

1  
2  
3 **ANEXO 1**  
4  
5  
6  
7  
8  
9

10 **DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO**  
11  
12  
13  
14  
15

16 **CONVOCATORIAS PÚBLICAS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN REGIONAL – STR**  
17

18 **UPME STR 02 – 2018**  
19

20  
21 **(UPME STR 02 – 2018)**  
22  
23  
24

25 **SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO,**  
26 **ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y**  
27 **MANTENIMIENTO DEL SEGUNDO CIRCUITO ALTAMIRA – FLORENCIA –**  
28 **DONCELLO 115 kV Y BAHÍAS ASOCIADAS EN LOS DEPARTAMENTOS DE HUILA Y**  
29 **CAQUETÁ**  
30  
31  
32  
33

34 **DOCUMENTOS DE SELECCIÓN DEL INVERSIONISTA STR**  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43

**Bogotá D. C., marzo de 2018**

## ÍNDICE

1		
2		
3		
4	<b>1. CONSIDERACIONES GENERALES.....</b>	<b>4</b>
5	1.1 Requisitos Técnicos Esenciales .....	4
6	1.2 Definiciones .....	5
7	<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>5</b>
8	<b>2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones:.....</b>	<b>7</b>
9	2.1.1 En subestación Altamira 115 kV .....	7
10	2.1.2 En subestación Florencia (Centro) 115 kV .....	8
11	2.1.2 En subestación Doncello 115 kV.....	9
12	<b>2.2 Puntos de Conexión del Proyecto .....</b>	<b>9</b>
13	2.2.1 En subestación Altamira 115 kV .....	10
14	2.2.2 En subestación Florencia (Centro) 115 kV .....	10
15	2.2.3 En subestación Doncello 115 kV.....	11
16	<b>3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES.....</b>	<b>12</b>
17	3.1 Parámetros del Sistema .....	12
18	3.2 Nivel de Corto Circuito .....	13
19	3.3 Materiales .....	13
20	3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible.....	13
21	3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión .....	13
22	3.6 Pruebas en Fábrica .....	14
23	<b>5. ESPECIFICACIONES PARA LAS SUBESTACIONES .....</b>	<b>25</b>
24	5.1 General.....	25
25	5.1.1 Predio de las subestaciones .....	25
26	5.1.2 Espacios de Reserva.....	28
27	5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes.....	28
28	5.1.4 Servicios Auxiliares.....	29
29	5.1.5 Infraestructura y Módulo Común.....	29
30	5.2 Normas para Fabricación de los Equipos .....	30
31	5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos .....	30
32	5.4 Procedimiento General del Diseño .....	31
33	5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica.....	32
34	5.4.2 Los documentos de la Ingeniería de Detalle.....	35
35	5.4.3 Estudios del Sistema.....	39
36	5.4.4 Distancias de Seguridad .....	40
37	5.5 Equipos de Potencia .....	40
38	5.5.1 Interruptores.....	40
39	5.5.2 Descargadores de Sobretensión .....	41
40	5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra .....	41
41	5.5.4 Transformadores de Tensión .....	42
42	5.5.5 Transformadores de Corriente .....	43
43	5.5.6 Equipo GIS o Híbrido .....	44

1	5.5.7	Sistema de puesta a tierra.....	44
2	5.5.8	Apantallamiento de la Subestación .....	45
3	5.6	Equipos de Control y Protección .....	45
4	5.6.1	Sistemas de Protección.....	45
5	5.6.2	Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones .....	46
6	5.6.2.1	Características Generales.....	48
7	5.6.3	Medidores multifuncionales.....	50
8	5.6.4	Controladores de Bahía .....	50
9	5.6.5	Controlador de los Servicios Auxiliares .....	51
10	5.6.6	Switches.....	51
11	5.6.7	Interfaz Nivel 2 - Nivel 1 .....	52
12	5.6.8	Equipos y Sistemas de Nivel 2 .....	52
13	5.6.9	Requisitos de Telecomunicaciones .....	54
14	5.7	Obras Civiles.....	54
15	5.8	Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento .....	54
16	<b>6</b>	<b>ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO .....</b>	<b>55</b>
17	6.1	Pruebas y Puesta en Servicio .....	55
18	6.2	Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio .....	56
19	<b>7</b>	<b>ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN.....</b>	<b>56</b>
20	<b>8</b>	<b>INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO .....</b>	<b>56</b>
21	<b>9</b>	<b>INFORMACIÓN ESPECÍFICA.....</b>	<b>56</b>
22	<b>10</b>	<b>FIGURAS.....</b>	<b>57</b>
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			

## ANEXO 1

### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Las expresiones que figuren en mayúsculas y negrita, que no se encuentren expresamente definidas en el presente documento, tendrán el significado que se les atribuye en los Documentos de Selección del Inversionista STR de las Convocatorias Públicas UPME STR 02 – 2018.

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 STR, 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 STR, los aplicables en el Código de Redes de la CREG (Resolución CREG 025 de 1995 y sus actualizaciones) 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 Inversionista seleccionado 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 STR, 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, Capítulo II, Requisitos Técnicos Esenciales, para el Proyecto será obligatorio que los trabajos deban contar con un diseño, efectuado por el profesional o profesionales legalmente competentes

1 para desarrollar esta actividad como se establece en el Artículo 10 del RETIE de la fecha  
2 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 Inversionista seleccionado y aprobado por la UPME,  
10 la última de estas revisiones o actualizaciones, en cada uno de los aspectos requeridos,  
11 primará sobre 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 STR - DSI.  
17

## 19 **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

20  
21 El Proyecto consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, instalación,  
22 pruebas, puesta en servicio, operación y mantenimiento de las siguientes obras:  
23

- 24 i. Una (1) nueva bahía de línea a 115 kV, en configuración barra sencilla, en la  
25 Subestación Altamira 115 kV, para la conexión de la línea Altamira – Florencia 115  
26 kV.
- 27 ii. Dos (2) nuevas bahías de línea a 115 kV, en configuración barra sencilla, en la  
28 Subestación Florencia 115 kV. Una de las bahías es para la línea Altamira –  
29 Florencia 115 kV y la otra para la línea Florencia – Doncello 115 kV.
- 30 iii. Una (1) nueva bahía de línea a 115 kV, en configuración barra sencilla, en la  
31 Subestación Doncello 115 kV, para la conexión de la Línea Florencia – Doncello 115  
32 kV.
- 33 iv. Una (1) línea a 115 kV desde la subestación Altamira 115 kV hasta la subestación  
34 Florencia 115 kV, con una longitud de 55 km aproximadamente.
- 35 v. Una (1) línea a 115 kV desde la subestación Florencia 115 kV hasta la subestación  
36 Doncello 115 kV, con una longitud de 60 km aproximadamente.
- 37 vi. Extensión del barraje a 115 kV (en caso de ser necesario) y/o conexiones al mismo,  
38 que se requieran para la instalación de las mencionadas bahías, junto con todos los

- 1 elementos, equipos, obras y adecuaciones mecánicas, civiles, eléctricas, corte y/o  
2 protección, control, medición, y demás necesarios, para su correcto funcionamiento  
3 y el cumplimiento de las normas aplicables.
- 4 vii. En general todos los elementos y adecuaciones tanto eléctricas como físicas  
5 necesarias para cumplir con el objeto de la presente Convocatoria durante la  
6 construcción, operación y mantenimiento de las obras, garantizando siempre su  
7 compatibilidad con la infraestructura existente. Estas acciones incluyen sistemas de  
8 control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, etc, sin limitarse  
9 a estos.

10 **NOTAS:** Las siguientes notas tienen carácter vinculante frente al alcance de la presente  
11 Convocatoria Pública UPME STR 02-2018.

- 12
- 13 a) Los diagramas unifilares de las subestaciones intervenidas por motivo de la  
14 presente Convocatoria Pública hacen parte del Anexo 1. El Inversionista  
15 seleccionado, buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad, podrá  
16 modificar la disposición de los diagramas unifilares previa revisión y concepto del  
17 Interventor, y aprobación por parte de la UPME. Si la propuesta de modificación  
18 presentada involucra o afecta a terceros como otros usuarios o al propietario de la  
19 Subestación (existente o ampliación), deberán establecerse acuerdos previos a la  
20 solicitud.
- 21
- 22 b) Corresponde a los involucrados en las Subestaciones objeto de la presente  
23 convocatoria, llegar a acuerdos para la ubicación y/o disposición física de los  
24 equipos en cada subestación (el Inversionista seleccionado de la presente  
25 convocatoria, Electrohuila S.A. E.S.P. como OR responsable del área y propietario  
26 de la Subestación Altamira 115 kV, al GEB como Adjudicatario de Convocatoria  
27 Pública UPME STR 05-2017 Segundo transformador en Altamira y a Electrocaquetá  
28 S.A. E.S.P. como OR responsable del área y propietario de las Subestaciones  
29 Florencia y Doncello). En cualquier caso, se debe garantizar una disposición de alto  
30 nivel de confiabilidad.
- 31
- 32 c) Todos los equipos o elementos a instalar, por motivo de la presente Convocatoria  
33 Pública UPME STR, deberán ser nuevos, de la mejor calidad, de última tecnología,  
34 fabricados bajo normas internacionales, y contar con sello de fabricación y  
35 certificado de producto RETIE según aplique.
- 36
- 37
- 38 d) Están a cargo del Inversionista seleccionado, todos los elementos necesarios para  
39 la construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo  
40 sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin  
41 limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura

1 existente. En general, el Adjudicatario se debe hacer cargo de las adecuaciones  
2 necesarias para cumplir con el alcance del presente proyecto.  
3

- 4 e) En la página WEB de la presente Convocatoria Pública, se encuentra disponible la  
5 información técnica y costos de conexión remitidos por Electrohuila S.A. E.S.P. con  
6 radicado UPME XXXX, por Electrocaquetá S.A. E.S.P. con radicado UPME XXXX y  
7 por el GEB con radicado UPME XXXX. La información específica relacionada con  
8 estos comunicados (anexos) pueden ser solicitadas en oficinas de la UPME en los  
9 términos señalados en el numeral 9 del presente Anexo 1, sin detrimento a lo  
10 anterior, el Inversionista podrá consultar a los propietarios de la infraestructura de  
11 manera directa. La información suministrada por la UPME no representa ninguna  
12 limitante y deberá ser evaluada por el Inversionista para lo de su interés, en  
13 concordancia con los numerales 5.5., Independencia del Proponente, y 5.6.,  
14 Responsabilidad, de los DSI de la presente Convocatoria Pública.  
15

## 16 **2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones:**

### 17 **2.1.1 En subestación Altamira 115 kV**

18 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la adquisición del lote (en caso de  
19 ser necesario), del diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras  
20 descritas en el numeral 2.  
21

22 La bahía de línea 115 kV a instalar deberá mantener la misma configuración de la  
23 Subestación Altamira 115 kV. Los equipos a instalar podrán ser convencionales o GIS  
24 (tomado de la primera letra del nombre en inglés "Gas Insulated Substations"  
25 Subestaciones aisladas en gas SF6) o una solución híbrida, de tipo exterior o interior según  
26 el caso, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos  
27 establecidos en los DSI.  
28

29 El Inversionista seleccionado, resultante de la presente Convocatoria Pública, deberá  
30 hacerse cargo de la extensión del barraje (de ser necesario), para la conexión de la nueva  
31 bahía objeto de la presente Convocatoria, junto con los equipos de protección y  
32 adecuaciones físicas y eléctricas necesarias. Toda la infraestructura utilizada para ampliar  
33 el barraje, deberá tener una capacidad de corriente, y demás características técnicas, igual  
34 o superior al barraje existente donde se conecta.  
35

36 Se deberán acordar las condiciones para acceder al uso del terreno en el Contrato de  
37 Conexión con el dueño de la subestación Altamira 115 kV, así como para el uso del edificio  
38 de control propiedad de Electrohuila S.A. E.S.P. y la conexión a los servicios auxiliares de  
39 las nuevas instalaciones. El Adjudicatario de esta convocatoria, deberá realizar la  
40 adecuación del terreno necesaria para desarrollar el alcance descrito en el numeral 2 de  
41 este documento. La adecuación del terreno incluye la construcción de drenajes y la  
42  
43

1 ampliación de la malla de puesta a tierra existente en el terreno que se adecúe para la  
2 construcción de la nueva bahía.

3  
4 Se debe tener en cuenta que en la subestación Altamira 115 kV, se construirá una bahía  
5 de transformación, objeto de la Convocatoria Pública del STR 05-2017, de tal manera que  
6 la misma no se vea limitada por obras objeto de la presente convocatoria pública STR 02-  
7 2018.

8  
9 Los equipos o elementos a instalar en la Subestación Altamira 115 kV deberán ser  
10 completamente nuevos y de última tecnología.

### 11 12 **2.1.2 En subestación Florencia (Centro) 115 kV**

13  
14 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la adquisición del lote (en caso de  
15 ser necesario), del diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras  
16 descritas en el numeral 2.

17  
18 Las bahías de línea 115 kV a instalar, deberán mantener la misma configuración de la  
19 Subestación existente Florencia 115 kV. Los equipos a instalar podrán ser convencionales  
20 o GIS (tomado de la primera letra del nombre en inglés “Gas Insulated Substations”  
21 Subestaciones aisladas en gas SF6) o una solución híbrida, de tipo exterior o interior según  
22 el caso, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos  
23 establecidos en los DSI.

24  
25 El Inversionista seleccionado, resultante de la presente Convocatoria Pública, deberá  
26 hacerse cargo de la extensión del barraje (de ser necesario), para la conexión de la nueva  
27 bahía objeto de la presente Convocatoria, junto con los equipos de protección y  
28 adecuaciones físicas y eléctricas necesarias. Toda la infraestructura utilizada para ampliar  
29 el barraje, deberá tener una capacidad de corriente, y demás características técnicas, igual  
30 o superior al barraje existente donde se conecta.

31  
32 Se deberán acordar las condiciones para acceder al uso del terreno en el Contrato de  
33 Conexión con el dueño de la subestación Florencia 115 kV, así como para el uso del edificio  
34 de control propiedad de Electrocaquetá S.A. E.S.P. y la conexión a los servicios auxiliares  
35 de las nuevas instalaciones. El Adjudicatario de esta convocatoria, deberá realizar la  
36 adecuación del terreno necesaria para desarrollar el alcance descrito en el numeral 2 de  
37 este documento. La adecuación del terreno incluye la construcción de drenajes y la  
38 ampliación de la malla de puesta a tierra existente en el terreno que se adecúe para la  
39 construcción de la nueva bahía.

40  
41 Los equipos o elementos a instalar en la Subestación Florencia 115 kV deberán ser  
42 completamente nuevos y de última tecnología.

43

### 2.1.2 En subestación Doncello 115 kV

El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la adquisición del lote (en caso de ser necesario), del diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras descritas en el numeral 2.

La bahía de línea 115 kV a instalar deberá mantener la misma configuración de la Subestación existente Doncello 115 kV. Los equipos a instalar podrán ser convencionales o GIS (tomado de la primera letra del nombre en inglés “Gas Insulated Substations” Subestaciones aisladas en gas SF6) o una solución híbrida, de tipo exterior o interior según el caso, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos establecidos en los DSI.

El Inversionista seleccionado, resultante de la presente Convocatoria Pública, deberá hacerse cargo de la extensión del barraje (de ser necesario), para la conexión de la nueva bahía objeto de la presente Convocatoria, junto con los equipos de protección y adecuaciones físicas y eléctricas necesarias. Toda la infraestructura utilizada para ampliar el barraje, deberá tener una capacidad de corriente, y demás características técnicas, igual o superior al barraje existente donde se conecta.

Se deberán acordar las condiciones para acceder al uso del terreno en el Contrato de Conexión con el dueño de la subestación Doncello 115 kV, así como para el uso del edificio de control propiedad de Electrocaquetá S.A. E.S.P. y la conexión a los servicios auxiliares de las nuevas instalaciones. El Adjudicatario de esta convocatoria, deberá realizar la adecuación del terreno necesaria para desarrollar el alcance descrito en el numeral 2 de este documento. La adecuación del terreno incluye la construcción de drenajes y la ampliación de la malla de puesta a tierra existente en el terreno que se adecúe para la construcción de la nueva bahía.

Los equipos o elementos a instalar en la Subestación Doncello 115 kV deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.

### 2.2 Puntos de Conexión del Proyecto

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

Cuando el Transmisor considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura existente (independientemente del nivel tensión), deberá informar al Interventor y acordar

1 estas modificaciones en el contrato de conexión con el responsable y/o propietario de los  
2 activos relacionados. Estas modificaciones estarán a cargo del Transmisor.

### 3 4 **2.2.1 En subestación Altamira 115 kV**

5  
6 Electrohuila S.A. E.S.P., es el Operador de Red del área y propietario de la subestación  
7 Altamira 115 kV.

8  
9 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Subestación  
10 Altamira 115 kV, es el barraje a dicho nivel de tensión.

11  
12 Actualmente el GEB adelanta actividades en la subestación en el marco de la Convocatoria  
13 UPME STR 05-2017, siendo otro agente involucrado en dicha subestación y que se  
14 convierte en propietario de activos

15  
16 El diagrama unifilar de la nueva Subestación Altamira 115 kV se muestra en la Figura 2.

17  
18 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública  
19 y el propietario de la subestación Altamira 115 kV deberá incluir, entre otros aspectos y  
20 según corresponda, lo relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para  
21 la ubicación de la infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de  
22 control y protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro  
23 de servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos. Este contrato de conexión deberá  
24 estar firmado por las partes, dentro de los **cuatro (4) meses** siguientes a la expedición de  
25 la Resolución CREG que oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor  
26 adjudicatario de la presente Convocatoria Pública, **al menos en sus condiciones básicas**  
27 (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y  
28 condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos existentes y demás información  
29 requerida para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión,  
30 duración del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No  
31 obstante las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida  
32 justificación, la modificación de la fecha de firma del contrato de conexión.

### 33 34 **2.2.2 En subestación Florencia (Centro) 115 kV**

35  
36 Electrocaquetá S.A. E.S.P., es el Operador de Red del área y propietario de la subestación  
37 Florencia 115 kV.

38  
39 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Subestación  
40 Florencia 115 kV, es el barraje a dicho nivel de tensión.

41  
42 El diagrama unifilar de la nueva Subestación Florencia 115 kV se muestra en la Figura 3.

43

1 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública  
2 y el propietario de la subestación Florencia 115 kV deberá incluir, entre otros aspectos y  
3 según corresponda, lo relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para  
4 la ubicación de la infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de  
5 control y protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro  
6 de servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos. Este contrato de conexión deberá  
7 estar firmado por las partes, dentro de los **cuatro (4)** meses siguientes a la expedición de  
8 la Resolución CREG que oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor  
9 adjudicatario de la presente Convocatoria Pública, **al menos en sus condiciones básicas**  
10 (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y  
11 condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos existentes y demás información  
12 requerida para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión,  
13 duración del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No  
14 obstante las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida  
15 justificación, la modificación de la fecha de firma del contrato de conexión.

### 17 2.2.3 En subestación Doncello 115 kV

18  
19 Electrocaquetá S.A. E.S.P., es el Operador de Red del área y propietario de la subestación  
20 Doncello 115 kV.

21  
22 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Subestación  
23 Doncello 115 kV, es el barraje a dicho nivel de tensión.

24  
25 El diagrama unifilar de la nueva Subestación Doncello 115 kV se muestra en la Figura 4.

26  
27 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública  
28 y el propietario de la subestación Doncello 115 kV deberá incluir, entre otros aspectos y  
29 según corresponda, lo relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para  
30 la ubicación de la infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de  
31 control y protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro  
32 de servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos. Este contrato de conexión deberá  
33 estar firmado por las partes, dentro de los **cuatro (4)** meses siguientes a la expedición de  
34 la Resolución CREG que oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor  
35 adjudicatario de la presente Convocatoria Pública, **al menos en sus condiciones básicas**  
36 (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y  
37 condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos existentes y demás información  
38 requerida para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión,  
39 duración del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No  
40 obstante las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida  
41 justificación, la modificación de la fecha de firma del contrato de conexión.

42

### 3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

El Interventor informará de manera independiente a la UPME, el cumplimiento de las especificaciones técnicas consignadas en el presente Anexo. El uso de normas y procedimientos aquí descritos podrá ser modificado en cualquier momento, hasta la fecha de realización de los diseños o de realización de la obra según el caso, sin detrimento del cumplimiento de la regulación y las normas técnicas de obligatorio cumplimiento, asegurando en cualquier caso que los requisitos y calidades técnicas se mantengan, para lo cual deberá previamente comunicarlo y soportarlo al Interventor.

Las Especificaciones contenidas en este Anexo, se complementan con la información de las subestaciones existentes que se incluyen en los documentos de las Convocatorias.

#### 3.1 Parámetros del Sistema

Todos los equipos e instalaciones a ser suministrados por el Inversionista seleccionado deberán ser nuevos y de última tecnología (salvo las excepciones indicadas en el presente anexo), y cumplir con las siguientes características técnicas, las cuales serán verificadas por la Interventoría o Interventorías para la UPME.

Tensión nominal	115 kV
Frecuencia asignada	60 Hz
Puesta a tierra	Sólida
Numero de fases	3
Servicios auxiliares AC	120/208V, tres fases, cuatro hilos.
Servicios Auxiliares DC	125V
Tipo de Subestación	Convencional o GIS o un híbrido

#### Líneas de Transmisión en 115 kV:

Tipo de línea:	Aérea con torres auto-soportadas y/o postes y/o estructuras compactas, y/o subterránea.
Circuitos por torre:	Según diseño. Se podrán compartir estructuras de soporte con infraestructura existente.
Conductores de fase:	Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo.
Cables de guarda:	Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo.

Las líneas de transmisión podrán ser totalmente aéreas o parcialmente aéreas y subterráneas. Las longitudes de las líneas de transmisión serán función del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista.

### 3.2 Nivel de Corto Circuito

El Transmisor deberá realizar los estudios pertinentes, de tal manera que se garantice que el nivel de corto utilizado en los diseños y selección de los equipos y demás elementos de la subestación, será el adecuado durante la vida útil de estos, no obstante, la capacidad de corto circuito asignada a los equipos y elementos asociados que se instalarán objeto de la presente Convocatoria no deberá ser inferior a 40 kA . La duración asignada al corto circuito no podrá ser inferior a los tiempos máximos provistos para interrupción de las fallas. Copia del estudio deberá ser entregada al Interventor para su conocimiento y análisis.

### 3.3 Materiales

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

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

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

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

### 3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión

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

1 La celebración de los Contratos de Conexión deberá dar prioridad a todos los acuerdos  
2 técnicos, administrativos, comerciales y operativos de tal forma que no existan  
3 imprecisiones en este aspecto antes de la fabricación de los equipos y materiales de las  
4 Convocatorias. La fecha para haber llegado a estos acuerdos técnicos se deberá reflejar  
5 como Hito en el cronograma de las Convocatorias lo cual será objeto de verificación por  
6 parte del Interventor o Interventores correspondiente.

7  
8 Los acuerdos administrativos y comerciales de los Contratos de Conexión se podrán  
9 manejar independientemente de los acuerdos técnicos. El conjunto de los acuerdos  
10 técnicos y administrativos constituye el Contrato de Conexión cuyo cumplimiento de la  
11 regulación vigente deberá ser certificado por el Inversionista seleccionado correspondiente.  
12 Copia de estos acuerdos deberán entregarse al Interventor correspondiente.

### 13 14 **3.6 Pruebas en Fábrica**

15  
16 Una vez el Inversionista haya seleccionado correspondiente haya seleccionado los equipos  
17 a utilizar deberá entregar al Interventor correspondiente, copia de los reportes de las  
18 pruebas que satisfagan las normas aceptadas en el Código de Conexión, para interruptores,  
19 seccionadores, transformadores de corriente y potencial, entre otros. En caso de que los  
20 reportes de las pruebas no satisfagan las normas aceptadas, el Interventor correspondiente  
21 podrá solicitar la repetición de las pruebas a costo del Inversionista seleccionado  
22 correspondiente.

23  
24 Durante la etapa de fabricación de todos los equipos y materiales de líneas y subestación,  
25 estos deberán ser sometidos a todas las pruebas de rutina y aceptación que satisfagan lo  
26 estipulado en la norma para cada equipo en particular. Los reportes de prueba de  
27 aceptación deberán ser avalados por personal idóneo en el laboratorio de la fábrica.

## 28 29 **4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN 115 KV**

### 30 31 **4.1 General**

32  
33 La información específica referente a la línea existente, remitida por el propietario de la  
34 infraestructura, como costos, datos técnicos, etc, serán suministrados por la UPME  
35 conforme el Numeral 8 del presente Anexo 1

36  
37 En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas para las nuevas líneas o  
38 tramos 115 kV, las cuales deberán ser revisadas y ajustas por el Inversionista:  
39

Líneas de 115 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
1	Tensión nominal trifásica Fase – Fase	Numeral 3.1 de este Anexo	kV	115
2	Frecuencia nominal	Numeral 3.1 de este Anexo	Hz	60
3	Tipo de línea	Numeral 3.1 de este Anexo		Aérea / Subterránea
4	Longitud aproximada	Numeral 4.3 de este Anexo	Km	Altamira – Florencia: 55 Florencia – Doncello: 60
5	Altitud previsible sobre el nivel del mar	Numeral 4.3 de este Anexo	msnm	Altamira – Florencia: Entre 315 y 2311 Florencia – Doncello: Entre 230 y 536
6	Ancho de servidumbre para línea aérea	RETIE Tabla 22.1 (o aquella que la modifique y/o sustituya)	m	
7	Número de circuitos por torre o canalización	Numeral 3.1 de este Anexo	-	
8	Distancias de seguridad	RETIE Numeral 13.3 (o aquella que la modifique y/o sustituya)		
9	Subconductores por fase	Numeral 4.4.2 de este Anexo	Unidad	-
10	Cantidad de cables de guarda-línea aérea	Numeral 4.4.3 de este Anexo	Unidad	-
11	Tipo de estructura para línea aérea	Numeral 3.1 de este Anexo		Auto soportada
12	Conductor de fase en línea aérea	Con capacidad de Corriente y resistencia DC a 20°C según numeral 4.4.2 de este Anexo.		AAC, ACAR o AAAC
13	Conductor de fase en línea subterránea	Con capacidad de Corriente y resistencia DC a 20°C según numeral 4.4.2 de este Anexo.		Cobre o Aluminio
14	Cables de guarda	Con características según numeral 4.4.3 de este Anexo.		Alumoclad
15	Máxima tensión mecánica de tendido de los conductores referida a su tensión de rotura	RETIE numeral 22.9 (o aquella que la modifique y/o sustituya)	%	25

Líneas de 115 kV				
16	Tensión longitudinal máxima de los conductores y cable de guarda para línea aérea en cualquier condición, referida a su tensión de rotura	En cualquier condición, no deberá exceder el 50 % de su correspondiente tensión de rotura.	%	50
17	Valor de referencia para resistencia de puesta a tierra en líneas aéreas	RETIE numeral 15.4 (o aquella que la modifique y/o sustituya)	Ohm	20
18	Salidas por sobretensiones causadas por descargas atmosféricas en línea aérea	Numeral 4.4.1 de este Anexo	Flameos/100 km-año	3
19	El aislamiento de la línea ante sobretensiones de frecuencia industrial.	Numeral 4.4.1 de este Anexo		Debe asegurar permanencia en servicio continuo

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9

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).

Se debe propender por la minimización u optimización de cruces entre las líneas objeto de la presente convocatoria y otras en ejecución o existentes. Para ello, se debe realizar un análisis y someterlo a consideración de la Interventoría y la UPME.

#### 4.2. Ruta de las Líneas de Transmisión

10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23

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

Específicamente para los tramos subterráneos, si se requirieran, durante la selección de la ruta, deberán identificarse todas las instalaciones subterráneas existentes así como raíces

1 de árboles, discontinuidades estratigráficas etc., que puedan incidir en ubicación de los  
2 cables o ductos requeridos. Para la determinación de los elementos enterrados se podrá  
3 ejecutar, sin limitarse a ello, un rastreo electromagnético del subsuelo mediante equipo  
4 especial para este propósito tal como el Radar de Penetración Terrestre (Ground Penetration  
5 Radar –GPR). En estos tramos deberá tenerse en cuenta la posibilidad de ubicación de las  
6 cajas para empalme o cambio de dirección. También será responsabilidad del Inversionista  
7 consultar a las autoridades y/o entidades correspondientes, encargadas de otra  
8 infraestructura que pueda estar relacionada.

9  
10 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar el Documento **“ANÁLISIS ÁREA DE**  
11 **ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO DEL SEGUNDO**  
12 **CIRCUITO ALTAMIRA – FLORENCIA – DONCELLO 115 kV Y BAHÍAS ASOCIADAS,**  
13 **OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME STR 02-2018 DEL PLAN DE**  
14 **EXPANSIÓN 2014-2028”**, el cual suministra información de referencia. El objeto de este  
15 documento es identificar de manera preliminar las posibilidades y condicionantes físicos,  
16 ambientales y sociales, constituyéndose en un documento ilustrativo para los diferentes  
17 Interesados, sin pretender determinar o definir rutas. Es responsabilidad del Inversionista  
18 en asumir en su integridad los riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello  
19 deberá validar la información, realizar sus propios estudios y consultas ante las Autoridades  
20 competentes, entre otras.

21  
22 En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios,  
23 investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros. El Inversionista  
24 deberá validar la información a efectos de sus estudios y diseños.

#### 25 26 **4.3 Longitud Aproximada de la Línea**

27  
28 Las longitudes y la altura sobre el nivel del mar, anunciadas en este documento son de  
29 referencia y están basadas en estimativos preliminares. Por tanto, los cálculos y  
30 valoraciones que realice el inversionista para efectos de su propuesta económica deberán  
31 estar fundamentados en sus propias evaluaciones, análisis y consideraciones.

32  
33 Tanto la longitud real como la altura sobre el nivel del mar real, serán función del diseño y  
34 estudios pertinentes que realiza el Inversionista seleccionado

#### 35 36 **4.4 Especificaciones de diseño y construcción Líneas de 115 kV**

37  
38 Las especificaciones de diseño y construcción que se deben cumplir para la ejecución del  
39 Proyecto son las establecidas en el presente Anexo No. 1, los Documentos de Selección  
40 del Inversionista – DSI, en el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y  
41 actualizaciones, en especial CREG 098 de 2000) y en el RETIE (Resolución MME 90708

1 de 30 de agosto de 2013, y actualizaciones, correcciones y/o modificaciones posteriores  
2 previas al diseño y construcción de la línea).

3  
4 El Interventor verificará para la UPME, que los diseños realizados por el Transmisor  
5 cumplan con las normas técnicas aplicables y con las siguientes especificaciones.

#### 6 7 **4.4.1 Aislamiento**

8  
9 El Inversionista deberá verificar, en primer lugar, las condiciones meteorológicas y de  
10 contaminación de la zona en la que se construirán las líneas, la nueva subestación y/o las  
11 obras en las subestaciones existentes y, con base en ello, hacer el diseño del aislamiento  
12 de las líneas, los equipos de las subestaciones, y la coordinación de aislamiento, teniendo  
13 en cuenta las máximas sobretensiones que puedan presentarse en las líneas por las  
14 descargas atmosféricas, por maniobras propias de la operación, en particular el cierre y  
15 apertura de las líneas en vacío, despeje de fallas con extremos desconectados del sistema,  
16 considerando que en estado estacionario las tensiones en las barras no deben ser inferiores  
17 al 90% ni superiores al 110% del valor nominal y que los elementos del sistema deben  
18 soportar las tensiones de recuperación y sus tasas de crecimiento.

19  
20 Para el caso de líneas o tramos de líneas aéreas se considera como parámetro de diseño  
21 un límite máximo de tres (3) salidas por cada 100 km de línea/año ante descargas eléctricas  
22 atmosféricas y servicio continuo permanente ante sobre-tensiones de frecuencia industrial.

23  
24 Para el caso de tramos de líneas aéreas-subterráneas en todos los sitios de transición  
25 deberán preverse los descargadores de sobretensión que protejan el cable ante la  
26 ocurrencia de sobretensiones por descargas atmosféricas, fallas, desconexiones o  
27 maniobras. El aislamiento de los cables deberá garantizar la operación de continua de la  
28 línea ante sobretensiones de frecuencia de 60 Hz.

#### 29 30 **4.4.2 Conductores de Fase**

31  
32 Las siguientes condiciones y/o límites estarán determinadas por las características propias  
33 de la ruta y el lugar donde el Proyecto operará, por tanto será responsabilidad del  
34 Inversionista su verificación. El Interventor verificará e informará a la UPME si el diseño  
35 realizado por el Inversionista cumple con las normas técnicas aplicables y con los valores  
36 límites establecidos.

37  
38 El conductor de fase, de las líneas objeto de la presente Convocatoria Pública UPME STR,  
39 sean aéreas o subterráneas deberán cumplir con los siguientes parámetros de resistencia  
40 óhmica DC a 20° C y capacidad de corriente:

41  
42 **Tramo: Altamira-Florencia 115 kV:**

- La máxima resistencia DC a 20°C por conductor de fase deberá ser igual o inferior a **0,1906** ohmios/km. En el caso de conductores en haz, tal valor corresponderá a la resistencia en paralelo de los cables sub-conductores de cada fase.
- La capacidad normal de operación del circuito no deberá ser inferior a **529** Amperios, a temperatura ambiente máxima promedio.
- Para este tramo de línea el conductor de fase deberá ser LINNET.

**Tramo: Florencia-Doncello 115 kV:**

- La máxima resistencia DC a 20°C por conductor de fase deberá ser igual o inferior a **0,1570** ohmios/km. En el caso de conductores en haz, tal valor corresponderá a la resistencia en paralelo de los cables sub-conductores de cada fase.
- La capacidad normal de operación del circuito no deberá ser inferior a **595** Amperios, a temperatura ambiente máxima promedio.
- Para este tramo de línea el conductor de fase deberá ser LARK.

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

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

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

El conductor seleccionado deberá cumplir con las exigencias de radio interferencia establecidas en la normatividad aplicable.

De acuerdo con lo establecido en el numeral 14.3 del Artículo 14 del RETIE, los valores máximos permitidos para Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo Magnético son los indicados en la Tabla 14.1 del RETIE, donde el público o una persona en particular pueden estar expuestos durante varias horas.

De presentarse características en el ambiente para esta nueva líneas, que tuvieren efecto corrosivo, los conductores aéreos deberán ser de tipo AAC, ACAR o AAAC, con hilos de aleación ASTM 6201-T81 y cumplir con los valores de capacidad de transporte mínima, resistencia óhmica máxima y ruido audible especificados o establecidas en la normatividad aplicable. Para líneas subterráneas el conductor podrá ser en cobre o aluminio con aislamiento XLPE y con capacidad adecuada para resistir las corrientes de corto circuito previsibles para la Línea durante el tiempo de operación de los interruptores. En caso de

1 que el Inversionista requiera cables de fibra óptica estas podrán ser incorporadas al cable  
2 o incluidas en la canalización. El Inversionista deberá informar a la Interventoría su decisión  
3 sobre el tipo de conductor, sustentándola técnicamente.

#### 4 5 **4.4.3 Cable(s) de Guarda**

6  
7 El cumplimiento de las siguientes condiciones será responsabilidad del Inversionista.

8  
9 Se requiere que todos los tramos de línea aérea tengan uno o dos cables de guarda  
10 (convencionales u OPGW). Al menos uno de los cables de guarda deberá ser OPGW, con  
11 la única excepción de líneas a reconfigurar que no tengan instalados cables con fibra óptica.

12  
13 De presentarse características en el ambiente con efecto corrosivo, los cables de guarda  
14 no deberán contener hilos en acero galvanizado y deberán ser del tipo Alumoclad o de otro  
15 material resistente a la corrosión, que cumpla con las especificaciones técnicas y los  
16 propósitos de un cable de guarda convencional u OPGW desde el punto de vista de su  
17 comportamiento frente a descargas atmosféricas. El o los cables de guarda a instalar  
18 deberán soportar el impacto directo de las descargas eléctricas atmosféricas que puedan  
19 incidir sobre la línea, garantizando el criterio de comportamiento indicado en el diseño del  
20 aislamiento. El incremento de temperatura del cable o cables de guarda a ser instalados  
21 deberán soportar las corrientes de corto circuito monofásico de la línea que circulen por  
22 ellos.

23  
24 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor o cable de guarda,  
25 no deberá exceder el 50% de su correspondiente tensión de rotura.

26  
27 El Interventor verificará para la UPME, que el diseño realizado por el Transmisor cumpla  
28 con las normas técnicas aplicables.

29  
30 En el evento de que el Inversionista decida usar alguna o todas las Líneas objeto de la  
31 presente Convocatoria pública UPME, para la transmisión de comunicaciones por fibra  
32 óptica, será de su responsabilidad seleccionar los parámetros y características técnicas del  
33 cable de guarda e informar de ellos al Interventor.

#### 34 35 **4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas**

36  
37 El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del  
38 sitio de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las personas. Con  
39 base en la resistividad del terreno y la componente de la corriente de corto circuito que fluye  
40 a tierra a través de las estructuras, se deben calcular los valores de puesta a tierra tal que  
41 se garanticen las tensiones de paso de acuerdo con la recomendación del Standard IEEE  
42 80 y con lo establecido en el Artículo 15 del RETIE en su última revisión. La medición de  
43 las tensiones de paso y contacto para efectos de la comprobación antes de la puesta en

1 servicio de la línea, deberán hacerse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 15 del RETIE  
2 y específicamente con lo establecido en el numeral 15.5.3., o el numeral aplicable si la  
3 norma ha sido objeto de actualización.

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

#### 8 9 **4.4.5 Transposiciones de Línea**

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

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

21  
22 En caso de requerirse, las transposiciones se podrán localizar a un sexto (1/6), a tres sextos  
23 (3/6) y a cinco sextos (5/6) de la longitud total de la línea correspondiente.

24  
25 El Transmisor se obliga a realizar el estudio correspondiente **antes del inicio de**  
26 **construcción de las obras** y, a más tardar en ese momento, ponerlo a consideración de  
27 la Interventoría, terceros involucrados, el CND y si es del caso al CNO. Este documento  
28 hará parte de las memorias del proyecto.

#### 29 30 **4.4.6 Estructuras**

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

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

42 El cálculo de las curvas de utilización de cada tipo de estructura, la definición de las  
43 hipótesis de carga a considerar y la evaluación de los árboles de cargas definitivos, para

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

#### 11 **4.4.7 Localización de Estructuras**

12  
13  
14 Para la localización de estructuras, deberán respetarse las distancias mínimas de seguridad  
15 entre el conductor inferior de la línea y el terreno en zonas accesibles a peatones y las  
16 distancias de seguridad mínimas a obstáculos tales como vías, oleoductos, líneas de  
17 transmisión o de comunicaciones, ríos navegables, bosques, etc., medidas en metros. La  
18 temperatura del conductor a considerar para estos efectos será la correspondiente a las  
19 condiciones de máxima temperatura del conductor exigida durante toda la vida útil del  
20 Proyecto según el RETIE.

#### 21 **4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores**

22  
23  
24 El Interventor informará a la UPME los resultados del estudio del sistema de protección anti-  
25 vibratoria del conductor de fase y del cable de guarda. Los amortiguadores deben ser  
26 adecuados para amortiguar efectivamente la vibración eólica en un rango de frecuencias  
27 de 10 Hz a 100 Hz, tal como lo establece el Código de Redes (Resolución CREG 025 de  
28 1995 y sus modificaciones). El Inversionista determinará los sitios de colocación, a lo largo  
29 de cada vano, de los amortiguadores de tal manera que la amortiguación de las fases sea  
30 efectiva. Copia del estudio de amortiguamiento será entregada al Interventor para su  
31 conocimiento y análisis.

32  
33 En los cables de guarda los amortiguadores serán del tipo "stockbridge" y su colocación  
34 medida desde la boca de la grapa y entre amortiguadores será la que determine el estudio  
35 de amortiguamiento que haga el Inversionista, copia del cual le será entregada al  
36 Interventor.

#### 37 **4.4.9 Cimentaciones**

38  
39  
40 Para los fines pertinentes, el Interventor revisará los resultados de las memorias de cálculo  
41 de las cimentaciones propuestas, que deberá hacerse considerando la metodología  
42 establecida por el ASCE en la última revisión del documento "Guidelines for Electrical  
43 Transmission Line Structural Loading – Practice 74" para la evaluación de las cargas y para

1 el diseño estructural del concreto, la metodología del Código Colombiano de Construcción  
2 Sismo resistente NSR 10, así este último no aplique para la evaluación de las cargas en  
3 torres y fundaciones de líneas de transmisión; para estos documentos, si es del caso, se  
4 deberán tener en cuenta las actualizaciones posteriores previas al inicio de las obras. Los  
5 diseños de cimentaciones para las torres de una línea de transmisión deben hacerse  
6 considerando los resultados de los estudios de suelos que mandatoriamente debe adelantar  
7 el Inversionista en todos los sitios de torre, y las cargas a nivel de cimentación más críticas  
8 que se calculen a partir de las cargas mostradas en los árboles de cargas de diseño de  
9 cada tipo de estructura.

#### 10 11 **4.4.10 Canalizaciones y cajas para tramos o líneas subterráneas**

12  
13 De acuerdo con el numeral 22.12 del RETIE las canalizaciones para los tramos  
14 subterráneos podrán realizarse mediante ductos, o enterramiento directo, sin embargo  
15 dadas las dificultades para realizar las excavaciones sin obstaculizar el uso normal de tales  
16 vías, el Inversionista podrá considerar la posibilidad de utilizar el sistema de perforación  
17 dirigida. En la escogencia e instalación del tipo de canalización, se deben evaluar las  
18 condiciones particulares de la instalación y su ambiente y aplicar los elementos más  
19 apropiados teniendo en cuenta los usos permitidos y las prohibiciones, así como contar con  
20 los permisos de los propietarios o de las autoridades competentes según corresponda.

21  
22 Los ductos se colocarán, con pendiente mínima del 0,1% hacia las cámaras de inspección,  
23 y con una profundidad de enterramiento que cumpla con normas técnicas internacionales  
24 o de reconocimiento internacional para este tipo de líneas.

25  
26 Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja será una superficie firme, lisa,  
27 libre de discontinuidades y sin obstáculos. El cable se dispondrá con una barrera de  
28 protección contra el deterioro mecánico. A una distancia entre 20 y 30 cm por encima del  
29 cable deben instalarse cintas de identificación o señalización no degradables en un tiempo  
30 menor a la vida útil del cable enterrado.

31  
32 Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones en los extremos o las  
33 derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas de inspección cuya construcción y sus  
34 sistemas de drenaje garanticen que ellas pueden mantenerse sin presencia de agua en su  
35 interior. Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación,  
36 conexión o salida deben ser adecuadas para la ejecución de empalmes, realizar las curvas  
37 de los cables cumpliendo con el radio de curvatura mínimo recomendado por el fabricante  
38 del cable y permitir el tendido en función de la sección de los conductores. Los cables deben  
39 quedar debidamente identificados dentro de las cámaras de inspección.

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

#### 4.4.11 Señalización Aérea

El Inversionista deberá investigar con el Departamento de Aeronáutica Civil, las Empresas Petroleras que operan proyectos petroleros en la región, si existen, la Armada Nacional, u otros posibles actores, la existencia de aeródromos o zonas de tránsito de aeronaves de cualquier índole (particulares, militares, de fumigación aérea, etc) que hagan imperioso que la línea lleve algún tipo de señales que impidan eventuales accidentes originados por la carencia de ellos.

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

#### 4.4.12 Desviadores de vuelo para aves

Es responsabilidad del Inversionista identificar la necesidad de instalar desviadores de vuelo para aves.

#### 4.4.13 Obras Complementarias

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

### 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 LAS SUBESTACIONES

Las siguientes son las especificaciones técnicas para las subestaciones.

### 5.1 General

La información específica referente a subestaciones, remitida por los propietarios de la infraestructura existente, como costos de conexión, datos técnicos y planos, serán suministrados por la UPME conforme lo establece el numeral 9 del presente Anexo.

La siguiente tabla presenta las características de la Subestación que hacen parte del proyecto objeto de la presente Convocatoria Pública:

ítem	Descripción	Altamira 115 kV	Florencia 115 kV	Doncello 115 kV
1	Configuración	Barra sencilla	Barra sencilla	Barra sencilla
2	Tipo de subestación	Convencional	Convencional	Convencional
3	Subestación nueva	No	No	No
4	Propietario de la Subestación	Electrohuila S.A. E.S.P.	Electrocaquetá S.A. E.S.P.	Electrocaquetá S.A. E.S.P.

#### 5.1.1 Predio de las subestaciones

##### Subestación Altamira 115 kV

La existente subestación Altamira 115 kV, propiedad de Electrohuila S.A. E.S.P., se encuentra localizada en el municipio de Altamira, vereda Llanos, en las siguientes coordenadas aproximadamente (información que deberá verificar el Interesado):

Latitud: 2° 4' 6,9"N  
 Longitud: 75°47'14,11"O

El Inversionista seleccionado es el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las Autoridades relacionadas con los asuntos ambientales, con los diferentes

1 Planes de Ordenamiento Territorial que se puedan ver afectados, con las restricciones para  
2 la aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de  
3 restricciones y reglamentaciones existentes. Se deberá tener en cuenta que pueden existir  
4 exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local. En este sentido, deberán  
5 tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar. Se deberán considerar las facilidades  
6 para los accesos, equipos y obras.

7  
8 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el Inversionista deberá analizar todos  
9 los posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, deberán considerar  
10 los posibles riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el  
11 inversionista.

12  
13 Los involucrados deberán llegar a acuerdos para la ubicación y/o disposición física de los  
14 equipos en la subestación. En cualquier caso, se deberá garantizar una disposición de alto  
15 nivel de confiabilidad.

16  
17 También se deberá tener en cuenta la información técnica suministrada por Electrohuila  
18 S.A. E.S.P. mediante oficio con radicado UPME XXXX la cual indica “*Por parte de*  
19 *ELECTROHUILA está en proceso la construcción de la bahía 115 kV de la línea 115kV*  
20 *Altamira-La Plata*”. Al mismo tiempo el GEB adjunto oficio con radicado UPME XXXXXX,  
21 relacionando las actividades de la Convocatoria Pública UPME STR 05-2017.

22  
23 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar el Documento “**ANÁLISIS ÁREA DE**  
24 **ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO DEL SEGUNDO**  
25 **CIRCUITO ALTAMIRA – FLORENCIA – DONCELLO 115 kV Y BAHÍAS ASOCIADAS**  
26 **OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME STR 02-2018 DEL PLAN DE**  
27 **EXPANSIÓN 2014-2028**”, el cual suministra información de referencia. El objeto de este  
28 documento es identificar de manera preliminar las posibilidades y restricciones ambientales,  
29 constituyéndose en un documento ilustrativo para los diferentes Interesados, sin pretender  
30 determinar o definir condiciones para la ejecución del proyecto. Es responsabilidad del  
31 Inversionista en asumir en su integridad los riesgos inherentes del Proyecto, para ello  
32 deberá validar la información, realizar sus propios estudios y consultas ante las Autoridades  
33 competentes, entre otras. En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus  
34 propios estudios, investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

### 35 36 **Subestación Florencia (Centro) 115 kV**

37  
38 La existente subestación Florencia 115 kV, propiedad de Electrocaquetá S.A. E.S.P., se  
39 encuentra localizada en el municipio de Florencia, en las siguientes coordenadas  
40 aproximadamente (información que deberá verificar el Interesado):

41  
42 Latitud: 1°38'11,73"N  
43 Longitud: 75°36'40,70"O

1  
2 El Inversionista es el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las  
3 Autoridades relacionadas con los asuntos ambientales, con los diferentes Planes de  
4 Ordenamiento Territorial que se puedan ver afectados, con las restricciones para la  
5 aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de  
6 restricciones y reglamentaciones existentes. Se deberá tener en cuenta que pueden existir  
7 exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local. En este sentido, deberán  
8 tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar.

9  
10 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el inversionista deberá analizar todos los  
11 posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, deberán considerar los  
12 posibles riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el  
13 inversionista.

14  
15 Los involucrados deberán llegar a acuerdos para la ubicación y/o disposición física de los  
16 equipos en la subestación. En cualquier caso, se deberá garantizar una disposición de alto  
17 nivel de confiabilidad.

18  
19 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar el Documento “**ANÁLISIS ÁREA DE**  
20 **ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO DEL SEGUNDO**  
21 **CIRCUITO ALTAMIRA – FLORENCIA – DONCELLO 115 kV Y BAHÍAS ASOCIADAS**  
22 **OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME STR 02-2018 DEL PLAN DE**  
23 **EXPANSIÓN 2014-2028”**, el cual suministra información de referencia. El objeto de este  
24 documento es identificar de manera preliminar las posibilidades y restricciones ambientales,  
25 constituyéndose en un documento ilustrativo para los diferentes Interesados, sin pretender  
26 determinar o definir condiciones para la ejecución del proyecto. Es responsabilidad del  
27 Inversionista en asumir en su integridad los riesgos inherentes del Proyecto, para ello  
28 deberá validar la información, realizar sus propios estudios y consultas ante las Autoridades  
29 competentes, entre otras. En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus  
30 propios estudios, investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

### 31 32 **Subestación Doncello 115 kV**

33  
34 La existente subestación Doncello 115 kV, propiedad de Electrocaquetá S.A. E.S.P., se  
35 encuentra localizada en el municipio de El Doncello, en las siguientes coordenadas  
36 aproximadamente información que deberá verificar el Interesado:

37  
38 Latitud: 1°41'8,87"N  
39 Longitud: 75°16'43,60"O

40  
41 El Inversionista es el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las  
42 Autoridades relacionadas con los asuntos ambientales, con los diferentes Planes de  
43 Ordenamiento Territorial que se puedan ver afectados, con las restricciones para la

1 aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de  
2 restricciones y reglamentaciones existentes. Se deberá tener en cuenta que pueden existir  
3 exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local. En este sentido, deberán  
4 tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar.

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

10  
11 Los involucrados deberán llegar a acuerdos para la ubicación y/o disposición física de los  
12 equipos en la subestación. En cualquier caso, se deberá garantizar una disposición de alto  
13 nivel de confiabilidad.

14  
15 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar el Documento “**ANÁLISIS ÁREA DE**  
16 **ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO DEL SEGUNDO**  
17 **CIRCUITO ALTAMIRA – FLORENCIA – DONCELLO 115 kV Y BAHÍAS ASOCIADAS**  
18 **OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME STR 02-2018 DEL PLAN DE**  
19 **EXPANSIÓN 2014-2028”**, el cual suministra información de referencia. El objeto de este  
20 documento es identificar de manera preliminar las posibilidades y restricciones ambientales,  
21 constituyéndose en un documento ilustrativo para los diferentes Interesados, sin pretender  
22 determinar o definir condiciones para la ejecución del proyecto. Es responsabilidad del  
23 Inversionista en asumir en su integridad los riesgos inherentes del Proyecto, para ello  
24 deberá validar la información, realizar sus propios estudios y consultas ante las Autoridades  
25 competentes, entre otras. En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus  
26 propios estudios, investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

### 27 28 **5.1.2 Espacios de Reserva**

29  
30 La presente convocatoria no tiene previsto dejar espacios de reserva adicionales a los ya  
31 existentes en las subestaciones para futuras ampliaciones y no contempla adecuaciones  
32 sobre terrenos adicionales a los necesarios para llevar a cabo las obras contempladas en  
33 esta convocatoria. No obstante, se debe garantizar que los espacios de reserva en las  
34 subestaciones no se verán afectados o limitados para su utilización, por infraestructura  
35 (equipos, línea, edificaciones, etc.) desarrollada en el marco de la presente Convocatoria  
36 Pública. Esto no implica que los espacios ocupados por las obras a construir en la presente  
37 convocatoria se deban reponer en otro lugar, con excepción de aquellos casos en que el  
38 propietario de la subestación lo hubiese declarado antes del inicio de la convocatoria.

### 39 40 **5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes**

41  
42 El Transmisor deberá proveer los equipos necesarios para hacer completamente  
43 compatibles los equipos en funcionalidad y en aspectos de comunicaciones, control y

1 protección de las nuevas bahías en 115 kV, con la infraestructura existente que pueda verse  
2 afectada por el desarrollo del Proyecto.

3  
4 Cuando el Inversionista considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura  
5 existente, deberá acordar estas modificaciones en el contrato de conexión con el  
6 responsable y propietario de los activos relacionados y si es del caso, ponerlo en  
7 consideración del Interventor. Estas obras estarán a cargo del Transmisor.

#### 8 9 **5.1.4 Servicios Auxiliares**

10  
11 El Inversionista seleccionado deberá proveer los servicios auxiliares en AC y DC suficientes  
12 para la topología de las Subestaciones, cumpliendo con lo señalado en el numeral 3.1 del  
13 presente Anexo 1. Para las obras objeto de la presente convocatoria, los servicios auxiliares  
14 deberán contar con alimentación independiente a los actualmente instalados.

#### 15 16 **5.1.5 Infraestructura y Módulo Común**

17  
18 El Inversionista seleccionado deberá implementar todas las obras y equipos constitutivos  
19 del módulo común como se describe a continuación:

20  
21 El Inversionista debe prever el espacio necesario para el desarrollo de la conexión a 115  
22 kV, objeto de la presente Convocatoria Pública, junto con los espacios de acceso, vías  
23 internas y edificios, según se requiera, considerando la disponibilidad de espacio en el  
24 predio actual y las eventuales restricciones o condicionantes que establezca el  
25 ordenamiento territorial en el área, igualmente estarán a cargo del Inversionista, y según  
26 requiera, las vías de acceso a predios de la subestación y/o adecuaciones que sean  
27 necesarias.

28  
29 El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la infraestructura y  
30 módulo común en la subestación y/o adecuaciones que sean necesarias, es decir las obras  
31 civiles y los equipos que sirven a la subestación y que son utilizados por todas las bahías  
32 de la subestación, inclusive aquellas futuras que no son objeto de la presente Convocatoria  
33 Pública. La infraestructura y módulo común de cada subestación, estarán conformados  
34 como mínimo por los siguientes componentes:

- 35  
36
- 37 • **Infraestructura civil:** Compuesta por pozos de agua y/o toma de agua de  
38 acueducto vecino si existe; la malla de puesta a tierra; las vías de acceso a la  
39 subestación; las vías internas de acceso a los patios de conexiones; y la adecuación  
40 del terreno para los espacios de reserva. En el espacio que ocupará la subestación,  
41 las obras civiles incluyen: drenajes; alcantarillado; barreras de protección y de  
42 acceso al predio; todos los cerramientos para seguridad del predio; filtros y drenajes;  
43 pozo séptico y de agua y/o conexión a acueductos/alcantarillados vecinos, si  
existen, alumbrado interior y exterior y cárcamos comunes, y en general, todas

1 aquellas obras civiles necesarias para todas las obras descritas en el Numeral 2 del  
2 presente Anexo 1. Los espacios de reserva no deberán ser provistos de malla de  
3 puesta a tierra, pero si se deberán proveer los puntos de conexión para la ampliación  
4 de la malla de puesta a tierra para las futuras instalaciones.

- 5
- 6 • **Equipos:** Todos los equipos necesarios para las obras descritas en el Numeral 2  
7 del presente Anexo 1. Se incluyen, entre otros, los sistemas de automatización, de  
8 gestión de medición, de protecciones, control y el sistema de comunicaciones, los  
9 materiales de la malla de puesta a tierra, apantallamiento y los equipos para los  
10 servicios auxiliares AC y DC, los equipos de conexión, todo el cableado necesario y  
11 las obras civiles asociadas. Se incluyen todos los equipos necesarios para integrar  
12 las nuevas bahías con las subestaciones existentes, en conexiones de potencia,  
13 control, medida, protecciones y servicios auxiliares

14

15 Para la ampliación de las subestaciones se podrá utilizar terreno disponible en las  
16 subestaciones existentes previo acuerdo entre las partes involucradas o terreno aledaño.  
17 Será responsabilidad del Inversionista investigar las facilidades y de los requerimientos que  
18 se requieren para los servicios auxiliares, obras civiles y ampliación de la malla de puesta  
19 a tierra. Igualmente deberá respetar las disposiciones actuales de equipos y mantener los  
20 arreglos y configuraciones existentes, en principio deberá suministrar todos los equipos y  
21 elementos requeridos para la operación óptima y segura de la ampliación a realizar.

22

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

26

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

## 30

### 31 5.2 Normas para Fabricación de los Equipos

32

33 El Inversionista seleccionado deberá suministrar equipos en conformidad con la última  
34 edición de las Normas *International Electrotechnical Commission – IEC*, *International*  
35 *Organization for Standardization – ISO*, *ANSI – American National Standards Institute*,  
36 *International Telecommunications Union - ITU-T*, *Comité International Spécial des*  
37 *Perturbations Radioélectriques – CISPR*. El uso de normas diferentes deberá ser sometido  
38 a consideración del Interventor quien conceptuará sobre su validez en aspectos  
39 eminentemente técnicos y de calidad.

### 40

### 41 5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos

1 Los suministros deberán tener un nivel de desempeño sísmico Clase III de acuerdo con la  
2 publicación IEC 60068-3-3 “*Guidance Seismic Test Methods for Equipments*” o de acuerdo  
3 con la publicación IEEE-693 Recommended Practice for Seismic Design of Substations, la  
4 de mayores exigencias. El Inversionista seleccionado deberá entregar copias al Interventor  
5 de las memorias de cálculo en donde se demuestre que los suministros son aptos para  
6 soportar las condiciones sísmicas del sitio de instalación.

#### 8 **5.4 Procedimiento General del Diseño**

9 Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:  
10

- 11  
12 a) Inicialmente, el Inversionista seleccionado preparará las Especificaciones Técnicas del  
13 Proyecto correspondiente, que gobernarán el desarrollo total del Proyecto.

14  
15 En dicho documento se consignará toda la normatividad técnica, y las especificaciones  
16 para llevar a cabo la programación y control del desarrollo de los trabajos;  
17 especificaciones y procedimientos para adelantar el Control de Calidad en todas las  
18 fases del Proyecto; las definiciones a nivel de Ingeniería Básica tales como: resultados  
19 de estudios del sistema eléctrico asociado con el Proyecto; parámetros básicos de  
20 diseño (corrientes nominales, niveles de aislamiento, capacidades de cortocircuito,  
21 tiempos de despeje de falla, entre otros); hojas de datos de los equipos; diagramas  
22 unifilares generales; especificaciones técnicas detalladas de los equipos y materiales;  
23 filosofía de control, medida y protección; previsiones para facilitar la evolución de la  
24 Subestación; especificaciones de Ingeniería de Detalle; procedimientos y  
25 especificaciones de pruebas en fábrica; procedimientos de transporte, almacenamiento  
26 y manejo de equipos y materiales; los procedimientos de construcción y montaje; los  
27 procedimientos y programaciones horarias durante los cortes de servicio de las  
28 instalaciones existentes que guardan relación con los trabajos del Proyecto; los  
29 procedimientos de intervención sobre equipos existentes; los procedimientos y  
30 especificación de pruebas en campo, los procedimientos para efectuar las pruebas  
31 funcionales de conjunto; los procedimientos para desarrollar las pruebas de puesta en  
32 servicio, los procedimientos de puesta en servicio del Proyecto y los procedimientos de  
33 operación y mantenimiento.

34  
35 Las Especificaciones Técnicas podrán desarrollarse, en forma parcial y continuada, de  
36 tal forma que se vayan definiendo paso a paso todos los aspectos del Proyecto, para  
37 lograr en forma acumulativa el Código Final que vaya rigiendo el Proyecto.

38  
39 Todas las actividades de diseño, suministro, construcción, montaje y pruebas deben  
40 estar incluidas en las especificaciones técnicas del Proyecto. El Interventor presentará  
41 un informe a la UPME en el que se detalle y se confirma la inclusión de todas y cada  
42 una de las actividades mencionadas. No podrá adelantarse ninguna actividad sin que

1 antes haya sido incluida la correspondiente característica o Especificación en las  
2 Especificaciones Técnicas del Proyecto.

- 3
- 4 **b)** Las Especificaciones Técnicas del Proyecto serán revisadas por el Interventor, quien  
5 hará los comentarios necesarios, recomendando a la UPME solicitar todas las  
6 aclaraciones y justificaciones por parte del Inversionista seleccionado. Para lo anterior  
7 se efectuarán reuniones conjuntas entre el Transmisor y el Interventor con el fin de  
8 lograr los acuerdos modificatorios que deberán plasmarse en comunicaciones escritas.
- 9
- 10 **c)** Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el Inversionista  
11 seleccionado, este último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del  
12 Proyecto.
- 13
- 14 **d)** Se efectuarán las revisiones necesarias hasta llegar al compendio final, que será el  
15 documento de cumplimiento obligatorio.

16

17 En esta especificación, se consignará la lista de documentos previstos para el Proyecto  
18 representados en especificaciones, catálogos, planos, memorias de cálculos y reportes de  
19 pruebas.

20

21 Los documentos serán clasificados como: documentos de Ingeniería Básica; documentos  
22 de Ingeniería de Detalle; memorias de cálculos a nivel de Ingeniería Básica y de Detalle;  
23 documentos de seguimiento de los Suministros; y documentos que especifiquen la pruebas  
24 en fábrica y en campo; los procedimientos de montaje y puesta en servicio y la operación y  
25 mantenimiento.

26

27 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Inversionista  
28 seleccionado y entregada a la Interventoría para revisión.

#### 29

#### 30 **5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica**

31

32 Son aquellos que definen los parámetros básicos del Proyecto; dan a conocer el  
33 dimensionamiento del mismo; determinan las características para la adquisición de equipos;  
34 especifican la filosofía de comunicaciones, control, medición y protección; establecen la  
35 implantación física de las obras; especifican las previsiones para el desarrollo futuro del  
36 Proyecto; establecen las reglas para efectuar la Ingeniería de Detalle e incluye las  
37 memorias de cálculos que soportan las decisiones de Ingeniería Básica.

38

39 Todos los documentos de Ingeniería Básica serán entregados por el Inversionista  
40 seleccionado al Interventor para su revisión, verificación del cumplimiento de condiciones y  
41 para conocimiento de la UPME. Sobre cada uno de estos documentos, la Interventoría  
42 podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que estime conveniente, haciendo los

1 comentarios respectivos al Inversionista seleccionado y a la UPME la respectiva  
2 recomendación si es del caso.

3  
4 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la ingeniería básica:

5  
6 **5.4.1.1 Memorias de cálculo electromecánicas**

- 7  
8
  - Criterios básicos de diseño electromecánico
  - Memoria de cálculo de resistividad del terreno
  - Memoria de dimensionamiento de cárcamos, ductos y bandejas porta-cables
  - Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares ac.
  - Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares dc.
  - Memoria de cálculo de distancias eléctricas
  - Memoria de dimensionamiento de transformadores de tensión y corriente
  - Coordinación de aislamiento y estudio de sobretensiones
  - Memoria de cálculo del sistema de puesta a tierra
  - Memoria de cálculo sistema de apantallamiento
  - Memoria de cálculo de aisladores de alta y media tensión
  - Memoria selección de conductores aéreos y barrajes.
  - Memoria de cálculo del sistema de iluminación exterior e interior.
  - Análisis de identificación de riesgos.

22  
23 **5.4.1.2 Especificaciones equipos**

- 24  
25
  - Especificación técnica equipos de patio.
  - Especificaciones técnicas sistema de puesta a tierra.
  - Especificaciones técnicas sistema de apantallamiento.
  - Especificación técnica dispositivos de protección contra sobretensiones.
  - Especificación técnica gabinetes de control y protección.
  - Especificación técnica equipos de medida, control, protección y comunicaciones.
  - Especificación técnica de cables desnudos, para barrajes e interconexión de equipos.
  - Especificación funcional del sistema de control.
  - Lista de señales para sistema de control, de los equipos de la subestación.
  - Especificación técnica de los servicios auxiliares ac / dc.
  - Especificación técnica del sistema de alumbrado interior y exterior.
  - Especificaciones técnicas para montaje electromecánico, pruebas individuales de equipos, pruebas funcionales y puesta en servicio.

39  
40 **5.4.1.3 Características técnicas de los equipos**

- 1 • Características técnicas, equipos.
- 2 - Interruptores.
- 3 - Seccionadores.
- 4 - Transformadores de corriente.
- 5 - Transformadores de tensión.
- 6 - Descargadores de sobretensión.
- 7 - Aisladores y cadenas de aisladores.
- 8 • Dimensiones de equipos.
- 9 • Características técnicas, cables de fuerza y control.
- 10 • Características técnicas, dispositivo de protección contra sobretensiones
- 11 • Características técnicas, sistema de automatización y control.
- 12 • Características técnicas, sistema de comunicaciones.
- 13 • Características de equipos y materiales del sistema de servicios auxiliares ac/dc.
- 14 • Características técnicas, cables desnudo para interconexión de equipos y
- 15 barrajes.

#### 16 5.4.1.4 Planos electromecánicos

- 17 • Diagrama unifilar de la subestación
- 18 • Diagrama unifilar con características de equipos
- 19 • Diagrama unifilar de protecciones.
- 20 • Diagrama unifilar de medidas.
- 21 • Diagrama unifilar servicios auxiliares ac
- 22 • Diagrama unifilar servicios auxiliares dc.
- 23 • Arquitectura sistema de control de la subestación.
- 24 • Planimetría del sistema de apantallamiento
- 25 • Planimetría del sistema de puesta a tierra.
- 26 • Planos en planta de ubicación de equipos.
- 27 • Planos vista en cortes de equipos.
- 28 • Planos ubicación de equipos en sala de control.
- 29 • Elevación general de edificaciones y equipos.
- 30 • Planimetría del sistema de apantallamiento.
- 31 • Planos de ruta de bandejas porta-cables, cárcamos y tuberías.
- 32 • Planimetría general alumbrado y tomacorrientes, interior, exterior.

#### 33 5.4.1.5 Planos de obras civiles

- 34 • Plano localización de la subestación.
- 35 • Plano disposición de bases de equipos.
- 36 • Planos cimentación del transformador de potencia.
- 37 • Plano cimentación de equipos y pórticos.
- 38 • Plano base cimentación del transformador de potencia.

- 1 • Plano de drenajes de la subestación.
- 2 • Plano de cárcamos y ductos para cables en patio.
- 3 • Plano de cárcamos y ductos para cables en sala de control.
- 4 • Planos casa de control.
- 5 • Plano disposición de bases para equipos en sala de control.
- 6 • Plano cerramiento de la subestación.
- 7 • Plano obras de adecuación.

#### 5.4.1.6 Estudios y trabajos de campo

- 11 • Levantamiento topográfico del lote seleccionado.
- 12 • Estudio de suelos mediante apique o sondeos en el área del lote seleccionado.
- 13 • Identificación de los accesos y presentación de recomendaciones para el
- 14 transporte de equipos y materiales.
- 15 • Presentar informes de progreso y programas de trabajos mensuales.
- 16 • Análisis diseños típicos y definición parámetros.
- 17 • Análisis de resultados de suelos y diseños obras civiles.
- 18 • Elaboración informe de diseños y memorias de cálculo.

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

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

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

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

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

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

3  
4 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la Ingeniería de Detalle:

5  
6 **5.4.2.1 Cálculos detallados de obras civiles**

- 7  
8
- 9 • Criterios básicos de diseño de obras civiles.
  - 10 • Dimensiones y pesos de equipos.
  - 11 • Memorias de cálculo estructural para cimentación del transformador de potencia.
  - 12 • Memorias de cálculo estructural para las cimentaciones de equipos de patio.
  - 13 • Memorias de cálculo estructural para cimentación de la caseta de control.
  - 14 • Memoria de cálculo muro de cerramiento
  - 15 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras soporte de equipos.
  - 16 • Memorias de cálculo estructural para canaletas de cables eléctricos exteriores y
  - 17 cárcamos interiores en caseta de control.
  - 18 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras de pórticos de líneas y
  - 19 barrajes.
  - 20 • Memorias de cálculo para vías, parqueos y zonas de maniobra en pavimento
  - 21 rígido.
  - 22 • Memoria de cálculo estructural para canaletas de cables exteriores e interiores en
  - 23 casa de control.
  - 24 • Memoria de cálculo para el sistema de drenaje de aguas lluvias.
  - 25 • Memoria de cálculo sistema de acueducto.

26 **5.4.2.2 Planos de obras civiles**

- 27  
28
- 29 • Planos para construcción de bases para equipos
  - 30 • Planos estructurales con árboles de carga para construcción de estructuras
  - 31 soporte para equipos y pórticos.
  - 32 • Planos para construcción de cimentaciones para equipos y transformador de
  - 33 potencia.
  - 34 • Planos para construcción de cárcamos de cables, ductos y cajas de tiro.
  - 35 • Planos para construcción de acabados exteriores
  - 36 • Planos para construcción del sistema de drenajes y aguas residuales
  - 37 • Planos estructurales para construcción de caseta de control, ubicación bases de
  - 38 tableros, equipos y canales interiores.
  - 39 • Planos arquitectónicos y de acabados para la caseta de control.
  - 40 • Planos para construcción de vías

1 **5.4.2.3 Diseño detallado electromecánico**

2  
3 El Inversionista será responsable de la ejecución y elaboración del diseño eléctrico y  
4 mecánico detallado necesario y por tanto deberá presentar para la revisión y  
5 verificación de la Interventoría: memorias de cálculo, planos electromecánicos finales  
6 para construcción, diagramas de cableado, diagramas esquemáticos de control,  
7 protecciones y medidas, lista detalladas de materiales y toda la información necesaria  
8 aunque ella no esté explícitamente citada en estas especificaciones y en un todo de  
9 acuerdo con lo establecido en las Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al  
10 diseño y montaje de éste tipo de instalaciones.

11  
12 El Inversionista deberá entregar a la Interventoría para su revisión y verificación la  
13 información y planos según el Programa de Entrega de Documentación Técnica  
14 aprobado, el cual deberá contener como mínimo la siguiente documentación:

15  
16 **a. Sistema de puesta a tierra:**

- 17
- 18 • Planos de malla de puesta a tierra planta y detalles de conexiones a equipos y  
estructuras.
  - 19 • Lista de materiales referenciados sobre planos.
  - 20 • Plano de conexión de equipos interior y tableros a la malla de tierra, detalles.
  - 21 • Memorias de cálculo de diseño de la malla de puesta a tierra.
  - 22 • Procedimiento para la medida de la resistencia de puesta a tierra, según el  
23 RETIE.
  - 24 • Procedimiento para la medida de las tensiones de paso y contacto, según el  
25 RETIE.
- 26

27 **b. Equipos principales:**

- 28
- 29 • Equipos de Patio: Disposición general de la planta y cortes del patio de  
conexiones, incluyendo las distancias entre los centros (ejes) de los equipos.
  - 30 • Peso de cada uno de los equipos y localización del centro de masa con relación al  
31 nivel rasante del patio.
  - 32 • Características geométricas de equipos y peso de los soportes de equipos,  
33 sistemas de anclaje.
  - 34 • Diseño de las cimentaciones de los equipos de patio.
  - 35 • Dimensiones requeridas para canales de cables de potencia y cables de control.  
36 Diseño civil de los canales de cables.
  - 37 • Diseño geométrico y sistemas de fijación de las bandejas portacables y de ductos  
38 para cables entre los equipos y las bandejas.
  - 39 • Localización, geometría y sistemas de anclaje de los gabinetes de conexión.
- 40

41 **c. Equipos de patio:**

- 1 • Para equipos de corte, transformadores de medida, descargadores de  
2 sobretensión.  
3 - Diagramas eléctricos completos para control, señalización, etc, hasta borneras  
4 de interconexión.  
5 - Características técnicas definitivas, dimensiones y pesos.  
6 - Placas de características técnicas.  
7 - Información técnica complementaria y catálogos.  
8 - Manuales detallados para montaje de los equipos.  
9 - Manuales detallados para operación y mantenimiento.  
10 - Protocolo de pruebas en fábrica.  
11 - Procedimiento para pruebas en sitio.  
12  
13 **d. Para tableros:**  
14 • Diagramas esquemáticos que incluyan todos los circuitos de c.a. y c.c.  
15 • Diagramas eléctricos completos hasta borneras de interconexión para circuitos de  
16 control, señalización y protección.  
17 • Lista de instrumentos de control medida, señalización, protecciones, fusibles, etc.,  
18 que serán instalados en los tableros, suministrando información técnica y  
19 catálogos respectivos con indicación clara del equipo suministrado.  
20 • Planos de disposición física de elementos y equipos dentro de los tableros.  
21 • Instrucciones detalladas de pruebas y puesta en servicio.  
22 • Elaboración de planos desarrollados, esquemáticos de control, protección, medida,  
23 telecontrol y teleprotección, incluyendo:  
24 - Diagramas de principio y unifilares  
25 - Diagramas de circuito  
26 - Diagramas de localización exterior e interior.  
27 - Tablas de cableado interno y externo.  
28 - Disposición de aparatos y elementos en tableros de control.  
29 - El Inversionista debe entregar al Interventor como mínimo, los siguientes  
30 diagramas de principio:  
31 ■ Diagramas de protección y del sistema de gestión de los relés.  
32 ■ Diagramas del sistema de control de la subestación.  
33 ■ Diagramas de medición de energía.  
34 ■ Diagramas lógicos de enclavamientos.  
35 ■ Diagramas de comunicaciones.  
36 - Diagramas de bloque para enclavamientos eléctricos de toda la Subestación.  
37 - Listado de cables y borneras.  
38 - Planos de Interfase con equipos existentes.  
39 - Filosofía de operación de los sistemas de protección, control, sincronización,  
40 señalización y alarmas.  
41  
42 **e. Reportes de Pruebas:**

- 1 - Treinta (30) días calendario posterior a la fecha en la cual se efectuó la última  
2 prueba, el Inversionista deberá suministrar a la Interventoría dos (2) copias que  
3 contengan cada uno un juego completo de todos los reportes de pruebas de  
4 fábrica por cada uno de los aparatos y equipos suministrados.  
5 Las instrucciones deberán estar en idioma español.  
6

### 7 5.4.3 Estudios del Sistema

8  
9 El Inversionista seleccionado deberá presentar al Interventor los estudios eléctricos que  
10 permitan definir los parámetros útiles para los diseños básicos y detallados; se destacan  
11 como mínimo la elaboración de los siguientes documentos técnicos y/o memorias de cálculo  
12 en lo que aplique:

- 13  
14 - Condiciones atmosféricas del sitio de instalación, parámetros ambientales y  
15 meteorológicos, contaminación ambiental, estudios topográficos, geotécnicos, sísmicos  
16 y de resistividad.  
17  
18 - Cálculo de flechas y tensiones.  
19  
20 - Flujos de carga; estudios de corto circuito; estudio de estabilidad para determinar  
21 tiempos máximos de despeje de fallas; y cálculos de sobretensiones.  
22  
23 - Estudios de coordinación de protecciones.  
24  
25 - Selección de aislamiento, incluye selección de descargadores de sobre tensión y  
26 distancias eléctricas.  
27  
28 - Estudio de cargas ejercidas sobre las estructuras metálicas de soporte debida a sismo  
29 y a corto circuito.  
30 - Selección de equipos, conductores para barrajes, cables de guarda y conductores  
31 aislados.  
32  
33 - Memoria de revisión de los enlaces de comunicaciones existentes.  
34  
35 - Estudio de apantallamiento contra descargas atmosféricas  
36  
37 - Dimensionamiento de los servicios auxiliares AC y DC.  
38  
39 - Informe de interfaces con equipos existentes.  
40  
41 - Estudios ambientales, programas del Plan de Manejo Ambiental, (PMA) de acuerdo con  
42 el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).  
43

1 - Ajustes de relés de protecciones, dispositivos de mando sincronizado y registradores  
2 de fallas.

3  
4 Cada uno de los documentos o memorias de cálculo, antes referidos, deberán destacar  
5 como mínimo los siguientes aspectos:

6  
7 - Objeto del documento técnico o de la memoria de cálculo.

8  
9 - Origen de los datos de entrada.

10  
11 - Metodología para el desarrollo soportada en normas o estándares de amplio  
12 reconocimiento, por ejemplo en Publicaciones IEC, ANSI o IEEE.

13  
14 - Resultados.

15  
16 - Bibliografía.

#### 17 18 **5.4.4 Distancias de Seguridad**

19  
20 Las distancias de seguridad aplicables en las Subestaciones deben cumplir los lineamientos  
21 establecidos en el RETIE, en su última revisión y/o actualización.

### 22 23 **5.5 Equipos de Potencia**

#### 24 25 **5.5.1 Interruptores**

26  
27 Los interruptores de potencia deben cumplir las prescripciones de la última edición de las  
28 siguientes normas, o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a suministrar:

- 29  
30
- 31 • IEC 62271 - 100: "High-voltage alternating current circuit-breakers"
  - 32 • IEC 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards"
  - 33 • IEC 60265: " High-voltage switches- Part 2; High-voltage switches for rated voltages of  
34 52 kV an above"
- 35

36 Los interruptores automáticos para maniobrar las líneas de transmisión deberán tener  
37 mando monopolar, ser aptos para recierres monopolares y tripolares rápidos.

38 **Mecanismos de operación:** los armarios y gabinetes deberán tener como mínimo el grado  
39 de protección IP54 de acuerdo con IEC 60947-1 o su equivalente en ANSI, el mecanismo  
40 de operación será tipo resorte. No se permitirán fuentes centralizadas de aire comprimido  
41 o aceite para ninguno de los interruptores. Los circuitos de fuerza y control deben ser  
42 totalmente independientes.

1  
2 **Pruebas de rutina:** los interruptores deben ser sometidos a las pruebas de rutina  
3 establecidas en la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en ANSI. Copia de los  
4 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines pertinentes de la  
5 Interventoría.

6  
7 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
8 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre interruptores iguales o similares a los  
9 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en  
10 ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas  
11 pruebas a su costa.

12  
13 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las  
14 condiciones de estado y funcionamiento de los Interruptores de Potencia.

#### 15 16 **5.5.2 Descargadores de Sobretensión**

17  
18 Los descargadores de sobretensión, deben cumplir las prescripciones de la última edición  
19 de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a  
20 suministrar

- 21
- 22 • IEC 60099-4: "Surge Arrester. Part 4: Metal oxide surge arresters without gaps for a.c.  
23 systems"
- 24 • IEC 61264: "Ceramic pressurized hollow insulators for high-voltage switchgear and  
25 controlgear".
- 26

27 **Pruebas de rutina:** los descargadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina  
28 establecidas en la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en ANSI. Copia de los  
29 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la  
30 Interventoría.

31  
32 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
33 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre descargadores iguales o similares a los  
34 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en  
35 ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas  
36 pruebas a su costa.

37  
38 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las  
39 condiciones de estado y funcionamiento de los descargadores.

#### 40 41 **5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra**

1 Los Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra, deben cumplir las prescripciones  
2 de la última edición de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al  
3 tipo de equipo a suministrar:

- 4 • IEC 62271-102: "Alternating current disconnectors and earthing switches", o su  
5 equivalente en ANSI.
- 6 • IEC 60273: "Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with  
7 nominal voltages greater than 1000 V".
- 8 • IEC 60694 "Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards".

9  
10  
11 **Pruebas de rutina:** los seccionadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina  
12 establecidas en la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en ANSI. Copia de los  
13 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la  
14 Interventoría.

15  
16 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
17 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre seccionadores iguales o similares a los  
18 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en  
19 ANSI, si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas  
20 pruebas a su costa.

21  
22 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las  
23 condiciones de estado y funcionamiento de los seccionadores.

#### 24 25 **5.5.4 Transformadores de Tensión**

26  
27 Los Transformadores de Tensión, deben cumplir las prescripciones de la última edición de  
28 las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al tipo de equipo a  
29 suministrar:

- 30 • Publicación IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial  
31 discharges", o su equivalente en ANSI.
- 32 • Publicación IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"
- 33 • Publicación IEC 60186, "Voltaje Transformers", IEC 60358, "Coupling capacitor and  
34 capacitor dividers".
- 35 • Publicación IEC-61869-1/3/5: "Inductive/capative Voltage Transformers".
- 36 • IEC 60296: "Specification for unused mineral insulating oils for transformers and  
37 switchgear"

38  
39  
40 Los transformadores de tensión deben ser del tipo divisor capacitivo, para conexión entre  
41 fase y tierra. La precisión de cada devanado debe cumplirse sin la necesidad de utilizar  
42 cargas externas adicionales. La precisión, deberá ser según normas IEC o su equivalente

1 en ANSI, y específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución  
2 CREG 025 de 1995, en su última revisión.

3  
4 **Pruebas de rutina:** los transformadores de tensión deben ser sometidos a las pruebas de  
5 rutina establecidos en la publicación IEC 60186, sección 5 y 25, IEC 60358 cláusula 7.1.o  
6 su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser  
7 presentados para fines pertinentes de la Interventoría.

8  
9 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
10 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de tensión iguales o  
11 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60186, sección  
12 4 y 24 e IEC 60358, cláusula 6.2, o sus equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone  
13 de estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

14  
15 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias in situ para verificar las  
16 condiciones de estado y funcionamiento de los Transformadores de Tensión.

#### 17 18 **5.5.5 Transformadores de Corriente**

19  
20 Los Transformadores de Corriente, deben cumplir las prescripciones de la última edición de  
21 las siguientes normas, o su equivalente en ANSI, según se aplique al tipo de equipo a  
22 suministrar:

- 23
- 24 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su
- 25 equivalente en ANSI.
- 26 • IEC 60044-1: "Current Transformers".
- 27 • IEC-61869-1/2: "Current Transformers".
- 28

29 Los transformadores de corriente deben ser de relación múltiple con cambio de relación en  
30 el secundario. Deben tener precisión 0.2s, según IEC o su equivalente en ANSI, y  
31 específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG  
32 025 de 1995, en su última revisión.

33  
34 **Pruebas de rutina:** los transformadores de corriente deben ser sometidos a las pruebas  
35 de rutina establecidos en la publicación IEC 60044-1 e IEC 60044-6 o su equivalente en  
36 ANSI, Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines  
37 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 corriente iguales o  
41 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60044-1 e IEC  
42 60044-6, o su equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos  
43 deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

1  
2 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias in sitio para verificar las  
3 condiciones de estado y funcionamiento de los transformadores de corriente.

#### 4 5 **5.5.6 Equipo GIS o Híbrido**

6  
7 En caso que el equipo propuesto por el Inversionista seleccionado sea GIS (Gas Insulated  
8 Substations) o Híbrido, además de cumplir con las normas antes mencionadas, debe  
9 cumplir la siguiente normatividad:

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

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

27 |  
28 El equipo GIS será sometido a pruebas de rutina que consisten en pruebas de alta tensión,  
29 pruebas mecánicas y pruebas de gas.

30 Se deben suministrar certificados de pruebas tipo de pruebas de alta tensión, prueba de  
31 temperatura, prueba de gas y prueba sísmica.

#### 32 33 **5.5.7 Sistema de puesta a tierra**

34 Deberá diseñarse para que en condiciones normales y anormales, no se presente ningún  
35 peligro para el personal situado en cualquier lugar, al que tenga acceso.

36 Todos los requerimientos para la malla de tierra de la Subestación, estarán de acuerdo a la  
37 última revisión de la publicación IEEE No.80-2000 "Guide for Safety and Alternating Current  
38 Substation Grounding" y a los requerimientos del RETIE.

1 Todos los equipos, estructuras y accesorios metálicos se conectarán a tierra en el punto  
2 más cercano y conveniente.

3  
4 Todo el equipo eléctrico y partes metálicas expuestas, estarán conectadas a la malla de  
5 tierra.

6  
7 Para propósitos del diseño final del sistema de tierra el Inversionista seleccionado hará los  
8 ensayos de resistividad en el sitio, con el objeto de comprobar la resistividad del terreno y  
9 las tensiones de paso y contacto, según requerimientos del RETIE.

### 10 11 **5.5.8 Apantallamiento de la Subestación**

12  
13 El apantallamiento será hecho por medio de cables de guarda de material apropiado para  
14 las condiciones ambientales existentes en el sitio. Todos los cables de guarda serán  
15 aterrizados con cables bajantes de cobre.

16  
17 Las estructuras no conductoras y edificios requerirán un sistema completo de protección  
18 contra descargas atmosféricas, incluyendo varillas de puesta a tierra. La instalación deberá  
19 cumplir con el RETIE, la Norma NTC-4552-1-2-3 y la Norma IEC-62305-2.

### 20 21 **5.6 Equipos de Control y Protección**

22  
23 Las siguientes son las características principales que deberán cumplir los equipos de  
24 control y protección:

#### 25 26 **5.6.1 Sistemas de Protección**

27  
28 Los equipos de protección deberán cumplir con las partes pertinentes establecidas en  
29 la publicación IEC 60255 “Electrical relays”, en la IEC 60870 “Telecontrol equipments  
30 and systems” y en el caso de los registradores de falla, los archivos de datos deberán  
31 utilizar el formato COMTRADE (Common Format for Transient Data Exchange),  
32 recomendación IEEE C37.111 o en su defecto, el Inversionista seleccionado deberá  
33 proveer el software que haga la transcripción del formato del registrador de fallas al  
34 formato COMTRADE, o cumplir con las respectivas normas equivalentes ANSI.

35 El esquema de protección para transformador deberá consistir, en un relé de protección  
36 con función diferencial de transformador, apta para proteger un transformador con  
37 devanado terciario cargable y con cambiador de tomas; adicionalmente, se deberá  
38 implementar una segunda protección diferencial con algoritmo de operación diferente a  
39 la primera en lo que aplique. Deberá disponer además de restricción de armónicos de  
40 segundo y quinto orden para corrientes de energización y condiciones de sobre  
41 excitación respectivamente. Deberá tener disponibilidad de al menos cuatro elementos  
42 de sobrecorriente, para la implementación de las funciones de sobrecorriente de  
43 respaldo de la función diferencial en cada uno de los devanados. Otras funciones de

1 protección podrán ser implementadas de acuerdo con las prácticas propias de cada  
2 Transmisor. En este caso deberá considerarse también la protección diferencial de  
3 transformador correspondiente.

4  
5 Para subestaciones nuevas o existentes que lo requieran, el Sistema de Protecciones -  
6 SP- para las barras (diferencial de barras) deberá ser redundante con principio de  
7 operación diferente. Adicionalmente deberán seleccionarse de acuerdo con la  
8 configuración de la subestación. La alimentación DC de cada sistema de protección  
9 debe ser independiente; las señales de corriente deben ser tomadas, para cada SP,  
10 desde núcleos diferentes de los CT's y cada SP debe tener la posibilidad de comandar  
11 disparo a ambas bobinas de los interruptores. Los SP diferenciales de barra, deber ser  
12 seleccionado considerando las ampliaciones futuras, y deberán permitir la conexión de  
13 CT's con diferentes relaciones de transformación. El inversionista deberá implementar  
14 protección diferencial de barras multizona y de fase segregada para las subestaciones  
15 nuevas.

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  
21 la protección por falla en interruptor, de tal manera que no se afecte ningún otro equipo  
22 de forma automática sin tener que hacer puentes externos. Los equipos deberán contar  
23 con todos los módulos, tarjetas y elementos que sean necesarios para las labores de  
24 búsqueda 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 la Resolución CREG 025 de 1995, anexo CC4, numeral 3.1 y sus  
28 modificaciones.

### 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.
	Comunicaciones e interfaces entre niveles 2 y 3.	La captura de datos y la transmisión de información hacia y desde el sistema remoto deben ser

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	Proporciona la comunicación entre el Sistema de Automatización y los sistemas remotos de información.	independientes de la IHM de las Subestaciones. Debe ser independiente de cualquier falla en las interfaces de usuario IHM.
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>	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>Comunicaciones e Interfaces Nivel 2 y Nivel 1.</p> <p>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>
	<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	Conformado por los equipos de patio (interruptores, seccionadores,	Corresponde al mando directamente desde las cajas de mando de los

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	transformadores de potencia y de instrumentación, reactores, bancos de capacitores, etc.), por los servicios auxiliares de la Subestación (13,2 kV, 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.	interruptores y seccionadores en el conjunto de equipos de potencia de las Subestaciones y para los servicios auxiliares desde sus propios gabinetes.  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.

1  
2 **5.6.2.1 Características Generales**  
3

4 Todos los equipos del sistema de automatización deberán cumplir con las norma IEC.  
5

6 El Inversionista seleccionado garantizará que la arquitectura del Sistema de Automatización  
7 permita la ampliación a medida que se expandan las Subestaciones y que sin cambios  
8 fundamentales en su arquitectura, permita cambios en la funcionalidad, hardware y  
9 software; también garantizará que el Sistema inter-opere (capacidad de intercambiar y  
10 compartir recursos de información) con IED's de diversos fabricantes, razón por la cual  
11 deberán utilizarse protocolos abiertos. El Transmisor Regional garantizará igualmente, que  
12 el Sistema de Control ofrezca una respuesta abierta y modular a las necesidades de  
13 protecciones, automatismos, control y monitoreo de la Subestación. Copia de toda la  
14 información relacionada con la arquitectura del Sistema de Automatización y con el Sistema  
15 de Control, deberá ser entregada por el Transmisor Regional al Interventor para la  
16 verificación de cumplimiento.  
17

18 Se entiende que todos los elementos auxiliares, equipos y servicios necesarios para la  
19 correcta operación y mantenimiento del sistema de control serán suministrados, sin  
20 limitarse al: hardware, software, GPS, programas para el IHM, trabajos de parametrización  
21 del sistema, etc.  
22

23 La arquitectura del sistema de control deberá estar basada en una red redundante a la cual  
24 se conectan los equipos que soportan las funciones de automatismo, monitoreo, protección  
25 y control. Se destacan las siguientes funciones:  
26

- 27 • Las redes de comunicación entre los controladores de bahía deberán ser de protocolo,  
28 que resulte compatible con las comunicaciones existentes.
- 29
- 30 • La arquitectura del sistema estará compuesta de equipos, que deben permitir:

- 1      ○ Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos entre
- 2      equipos vía la red.
- 3      ○ Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y Automatización
- 4      de la Subestación.
- 5
- 6      ● La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes
- 7      funciones:
- 8      ○ Gestión de las bases de datos del sistema.
- 9      ○ Permitir la integración de elementos futuros.
- 10     ○ Implementación de herramientas de seguridad y administración.
- 11     ○ Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la explotación
- 12     normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema sin perturbar ni
- 13     detener el sistema.
- 14     ○ Mantenimiento de cada equipo.
- 15     ○ Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las protecciones
- 16     del sistema.
- 17

18 Los IED de protección, los controladores de bahía, los controladores de Subestación y/o

19 computadores del IHM deberán permitir la transmisión de información entre la Subestación

20 y el CND o el centro de control remoto del Inversionista seleccionado (sean funciones de

21 control, visualización o de mantenimiento). El Inversionista seleccionado es responsable

22 por utilizar los protocolos de comunicación que el CND le exija y en general, todos los costos

23 de implementación y coordinación de información a intercambiar con el CND son

24 responsabilidad del Inversionista seleccionado.

25

26 Las funcionalidades siguientes deben ser garantizadas por los controladores de

27 Subestación:

28

- 29      ● Transmisión de comandos del centro de control remoto hacia los equipos de la
- 30      Subestación.
- 31
- 32      ● Sincronización satelital de todos los equipos de los sistemas de control, protecciones y
- 33      registro de fallas de la Subestación a través de una señal de sincronización proveniente
- 34      de un reloj GPS.
- 35
- 36      ● Recuperación de información proveniente de los equipos hacia el centro de control
- 37      remoto (mediciones, alarmas, cambios de estado, etc.).
- 38

39 Los equipos a instalar deben ser compatibles con los controladores de Subestación para el

40 correcto envío de información hacia centros de control externos, Centro Nacional de

41 Despacho CND y recibir los comandos aplicables enviados desde dichos centros. En este

42 aspecto, el Inversionista seleccionado será el único responsable de suministrar y hacer

1 operativos los protocolos de comunicaciones necesarios para integrar la Subestación con  
2 el CND.

### 3 4 **5.6.3 Medidores multifuncionales**

5  
6 Las unidades de medición deben tomar sus señales de los transformadores de medida,  
7 para determinación de parámetros eléctricos tales como: tensión, corriente, potencia activa,  
8 potencia reactiva, factor de potencia y frecuencia. Deben contar con emisor de impulsos o  
9 un sistema de registro comunicado con niveles superiores. Deben cumplir como mínimo  
10 con todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su  
11 última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.

### 12 13 **5.6.4 Controladores de Bahía**

14  
15 Los controladores de bahía son los encargados de recibir, procesar e intercambiar  
16 información con otros equipos de la red, deben ser multifuncionales y programables. Los  
17 controladores de bahía deben ser compatibles con los estándares EMC y aptos para  
18 aplicación en subestaciones eléctricas de alta y extra alta tensión; el Inversionista  
19 seleccionado deberá presentar al Interventor los certificados de pruebas que lo avalen.

20  
21 A partir de entradas/salidas, el equipo podrá manejar la lógica de enclavamientos y  
22 automatismos de la bahía, por lo que en caso necesario deben tener capacidad de  
23 ampliación de las cantidades de entradas y salidas instaladas en el equipo para cubrir los  
24 requerimientos de la bahía que controlan. Los controladores de bahía deben contar con un  
25 diagrama mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes funcionalidades como mínimo:

- 26
- 27 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del proceso.
  - 28 • Despliegue de alarmas.
  - 29 • Despliegue de eventos.
  - 30 • Despliegue de medidas de proceso de la bahía.
  - 31 • Control local (Nivel 1) de los equipos que forman parte de la bahía.
  - 32 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de
  - 33 función.
  - 34 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.

35  
36 Deben también tener LED's de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos  
37 para la comunicación.

38  
39 Estos equipos también deberán ser capaces de recibir una señal de sincronización horaria  
40 para hacer el estampado de tiempo al momento de recibir un evento.

41

### 5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares

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

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

- Despliegue del diagrama mímico de la bahía.
- Despliegue de alarmas.
- Despliegue de eventos.
- Despliegue de medidas de tensión y de corriente.
- Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de función.
- Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.

Deben también tener LED's de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos para la comunicación.

### 5.6.6 Switches

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

- Deberán cumplir con IEEE 1613 standard - "error free" networking device.
- Deberán cumplir con IEC 61850-3 standard for networks in substations.
- Deberá incluir las siguientes características de red:
  - IEEE 802.1d, message prioritization y rapid spanning tree en MAC Bridges
  - IEEE 802.1q VLAN
- 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 seleccionado.

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, IED's, registradores de eventos con el controlador de la Subestación debe ser redundante y con auto-diagnóstico 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 red de ingeniería de la Subestación, la cual debe permitir acceso local y remoto para interrogación, configuración y descarga de información de los relés, de los registradores de fallas y los medidores multifuncionales. Deben suministrarse todos los equipos, accesorios, programas y bases de datos requeridos para implementar un sistema de gestión de protecciones y registradores de fallas para la Subestación.

#### 5.6.8.2 Registradores de Fallas

1 Los registradores de falla deberán programarse de manera que al ocurrir una falla, la  
2 descarga del archivo con los datos de la falla, se realice automáticamente a un equipo de  
3 adquisición, procesamiento y análisis, en el cual se realizará la gestión de los registros de  
4 falla provenientes de equipos instalados en las bahías del Proyecto, incluyendo  
5 almacenamiento, despliegue, programación e interrogación remota, cumpliendo con lo  
6 establecido en el Código de Redes CREG025 de 1995, en su última revisión.

### 7 8 **5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación**

9  
10 El sistema de supervisión local debe efectuar el monitoreo y control del proceso a través de  
11 una IHM conformada básicamente por computadores industriales y software tipo SCADA.  
12 Las pantallas o monitores de IHM deben ser suficientemente amplias para mostrar la  
13 información del proceso.

14  
15 Toda la información, se debe desplegar, almacenar, filtrar, imprimir en los mismos  
16 dispositivos suministrados con el sistema de medida, control y supervisión de la  
17 Subestación, la cual debe tener como mínimo las siguientes funciones:

- 18
- 19 • Adquisición de datos y asignación de comandos.
  - 20 • Auto-verificación y auto-diagnóstico.
  - 21 • Comunicación con el CND.
  - 22 • Comunicación con la red de área local.
  - 23 • Facilidades de mantenimiento.
  - 24 • Facilidades para entrenamiento.
  - 25 • Función de bloqueo.
  - 26 • Función de supervisión.
  - 27 • Funciones del Controlador de Subestación a través del IHM.
  - 28 • Guía de operación.
  - 29 • Manejo de alarmas.
  - 30 • Manejo de curvas de tendencias.
  - 31 • Manejo de mensajes y consignas de operación.
  - 32 • Marcación de eventos y alarmas.
  - 33 • Operación de los equipos.
  - 34 • Programación, parametrización y actualización.
  - 35 • Reportes de operación.
  - 36 • Representación visual del proceso mediante despliegues de los equipos de la  
37 Subestación, incluidos los servicios auxiliares y las redes de comunicaciones.
  - 38 • Secuencia de eventos.
  - 39 • Secuencias automáticas.
  - 40 • Selección de los modos de operación, local, remoto y enclavamientos de operación.
  - 41 • Supervisión de la red de área local.

### 5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones

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

### 5.7 Obras Civiles

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

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

El Interventor conceptuará para la UPME y hará seguimiento al cumplimiento de los aspectos regulatorios, el RETIE y las normas legales aplicables a los diseños para construcción de las obras civiles. Únicamente se podrá realizar obra civil con base en planos de construcción previamente aprobados. El Interventor verificará e informará a la UPME y hará el seguimiento correspondiente al cumplimiento de las normas técnicas. El Inversionista seleccionado deberá presentarle al Interventoría siguiente información:

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

### 5.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento

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

1 Los diseños son responsabilidad del Inversionista. La malla de puesta a tierra del proyecto  
2 debe ser en cable de cobre suave, electrolítico, desnudo, recocido, sin estañar, trenzado  
3 en capas concéntricas deberá ser diseñada siguiendo los lineamientos de la norma  
4 ANSI/IEEE Std 80 y 81 tal que garanticen la seguridad del personal, limitando las tensiones  
5 de toque y paso a valores tolerables.

## 6 ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO

### 6.1 Pruebas y Puesta en Servicio

11 Todos los equipos suministrados y montados deben ser sometidos a pruebas de campo  
12 tanto de aceptación para recepción, como individuales, funcionales, de puesta en servicio  
13 y de energización de acuerdo con lo especificado por los fabricantes, la normatividad CREG  
14 vigente, los requisitos del Centro Nacional de Despacho CND y los acuerdos del Consejo  
15 Nacional de Operación C.N.O, en particular el 646 de 2013.

16 Los registros de todas las pruebas (aceptación para recepción, individuales, funcionales,  
17 de puesta en servicio y de energización) se consignarán en “Protocolos de Pruebas”  
18 diseñados por el Inversionista seleccionado de tal forma que la Interventoría, pueda verificar  
19 el cumplimiento de los requisitos de la Regulación vigente y de las normas técnicas; por  
20 ejemplo: que se cumplen los enclavamientos y secuencias de operación tanto de alta  
21 tensión como de servicios auxiliares, que los sistemas de protección y control cumplen con  
22 la filosofía de operación en cuanto a polaridades, acciones de protecciones y demás.

23 **Pruebas de puesta en servicio:** El Inversionista seleccionado debe efectuar las siguientes  
24 pruebas como mínimo, pero sin limitarse a estas y cumpliendo con el código de redes y los  
25 requerimientos del CND, vigentes:

- 26 • Direccionalidad de las protecciones de línea.
- 27 • Medición y obtención de los parámetros y las impedancias de secuencia de las líneas  
28 asociadas.
- 29 • Fallas simuladas monofásicas, trifásicas, cierre en falla con el fin de verificar el correcto  
30 funcionamiento de las protecciones, registro de fallas, telecomunicaciones, gestión de  
31 protecciones.
- 32 • Pruebas de conexión punto a punto con el CND.

33 **Pruebas de energización:** El Inversionista seleccionado será responsable por la ejecución  
34 de las pruebas de energización. Los Protocolos de las pruebas de energización deben ser  
35 verificados para los fines pertinentes por la Interventoría.

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

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

- Presentación del Proyecto al Centro Nacional de Despacho CND.
- Formatos con información técnica preliminar para la realización de estudios.
- Diagrama Unifilar.
- Estudio de coordinación de protecciones de los equipos y el área de influencia del Proyecto.
- Lista disponible de señales de SCADA y requerimiento de comunicaciones.
- Cronograma de desconexiones y consignaciones.
- Cronograma de pruebas.
- Protocolo y formatos para la declaración de los parámetros del equipo y sus bahías con información definitiva.
- Protocolo de energización.
- Inscripción como agente y de la frontera comercial ante el ASIC.
- Certificación de cumplimiento de código de conexión otorgado por el propietario del punto de conexión.
- Carta de declaración en operación comercial.
- Formatos de Información técnica. Los formatos son corrientemente elaborados y actualizados por el CND.

## 7 ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN

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

## 8 INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO

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

## 9 INFORMACIÓN ESPECÍFICA

Información específica referente a la presente Convocatoria Pública, como costos de conexión, datos técnicos y planos, serán suministrados por la UPME en formato digital en lo posible a través de su página WEB junto con los presentes DSI o a solicitud de los Interesados, mediante carta firmada por el Representante Legal o el Representante Autorizado, indicando domicilio, teléfono, fax y correo electrónico.

1 **10 FIGURAS**

2

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

4

5 Figura 1 – Diagrama esquemático

6

7 Figura 2 - Unifilar subestación Altamira 115 kV

8

9 Figura 3 - Unifilar subestación Florencia 115 kV

10

11 Figura 4 - Unifilar subestación Doncello 115 kV

12

PREPUBLICACIÓN