

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

ANEXO 1

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 06 DE 2018

(UPME 06 – 2018)

**SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO,
ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO DE LA NUEVA SUBESTACIÓN EL RIO 220 kV Y LINEAS DE
TRANSMISIÓN ASOCIADAS**

Bogotá D. C., agosto de 2018

ÍNDICE

1		
2		
3		
4	1. CONSIDERACIONES GENERALES	5
5	1.1 Requisitos Técnicos Esenciales	5
6	1.2 Definiciones	6
7	2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
8	2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones	9
9	2.1.1 Descripción de Obras en la Subestación El Rio 220 kV.....	9
10	2.1.2 Descripción de Obras en la Subestación Termobarranquilla 220 kV.....	10
11	2.1.3 Descripción de Obras en la Subestación Termoflores 220 kV.	11
12	2.2 Puntos de Conexión del Proyecto	12
13	2.2.1 En la Subestación El Rio 220 kV.	12
14	2.2.2 En la Subestación Termobarranquilla 220 kV	13
15	2.2.3 En la Subestación Termoflores 220 kV	13
16	3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES	14
17	3.1 Parámetros del Sistema	14
18	3.2 Nivel de Corto Circuito	15
19	3.3 Materiales	15
20	3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible	16
21	3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión	16
22	3.6 Pruebas en Fábrica	16
23	4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 220 kV	17
24	4.1 General	17
25	4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión	20
26	4.3 Longitud Aproximada de las Líneas	21
27	4.4 Especificaciones de diseño y construcción Líneas	21
28	4.4.1 Aislamiento	21
29	4.4.2 Conductores de Fase	22
30	4.4.3 Cable(s) de Guarda	23
31	4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas	24
32	4.4.5 Transposiciones de Línea.....	25
33	4.4.6 Estructuras	25
34	4.4.7 Localización de Estructuras	26
35	4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores.	26
36	4.4.9 Cimentaciones.....	27
37	4.4.10 Señalización Aérea.....	27
38	4.4.11 Desviadores de vuelo para aves.....	27
39	4.4.12 Obras Complementarias	27
40	4.5 Informe Técnico	28
41	5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN	28

1	5.1 General	28
2	5.1.1 Predio de las Subestación	29
3	5.1.2 Espacios de Reserva.....	32
4	5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes.....	33
5	5.1.4 Servicios Auxiliares.....	34
6	5.1.5 Infraestructura y Módulo Común.....	34
7	5.2 Normas para Fabricación de los Equipos	35
8	5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos	36
9	5.4 Procedimiento General del Diseño	36
10	5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica	37
11	5.4.2 Los documentos de la Ingeniería de Detalle	40
12	5.4.3 Estudios del Sistema	44
13	5.4.4 Distancias de Seguridad.....	45
14	5.5 Equipos de Potencia	46
15	5.5.1 Interruptores	46
16	5.5.2 Descargadores de Sobretensión.....	46
17	5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra.....	47
18	5.5.4 Transformadores de Tensión.....	48
19	5.5.5 Transformadores de Corriente	49
20	5.5.6 Equipo GIS o Híbrido.....	49
21	5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra	50
22	5.5.8 Apantallamiento de la Subestación.....	50
23	5.6 Equipos de Control y Protección	51
24	5.6.1 Sistemas de Protección	51
25	5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones.....	52
26	5.6.2.1 Características Generales.....	54
27	5.6.3 Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales.....	56
28	5.6.4 Controladores de Bahía.....	57
29	5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares.....	58
30	5.6.6 Switches	58
31	5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1.....	59
32	5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2	59
33	5.6.8.1 Controlador de la Subestación	59
34	5.6.8.2 Registradores de Fallas	60
35	5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación	60
36	5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones.....	61
37	5.7 Obras Civiles	61
38	5.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento	62
39	6. ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO	62
40	6.1 Pruebas y Puesta en Servicio	62
41	6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio	63

1	7	ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN	63
2	8	INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO	63
3	9	INFORMACIÓN ESPECÍFICA	64
4	10	FIGURAS	64
5			

ANEXO 1

1. CONSIDERACIONES GENERALES

Las expresiones que figuren en mayúsculas, que no se encuentren expresamente definidas en el presente documento, tendrán el significado que se les atribuye en los Documentos de Selección del Inversionista de la Convocatoria Pública UPME 06 – 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, corresponden a normas legales u otras disposiciones jurídicas colombianas.

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

1.1 Requisitos Técnicos Esenciales

De acuerdo con la legislación colombiana y en particular, con lo establecido en la última versión del RETIE, vigente en la fecha de apertura de esta Convocatoria, Resolución MME 90708 de agosto de 2013, Capítulo II, Requisitos Técnicos Esenciales, para el Proyecto

1 será obligatorio que los trabajos deban contar con un diseño, efectuado por el profesional
2 o profesionales legalmente competentes para desarrollar esta actividad como se establece
3 en el Artículo 10 del RETIE de la fecha anotada, en general y el numeral 10.2 en particular.
4

5 Como requisito general, de mandatorio cumplimiento, aplicable a todos los aspectos
6 técnicos y/o regulatorios que tengan que ver con el RETIE , con el Código de Redes, con
7 normas técnicas nacionales o internacionales y con resoluciones de la CREG y del
8 Ministerio de Minas y Energía, se establece que, de producirse una revisión o una
9 actualización de cualquiera de los documentos mencionados, antes del inicio de los diseños
10 según cronograma presentado por el Transmisor y aprobado por la UPME, la última de
11 estas revisiones o actualizaciones, en cada uno de los aspectos requeridos, primará sobre
12 cualquier versión anterior de los citados documentos.
13

14 **1.2 Definiciones**

15
16 Las expresiones que figuren con letra mayúscula inicial tendrán el significado establecido
17 en el Numeral 1.1 de los Documentos de Selección del Inversionista - DSI.
18

19 **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

20
21
22 Consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, puesta en
23 servicio, operación y mantenimiento de las obras asociadas al Proyecto nueva subestación
24 El Rio 220 kV y líneas de trasmisión asociadas, definido en el “Plan de Expansión de
25 Referencia Generación – Transmisión 2015-2029”, adoptado mediante Resolución del
26 Ministerio de Minas y Energía 40095 de febrero 1 de 2016, modificada mediante Resolución
27 MME No 40813 de 3 de agosto de 2018, el cual comprende:

- 28 i. Nueva subestación El Rio 220 kV en configuración interruptor y medio, con dos (2)
29 bahías de línea y dos (2) bahías de transformación con sus respectivos cortes
30 centrales para conformar dos diámetros completos a 220 kV, a ubicarse cerca a la
31 actual subestación El Rio 110 kV en jurisdicción del municipio de Barranquilla en el
32 departamento del Atlántico.
- 33 ii. Una línea a 220 kV con un longitud aproximada de 7 km, desde la Subestación El
34 Rio 220 kV, hasta la existente Subestación Termobarranquilla 220 kV.
- 35 iii. Una línea a 220 kV con un longitud aproximada de 9 km, desde la nueva
36 Subestación El Rio 220 kV hasta la existente subestación Termoflores 220 kV.
- 37 iv. Una (1) bahía de línea 230 kV en la Subestación Termobarranquilla 230 kV.

- 1 v. Una (1) bahía de línea 220 kV en la Subestación Termoflores 220 kV.
- 2 vi. Extensiones de barraje requeridas para dar cumplimiento al objeto de la presente
- 3 Convocatoria, junto con todos los elementos, equipos obras y adecuaciones
- 4 mecánicas, civiles, eléctricas, corte y/o protección, control, medición y demás
- 5 necesarios, para su correcto funcionamiento.
- 6 vii. Incluye todos los elementos y adecuaciones tanto eléctricas como físicas necesarias
- 7 para cumplir con el objeto de la presente Convocatoria durante la construcción,
- 8 operación y mantenimiento de las obras, garantizando siempre su compatibilidad
- 9 con la infraestructura existente. Estas acciones incluyen sistemas de control,
- 10 protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, etc, sin limitarse a estos.
- 11 viii. Los espacios de reserva establecidos en el numeral 5.1.2 del presente documento.

12

13 **NOTAS:** Las siguientes notas tienen carácter vinculante frente al alcance de la presente

14 Convocatoria:

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

1. A las bahías de transformación 220 kV, en la subestación El Rio, se conectarán dos (2) bancos de transformación 220/110 kV – 3X50 MVA cada uno. Se aclara que estos bancos de transformación y sus respectivas bahías en el lado de baja tensión (110 kV), no hacen parte del objeto de la presente Convocatoria Pública, por tratarse de activos del STR. La frontera entre el Inversionista de la presente Convocatoria y el Inversionista del STR en la Subestación El Rio, será en los bornes de alta del transformador.
2. Los Diagramas unifilares, hacen parte del Anexo 1. El Inversionista seleccionado, buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad, podrá modificar la disposición de las bahías en los diagramas unifilares, previa revisión y concepto del Interventor, y aprobación por parte de la UPME. Si la propuesta de modificación presentada involucra o afecta a terceros como otros usuarios o propietarios de activos en Subestación (existente o ampliación), deberán establecerse acuerdos previos a la solicitud.
3. En configuración interruptor y medio, cuando una bahía, objeto de la presente Convocatoria Pública, quede en un diámetro incompleto, el cual pueda utilizarse para una ampliación futura, el Transmisor deberá hacerse cargo del enlace entre el corte central y el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido fácilmente en caso de instalación de nuevos equipos.

- 1 4. Corresponde a los involucrados en las Subestaciones, llegar a acuerdos para la
2 ubicación y/o disposición física de equipos en la subestación. En cualquier caso, se
3 debe garantizar una disposición de alto nivel de confiabilidad.
4
- 5 5. Todos los equipos o elementos a instalar, por motivo de la presente Convocatoria
6 Pública UPME, deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.
7
- 8 6. Están a cargo del Inversionista seleccionado, todos los elementos necesarios para
9 la construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo
10 sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin
11 limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura
12 existente. En general, el Adjudicatario se debe hacer cargo de las adecuaciones
13 necesarias para cumplir con el alcance del presente proyecto.
14
- 15 7. En la página WEB de la presente Convocatoria Pública, se encuentra disponible la
16 información técnica y costos de conexión remitidos por TRANSELCA con radicados
17 UPME 20181110023642, 20181110026162 y 20181100049952; por
18 ELECTRICARIBE con radicados UPME 20181110025702 y 20181100050942. La
19 información específica relacionada con estos comunicados (anexos) pueden ser
20 solicitadas en oficinas de la UPME en los términos señalados en el numeral 9 del
21 presente Anexo 1, sin detrimento a lo anterior, el Inversionista podrá consultar a los
22 propietarios de la infraestructura de manera directa. La información suministrada por
23 la UPME no representa ninguna limitante y deberá ser evaluada por el Inversionista
24 para lo de su interés, en concordancia con los numerales 5.5, Independencia del
25 Proponente, y 5.6, Responsabilidad, de los DSI de la presente Convocatoria Pública.
26
- 27 8. Hace parte de la presente Convocatoria el suministro, construcción, pruebas, puesta
28 en servicio, operación y mantenimiento del cable de potencia (conductor de fase
29 para la conexión entre las bahías de transformación y los bornes de alta de los
30 transformadores del STR), junto con las obras civiles y elementos necesarios
31 asociados a los cables de potencia (estructuras de apoyo, aisladores, soportes,
32 canalizaciones, protecciones y demás elementos de requerirse). Lo anterior aplica
33 hasta los 200 metros de conductor por fase, sin importar la distancia entre la salida
34 de las bahías de transformación y los bornes de alta de los transformadores del
35 STR.
36
- 37 9. La ubicación de la nueva subestación El Rio 220 kV deberá cumplir con lo señalado
38 en el numeral 5.1.1 del presente Anexo.
39
- 40 10. El Inversionista seleccionado deberá garantizar que los espacios de reserva (no
41 utilizados por el presente Proyecto) en las subestaciones intervenidas, no se verán

1 afectados o limitados para su utilización, por infraestructura (equipos, línea,
2 edificaciones, etc.) desarrollada en el marco de la presente Convocatoria Pública.
3 El Interventor deberá certificar el cumplimiento de la exigencia antes indicada. Lo
4 anterior no implica que los espacios ocupados por las bahías construidas en la
5 presente convocatoria se deban reponer en otro lugar, con excepción de aquellos
6 casos en que el propietario de la subestación lo hubiese declarado antes del inicio
7 de la convocatoria.

8
9 11. El Inversionista seleccionado para la presente Convocatoria, deberá analizar y
10 tomar las precauciones, realizar todos los estudios que apliquen y tomar cualquier
11 medida preventiva o correctiva en todas las etapas del proyecto, incluida la
12 operación y mantenimiento, con el fin que no existan afectaciones en el Sistema
13 Interconectado Nacional – SIN por cualquier circunstancia que involucre o se derive
14 de sus activos.

15 16 **2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones**

17 18 **2.1.1 Descripción de Obras en la Subestación El Rio 220 kV.**

19
20 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del área
21 (en cualquier modalidad compra, arriendo, etc), el diseño, la construcción, la operación y el
22 mantenimiento de las obras descritas en el numeral 2, incluyendo los espacios de reserva
23 definidos.

24
25 La nueva Subestación El Rio 220 kV deberá ser construida en configuración interruptor y
26 medio, y los equipos a instalar podrán ser convencionales o GIS (tomado de la primera letra
27 del nombre en inglés “Gas Insulated Substations” Subestaciones aisladas en gas SF6) o
28 una solución híbrida, de tipo exterior o interior según sea el caso, cumpliendo con la
29 normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos establecidos en los DSI.

30
31 Se aclara que dada la cantidad de bahías a instalar mediante la presente Convocatoria, la
32 subestación no estará inicialmente en interruptor y medio, sin embargo para efectos del
33 diseño, suministro, construcción, alcance y todas las obligaciones de la presente
34 Convocatoria se considera en configuración interruptor y medio.

35
36 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías de líneas, en
37 funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con
38 infraestructura existente.

39
40 El diagrama unifilar de la nueva Subestación El Rio 220 kV se muestra en la Figura 2.
41

1 Los equipos o elementos a instalar deberán ser completamente nuevos y de última
2 tecnología.

3
4 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando
5 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos
6 de las líneas de transmisión. El Inversionista seleccionado deberá verificar que con los
7 equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior
8 con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las líneas de
9 transmisión, ante mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de
10 comunicación.

11 12 **2.1.2 Descripción de Obras en la Subestación Termobarranquilla 220 kV.**

13
14 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del área
15 (en cualquier modalidad compra, arriendo, etc), el diseño, la construcción, la operación y el
16 mantenimiento de las obras descritas en el numeral 2.

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

23
24 El Inversionista seleccionado, resultante de la presente Convocatoria Pública, deberá
25 hacerse cargo de la extensión de barrajes (de ser necesario) para la conexión de la nueva
26 bahía de línea objeto de la presente Convocatoria Pública, junto con los equipos de
27 protección y adecuaciones físicas y eléctricas necesarias. Toda la infraestructura utilizada
28 para ampliar el barraje, deberá tener una capacidad de corriente, y demás características
29 técnicas, igual o superior al barraje existente donde se conecta.

30
31 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de la nueva bahía de línea, en
32 funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con
33 infraestructura existente.

34
35 El diagrama unifilar de la subestación Termobarranquilla 220 kV se muestra en la Figura 3.
36 Los equipos o elementos a instalar deberán ser completamente nuevos y de última
37 tecnología.

38
39 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando
40 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos
41 de las líneas de transmisión. El Inversionista seleccionado deberá verificar que con los

1 equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior
2 con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las líneas de
3 transmisión, ante mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de
4 comunicación.

5
6 Para las llegada/salida de las líneas a construir, se debe tener en cuenta los circuitos
7 actuales y futuros de forma tal que los diseños busquen evitar los cruces con otras líneas.
8

9 **2.1.3 Descripción de Obras en la Subestación Termoflores 220 kV.**

10
11 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del área
12 (en cualquier modalidad compra, arriendo, etc), el diseño, la construcción, la operación y el
13 mantenimiento de las obras descritas en el numeral 2.
14

15 La bahía de línea deberá mantener la configuración de la subestación existente. Los
16 equipos a instalar podrán ser convencionales o GIS (tomado de la primera letra del nombre
17 en inglés “Gas Insulated Substations” Subestaciones aisladas en gas SF6) o una solución
18 híbrida, de tipo exterior o interior según el caso, cumpliendo con la normatividad técnica
19 aplicable y todos los demás requisitos establecidos en los DSI.
20

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

28 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de la nueva bahía de línea, en
29 funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con
30 infraestructura existente.
31

32 El diagrama unifilar de la subestación Termoflores 220 kV se muestra en la Figura 4.
33

34 Los equipos o elementos a instalar deberán ser completamente nuevos y de última
35 tecnología.

36 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando
37 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos
38 de las líneas de transmisión. El Inversionista seleccionado deberá verificar que con los
39 equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior
40 con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las líneas de

1 transmisión, ante mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de
2 comunicación.

3

4 Para las llegada/salida de las líneas a construir, se debe tener en cuenta los circuitos
5 actuales y futuros de forma tal que los diseños busquen evitar los cruces con otras líneas.

6

7 **2.2 Puntos de Conexión del Proyecto**

8

9 El Inversionista seleccionado, además de adquirir el predio y/o los espacios para la presente
10 Convocatoria Pública, independiente de la modalidad (compra o arrendamiento, etc),
11 deberá tener en cuenta lo definido en el Código de Conexión (Resolución CREG 025 de
12 1995 y sus modificaciones) y las siguientes consideraciones en cada uno de los puntos de
13 conexión, para los cuales se debe establecer un contrato de conexión con el responsable
14 y/o propietario de los activos relacionados.

15

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

20

21 **2.2.1 En la Subestación El Rio 220 kV.**

22

23 El propietario de la Subestación El Rio 220 kV será el Transmisor resultante de la presente
24 Convocatoria Pública.

25

26 La frontera entre el Transmisor y el STR será en los bornes de alta de los transformadores.

27

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

1 las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la
2 modificación de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud deberá estar
3 firmada por los representantes legales de los agentes involucrados.

4 5 **2.2.2 En la Subestación Termobarranquilla 220 kV**

6
7 El agente responsable de la existente subestación Termobarranquilla 230 kV es
8 TRANSELCA S.A. E.S.P.

9
10 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Subestación
11 Termobarranquilla, es el barraje a 220 kV.

12
13 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública
14 y TRANSELCA S.A. E.S.P. deberá incluir, entre otros aspectos y según corresponda, lo
15 relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para la ubicación de la
16 infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de control y
17 protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro de
18 servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos. Este contrato de conexión deberá estar
19 firmado por las partes, dentro de los **cuatro (4) meses** siguientes a la expedición de la
20 Resolución CREG que oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor
21 adjudicatario de la presente Convocatoria Pública, **al menos en sus condiciones básicas**
22 (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y
23 condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos y demás información requerida
24 para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión, duración
25 del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante
26 las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la
27 modificación de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud deberá estar
28 firmada por los representantes legales de los agentes involucrados.

29 30 **2.2.3 En la Subestación Termoflores 220 kV**

31
32 El agente existente en la subestación Termoflores 220 kV es TRANSELCA S.A. E.S.P.

33
34 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Subestación
35 Termoflores, es el barraje a 220 kV.

36
37 El o los contratos de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria
38 Pública y los agentes existentes, según corresponda, deberán incluir entre otros aspectos,
39 lo relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para la ubicación de la
40 infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de control y
41 protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro de

1 servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos. Este contrato de conexión deberá estar
2 firmado por las partes, dentro de los **cuatro (4) meses** siguientes a la expedición de la
3 Resolución CREG que oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor
4 adjudicatario de la presente Convocatoria Pública, **al menos en sus condiciones básicas**
5 (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y
6 condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos y demás información requerida
7 para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión, duración
8 del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante
9 las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la
10 modificación de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud deberá estar
11 firmada por los representantes legales de los agentes involucrados.

14 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

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

24 Las Especificaciones contenidas en este Anexo, se complementan con la información de
25 las subestaciones existentes que se incluyen en los documentos de esta Convocatoria
26 Pública.

28 3.1 Parámetros del Sistema

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

34 Generales:

35 Tensión nominal	220 kV
36 Frecuencia asignada	60 Hz
37 Puesta a tierra	Sólida
38 Numero de fases	3

40 Subestaciones 220 kV:

41 Servicios auxiliares AC 120/208V, tres fases, cuatro hilos.

1	Servicios Auxiliares DC	125V
2	Tipo de la Subestación	Convencional o GIS o un híbrido.
3		
4	<u>Línea de transmisión 220 kV:</u>	
5	Tipo de línea y estructuras:	Aérea con torres auto-soportadas y/o postes y/o estructuras compactas y/o subterráneas y/o subfluviales.
6		
7		
8	Estructuras de soporte:	Para circuito sencillo.
9	Circuitos por torre o canalización:	Según diseño. Se podrán compartir estructuras de soporte con infraestructura existente.
10		
11	Conductores de fase:	Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo.
12	Cables de guarda:	Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo.
13		

14 Las líneas de transmisión podrán ser totalmente aéreas o parcialmente aéreas, subterránea
15 o subfluvial. Las longitudes reales de las líneas de transmisión de 220 kV, serán en función
16 del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista.

17

18 **3.2 Nivel de Corto Circuito**

19

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

28

29 **3.3 Materiales**

30

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

41

1 **3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible**

2
3 Todos los equipos y los conectores deberán ser de diseño y construcción tales que, en lo
4 relacionado con el efecto corona y radio interferencia, deben cumplir con lo establecido en
5 el RETIE, Código de Redes y Normatividad vigente. El Transmisor deberá presentar al
6 Interventor para los fines pertinentes a la Interventoría las Memorias de Cálculo y/o reportes
7 de pruebas en donde se avalen las anteriores consideraciones.

8
9 Para niveles máximos de radio-interferencia, se acepta una relación señal-ruido mínima de:
10 a) Zona Rurales: 22 dB a 80m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo
11 y b) Zonas Urbanas: 22 dB a 40m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen
12 tiempo.

13
14 En cuanto a ruido audible generado por la línea y/o la subestación, deberá limitarse a los
15 estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido establecidos en Resolución
16 0627 de 2006 (Abril 7) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy
17 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o aquella que la modifique o sustituya.

18
19 **3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión**

20
21 La consecución de todas las licencias y permisos son responsabilidad del Inversionista. Se
22 debe considerar lo establecido en el capítulo X de la Ley 143 de 1994, en especial los
23 artículos 52 y 53.

24
25 La celebración de los Contratos de Conexión deberá dar prioridad a todos los acuerdos
26 técnicos, administrativos, comerciales y operativos de tal forma que no existan
27 imprecisiones en este aspecto antes de la fabricación de los equipos y materiales del
28 Proyecto. La fecha para haber llegado a estos acuerdos técnicos se deberá reflejar como
29 Hito en el cronograma de la Convocatoria, lo cual será objeto de verificación por parte del
30 Interventor.

31
32 Los acuerdos administrativos y comerciales de los Contratos de Conexión se podrán
33 manejar independientemente de los acuerdos técnicos. El conjunto de los acuerdos
34 técnicos y administrativos constituye el Contrato de Conexión cuyo cumplimiento de la
35 regulación vigente deberá ser certificado por el Inversionista seleccionado. Copia de estos
36 acuerdos deberán entregarse al Interventor.

37
38 **3.6 Pruebas en Fábrica**

39
40 Una vez el Inversionista haya seleccionado los equipos a utilizar deberá entregar al
41 Interventor, copia de los reportes de las pruebas que satisfagan las normas aceptadas en

1 el Código de Conexión, para interruptores, seccionadores, transformadores de corriente y
 2 potencial, entre otros. En caso de que los reportes de las pruebas no satisfagan las normas
 3 aceptadas, el Interventor podrá solicitar la repetición de las pruebas a costo del
 4 Inversionista.

5
 6 Durante la etapa de fabricación de todos los equipos y materiales de líneas y subestación,
 7 estos deberán ser sometidos a todas las pruebas de rutina y aceptación que satisfagan lo
 8 estipulado en la norma para cada equipo en particular. Los reportes de prueba de
 9 aceptación deberán ser avalados por personal idóneo en el laboratorio de la fábrica.

10
 11 **4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 220 kV**

12
 13 **4.1 General**

14
 15 La información específica referente a la línea existente, remitida por el propietario de la
 16 infraestructura, como costos, datos técnicos, etc, serán suministrados por la UPME
 17 conforme el Numeral 9 del presente Anexo 1.

18
 19 En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas mínimas para la nueva línea
 20 de transmisión que el Inversionista construya, lo cual deberá revisar y ajustar una vez haya
 21 hecho el análisis comparativo de las normas:
 22

Línea de 220 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
1	Tensión nominal trifásica	Numeral 3.1	kV	220
2	Frecuencia nominal	Numeral 3.1	Hz	60
3	Tipo de línea	Numeral 3.1	-	Aérea/ subterránea/ subfluvial
4	Longitud aproximada	Numeral 4.3	km	9 km la línea Termoflores – El Rio 7 km la línea El Rio - Termoflores

Línea de 220 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
5	Altura (estimada) sobre el nivel del mar	Numeral 4.3	msnm	De 4 a 25 la línea Termoflores – El Rio De 3 a 19 la línea El Rio - Termobarranquilla
6	Número de circuitos por torre o canalización	Numeral 3.1	-	-
7	Conductores de fase	Numeral 4.4.2	-	-
8	Subconductores por fase	Numeral 4.4.2	-	-
9	Cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
10	Cantidad de cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
11	Distancias de seguridad	Según Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
12	Ancho de servidumbre	Según Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
13	Máximo campo eléctrico e interferencia	Según Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
14	Contaminación	Debe verificar la presencia en el aire de partículas que pueda tener importancia en el diseño del aislamiento. Investigar presencia de contaminación salina, industrial o de otro tipo.	g/cm ²	-
15	Condiciones de tendido de los cables	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
16	Estructuras	Numeral 4.4.6	-	-
17	Árboles de carga y curvas de utilización	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-

Línea de 220 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
18	Herrajes	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
19	Cadena de aisladores	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
20	Diseño aislamiento	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
21	Valor resistencia de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
22	Sistema de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
23	Salidas por descargas atmosféricas	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
24	Cimentaciones	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-

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

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

La infraestructura de soporte para los tramos aéreos, deberá quedar dispuesta para recibir un segundo circuito a futuro, cuyas características se considerarán iguales al circuito objeto de la presente Convocatoria. Es decir, que las estructuras deberán disponer de los respectivos brazos y demás elementos que permitan la instalación futura de aisladores, conductores de fase, y cable de guarda (de ser necesario a futuro), para un segundo circuito. El diseño de las estructuras deberá realizarse de tal manera que se permita la instalación del segundo circuito, con el primer circuito energizado.

4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión

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

Especial atención deberá poner el Inversionista en todas las restricciones, precauciones y demás aspectos que se identifiquen en los análisis tendientes a identificar unas alertas tempranas en la zona del proyecto.

A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del **“ANÁLISIS ÁREA DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA SUBESTACIÓN EL RIO 220 kV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS, OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 06-2018 DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN 2015-2029”**, los cuales suministran información de referencia. El objeto de estos documentos es identificar de manera preliminar las posibilidades y condicionantes físicos, ambientales y sociales, constituyéndose en documentos ilustrativos para los diferentes Interesados, sin pretender determinar o definir rutas, por lo tanto es exclusivamente de carácter ilustrativo y no puede o no debe considerarse como una asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de cualquier otra naturaleza por parte de la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores, agentes y/o representantes. Es responsabilidad del Inversionista el asumir en su integridad

1 los riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información,
2 realizar sus propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

3
4 En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios,
5 investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

7 **4.3 Longitud Aproximada de las Líneas**

8
9 La longitud y la altura sobre el nivel del mar, anunciadas en este documento es de referencia
10 y está basada en estimativos preliminares. Por tanto, los cálculos y valoraciones que realice
11 el inversionista para efectos de su propuesta económica deberán estar fundamentados en
12 sus propias evaluaciones, análisis y consideraciones.

13
14 Tanto la longitud real como la altura sobre el nivel del mar real, serán función del diseño y
15 estudios pertinentes que realiza el Inversionista seleccionado.

17 **4.4 Especificaciones de diseño y construcción Líneas**

18
19 Las especificaciones de diseño y construcción que se deben cumplir para la ejecución del
20 Proyecto son las establecidas en el presente Anexo No. 1, los Documentos de Selección
21 del Inversionista – DSI, en el Reglamento de Operación del Sistema Interconectado
22 Nacional, en el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y actualizaciones) y en
23 el RETIE, y actualizaciones posteriores previas al diseño y construcción de la línea.

24
25 El Interventor verificará para la UPME, que los diseños realizados por el Transmisor
26 cumplan con las normas técnicas aplicables y con las siguientes especificaciones.

28 **4.4.1 Aislamiento**

29
30 El Inversionista deberá verificar, en primer lugar, las condiciones meteorológicas y de
31 contaminación de la zona en la que se construirán las líneas, la nueva subestación y/o las
32 obras en las subestaciones existentes y, con base en ello, hacer el diseño del aislamiento
33 de las líneas, los equipos de las subestaciones, y la coordinación de aislamiento, teniendo
34 en cuenta las máximas sobretensiones que puedan presentarse en las líneas por las
35 descargas atmosféricas, por maniobras propias de la operación, en particular el cierre y
36 apertura de las líneas en vacío, despeje de fallas con extremos desconectados del sistema,
37 considerando que en estado estacionario las tensiones en las barras no deben ser inferiores
38 al 90% ni superiores al 110% del valor nominal y que los elementos del sistema deben
39 soportar las tensiones de recuperación y sus tasas de crecimiento.

40

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

5
6 Para el caso de tramos de líneas aéreas-subterráneas en todos los sitios de transición
7 deberán preverse los descargadores de sobretensión que protejan el cable ante la
8 ocurrencia de sobretensiones por descargas atmosféricas, fallas, desconexiones o
9 maniobras. El aislamiento de los cables deberá garantizar la operación de continua de la
10 línea ante sobretensiones de frecuencia de 60 Hz.

11 12 **4.4.2 Conductores de Fase**

13
14 Las siguientes condiciones y/o límites estarán determinadas por las características propias
15 de la ruta y el lugar donde el Proyecto operará, por tanto será responsabilidad del
16 Inversionista su verificación. El Interventor verificará e informará a la UPME si el diseño
17 realizado por el Inversionista cumple con las normas técnicas aplicables y con los valores
18 límites establecidos.

19
20 Las características de los conductores de fase deberán cumplir con las siguientes
21 exigencias técnicas:

- 22
23 • Capacidad normal de operación del circuito no inferior a 1000 Amperios a
24 temperatura ambiente máxima promedio.
- 25
26 • Máxima resistencia DC a 20°C por conductor de fase igual o inferior a 0,0600
27 ohmios/km.

28
29 En caso de conductores en haz o múltiples por fase, la resistencia DC a 20°C por conductor
30 de fase corresponderá a la resistencia en paralelo de los sub-conductores de cada fase y
31 la capacidad de corriente corresponderá a la capacidad en paralelo de los sub-conductores
32 de cada fase. Lo anterior utilizando las normas o cálculos aplicables y según las
33 características de la línea (p. eje, aérea o subterránea).

34
35 El Inversionista deberá garantizar los valores de capacidad de corriente y resistencia, tanto
36 en los tramos aéreos como en los subterráneos o subfluviales según sea el caso.

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

39

1 El conductor seleccionado deberá cumplir con las exigencias de radio interferencia
2 establecidas en la normatividad aplicable. El Inversionista deberá verificar el cumplimiento
3 de estas exigencias.

4
5 Los valores máximos permitidos para Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo
6 Magnético son los indicados en el RETIE, donde el público o una persona en particular
7 pueden estar expuestos durante varias horas.

8
9 De presentarse características en el ambiente para esta nueva líneas, que tuvieren efecto
10 corrosivo, los conductores aéreos deberán ser de tipo AAC, ACAR o AAAC, con hilos de
11 aleación ASTM 6201-T81 y cumplir con los valores de capacidad de transporte mínima,
12 resistencia óhmica máxima y ruido audible especificados o establecidas en la normatividad
13 aplicable. Para líneas subterráneas el conductor podrá ser en cobre o aluminio con
14 aislamiento XLPE y con capacidad adecuada para resistir las corrientes de corto circuito
15 previsibles para la Línea durante el tiempo de operación de los interruptores. En caso de
16 que el Inversionista requiera cables de fibra óptica estas podrán ser incorporadas al cable
17 o incluidas en la canalización. El Inversionista deberá informar a la Interventoría su decisión
18 sobre el tipo de conductor, sustentándola técnicamente.

19 20 **4.4.3 Cable(s) de Guarda**

21
22 El cumplimiento de las siguientes condiciones será responsabilidad del Inversionista y
23 aplican solo para cables de guarda de los circuitos que se instalarán en el desarrollo de la
24 presente Convocatoria Pública.

25
26 Se requiere que todos los tramos de línea tengan uno o dos cables de guarda
27 (convencionales u OPGW). En líneas nuevas, al menos uno de los cables de guarda deberá
28 ser OPGW. En nuevos tramos que reconfiguren líneas existentes, los cables de guarda a
29 instalar deberán características técnicas iguales o superiores al del cable o los cables de
30 guarda de la línea existente.

31
32 De presentarse características en el ambiente con efecto corrosivo, los cables de guarda
33 no deberán contener hilos en acero galvanizado y deberán ser del tipo Alumoclad o de otro
34 material resistente a la corrosión, que cumpla con las especificaciones técnicas y los
35 propósitos de un cable de guarda convencional u OPGW desde el punto de vista de su
36 comportamiento frente a descargas atmosféricas. El o los cables de guarda a instalar
37 deberán soportar el impacto directo de las descargas eléctricas atmosféricas que puedan
38 incidir sobre la línea, garantizando el criterio de comportamiento indicado en el diseño del
39 aislamiento. El incremento de temperatura del cable o cables de guarda a ser instalados
40 deberán soportar las corrientes de corto circuito monofásico de la línea que circulen por
41 ellos.

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

3
4 El Interventor verificará para la UPME, que el diseño realizado por el Transmisor cumpla
5 con las normas técnicas aplicables.

6
7 En el evento de que el Inversionista decida usar alguna o todas las Líneas objeto de la
8 presente Convocatoria Pública UPME, para la transmisión de comunicaciones por fibra
9 óptica, será de su responsabilidad seleccionar los parámetros y características técnicas del
10 cable de guarda o de los cables de fibra óptica asociados con cables enterrados o
11 subfluviales e informar de ellos al Interventor.

12 13 **4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas**

14
15 El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del
16 sitio de cada una de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las
17 personas, considerando además el comportamiento del aislamiento ante descargas
18 atmosféricas. La selección del tipo de cimentación (zapata de concreto o parrilla metálica)
19 corresponde al Inversionista. Para ello deberá determinar los parámetros de PH y contenido
20 de sulfatos en cada sitio de torre y, con base en estos resultados, definir el tipo de
21 cimentación.

22
23 Con base en la resistividad del terreno y la componente de la corriente de corto circuito que
24 fluye a tierra a través de las estructuras, se deben calcular los valores de puesta a tierra tal
25 que se garanticen las tensiones de paso de acuerdo con la recomendación IEEE 80 y con
26 lo establecido en el RETIE en su última revisión. La medición de las tensiones de paso y
27 contacto para efectos de la comprobación antes de la puesta en servicio de la línea, deberán
28 hacerse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 15 del RETIE y específicamente con lo
29 establecido en el numeral 15.5.3., o el numeral aplicable si la norma ha sido objeto de
30 actualización.

31
32 El Transmisor debe determinar en su diseño, los materiales que utilizará en la ejecución de
33 las puestas a tierra de las estructuras de la línea teniendo en cuenta la vida útil, la frecuencia
34 de las inspecciones y mantenimientos, la posibilidad del robo de los elementos de cobre,
35 así como la corrosividad de los suelos del sitio de cada torre. No obstante, en cualquier
36 caso deberá cumplirse con lo estipulado en el RETIE, en particular con el numeral 15.3
37 “MATERIALES DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA” o el numeral aplicable si la
38 norma ha sido objeto de actualización.

39
40 Los conectores a utilizar deberán contar con certificado de producto donde debe ser claro
41 si son adecuados para enterramiento directo.

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

4.4.5 Transposiciones de Línea

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

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

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

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

4.4.6 Estructuras

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

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

40 El cálculo de las curvas de utilización de cada tipo de estructura, la definición de las
41 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 establecida a partir de los resultados
5 del plantillado de la línea. El diseño estructural deberá adelantarse atendiendo lo
6 establecido por el ASCE en la última revisión de la norma ASCE STANDARD 10 "*Design of*
7 *Latticed Steel Transmission Structures*". En cualquier evento, ningún resultado de valor de
8 cargas evaluadas con esta metodología de diseño podrá dar resultados por debajo que los
9 que se obtienen según la metodología que establece la última revisión del RETIE. Si ello
10 resultara así, primarán estas últimas.

11
12 El grado de galvanización del acero de las estructuras deberá ser concordante con el nivel
13 de contaminación salina y con el efecto de la abrasión resultante de bancos de arena con
14 el viento presente en las zonas o áreas donde este efecto se presenta.

15 16 **4.4.7 Localización de Estructuras**

17
18 Para la localización de estructuras, deberán respetarse las distancias mínimas de seguridad
19 entre el conductor inferior de la línea y el terreno en zonas accesibles a peatones y las
20 distancias de seguridad mínimas a obstáculos tales como vías, oleoductos, líneas de
21 transmisión o de comunicaciones, ríos navegables, bosques, etc., medidas en metros. La
22 temperatura del conductor a considerar para estos efectos será la correspondiente a las
23 condiciones de máxima temperatura del conductor durante toda la vida útil del Proyecto,
24 estas condiciones deben ser definidas por el Inversionista.

25 26 **4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores -** 27 **Amortiguadores**

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

37
38 En los cables de guarda los amortiguadores serán del tipo "stockbridge" y su colocación
39 medida desde la boca de la grapa y entre amortiguadores será la que determine el estudio
40 de amortiguamiento que haga el Inversionista, copia del cual le será entregada al
41 Interventor.

1 **4.4.9 Cimentaciones**

2
3 La selección del tipo de cimentación corresponde al Inversionista. Para ello deberá
4 determinar los parámetros de PH y contenido de sulfatos en cada sitio de torre y, con base
5 en estos resultados, definir el tipo de cimentación e informar por escrito a la Interventoría
6 su decisión.

7
8 Para los fines pertinentes, el Interventor revisará los resultados de las memorias de cálculo
9 de las cimentaciones propuestas de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG
10 098 de 2000, numeral 2.7, o en sus actualizaciones posteriores previas al inicio de las obras.
11 Los diseños de cimentaciones para las torres de una línea de transmisión deben hacerse
12 considerando los resultados de los estudios de suelos que mandatoriamente debe adelantar
13 el Inversionista en todos los sitios de torre, y las cargas a nivel de cimentación más críticas
14 que se calculen a partir de las cargas mostradas en los árboles de cargas de diseño de
15 cada tipo de estructura.

16
17 **4.4.10 Señalización Aérea**

18
19 El Inversionista deberá investigar con el Departamento de Aeronáutica Civil, las Empresas
20 Petroleras que operan proyectos petroleros o de otro tipo en la región, si existen, la Fuerza
21 Aérea de Colombia, FAC, u otros posibles actores, la existencia de aeródromos o zonas de
22 tránsito de aeronaves de cualquier índole (particulares, militares, de fumigación aérea, etc)
23 que hagan imperioso que la línea lleve algún tipo de señales que impidan eventuales
24 accidentes originados por la carencia de ellos.

25
26 Se mencionan en su orden: la pintura de las estructuras según norma de Aerocivil; balizas
27 de señalización aérea ubicadas en el cable de guarda en vanos específicos y/o faros
28 centelleantes en torres en casos más severos.

29
30 **4.4.11 Desviadores de vuelo para aves**

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

39
40 **4.4.12 Obras Complementarias**

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

7 **4.5 Informe Técnico**

9 El Interventor verificará que el Inversionista suministre los siguientes documentos técnicos,
10 de igual forma a lo requerido para las líneas, de acuerdo con lo establecido en el numeral
11 3 de la Resolución CREG 098 de 2000 o como se establezca en resoluciones posteriores
12 a esta, durante las respectivas etapas de construcción de las líneas de transmisión del
13 Proyecto:

- 15 - Informes de diseño de acuerdo con el numeral 3.1 de la Resolución CREG 098 de
16 2000.
- 18 - Planos definitivos de acuerdo con el numeral 3.2 de la Resolución CREG 098 de
19 2000.
- 21 - Materiales utilizados para la construcción de las líneas del Proyecto de acuerdo
22 con el numeral 3.3 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- 24 - Servidumbres de acuerdo con el numeral 3.4 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- 26 - Informe mensual de avance de obras de acuerdo con el numeral 3.5.1 de la
27 Resolución CREG 098 de 2000.
- 29 - Informe final de obra de acuerdo con el numeral 3.5.2 de la Resolución CREG 098
30 de 2000.

33 **5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN**

35 **5.1 General**

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

1 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del “ANÁLISIS ÁREA
 2 **DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA**
 3 **SUBESTACIÓN EL RIO 220 kV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS, OBJETO**
 4 **DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 05-2018 DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE**
 5 **REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN 2015-2029”,** los cuales suministran
 6 información de referencia. El objeto de estos documentos es identificar de manera
 7 preliminar las posibilidades y condicionantes físicos, ambientales y sociales,
 8 constituyéndose en documentos ilustrativos para los diferentes Interesados, sin pretender
 9 determinar o definir rutas, por lo tanto es exclusivamente de carácter ilustrativo y no puede
 10 o no debe considerarse como una asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de
 11 cualquier otra naturaleza por parte de la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores,
 12 agentes y/o representantes. Es responsabilidad del Inversionista el asumir en su integridad
 13 los riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información,
 14 realizar sus propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

15
 16 La siguiente tabla presenta las características de la Subestación que hacen parte del
 17 proyecto objeto de la presente Convocatoria Pública:
 18

ítem	Descripción	El Rio 220 kV	Termobarranquilla 220 kV	Termoflores 220 kV
1	Subestación nueva	Si	No	No
2	Configuración	Interruptor y medio	Interruptor y medio	Doble barra más seccionador de transferencia de “by pass”
3	Tipo de subestación existente	Convencional o GIS	Convencional	Convencional
4	Agente en la Subestación	Adjudicatario Convocatoria Pública UPME 06-2018	TRANSELCA S.A. E.S.P.	TRANSELCA S.A. E.S.P.

19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28

5.1.1 Predio de las Subestación

Nueva Subestación El Rio 220 kV

El área de la subestación será la que seleccione el Transmisor al inicio de la ejecución, dentro de un radio no mayor a 500 m de la actual subestación El Rio 110 kV, propiedad de Electricaribe S.A. E.S.P., la cual está ubicada en jurisdicción del municipio de Barranquilla en el departamento del Atlántico, considerando y garantizando las facilidades para los accesos de las líneas de transmisión y el acceso de equipos, para el STN y STR.

1 Las siguientes son las coordenadas aproximadas de la existente subestación El Rio 110 kV
2 (información que deberá verificar el Interesado):

3
4 Latitud: 10°59'1.72"N
5 Longitud: 74°45'56.21"O
6

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

10
11 En lo posible, la zona donde se halle el predio seleccionada debe ser tal que exista la
12 posibilidad o no se limite el crecimiento de la subestación en predios contiguos.
13

14 El Inversionista es el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las
15 Autoridades relacionadas con los asuntos ambientales, con los diferentes Planes de
16 Ordenamiento Territorial que se puedan ver afectados, con las restricciones para la
17 aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de
18 restricciones y reglamentaciones existentes. Se deberá tener en cuenta que pueden existir
19 exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local. En este sentido, deberán
20 tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar.
21

22 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el inversionista deberá analizar todos los
23 posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, deberán considerar los
24 posibles riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el
25 inversionista.
26

27 El Inversionista debe elaborar un documento soporte de la selección del predio, el cual
28 deberá ser puesto a disposición del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias
29 del proyecto.
30

31 **Subestación Termoflores 220 kV**

32
33 Las obras objeto de la presente Convocatoria Pública se ubicarán en predios de la actual
34 subestación Termoflores a 220 kV. La existente subestación Termoflores 220 kV, se
35 encuentra localizada en el municipio de Barranquilla departamento del Atlántico, en las
36 siguientes coordenadas aproximadas (información que deberá verificar el Interesado):

37 Latitud: 11°01'30.24" N.
38 Longitud: 74°48'40.23" O.
39

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

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

11
12 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el Inversionista deberá analizar todos
13 los posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, se deberán considerar
14 los riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el
15 Inversionista. Se debe elaborar un documento soporte, el cual deberá ser puesto a
16 consideración del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias del proyecto.

17 **Subestación Termobarranquilla 220 kV**

18
19
20 Las obras objeto de la presente Convocatoria Pública se ubicarán en predios de la actual
21 subestación Termobarranquilla a 220 kV. La existente subestación Termobarranquilla 220
22 kV se encuentra localizada en el Municipio de Barranquilla, Departamento del Atlántico, en
23 las siguientes coordenadas aproximadas (información que deberá verificar el Interesado):

24
25 Latitud: 10°56'15.70" N.

26 Longitud: 74°45'55.36" O.

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

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

38 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el Inversionista deberá analizar todos
39 los posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, se deberán considerar
40 los riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el

1 Inversionista. Se debe elaborar un documento soporte, el cual deberá ser puesto a
2 consideración del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias del proyecto.

4 **5.1.2 Espacios de Reserva**

5
6 Los espacios de reserva futuros del STN y STR son objeto de la presente Convocatoria
7 Pública UPME y por tanto deben ser adecuados y dotados con las obras y equipos
8 constitutivos del módulo común, como se describe en el numeral 5.1.5 del presente Anexo
9 1; sin embargo, los equipos eléctricos no son parte de la presente Convocatoria. Los
10 anteriores espacios de reserva podrán ser dispuestos para otros niveles de tensión según
11 necesidades del SIN y previa definición por parte de la UPME, lo cual no alterará lo exigido
12 como espacio en el presente numeral.

13 **A nivel del STN:**

- 14 • En la subestación El Rio 220 kV se deberán incluir espacios de reserva para la futura
15 instalación de:
 - 16 ○ Tres (3) bahías de línea a 220 kV.
 - 17 ○ Una (1) bahía de transformación a 220 kV.

18 **A nivel del STR,** se deberá incluir espacios de reserva para la futura instalación de:

- 19 ○ Una nueva subestación El Rio 110 kV, en configuración doble barra más
20 seccionador de transferencia, con sus respectivos equipos y/o elementos de
21 patio, vías y casa de control, etc, para:
 - 22 ○ Cuatro (4) bahías de línea a 110 kV.
 - 23 ○ Tres (3) bahías de transformación a 110 kV.
 - 24 ○ Tres (3) bancos de autotransformadores monofásicos, 220/110/34.5 kV
25 de 150 MVA (3 x 50 MVA) cada uno.
 - 26 ○ Dos (2) autotransformadores monofásico (220/110/34.5 kV de 50 MVA)
27 con cambio rápido, los cuales servirán como reserva de los tres bancos
28 de autotransformadores. Dos bancos comparten un autotransformador
29 de reserva.

30
31 El Inversionista deberá dejar adecuado el terreno para la fácil instalación de los equipos en
32 los espacios de reserva objeto de la presente Convocatoria Pública, deberá dejar explanado
33 y/o nivelado el terreno de los espacios de reserva y deberá realizar las obras civiles básicas
34 necesarias para evitar que dicho terreno se deteriore. Adicionalmente, tanto los espacios
35 de reserva como las obras básicas asociadas, deberán estar incluidas dentro del
36 mantenimiento, reparaciones, adecuaciones o nuevas obras que el Inversionista realice a
37
38
39
40
41

1 la Subestación garantizando en todo momento que el terreno continua siendo adecuado
2 para la fácil instalación de los equipos de reserva, hasta tanto sean ocupados.

3
4 El Transmisor preparará un documento en el cual se indiquen las características de los
5 espacios de reserva establecidos en el presente Anexo y planos con la disposición
6 propuesta de la ubicación, canalizaciones, distribución de los equipos en los espacios de
7 reserva, planos electromecánicos y de obras civiles, y en general toda la ingeniería básica
8 asociada. Esto deberá ser entregado al Interventor quien verificará el cumplimiento de las
9 exigencias para los espacios de reserva y su correcto dimensionamiento.

10
11 Se debe garantizar que los espacios de reserva (no utilizados por el presente Proyecto) en
12 las Subestaciones del STN y/o del STR no se verán afectados o limitados para su
13 utilización, por infraestructura (equipos, línea, edificaciones, etc.) desarrollada en el marco
14 de la presente Convocatoria Pública.

15
16 Se aclara que los equipos a instalarse en los espacios de reserva no son parte del proyecto
17 objeto de la presente Convocatoria Pública. Sin embargo, para las bahías objeto de la
18 presente Convocatoria Pública que queden en diámetros incompletos y puedan utilizarse
19 para ampliaciones futuras, también estará a cargo de la presente Convocatoria el enlace
20 con el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido fácilmente en caso
21 de instalación de nuevos equipos.

22
23 Espacios de reserva adicionales a los listados en el presente numeral, podrán ser provistos
24 por el Adjudicatario según su decisión o acuerdos con terceros interesados (Operadores de
25 Red o generadores o grandes consumidores, etc). No obstante, **estos espacios de reserva
26 adicionales no son objeto de la presente Convocatoria**, por ello sus costos no podrán
27 ser incluidos en la Propuesta Económica y las condiciones de entrega no son las
28 enmarcadas en el presente Anexo. El nivel de adecuación de los terrenos, la definición de
29 las áreas, sus costos, entre otros aspectos, deberán ser acordados con el tercero en el
30 respectivo Contrato de Conexión, si hay lugar a ello.

31 32 **5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes**

33
34 El Inversionista seleccionado deberá proveer los equipos necesarios para hacer
35 completamente compatibles los equipos en funcionalidad y en aspectos de
36 comunicaciones, control y protección, con la infraestructura existente que pueda verse
37 afectada por el desarrollo del Proyecto.

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

1 **5.1.4 Servicios Auxiliares**

2
3 El Inversionista deberá proveer los servicios auxiliares en AC y DC suficientes para la
4 topología de las Subestaciones, incluyendo las reservas para el STR. Se deberá dar
5 cumplimiento con lo señalado en el numeral 3.1 del presente Anexo 1.
6

7 **5.1.5 Infraestructura y Módulo Común**

8
9 El Inversionista deberá implementar todas las obras y equipos constitutivos del módulo
10 común como se describe a continuación:
11

12 El Inversionista debe prever el espacio necesario para edificios, equipos y obras del
13 desarrollo inicial y los espacios de reserva para futuros desarrollos, objeto de la presente
14 Convocatoria Pública, junto con los espacios de acceso, vías internas, etc, según se
15 requiera, considerando la disponibilidad de espacio en los predios actuales y/o nuevos, y
16 las eventuales restricciones o condicionantes que establezca el ordenamiento territorial en
17 el área, igualmente estarán a cargo del Inversionista, las vías de acceso a predios de las
18 Subestaciones y/o adecuaciones que sean necesarias.
19

20 El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la infraestructura y
21 módulo en la subestación y/o adecuaciones que sean necesarias, es decir las obras civiles
22 y los equipos que sirven a la subestación y que son utilizados por todas las bahías de la
23 subestación, inclusive aquellas futuras que no son objeto de la presente Convocatoria
24 Pública. La infraestructura y módulo común de la nueva Subestación, estarán conformados
25 como mínimo por los siguientes componentes:
26

- 27 • **Infraestructura civil:** En el caso de las obras a cargo del Inversionista y para los
28 espacios de reserva, está compuesta por: las vías de acceso a la subestación, las
29 vías internas de acceso a los patios de conexiones y la adecuación del terreno para
30 los espacios de reserva, alcantarillado, barreras de protección y de acceso al predio,
31 todos los cerramientos de seguridad del predio, filtros y drenajes, pozos sépticos y
32 de agua y/o conexión al acueducto/alcantarillado vecinos, si existen, alumbrado
33 interior y exterior y cárcamos comunes, y en general, todas aquellas obras civiles
34 utilizadas de manera común en la subestación. En el caso particular de las obras a
35 cargo del Inversionista, es su responsabilidad el proveer todo lo necesario para su
36 construcción, protección física, malla de puesta a tierra, etc, y deberá considerar
37 espacio suficiente en los carcamos y demás elementos construidos en la presente
38 Convocatoria y que servirán de manera común a los espacios de reserva, según la
39 propuesta que realice el Inversionista de conformidad con el numeral 5.1.2. Para los
40 espacios de reserva se aclara que no deberán ser provistos de malla de puesta a
41 tierra en la presente Convocatoria, pero si se deberán proveer los puntos de

1 conexión para la ampliación de la malla de puesta a tierra para las futuras
2 instalaciones.

- 3 • **Equipos:** Todos los equipos necesarios para las obras descritas en el Numeral 2
4 del presente Anexo 1. Se incluyen, entre otros, los sistemas de automatización, de
5 gestión de medición, de protecciones, control y el sistema de comunicaciones propio
6 de cada subestación, los materiales de la malla de puesta a tierra y el
7 apantallamiento, los equipos para los servicios auxiliares AC y DC, los equipos de
8 conexión, todo el cableado necesario y las obras civiles asociadas. Se incluyen
9 todos los equipos necesarios para integrar las nuevas bahías con las subestaciones
10 existentes, en conexiones de potencia, control, medida, protecciones y servicios
11 auxiliares. Se aclara que para los espacios de reserva no deberá suministrarse
12 ningún elemento particular, sin embargo los equipos instalados por la presente
13 Convocatoria si deberá considerar capacidad o espacio (físico, servicios auxiliares,
14 protecciones, control, etc) suficiente para recibir la conexión de todos los elementos
15 que a futuro ocuparán los espacios de reserva. Se aclara que particularmente la
16 protección diferencial de barras si deberá tener espacio suficiente para la conexión
17 de todas las bahías actuales y futuras, señaladas en el presente Anexo 1.

18
19 La Interventoría analizará todas las previsiones que faciliten la evolución de las obras
20 descritas en el Numeral 2 del presente Anexo 1, e informará a la UPME el resultado de su
21 análisis.

22
23 La medición para efectos comerciales, se sujetará a lo establecido en la regulación
24 pertinente, en particular el Código de Medida (Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que
25 la modifique o sustituya).

26
27 El dimensionamiento de la infraestructura incluido edificios, deberá considerar las reservas
28 objeto de la presente Convocatoria.

29 El Adjudicatario deberá prever y dejar disponible al Operador de Red y/o al Inversionista
30 del STR, todas las facilidades para que pueda dar cumplimiento a sus responsabilidades,
31 en lo referente a conexiones de potencia, protecciones, comunicaciones y medidas, entre
32 otras posibles.

33 34 **5.2 Normas para Fabricación de los Equipos**

35
36 El Inversionista deberá suministrar equipos en conformidad con la última edición de las
37 Normas *International Electrotechnical Commission – IEC, International Organization for*
38 *Standardization – ISO, ANSI – American National Standards Institute, International*
39 *Telecommunications Union - ITU-T, Comité Internacional Spécial des Perturbations*
40 *Radioélectriques – CISPR.* El uso de normas diferentes deberá ser sometido a

1 consideración del Interventor quien conceptuará sobre su validez en aspectos
2 eminentemente técnicos y de calidad.

3 4 **5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos**

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

12 13 **5.4 Procedimiento General del Diseño**

14
15 Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:

- 16
17 a) Inicialmente, el Transmisor preparará las Especificaciones Técnicas del Proyecto, que
18 gobernarán el desarrollo total del Proyecto.

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

39

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

4
5 Todas las actividades de diseño, suministro, construcción, montaje y pruebas deben
6 estar incluidas en las especificaciones técnicas del Proyecto. El Interventor presentará
7 un informe a la UPME en el que se detalle y se confirma la inclusión de todas y cada
8 una de las actividades mencionadas. No podrá adelantarse ninguna actividad sin que
9 antes haya sido incluida la correspondiente característica o Especificación en las
10 Especificaciones Técnicas del Proyecto.

11
12 **b)** Las Especificaciones Técnicas del Proyecto serán revisadas por el Interventor, quien
13 hará los comentarios necesarios, recomendando a la UPME solicitar todas las
14 aclaraciones y justificaciones por parte del Transmisor. Para lo anterior se efectuarán
15 reuniones conjuntas entre el Transmisor y el Interventor con el fin de lograr los acuerdos
16 modificatorios que deberán plasmarse en comunicaciones escritas.

17
18 **c)** Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el Transmisor,
19 este último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

20
21 **d)** Se efectuarán las revisiones necesarias hasta llegar al compendio final, que será el
22 documento de cumplimiento obligatorio.

23
24 En esta especificación, se consignará la lista de documentos previstos para el Proyecto
25 representados en especificaciones, catálogos, planos, memorias de cálculos y reportes de
26 pruebas.

27
28 Los documentos serán clasificados como: documentos de Ingeniería Básica; documentos
29 de Ingeniería de Detalle; memorias de cálculos a nivel de Ingeniería Básica y de Detalle;
30 documentos de seguimiento de los Suministros; y documentos que especifiquen la pruebas
31 en fábrica y en campo; los procedimientos de montaje y puesta en servicio y la operación y
32 mantenimiento.

33
34 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Transmisor y
35 entregada a la Interventoría para revisión.

36 37 **5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica**

38
39 Son aquellos que definen los parámetros básicos del Proyecto; dan a conocer el
40 dimensionamiento del mismo; definen los criterios básicos de diseño; determinan las
41 características para la adquisición de equipos; especifican la filosofía de comunicaciones,

1 control, medición y protección; establecen la implantación física de las obras; especifican
2 las provisiones para el desarrollo futuro del Proyecto; establecen las reglas para efectuar la
3 Ingeniería de Detalle e incluye las memorias de cálculos que soportan las decisiones de
4 Ingeniería Básica.

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

13
14 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la ingeniería básica:

15 16 **5.4.1.1 Memorias de cálculo electromecánicas**

- 17
- 18 • Criterios básicos de diseño electromecánico
- 19 • Memoria de cálculo de resistividad del terreno
- 20 • Memoria de dimensionamiento de cárcamos, ductos y bandejas porta-cables
- 21 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares ac.
- 22 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares dc.
- 23 • Memoria de cálculo de distancias eléctricas
- 24 • Memoria de dimensionamiento de transformadores de tensión y corriente
- 25 • Coordinación de aislamiento y estudio de sobretensiones
- 26 • Memoria de cálculo del sistema de puesta a tierra
- 27 • Memoria de cálculo sistema de apantallamiento
- 28 • Memoria de cálculo de aisladores de alta y media tensión
- 29 • Memoria selección de conductores aéreos y barrajes.
- 30 • Memoria de cálculo del sistema de iluminación exterior e interior.
- 31 • Análisis de identificación de riesgos.
- 32

33 **5.4.1.2 Especificaciones equipos**

- 34
- 35 • Especificación técnica equipos de patio.
- 36 • Especificaciones técnicas sistema de puesta a tierra.
- 37 • Especificaciones técnicas sistema de apantallamiento.
- 38 • Especificación técnica dispositivos de protección contra sobretensiones.
- 39 • Especificación técnica gabinetes de control y protección.
- 40 • Especificación técnica equipos de medida, control, protección y comunicaciones.

- 1 • Especificación técnica de cables desnudos, para barrajes e interconexión de
- 2 equipos.
- 3 • Especificación funcional del sistema de control.
- 4 • Lista de señales para sistema de control, de los equipos de la subestación.
- 5 • Especificación técnica de los servicios auxiliares ac / dc.
- 6 • Especificación técnica del sistema de alumbrado interior y exterior.
- 7 • Especificaciones técnicas para montaje electromecánico, pruebas individuales de
- 8 equipos, pruebas funcionales y puesta en servicio.
- 9

10 **5.4.1.3 Características técnicas de los equipos**

- 11
- 12 • Características técnicas, equipos.
- 13 - Interruptores
- 14 - Seccionadores.
- 15 - Transformadores de corriente.
- 16 - Transformadores de tensión.
- 17 - Descargadores de sobretensión.
- 18 - Aisladores y cadenas de aisladores.
- 19 • Dimensiones de equipos.
- 20 • Características técnicas, cables de fuerza y control.
- 21 • Características técnicas, dispositivo de protección contra sobretensiones
- 22 • Características técnicas, sistema de automatización y control.
- 23 • Características técnicas, sistema de comunicaciones.
- 24 • Características de equipos y materiales del sistema de servicios auxiliares ac/dc.
- 25 • Características técnicas, cables desnudo para interconexión de equipos y barrajes.
- 26

27 **5.4.1.4 Planos electromecánicos**

- 28
- 29 • Diagrama unifilar de la subestación
- 30 • Diagrama unifilar con características de equipos
- 31 • Diagrama unifilar de protecciones.
- 32 • Diagrama unifilar de medidas.
- 33 • Diagrama unifilar servicios auxiliares ac
- 34 • Diagrama unifilar servicios auxiliares dc.
- 35 • Arquitectura sistema de control de la subestación.
- 36 • Planimetría del sistema de apantallamiento
- 37 • Planimetría del sistema de puesta a tierra.
- 38 • Planos en planta de ubicación de equipos.
- 39 • Planos vista en cortes de equipos.

- Planos ubicación de equipos en sala de control.
- Elevación general de edificaciones y equipos.
- Planimetría del sistema de apantallamiento.
- Planos de ruta de bandejas porta-cables, cárcamos y tuberías.
- Planimetría general alumbrado y tomacorrientes, interior, exterior.

5.4.1.5 Planos de obras civiles

- Plano localización de la subestación.
- Plano disposición de bases de equipos.
- Planos cimentación del transformador de potencia.
- Plano cimentación de equipos y pórticos.
- Plano base cimentación del transformador de potencia.
- Plano de drenajes de la subestación.
- Plano de cárcamos y ductos para cables en patio.
- Plano de cárcamos y ductos para cables en sala de control.
- Planos casa de control.
- Plano disposición de bases para equipos en sala de control.
- Plano cerramiento de la subestación.
- Plano obras de adecuación.

5.4.1.6 Estudios y trabajos de campo

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

5.4.2 Los documentos de la Ingeniería de Detalle

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

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

7 Los documentos que sirven para hacer el seguimiento a los suministros, serán aquellos que
8 preparen y entreguen los proveedores y fabricantes de los equipos y materiales. Estos
9 documentos serán objeto de revisión por parte de la Interventoría quien formulará los
10 comentarios y pedirá aclaraciones necesarias al Inversionista seleccionado.
11

12 Los documentos que especifiquen y muestren los resultados de las pruebas en fábrica y en
13 campo, la puesta en servicio, la operación del Proyecto y el mantenimiento, serán objeto de
14 revisión por parte de la Interventoría, quien hará los comentarios al Inversionista
15 seleccionado y a la UPME si es del caso.
16

17 Con base en los comentarios, observaciones o conceptos realizados por la Interventoría, la
18 UPME podrá trasladar consultas al Inversionista seleccionado.
19

20 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la Ingeniería de Detalle:
21

22 **5.4.2.1 Cálculos detallados de obras civiles**

23

- 24 • Criterios básicos de diseño de obras civiles.
- 25 • Dimensiones y pesos de equipos.
- 26 • Memorias de cálculo estructural para cimentación del transformador de potencia.
- 27 • Memorias de cálculo estructural para las cimentaciones de equipos de patio.
- 28 • Memorias de cálculo estructural para cimentación de la caseta de control.
- 29 • Memoria de cálculo muro de cerramiento
- 30 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras soporte de equipos.
- 31 • Memorias de cálculo estructural para canaletas de cables eléctricos exteriores y
32 cárcamos interiores en caseta de control.
- 33 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras de pórticos de líneas y
34 barrajes.
- 35 • Memorias de cálculo para vías, parqueos y zonas de maniobra en pavimento
36 rígido.
- 37 • Memoria de cálculo estructural para canaletas de cables exteriores e interiores en
38 casa de control.
- 39 • Memoria de cálculo para el sistema de drenaje de aguas lluvias.
- 40 • Memoria de cálculo sistema de acueducto.

1 **5.4.2.2 Planos de obras civiles**

- 2
- 3 • Planos para construcción de bases para equipos
 - 4 • Planos estructurales con árboles de carga para construcción de estructuras
 - 5 soporte para equipos y pórticos.
 - 6 • Planos para construcción de cimentaciones para equipos y transformador de
 - 7 potencia.
 - 8 • Planos para construcción de cárcamos de cables, ductos y cajas de tiro.
 - 9 • Planos para construcción de acabados exteriores
 - 10 • Planos para construcción del sistema de drenajes y aguas residuales
 - 11 • Planos estructurales para construcción de caseta de control, ubicación bases de
 - 12 tableros, equipos y canales interiores.
 - 13 • Planos arquitectónicos y de acabados para la caseta de control.
 - 14 • Planos para construcción de vías

15

16 **5.4.2.3 Diseño detallado electromecánico**

17

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

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

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

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

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

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

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

25 diseño y montaje de éste tipo de instalaciones.

26

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

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

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

30

31 **a. Sistema de puesta a tierra:**

- 32 • Planos de malla de puesta a tierra planta y detalles de conexiones a equipos y
- 33 estructuras.
- 34 • Lista de materiales referenciados sobre planos.
- 35 • Plano de conexión de equipos interior y tableros a la malla de tierra, detalles.
- 36 • Memorias de cálculo de diseño de la malla de puesta a tierra.
- 37 • Procedimiento para la medida de la resistencia de puesta a tierra, según el RETIE.
- 38 • Procedimiento para la medida de las tensiones de paso y contacto, según el
- 39 RETIE.

40 **b. Equipos principales:**

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

- 1 - Disposición de aparatos y elementos en tableros de control.
- 2 - El Inversionista debe entregar al Interventor como mínimo, los siguientes
- 3 diagramas de principio:
 - 4 ▪ Diagramas de protección y del sistema de gestión de los relés.
 - 5 ▪ Diagramas del sistema de control de la subestación.
 - 6 ▪ Diagramas de medición de energía.
 - 7 ▪ Diagramas lógicos de enclavamientos.
 - 8 ▪ Diagramas de comunicaciones.
- 9 - Diagramas de bloque para enclavamientos eléctricos de toda la Subestación.
- 10 - Listado de cables y borneras.
- 11 - Planos de Interfase con equipos existentes.
- 12 - Filosofía de operación de los sistemas de protección, control, sincronización,
- 13 señalización y alarmas.
- 14

e. Reportes de Pruebas:

- 16 - Treinta (30) días calendario posterior a la fecha en la cual se efectuó la última
- 17 prueba, el Inversionista deberá suministrar a la Interventoría dos (2) copias que
- 18 contengan cada uno un juego completo de todos los reportes de pruebas de
- 19 fábrica por cada uno de los aparatos y equipos suministrados.
- 20 Las instrucciones deberán estar en idioma español.
- 21

5.4.3 Estudios del Sistema

22 Bajo esta actividad, el Inversionista seleccionado deberá presentar al Interventor para los

23 fines pertinentes a la Interventoría los estudios eléctricos que permitan definir los

24 parámetros útiles para el diseño básico y detallado de la Subestación y de las Líneas; entre

25 todos los posibles, se destacan como mínimo la elaboración de los siguientes documentos

26 técnicos y/o memorias de cálculo:

27

28

- 30 - Condiciones atmosféricas del sitio de instalación, parámetros ambientales y
- 31 meteorológicos, contaminación ambiental, estudios topográficos, geotécnicos, sísmicos
- 32 y de resistividad.
- 33
- 34 - Cálculo de flechas y tensiones.
- 35
- 36 - Flujos de carga; estudios de corto circuito; estudio de estabilidad para determinar
- 37 tiempos máximos de despeje de fallas; y cálculos de sobretensiones.
- 38
- 39 - Estudios de ajuste y coordinación de protecciones.
- 40

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

37 **5.4.4 Distancias de Seguridad**

38
39 Las distancias de seguridad aplicables en las Subestaciones deben cumplir los lineamientos
40 establecidos en el RETIE, en su última revisión y/o actualización.
41

1 **5.5 Equipos de Potencia**

2
3 **5.5.1 Interruptores**

4
5 Los interruptores de potencia, deben cumplir las prescripciones de la última edición de las
6 siguientes normas, o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a suministrar:

- 7
8
 - IEC 62271-100: "High-voltage alternating current circuit-breakers"
 - IEC 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards".
 - IEC 60265: " High-voltage switches- Part 2; High-voltage switches for rated voltages of 52 kV an above"

9
10
11
12
13
14 Todos los interruptores de subestaciones nuevas, en configuración interruptor y medio,
15 deberán contar con transformadores de corriente en ambos extremos del interruptor, de
16 acuerdo con la recomendación IEEE Std C37.234-2009 "IEEE Guide for Protective Relay
17 Applications to Power System Buses".

18
19 **Mecanismos de operación:** los armarios y gabinetes deberán tener como mínimo el grado
20 de protección IP54 de acuerdo con IEC 60947-1 o su equivalente en ANSI, el mecanismo
21 de operación será tipo resorte. No se permitirán fuentes centralizadas de aire comprimido
22 o aceite para ninguno de los interruptores. Los circuitos de fuerza y control deben ser
23 totalmente independientes.

24
25 **Pruebas de rutina:** los interruptores deben ser sometidos a las pruebas de rutina
26 establecidas en la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en ANSI. Copia de los
27 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines pertinentes de la
28 Interventoría.

29
30 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
31 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre interruptores iguales o similares a los
32 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en
33 ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas
34 pruebas a su costa.

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

37
38 **5.5.2 Descargadores de Sobretensión**

1 Los descargadores de sobretensión, deben cumplir las prescripciones de la última edición
2 de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a
3 suministrar

- 4
- 5 • IEC 60099-4: "Surge Arrester. Part 4: Metal oxide surge arresters without gaps for
6 a.c. systems"
- 7 • IEC 61264: "Ceramic pressurized hollow insulators for high-voltage switchgear and
8 controlgear".
- 9

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

14

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

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

22

23 5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra

24

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

- 28 • IEC 62271-102: "Alternating current disconnectors and earthing switches", o su
29 equivalente en ANSI.
- 30 • IEC 60273: "Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with
31 nominal voltages greater than 1000 V".
- 32 • IEC 60694 "Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear
33 standards".
- 34

35 **Pruebas de rutina:** los seccionadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina
36 establecidas en la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en ANSI. Copia de los
37 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la
38 Interventoría.

39

40 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
41 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre seccionadores iguales o similares a los

1 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en
2 ANSI, si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas
3 pruebas a su costa.

4
5 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
6 condiciones de estado y funcionamiento de los seccionadores.

8 **5.5.4 Transformadores de Tensión**

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

- 13
- 14 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su
15 equivalente en ANSI.
- 16 • IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"
- 17 • Publicación IEC 60186, "Voltaje Transformers", IEC 60358, "Coupling capacitor and
18 capacitor dividers".
- 19 • Publicación IEC-61869-1/3/5: "Inductive/capative Voltage Transformers".
- 20 • IEC 60296: "Specification for unused mineral insulating oils for transformers and
21 switchgear"

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

27
28 **Pruebas de rutina:** los transformadores de tensión deben ser sometidos a las pruebas de
29 rutina establecidos en la publicación IEC 60186, sección 5 y 25, IEC 60358 cláusula 7.1. o
30 su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser
31 presentados para fines pertinentes de la Interventoría.

32
33 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
34 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de tensión iguales o
35 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60186, sección
36 4 y 24 e IEC 60358, cláusula 6.2, o sus equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone
37 de estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

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

41

5.5.5 Transformadores de Corriente

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

- IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su equivalente en ANSI.
- IEC 60044-1: "Current Transformers".
- IEC-61869-1/2: "Current Transformers".

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

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

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

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

5.5.6 Equipo GIS o Híbrido

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

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

- Instrument transformer – IEC6189
- Insulation Coordination – IEC60071

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

11
12 El equipo GIS será sometido a pruebas de rutina que consisten en pruebas de alta tensión,
13 pruebas mecánicas y pruebas de gas.

14
15 Se deben suministrar certificados de pruebas tipo de pruebas de alta tensión, prueba de
16 temperatura, prueba de gas y prueba sísmica.

17 18 **5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra**

19
20 Deberá diseñarse para que en condiciones normales y anormales, no se presente ningún
21 peligro para el personal situado en cualquier lugar, al que tenga acceso.

22
23 Todos los requerimientos para la malla de tierra de la Subestación, estarán de acuerdo a la
24 última revisión de la publicación IEEE No.80-2000 "Guide for Safety and Alternating Current
25 Substation Grounding" y a los requerimiento del RETIE.

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

28
29 Todo el equipo eléctrico y partes metálicas expuestas, estarán conectadas a la malla de
30 tierra.

31
32 La malla de tierra se diseñará para cubrir efectivamente la subestación completa y al menos
33 2 m más allá de la cerca o malla de cerramiento.

34
35 Para propósitos del diseño final del sistema de tierra el Transmisor hará los ensayos de
36 resistividad en el sitio, con el objeto de comprobar la resistividad del terreno y las tensiones
37 de paso y contacto, según requerimiento del RETIE.

38 39 **5.5.8 Apantallamiento de la Subestación**

40

1 El apantallamiento será hecho por medio de cables de guarda de material apropiado para
2 las condiciones ambientales existentes en el sitio. Todos los cables de guarda serán
3 aterrizados con cables bajantes de cobre.

4
5 Las estructuras no conductoras y edificios requerirán un sistema completo de protección
6 contra descargas atmosféricas, incluyendo varillas de puesta a tierra. La instalación deberá
7 cumplir con el RETIE, la Norma NTC-4552-1-2-3 y la Norma IEC-62305-2.

8 9 **5.6 Equipos de Control y Protección**

10
11 Las siguientes son las características principales que deberán cumplir los equipos de
12 control y protección:

13 14 **5.6.1 Sistemas de Protección**

15
16 Los equipos de protección deberán cumplir con las partes pertinentes establecidas en la
17 publicación IEC 60255 “*Electrical relays*”, en la IEC 60870 “*Telecontrol equipments and*
18 *systems*” y en el caso de los registradores de falla, los archivos de datos deberán utilizar el
19 formato COMTRADE (*Common Format for Transient Data Exchange*), recomendación IEEE
20 C37.111 o en su defecto, el Inversionista deberá proveer el software que haga la
21 transcripción del formato del registrador de fallas al formato COMTRADE, o cumplir con las
22 respectivas normas equivalentes ANSI.

23
24 El esquema de protección de líneas deberá ser implementado con dos protecciones
25 principales para líneas de transmisión con principio de operación y medición diferente,
26 adicionalmente deben tener algoritmos de operación diferentes entre sí. El esquema
27 completo deberá consistir de relés rápidos para emisión y recepción del disparo directo
28 transferido; falla interruptor; funciones de recierre y verificación de sincronismo, protección
29 de sobretensión; supervisión del circuito de disparo y registro de fallas. La protección de
30 línea debe dar disparo monopolar y tripolar e iniciar el ciclo de recierre. Para el caso de
31 Fibra Óptica dedicada como medio de comunicación para la PPL1 y Fibra Óptica dedicada
32 como medio de comunicación para la PPL2, se entiende como medio de comunicación para
33 la PPL1, un cable diferente al del medio de comunicación para la PPL2. Para el caso de
34 Fibra Óptica dedicada como medio de comunicación para el relé o función de protección
35 distancia ANSI 21/21N, el esquema de comunicación se debe implementar con equipos
36 digitales de teleprotección conectados directamente a la fibra óptica. Para el caso de Fibra
37 Óptica multiplexada se entiende como medio de comunicación para la PPL2, un enlace
38 (trayectoria) independiente del medio de comunicación para la PPL1. Para el caso de Fibra
39 Óptica multiplexada, el canal de comunicación no deberá de exceder una asimetría de canal
40 de 5 ms y retardo máximo de 16 ms. Si el medio de comunicación para la protección
41 diferencial de línea ANSI 87L es multiplexado, éste deberá de ser único y dedicado.

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

12
 13 Las bahías deberán estar acopladas al esquema de protección diferencial de barras de la
 14 Subestación, que deberá ser un sistema de protección diferencial distribuido que permita el
 15 mantenimiento de cada unidad individualmente con la protección en operación continua.

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

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

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

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

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

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

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	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.	
0	Conformado por los equipos de patio (interruptores, seccionadores, transformadores de potencia y de instrumentación, reactores, bancos de capacitores, etc.), por los servicios auxiliares de la Subestación (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.	Corresponde al mando directamente desde las cajas de mando de los interruptores y seccionadores en el conjunto de equipos de potencia de las Subestaciones y para los servicios auxiliares desde sus propios gabinetes. 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
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

5.6.2.1 Características Generales

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

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

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

5
6 La arquitectura del sistema de control deberá estar basada en una red redundante a la cual
7 se conectan los equipos que soportan las funciones de automatismo, monitoreo, protección
8 y control. Se destacan las siguientes funciones:

- 9
- 10 • Las redes de comunicación entre los controladores de bahía deberán ser de
11 protocolo, que resulte compatible con las comunicaciones existentes.
 - 12 • La arquitectura del sistema estará compuesta de equipos, que deben permitir:
13
 - 14 ○ Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos
15 entre equipos vía la red.
 - 16 ○ Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y
17 Automatización de la Subestación.
 - 18 • La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes
19 funciones:
 - 20 ○ Gestión de las bases de datos del sistema.
 - 21 ○ Permitir la integración de elementos futuros.
 - 22 ○ Implementación de herramientas de seguridad y administración.
 - 23 ○ Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la
24 explotación normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema
25 sin perturbar ni detener el sistema.
 - 26 ○ Mantenimiento de cada equipo.
 - 27 ○ Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las
28 protecciones del sistema.
- 29

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

37
38 Las funcionalidades siguientes deben ser garantizadas por los controladores de
39 Subestación:

40

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

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

14 **5.6.3 Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales**

15 Se deben instalar unidades de medición fasorial -PMU- para cada bahía (línea,
16 transformación o compensación) objeto de la presente Convocatoria, y para subestaciones
17 nuevas en configuración interruptor y medio se deberá garantizar un PMU por corte,
18 incluyendo el corte central. Deberá tener entradas de corriente independiente por bahía o
19 corte instalado.

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

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

34 La comunicación entre las PMU y el PDC será provistas y mantenidas por el inversionista,
35 a través de una red de comunicación redundante local y deberá permitir el intercambio de
36 información con la red del sistema de control a través de los mecanismos de seguridad
37 apropiados. Esta red deberá ser independiente de la red de gestión de protecciones, pues

1 sobre la primera el operador nacional deberá poder tener acceso remoto para gestionar las
2 PMU. La comunicación desde la Subestación (o desde el PDC) hacia el sistema que
3 disponga el operador nacional, será responsabilidad de este último, según lo establecido
4 en la resolución CREG 080 de 1999.

5
6 Las unidades de medición fasorial sincronizada deben cumplir con el estándar más reciente
7 IEEE C37.118 o aquel que lo reemplace en el momento de su adquisición. Estos equipos
8 deberán contar con la capacidad de ser actualizados cuando la norma IEEE de medición
9 fasorial sea revisada.

10
11 Los medidores multifuncionales deben tomar sus señales de los transformadores de
12 medida, para determinación de parámetros eléctricos tales como: tensión, corriente,
13 potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia y frecuencia. Deben contar con emisor
14 de impulsos o un sistema de registro comunicado con niveles superiores. Deben cumplir
15 con todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su
16 última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.

17 18 **5.6.4 Controladores de Bahía**

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

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

- 31
- 32 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del
 - 33 proceso.
 - 34 • Despliegue de alarmas.
 - 35 • Despliegue de eventos.
 - 36 • Despliegue de medidas de proceso de la bahía.
 - 37 • Control local (Nivel 1) de los equipos que forman parte de la bahía.
 - 38 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de
 - 39 función.
 - 40 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.
- 41

1 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos
2 para la comunicación.

3
4 Estos equipos también deberán ser capaces de recibir una señal de sincronización horaria
5 para hacer el estampado de tiempo al momento de recibir un evento.

7 **5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares**

8
9 Debe ser diseñado, probado y ampliamente utilizado en subestaciones de alta tensión.
10 Debe permitir la medida, supervisión y control de los servicios auxiliares del Proyecto y
11 contar con los mismos protocolos del controlador de bahía.

12
13 Debe preparar y enviar la información asociada con los servicios auxiliares a la interfaz IHM
14 y a los niveles superiores. Debe integrarse al sistema de control de la Subestación y estar
15 sincronizados con todos los dispositivos de la Subestación. El controlador de servicios
16 auxiliares debe contar con un mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes
17 funcionalidades como mínimo:

- 18
- 19 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía.
- 20 • Despliegue de alarmas.
- 21 • Despliegue de eventos.
- 22 • Despliegue de medidas de tensión y de corriente.
- 23 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de
24 función.
- 25 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.
- 26

27 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos
28 para la comunicación.

30 **5.6.6 Switches**

31
32 Los switches o concentradores de datos de la red de control, deberán ser adecuados para
33 operar en ambientes industriales y cumplir sin limitarse a ello, con los siguientes requisitos:

- 34
- 35 • Deberán cumplir con IEEE 1613 standard - "error free" networking device.
- 36 • Deberán cumplir con IEC 61850-3 standard for networks in substations.
- 37 • Deberá incluir las siguientes características de red:
 - 38 ○ IEEE 802.1d, message prioritization y rapid spanning tree en MAC Bridges
 - 39 ○ IEEE 802.1q VLAN
- 40 • Deberán tener funciones de administración SNMP v2 y RMON.

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

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

5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1

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

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

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

5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2

5.6.8.1 Controlador de la Subestación

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

Adicionalmente el controlador de la Subestación, debe centralizar información de los relés de protección, los registradores de fallas y los medidores multifuncionales, conformando la red de ingeniería de la Subestación, la cual debe permitir acceso local y remoto para

1 interrogación, configuración y descarga de información de los relés, de los registradores de
2 fallas y los medidores multifuncionales. Deben suministrarse todos los equipos, accesorios,
3 programas y bases de datos requeridos para implementar un sistema de gestión de
4 protecciones y registradores de fallas para la Subestación.

5.6.8.2 Registradores de Fallas

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

5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación

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

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

- Adquisición de datos y asignación de comandos.
- Auto-verificación y auto-diagnóstico.
- Comunicación con el CND.
- Comunicación con la red de área local.
- Facilidades de mantenimiento.
- Facilidades para entrenamiento.
- Función de bloqueo.
- Función de supervisión.
- Funciones del Controlador de Subestación a través del IHM.
- Guía de operación.
- Manejo de alarmas.
- Manejo de curvas de tendencias.
- Manejo de mensajes y consignas de operación.
- Marcación de eventos y alarmas.
- Operación de los equipos.

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

9

10 **5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones**

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

14 **5.7 Obras Civiles**

15
16
17 Estará a cargo del Inversionista la construcción de las obras descritas en el numeral 2 del
18 presente Anexo 1, con el siguiente alcance:

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

27
28 El Interventor conceptuará para la UPME y hará seguimiento al cumplimiento de los
29 aspectos regulatorios, el RETIE y las normas legales aplicables a los diseños para
30 construcción de las obras civiles. Únicamente se podrá realizar obra civil con base en planos
31 de construcción previamente aprobados. El Interventor informará a la UPME y hará el
32 seguimiento correspondiente al cumplimiento de las normas técnicas. El Transmisor deberá
33 presentarle al Interventor la siguiente información:

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

40

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

2
3 En los edificios a cargo del Inversionista o en las adecuaciones a lo existente, se deberá
4 diseñar, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la instalación de puntas
5 tipo Franklin, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la construcción de
6 la red de puesta a tierra de apantallamiento electromagnético tales como bajantes, platinas
7 de cobre, varillas de puesta a tierra y redes de tierra.

8
9 Los diseños son responsabilidad del Inversionista. La malla de puesta a tierra del proyecto
10 debe ser en cable de cobre suave, electrolítico, desnudo, recocado, sin estañar, trenzado
11 en capas concéntricas deberá ser diseñada siguiendo los lineamientos de la norma
12 ANSI/IEEE Std 80 y 81 tal que garanticen la seguridad del personal, limitando las tensiones
13 de toque y paso a valores tolerables.

14
15 **6. ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO**

16
17 **6.1 Pruebas y Puesta en Servicio**

18
19 Todos los equipos suministrados y montados deben ser sometidos a pruebas de campo
20 tanto de aceptación para recepción, como individuales, funcionales, de puesta en servicio
21 y de energización de acuerdo con lo especificado por los fabricantes, la normatividad CREG
22 vigente, los requisitos del Centro Nacional de Despacho CND y los acuerdos del Consejo
23 Nacional de Operación C.N.O, en particular el 646 de 2013 o aquel que lo sustituya o
24 reemplace.

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

32
33 **Pruebas de puesta en servicio:** El Transmisor debe efectuar las siguientes pruebas como
34 mínimo, pero sin limitarse a estas y cumpliendo con el código de redes y los requerimientos
35 del CND, vigentes:

- 36
37 • Direccionalidad de las protecciones de línea.
38 • Medición y obtención de los parámetros y las impedancias de secuencia de las líneas
39 asociadas.

- Fallas simuladas monofásicas, trifásicas, cierre en falla con el fin de verificar el correcto funcionamiento de las protecciones, registro de fallas, telecomunicaciones, gestión de protecciones.
- Pruebas de conexión punto a punto con el CND.

Pruebas de energización: El Transmisor será responsable por la ejecución de las pruebas de energización. Los Protocolos de las pruebas de energización deben ser 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 ajuste y coordinación de protecciones de los equipos y el área de influencia del Proyecto. El área de influencia definida para el estudio de ajuste y coordinación de protecciones, de este proyecto, deberá ser acordada con el CND.
- 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

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

9 INFORMACIÓN ESPECÍFICA

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

10 FIGURAS

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

20 Figura 1 - Diagrama Esquemático

22 Figura 2 - Diagrama Unifilar Subestación El Rio 220 kV.

24 Figura 3 - Diagrama Unifilar Subestación Termobarranquilla 220 kV.

26 Figura 4 – Diagrama Unifilar Subestación Termoflores 220 kV.