
6 tipo Franklin, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la construcción de  
7 la red de puesta a tierra del apantallamiento electromagnético tales como bajantes, platinas  
8 de cobre, varillas de puesta a tierra y redes de tierra.  
9

10 Los diseños y la instalación son responsabilidad del Inversionista. La malla de puesta a  
11 tierra del proyecto debe ser en cable de cobre suave, electrolítico, desnudo, recocido, sin  
12 estañar, trenzado en capas concéntricas. La malla de tierra, deberá ser diseñada siguiendo  
13 los lineamientos de la norma ANSI/IEEE Std 80 y Std 81 tal que garanticen la seguridad del  
14 personal, limitando las tensiones de toque y paso a valores tolerables. Adicionalmente,  
15 tanto la malla de puesta a tierra como el sistema de apantallamiento deberán cumplir con  
16 los requerimientos técnicos de diseño e implementación, que le apliquen, según los  
17 artículos 15° y 16° del RETIE, respectivamente, en especial en cuanto a materiales e  
18 interconexión.  
19

20 **6. ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO**  
21

22 **6.1 Pruebas y Puesta en Servicio**  
23

24 Todos los equipos suministrados y montados deben ser sometidos a pruebas de campo  
25 tanto de aceptación para recepción, como individuales, funcionales, de puesta en servicio  
26 y de energización de acuerdo con lo especificado por los fabricantes, la normatividad CREG  
27 vigente, los requisitos del Centro Nacional de Despacho CND y los acuerdos del Consejo  
28 Nacional de Operación C.N.O, en particular el Acuerdo 646 de 2013 o aquel que lo sustituya  
29 o reemplace.  
30

31 Los registros de todas las pruebas (aceptación para recepción, individuales, funcionales,  
32 de puesta en servicio y de energización) se consignarán en “Protocolos de Pruebas”  
33 diseñados por el Transmisor de tal forma que la Interventoría, pueda verificar el  
34 cumplimiento de los requisitos de la Regulación vigente y de las normas técnicas; por  
35 ejemplo: que se cumplen los enclavamientos y secuencias de operación tanto de alta  
36 tensión como de servicios auxiliares, que los sistemas de protección y control cumplen con  
37 la filosofía de operación en cuanto a polaridades, acciones de protecciones y demás.  
38

39 **Pruebas de puesta en servicio:** El Transmisor debe efectuar las siguientes pruebas como  
40 mínimo, pero sin limitarse a estas y cumpliendo con el código de redes y los requerimientos  
41 del CND, vigentes:  
42

- 1 • Direccionalidad de las protecciones de línea.
- 2 • Medición y obtención de los parámetros y las impedancias de secuencia de las líneas
- 3 asociadas.
- 4 • Fallas simuladas monofásicas, trifásicas, cierre en falla con el fin de verificar el correcto
- 5 funcionamiento de las protecciones, registro de fallas, telecomunicaciones, gestión de
- 6 protecciones.
- 7 • Pruebas de conexión punto a punto con el CND.

8  
9 **Pruebas de energización:** El Transmisor será responsable por la ejecución de las pruebas  
10 de energización. Los Protocolos de las pruebas de energización deben ser verificados para  
11 los fines pertinentes por la Interventoría.

## 12 **6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio**

13 La información requerida por CND para la puesta en servicio del Proyecto es la siguiente:

- 14
- 15
- 16
- 17 • Presentación del Proyecto al Centro Nacional de Despacho CND.
- 18 • Formatos con información técnica preliminar para la realización de estudios.
- 19 • Diagrama Unifilar.
- 20 • Estudio de ajuste y coordinación de protecciones de los equipos y el área de influencia
- 21 del Proyecto. El área de influencia definida para el estudio de ajuste y coordinación de
- 22 protecciones, de este proyecto, deberá ser acordada con el CND.
- 23 • Lista disponible de señales de SCADA y requerimiento de comunicaciones.
- 24 • Cronograma de desconexiones y consignaciones.
- 25 • Cronograma de pruebas.
- 26 • Protocolo y formatos para la declaración de los parámetros del equipo y sus bahías con
- 27 información definitiva.
- 28 • Protocolo de energización.
- 29 • Inscripción como agente y de la frontera comercial ante el ASIC.
- 30 • Certificación de cumplimiento de código de conexión otorgado por el propietario del
- 31 punto de conexión.
- 32 • Carta de declaración en operación comercial.
- 33 • Formatos de Información técnica. Los formatos son corrientemente elaborados y
- 34 actualizados por el CND.
- 35

## 36 **7 ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN**

37  
38 Según el Código de Operación del Sistema Interconectado Nacional (Resolución CREG  
39 025 de 1995 y sus actualizaciones) y otra regulación de la CREG que sea aplicable.  
40

1 **8 INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO**

2

3 Antes de que termine el contrato de interventoría, el Transmisor debe entregar al Interventor  
4 un documento con la información detallada para el planeamiento, según lo requiere el  
5 Código de Planeamiento en sus apéndices, para que éste se la entregue a la UPME.

6

7 **9 INFORMACIÓN ESPECÍFICA**

8

9 Información específica referente a la Convocatoria Pública, recopilada por la UPME, como  
10 costos de conexión, datos técnicos y planos, etc, serán suministrados por la UPME en  
11 formato digital en lo posible a través de su página WEB junto con los presentes DSI o a  
12 solicitud de los Interesados, mediante carta firmada por el Representante Legal o el  
13 Representante Autorizado, indicando domicilio, teléfono, fax y correo electrónico. Dicha  
14 información deberá ser tomada por los Inversionistas como de referencia; mayores detalles  
15 requeridos será su responsabilidad consultarlos e investigarlos.

16

17 **10 FIGURAS**

18

19 La siguiente es la lista de figuras referenciadas en este documento:

20

21 Figura 1 - Diagrama Esquemático del Proyecto.

22

23 Figura 2 - Diagrama Unifilar Subestación Carreto 500 kV.