

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

ANEXO 1

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 01 DE 2019

(UPME 04 – 2019)

**SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO,
ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO DEL NUEVO CIRCUITO LA LOMA – SOGAMOSO 500 kV**

Bogotá D. C., agosto de 2019

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 La Loma 500 kV.....	9
10	2.1.2 Descripción de Obras en la Subestación Sogamoso 500 kV.....	10
11	2.2 Puntos de Conexión del Proyecto.....	11
12	2.2.1 En la Subestación La Loma 500 kV.....	11
13	2.2.2 En la Subestación Sogamoso 500 kV.....	12
14	3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES	12
15	3.1 Parámetros del Sistema.....	13
16	3.2 Nivel de Corto Circuito.....	13
17	3.3 Materiales.....	14
18	3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible.....	14
19	3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión.....	14
20	3.6 Pruebas en Fábrica.....	15
21	4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 230 kV	15
22	4.1 General.....	15
23	4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión.....	17
24	4.3 Longitud Aproximada de las Líneas.....	19
25	4.4 Especificaciones de diseño y construcción líneas.....	19
26	4.4.1 Aislamiento.....	19
27	4.4.2 Conductores de Fase.....	20
28	4.4.3 Cable(s) de Guarda.....	22
29	4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas.....	22
30	4.4.5 Transposiciones de Línea.....	23
31	4.4.6 Estructuras.....	24
32	4.4.7 Localización de Estructuras.....	24
33	4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores.....	25
34	4.4.9 Cimentaciones.....	25
35	4.4.10 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas	
36	subterráneas.....	26
37	4.4.11 Señalización Aérea.....	26
38	4.4.12 Desviadores de vuelo para aves.....	27
39	4.4.13 Obras Complementarias.....	27
40	4.5 Informe Técnico.....	27
41	5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN	28
42	5.1 General.....	28

1	5.1.1	Predio de las Subestación	29
2	5.1.2	Espacios de Reserva	30
3	5.1.3	Conexiones con Equipos Existentes	31
4	5.1.4	Servicios Auxiliares.....	31
5	5.1.5	Infraestructura y Módulo Común.....	31
6	5.2	Normas para Fabricación de los Equipos	32
7	5.3	Condiciones Sísmicas de los equipos	33
8	5.4	Procedimiento General del Diseño	33
9	5.4.1	Los documentos de Ingeniería Básica	34
10	5.4.2	Los documentos de la Ingeniería de Detalle	37
11	5.4.3	Estudios del Sistema	41
12	5.4.4	Distancias de Seguridad.....	42
13	5.5	Equipos de Potencia.....	42
14	5.5.1	Reactor inductivo	43
15	5.5.2	Interruptores	44
16	5.5.3	Descargadores de Sobretensiones.....	45
17	5.5.4	Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra.....	45
18	5.5.5	Transformadores de Tensión	46
19	5.5.6	Transformadores de Corriente	47
20	5.5.7	Equipo GIS o Híbrido.....	48
21	5.5.8	Sistema de Puesta A Tierra	48
22	5.5.9	Apantallamiento de la Subestación.....	49
23	5.6	Equipos de Control y Protección.....	50
24	5.6.1	Sistemas de Protección	50
25	5.6.2	Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones.....	51
26	5.6.2.1	Características Generales.....	53
27	5.6.3	Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales.....	55
28	5.6.4	Controladores de Bahía	56
29	5.6.5	Controlador de los Servicios Auxiliares.....	57
30	5.6.6	Switches	57
31	5.6.7	Interfaz Nivel 2 - Nivel 1.....	58
32	5.6.8	Equipos y Sistemas de Nivel 2	58
33	5.6.8.1	Controlador de la Subestación	58
34	5.6.8.2	Registradores de Fallas	59
35	5.6.8.3	Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación	59
36	5.6.9	Requisitos de Telecomunicaciones.....	60
37	5.7	Obras Civiles.....	60
38	5.8	Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento.....	61
39	6.	ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO	61
40	6.1	Pruebas y Puesta en Servicio	61
41	6.2	Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio	62
42	7	ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN	63

1	8	INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO	63
2	9	INFORMACIÓN ESPECÍFICA	63
3	10	FIGURAS	63
4			

PREPUBLICACIÓN

ANEXO 1

1. CONSIDERACIONES GENERALES

Las expresiones que figuren en mayúsculas, que no se encuentren expresamente definidas en el presente documento, tendrán el significado que se les atribuye en los Documentos de Selección del Inversionista de la Convocatoria Pública UPME 04 – 2019.

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, Minenergía. Adicionalmente, se deberá considerar las condiciones técnicas existentes en los puntos de conexión de tal forma que los diferentes sistemas sean compatibles y permitan la operación según los estándares de seguridad, calidad y confiabilidad establecidos en la regulación.

1.1 Requisitos Técnicos Esenciales

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

1 o profesionales legalmente competentes para desarrollar esta actividad como se establece
2 en el Artículo 10 del RETIE de la fecha anotada, en general y el numeral 10.2 en particular.
3

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

13 **1.2 Definiciones**

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

18 **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

19
20
21 Consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, puesta en
22 servicio, operación y mantenimiento de las obras asociadas al Proyecto de la línea de
23 transmisión La Loma – Sogamoso 500 kV, definido en el Plan de Expansión de Referencia
24 Generación – Transmisión 2017-2031, adoptado mediante Resolución del Ministerio de
25 Minas y Energía 40790 de julio 31 de 2018, el cual comprende:

- 26 i. Una (1) línea a 500 kV, en circuito sencillo, desde la subestación La Loma 500 kV
27 hasta la subestación Sogamoso 500 kV, con una longitud de 275 km,
28 aproximadamente.
- 29 ii. Una (1) bahía de línea a 500 kV, en configuración interruptor y medio, en la
30 Subestación La Loma 500 kV, ubicada en jurisdicción del municipio El Paso,
31 departamento del Cesar.
- 32 iii. Una (1) bahía de línea a 500 kV, incluido el corte central, en configuración interruptor
33 y medio, en la subestación Sogamoso 500 kV, ubicada en jurisdicción del municipio
34 de Betulia, departamento de Santander.
- 35 iv. Dos (2) módulos de compensación reactiva de línea de 141 MVar, cada uno con
36 reactor de neutro, y los respectivos equipos de control y maniobra bajo carga. Cada
37 módulo se deberá ubicar en los extremos de la línea objeto de la presente
38 Convocatoria y se deberán contar con un reactor monofásico de reserva en la

1 subestación La Loma y otro reactor monofásico de reserva en la subestación en
2 Sogamoso.

3 v. Extensión de barraje (en caso de ser necesario) a 500 kV de las existentes
4 subestaciones La Loma 500 kV y Sogamoso, 500 kV, para la instalación de las
5 nuevas bahías de línea a 500 kV referida en el ítem ii y iii del presente numeral 2,
6 junto con todos los elementos, equipos obras y adecuaciones mecánicas, civiles,
7 eléctricas, corte y/o protección, control, medición y demás necesarios para su
8 correcto funcionamiento.

9
10 vi. Incluye todos los elementos y adecuaciones tanto eléctricas como físicas necesarias
11 para cumplir con el objeto de la presente Convocatoria durante la construcción,
12 operación y mantenimiento de las obras, garantizando siempre su compatibilidad
13 con la infraestructura existente. Estas acciones incluyen sistemas de control,
14 protecciones, medida, comunicaciones e infraestructura asociada, etc., sin limitarse
15 a estos.

16
17 **NOTAS:** Las siguientes notas tienen carácter vinculante frente al alcance de la presente
18 Convocatoria:

- 19
20
21 1. Los Diagramas Unifilares, hacen parte del Anexo 1. El Inversionista seleccionado,
22 buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad, podrá modificar la
23 disposición de las bahías en los diagramas unifilares, previa revisión y concepto del
24 Interventor, y aprobación por parte de la UPME. Si la propuesta de modificación
25 presentada involucra o afecta a terceros como otros usuarios o propietarios de
26 activos en Subestación (existente o ampliación), deberán establecerse acuerdos
27 previos a la solicitud.
28
29 2. En configuración interruptor y medio, cuando una bahía, objeto de la presente
30 Convocatoria Pública, quede en un diámetro incompleto, el Transmisor deberá
31 hacerse cargo del enlace entre el corte central y el otro barraje, de tal manera que
32 dicho enlace pueda ser removido fácilmente en caso de instalación de nuevos
33 equipos que completen el diámetro.
34
35 3. Corresponde a los involucrados en las Subestaciones, llegar a acuerdos para la
36 ubicación y/o disposición física de equipos en cada subestación. En cualquier caso,
37 se debe garantizar una disposición de alto nivel de confiabilidad.
38
39 4. Todos los equipos o elementos a instalar, por motivo de la presente Convocatoria
40 Pública UPME, deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.

- 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
 - 40
 - 41
 - 42
5. Están a cargo del Inversionista seleccionado, todos los elementos necesarios para la construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura existente. En general, el Adjudicatario se debe hacer cargo de las adecuaciones necesarias para cumplir con el alcance del presente proyecto.
6. El inversionista seleccionado deberá optimizar los espacios para la instalación de las bahías de línea a 500 kV y sus módulos de compensación inductiva maniobrable bajo carga.
7. En la página WEB de la presente Convocatoria Pública, se encuentra disponible la información técnica y costos de conexión remitidos por ISA -ITCO S.A. E.S.P. con radicado UPME 20181100067612 y GEB S.A. E.S.P. con radicado UPME 20181100067362. La información específica relacionada con estos comunicados (anexos) pueden ser solicitadas en oficinas de la UPME en los términos señalados en el numeral 9 del presente Anexo 1, sin detrimento a lo anterior, el Inversionista podrá consultar a los propietarios de la infraestructura de manera directa. La información suministrada por la UPME no representa ninguna limitante y deberá ser evaluada por el Inversionista para lo de su interés, en concordancia con los numerales 5.5, Independencia del Proponente, y 5.6, Responsabilidad, de los DSI de la presente Convocatoria Pública.
8. Se debe garantizar que los espacios de reserva (no utilizados por el presente Proyecto) en las subestaciones intervenidas, no se verán afectados o limitados para su utilización, por infraestructura (equipos, línea, edificaciones, etc.) desarrollada en el marco de la presente Convocatoria Pública. El Interventor deberá certificar el cumplimiento de la exigencia antes indicada. Lo anterior no implica que los espacios ocupados por las bahías construidas en la presente convocatoria se deban reponer en otro lugar, con excepción de aquellos casos en que el propietario de la subestación lo hubiese
9. declarado antes del inicio de la convocatoria.
10. El Inversionista seleccionado para la presente Convocatoria, deberá analizar y tomar las precauciones, realizar todos los estudios que apliquen y tomar cualquier medida preventiva o correctiva en todas las etapas del proyecto, incluida la operación y mantenimiento, con el fin que se minimice el riesgo o no existan afectaciones en el Sistema Interconectado Nacional – SIN por cualquier circunstancia que involucre o se derive de sus activos.

1 **2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones**

2
3 **2.1.1 Descripción de Obras en la Subestación La Loma 500 kV.**

4
5 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del área
6 (en cualquier modalidad, por ejemplo, comodato, compra, arriendo, etc.) en caso de ser
7 necesario, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras descritas
8 en el numeral 2.

9
10 La bahía a instalar deberá mantener la configuración de la existente subestación La Loma
11 500 kV, la cual es interruptor y medio. Los equipos a instalar podrán ser convencionales AIS
12 (Air Insulated Substations) o GIS (tomado de la primera letra del nombre en inglés “Gas
13 Insulated Substations” Subestaciones aisladas en gas SF6) o una solución híbrida, de tipo
14 exterior o interior según sea el caso, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y
15 todos los demás requisitos establecidos en los DSI.

16
17 El inversionista seleccionado, resultante de la presente Convocatoria Pública, deberá
18 hacerse cargo de la extensión del barraje (de ser necesario), para la conexión de la nueva
19 bahía de línea objeto de la presente Convocatoria, junto con los equipos de protección y
20 adecuaciones físicas y eléctricas necesarias. Toda la infraestructura utilizada para ampliar
21 el barraje, deberá tener una capacidad de corriente, y demás características técnicas, igual
22 o superior al barraje existente donde se conecta.

23
24 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías de líneas, en
25 funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con la
26 infraestructura existente.

27
28 El diagrama unifilar de la Subestación La Loma 500 kV se muestra en la Figura 2.

29
30 Los equipos o elementos a instalar deberán ser completamente nuevos y de última
31 tecnología.

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

40

1 Se debe tener en cuenta que la subestación La Loma es objeto de la Convocatoria UPME
2 01-2014 a cargo del Grupo Energía Bogotá S.A. E.S.P, por lo que son referencia los
3 respectivos DSI de dicha Convocatoria.

4
5 Para las llegada/salida de las líneas a construir, se debe tener en cuenta los circuitos
6 actuales y futuros de forma tal que los diseños busquen evitar los cruces con otras líneas o
7 se minimicen los riesgos en la confiabilidad de la operación del SIN.

8 9 **2.1.2 Descripción de Obras en la Subestación Sogamoso 500 kV.**

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

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

22
23 El inversionista seleccionado, deberá hacerse cargo de la extensión de barrajes (de ser
24 necesario) para la conexión de la nueva bahía de línea a 500 kV objeto de la presente
25 Convocatoria, junto con los equipos de protección y adecuaciones físicas y eléctricas
26 necesarias. Toda la infraestructura utilizada para ampliar el barraje, deberá tener una
27 capacidad de corriente, y demás características técnicas, igual o superior al barraje
28 existente donde se conecta.

29
30 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías de línea, en
31 funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones, sin
32 limitarse a estos, con la infraestructura existente en la subestación.

33
34 El diagrama unifilar de la subestación Sogamoso 500 kV se muestra en la Figura 3.

35
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
42 equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior

1 con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las líneas de
2 transmisión, ante mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de
3 comunicación.

4
5 Para las llegada/salida de las líneas a construir, se debe tener en cuenta los circuitos
6 actuales y futuros de forma tal que los diseños busquen evitar los cruces con otras líneas o
7 minimicen los riesgos en la confiabilidad de la operación del SIN.

9 **2.2 Puntos de Conexión del Proyecto**

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

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

23 **2.2.1 En la Subestación La Loma 500 kV.**

24
25 El agente responsable de la Subestación La Loma 500 kV es el Grupo Energía Bogotá S.A
26 E.S.P. - GEB

27
28 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Subestación
29 La Loma 500 kV, es el barraje a 500 kV.

30
31 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública
32 y el GEB S.A. E.S.P. deberá incluir, entre otros aspectos y según corresponda, lo
33 relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para la ubicación de la
34 infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de control y
35 protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro de
36 servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos necesarios. Este contrato de conexión
37 deberá estar firmado por las partes, dentro de los **cuatro (4) meses** siguientes a la
38 expedición de la Resolución CREG que oficialice los Ingresos Anuales Esperados del
39 Transmisor adjudicatario de la presente Convocatoria Pública, **al menos en sus**
40 **condiciones básicas** (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras,
41 espacios, ubicación y condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos y demás
42 información requerida para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto

1 de conexión, duración del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del
2 Interventor. No obstante las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con
3 la debida justificación, la modificación de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta
4 solicitud deberá estar firmada por los representantes legales de los agentes involucrados.
5

6 Se deberá considerar lo dispuesto en los DSI de las Convocatorias UPME 01-2014, UPME
7 STR 13-2015 y UPME 06-2017.
8

9 **2.2.2 En la Subestación Sogamoso 500 kV**

10 El agente responsable de la existente subestación Sogamoso 500 kV es ISA-
11 INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P. – ITCO.
12

13 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Subestación
14 Sogamoso, es el barraje a 500 kV.
15

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

33 Se deberá considerar lo dispuesto en los DSI de las Convocatorias UPME 01-2013 y UPME
34 03-2014.
35

37 **3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES**

38 El Interventor informará de manera independiente a la UPME, el cumplimiento de las
39 especificaciones técnicas consignadas en el presente Anexo 1. El uso de normas y
40 procedimientos aquí descritos podrá ser modificado en cualquier momento, hasta la fecha
41 de realización de los diseños o de realización de la obra según el caso, sin detrimento del
42

1 cumplimiento de la regulación y las normas técnicas de obligatorio cumplimiento,
2 asegurando en cualquier caso que los requisitos y calidades técnicas se mantengan, para
3 lo cual deberá previamente comunicarlo y soportarlo al Interventor.

4
5 Las Especificaciones contenidas en este Anexo 1, se complementan con la información de
6 las subestaciones existentes que se incluyen en los documentos de esta Convocatoria
7 Pública.

9 **3.1 Parámetros del Sistema**

10
11 Todos los equipos e instalaciones a ser suministrados por el Transmisor deberán ser
12 nuevos y de última tecnología, cumplir con las siguientes características técnicas del STN,
13 las cuales serán verificadas por la Interventoría para la UPME.

15 **Generales:**

16 Tensión nominal	500 kV
17 Frecuencia asignada	60 Hz
18 Puesta a tierra	Sólida
19 Número de fases	3
20 Servicios auxiliares AC	120/208V, tres fases, cuatro hilos.
21 Servicios Auxiliares DC	125V
22 Tipo de la Subestación	Convencional o GIS o un híbrido.

24 **Línea de transmisión 500 kV:**

25 Tipo de línea y estructuras:	Aérea con torres auto-soportadas y/o postes y/o estructuras compactas y/o subterráneas.
27 Circuitos por torre o canalización:	Uno (1).
28 Conductores de fase:	Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo 1.
29 Cables de guarda:	Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo 1.

30
31 La longitud de las líneas de transmisión de 500 kV, serán función del diseño y estudios
32 pertinentes que realice el Inversionista.

33
34 En caso de tramos subterráneos (si se requieren), el Inversionista deberá considerar todas
35 las obras civiles requeridas (ductos y demás elementos), además de hacerse cargo del
36 respectivo mantenimiento de esta obra civil.

38 **3.2 Nivel de Corto Circuito**

39
40 El Transmisor deberá realizar los estudios pertinentes, de tal manera que se garantice que
41 el nivel de corto circuito utilizado en los diseños y selección de los equipos y demás
42 elementos de líneas y subestaciones será el adecuado durante la vida útil de estos, no

1 obstante, la capacidad de corto circuito asignada a los equipos y elementos asociados que
2 se instalarán objeto de la presente Convocatoria no deberá ser inferior a 40 kA. La duración
3 asignada al corto circuito no podrá ser inferior a los tiempos máximos provistos para
4 interrupción de las fallas y los indicados en las normas aplicables. Copia del estudio deberá
5 ser entregada al Interventor para su conocimiento y análisis.

6 7 **3.3 Materiales**

8
9 Todos los equipos y materiales incorporados al Proyecto deben ser nuevos y de la mejor
10 calidad, de última tecnología y fabricados bajo normas internacionales y sello de
11 fabricación, libres de defectos e imperfecciones. La fabricación de equipos y estructuras
12 deberán ser tales que se eviten la acumulación de agua. Todos los materiales usados para
13 el Proyecto, listados en la tabla 2.1 del RETIE deberán contar con certificado de producto
14 según el numeral 2.3 del Artículo 2 del RETIE. El Transmisor deberá presentar para fines
15 pertinentes al Interventor los documentos que le permitan verificar las anteriores
16 consideraciones. En el caso de producirse una nueva actualización del RETIE antes del
17 inicio de los diseños y de la construcción de la obra, dicha actualización primará sobre el
18 Reglamento actualmente vigente.

19 20 **3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible**

21
22 Todos los equipos y los conectores deberán ser de diseño y construcción tales que, en lo
23 relacionado con el efecto corona y radio interferencia, deben cumplir con lo establecido en
24 el RETIE, Código de Redes y Normatividad vigente. El Transmisor deberá presentar al
25 Interventor para los fines pertinentes a la Interventoría las Memorias de Cálculo y/o reportes
26 de pruebas en donde se avalen las anteriores consideraciones.

27
28 Para niveles máximos de radio-interferencia, se acepta una relación señal-ruido mínima de:
29 a) Zona Rurales: 22 dB a 80m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo
30 y b) Zonas Urbanas: 22 dB a 40m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen
31 tiempo.

32
33 En cuanto a ruido audible generado por la línea y/o la subestación, deberá limitarse a los
34 estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido establecidos en Resolución
35 0627 de 2006 (Abril 7) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy
36 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o aquella que la modifique o sustituya.

37 38 **3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión**

39
40 La consecución de todas las licencias y permisos son responsabilidad del Inversionista. Se
41 debe considerar lo establecido en el capítulo X de la Ley 143 de 1994, en especial los
42 artículos 52 y 53.

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

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

14 15 **3.6 Pruebas en Fábrica**

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

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

28 29 30 **4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 230 KV**

31 32 **4.1 General**

33
34 La información específica referente a la línea existente, remitida por el propietario de la
35 infraestructura, como costos, datos técnicos, etc., serán suministrados por la UPME
36 conforme el Numeral 9 del presente Anexo1.

37
38 En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas mínimas para las nuevas
39 líneas de transmisión que el Inversionista construya, lo cual deberá revisar y ajustar una
40 vez haya hecho el análisis comparativo de las normas:

Línea de 500 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
1	Tensión nominal trifásica	Numeral 3.1	kV	500
2	Frecuencia nominal	Numeral 3.1	Hz	60
3	Tipo de línea	Numeral 3.1	-	Aérea/ Subterránea
4	Longitud aproximada	Numeral 4.3	km	275
5	Altura (estimada) sobre el nivel del mar	Numeral 4.3	msnm	42 - 173 m
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	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
12	Ancho de servidumbre	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
13	Máximo campo eléctrico e interferencia	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
14	Contaminación	Debe verificar la presencia en el aire de partículas que puedan tener importancia en el diseño del aislamiento. Investigar presencia de contaminación salina, industrial o de otro tipo.	g/cm ²	-
15	Condiciones de tendido de los cables	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
16	Estructuras	Numeral 4.4.6	-	-

Línea de 500 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
17	Árboles de carga y curvas de utilización	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
18	Herrajes	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
19	Cadena de aisladores	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
20	Diseño de aislamiento	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
21	Valor resistencia de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
22	Sistema de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
23	Salidas por descargas atmosféricas	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
24	Cimentaciones	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-

1
2 En cualquier caso se deberá dar cumplimiento al Código de Redes (Resolución CREG 025
3 de 1995 con sus anexos, incluyendo todas sus modificaciones) y al RETIE (Reglamento
4 Técnico de Instalaciones Eléctricas en su versión vigente).

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

14
15 Las líneas de transmisión podrán ser totalmente aéreas o parcialmente aéreas y
16 subterráneas. La longitud de las líneas de transmisión, serán en función del diseño y
17 estudios pertinentes que realice el Inversionista.

20 4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión

21
22 La selección de la ruta de las líneas de transmisión objeto de la presente Convocatoria
23 Pública UPME, será responsabilidad del Inversionista seleccionado. Por lo tanto, a efectos

1 de definir dicha ruta, será el Inversionista el responsable de realizar investigaciones
2 detalladas y consultas a las autoridades ambientales, a las autoridades nacionales,
3 regionales y locales los diferentes Planes de Ordenamiento Territorial, a las autoridades
4 que determinan las restricciones para la aeronavegación en el área de influencia del
5 Proyecto y, en general, con todo tipo de consideraciones, restricciones y reglamentaciones
6 existentes. En consecuencia, deberá tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar.
7 Se deberá tener en cuenta que pueden existir exigencias y/o restricciones de orden
8 nacional, regional o local.

9
10 Específicamente para los tramos subterráneos, si se requirieran, durante la selección de la
11 ruta, deberán identificarse todas las instalaciones subterráneas existentes así como raíces
12 de árboles, discontinuidades estratigráficas etc., que puedan incidir en ubicación de los
13 cables o ductos requeridos. Para la determinación de los elementos enterrados se podrá
14 ejecutar, sin limitarse a ello, un rastreo electromagnético del subsuelo mediante equipo
15 especial para este propósito tal como el Radar de Penetración Terrestre (Ground Penetration
16 Radar –GPR). En estos tramos deberá tenerse en cuenta la posibilidad de ubicación de las
17 cajas para empalme o cambio de dirección. También será responsabilidad del Inversionista
18 consultar a las autoridades y/o entidades correspondientes, encargadas de otra
19 infraestructura que pueda estar relacionada.

20
21 El Inversionista deberá considerar todas las restricciones, precauciones y demás aspectos
22 relevantes que se identifiquen en los análisis tendientes a identificar alertas tempranas en
23 la zona del proyecto.

24
25 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del **“ANÁLISIS ÁREA**
26 **DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVO CIRCUITO**
27 **LA LOMA – SOGAMOSO 500 kV, OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME**
28 **04-2019 DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN**
29 **2017-2031”**, los cuales suministran información de referencia. El objeto de estos
30 documentos es identificar de manera preliminar las posibilidades y condicionantes físicos,
31 ambientales y sociales, constituyéndose en documentos ilustrativos para los diferentes
32 Interesados, sin pretender determinar o definir rutas, por lo tanto es exclusivamente de
33 carácter ilustrativo y no puede o no debe considerarse como una asesoría en materia de
34 inversiones, legal, fiscal o de cualquier otra naturaleza por parte de la UPME o sus
35 funcionarios, empleados, asesores, agentes y/o representantes. Es responsabilidad del
36 Inversionista el asumir en su integridad los riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto,
37 para ello deberá validar la información, realizar sus propios estudios y consultas ante las
38 Autoridades competentes, entre otras.

39
40 En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios,
41 investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

42



4.3 Longitud Aproximada de las Líneas

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

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

Circuito	Tensión	Longitud Aproximada
La Loma - Sogamoso	500 kV	275 km

A manera de información, la altura sobre el nivel del mar (asociada a estimativos preliminares) está comprendida entre los 42 m y 173 m para la línea La Loma – Sogamoso 500 kV. Sin embargo, tanto la longitud real como la altura sobre el nivel del mar real, serán función del trazado, diseño y estudios pertinentes que debe realizar el Inversionista seleccionado.

4.4 Especificaciones de diseño y construcción líneas

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

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

4.4.1 Aislamiento

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

1 al 90% ni superiores al 105% del valor nominal y que los elementos del sistema deben
2 soportar las tensiones de recuperación y sus tasas de crecimiento.

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

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

14 15 **4.4.2 Conductores de Fase**

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

22
23 Las características de los conductores de fase deberán cumplir con las siguientes
24 exigencias técnicas:

- 25
- 26 • Capacidad normal de operación del circuito no inferior a 2400 Amperios a
27 temperatura ambiente máxima promedio.
- 28
- 29 • Máxima resistencia DC a 20°C por conductor de fase igual o inferior a 0,0230
30 ohmios/km.
- 31

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

37
38 El Inversionista deberá garantizar los valores de capacidad de corriente y resistencia, tanto
39 en los tramos aéreos como en los subterráneos, según sea el caso.

40

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

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

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

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

22
23 Alternativamente, si el Inversionista lo estima conveniente, se considera aceptable el uso
24 de conductores aéreos no convencionales tales como los que pueden operar a
25 temperaturas superiores a los conductores convencionales, de flecha reducida, con alta
26 resistencia a la corrosión en los ambientes marinos y similares. Se pueden considerar
27 conductores para líneas aéreas como conductores conformados por materiales especiales
28 (reemplazo del aluminio por aleaciones termo-resistentes, cambio del acero del núcleo por
29 otros materiales que permitan flechas menores), combinación de materiales (combinación
30 de alambre de aluminio con fibras de carbono o materiales especiales) o cambio de formas
31 (de los alambres y/o del cable completo). Para que estos tipos de cables sean aceptables
32 deberán cumplir, no solo con los requisitos técnicos indicados en este numeral para los
33 conductores convencionales, sino también con las siguientes condiciones adicionales:

- 34
- 35 • El conductor de fases deberá cumplir con regulaciones internacionalmente aceptadas,
36 tales como normas ASTM, IEC o entidades de similar categoría.
 - 37 • Los accesorios para conductor de fases (grapas de suspensión y retención, empalmes,
38 camisas de reparación y varillas de blindaje) deberán ser técnicamente apropiados para
39 este tipo de conductores.
- 40

1 **4.4.3 Cable(s) de Guarda**

2
3 El cumplimiento de las siguientes condiciones será responsabilidad del Inversionista y
4 aplican solo para cables de guarda de los circuitos que se instalarán en el desarrollo de la
5 presente Convocatoria Pública.

6
7 Se requiere que todos los tramos de línea tengan uno o dos cables de guarda
8 (convencionales u OPGW). En líneas nuevas, al menos uno de los cables de guarda deberá
9 ser OPGW. En nuevos tramos que reconfiguren líneas existentes, los cables de guarda a
10 instalar deberán características técnicas iguales o superiores al del cable o los cables de
11 guarda de la línea existente.

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

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

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

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

35
36 **4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas**

37
38 El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del
39 sitio de cada una de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las
40 personas, considerando además el comportamiento del aislamiento ante descargas
41 atmosféricas. La selección del tipo de cimentación (zapata de concreto o parrilla metálica)
42 corresponde al Inversionista. Para ello deberá determinar los parámetros de ph y contenido

1 de sulfatos en cada sitio de torre y, con base en estos resultados, definir el tipo de
2 cimentación.

3
4 Con base en la resistividad del terreno y la componente de la corriente de corto circuito que
5 fluye a tierra a través de las estructuras, se deben calcular los valores de puesta a tierra tal
6 que se garanticen las tensiones de paso de acuerdo con la recomendación IEEE 80 y con
7 lo establecido en el RETIE en su última revisión. La medición de las tensiones de paso y
8 contacto para efectos de la comprobación antes de la puesta en servicio de la línea, deberán
9 hacerse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 15 del RETIE y específicamente con lo
10 establecido en el numeral 15.5.3., o el numeral aplicable si la norma ha sido objeto de
11 actualización.

12
13 El Transmisor debe determinar en su diseño, los materiales que utilizará en la ejecución de
14 las puestas a tierra de las estructuras de la línea teniendo en cuenta la vida útil, la frecuencia
15 de las inspecciones y mantenimientos, la posibilidad del robo de los elementos de cobre,
16 así como la corrosividad de los suelos del sitio de cada torre. No obstante, en cualquier
17 caso deberá cumplirse con lo estipulado en el RETIE, en particular con el numeral 15.3
18 “MATERIALES DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA” o el numeral aplicable si la
19 norma ha sido objeto de actualización.

20
21 Los conectores a utilizar deberán contar con certificado de producto donde debe ser claro
22 si son adecuados para enterramiento directo.

23
24 Para los cables asilados subterráneos se deberá instalar un sistema de puesta a tierra de
25 las pantallas metálicas que garanticen el adecuado funcionamiento de los cables y los
26 voltajes de paso en la superficie de los terrenos aledaños.

27 28 **4.4.5 Transposiciones de Línea**

29
30 El Inversionista deberá analizar la necesidad de implementar transposiciones de línea para
31 mantener los niveles de desbalance exigidos por la normatividad aplicable para ello,
32 considerando incluso la posibilidad de implementar ajustes o modificaciones sobre la
33 infraestructura actual o reubicaciones necesarias para el cumplimiento de tal propósito.

34
35 El Transmisor deberá calcular los desbalances en las fases y asegurar que cumplan con la
36 norma técnica aplicable para ello, *IEC 1000-3-6 o equivalente*, lo cual deberá soportar y
37 poner en consideración del Interventor. Así mismo, el Transmisor deberá hacerse cargo de
38 todos los costos asociados. En general, la implementación física de la solución hace parte
39 del presente Proyecto.

40
41 Las transposiciones se podrán localizar a un sexto (1/6), a tres sextos (3/6) y a cinco sextos
42 (5/6) de la longitud total de la línea correspondiente.

1
2 El Transmisor se obliga a realizar el estudio correspondiente antes del inicio de
3 construcción de las obras y, a más tardar en ese momento, ponerlo a consideración de
4 la Interventoría, terceros involucrados, el CND y si es del caso al CNO. Este documento
5 hará parte de las memorias del proyecto.

6 7 **4.4.6 Estructuras**

8
9 El dimensionamiento eléctrico de las estructuras se debe realizar considerando la
10 combinación de las distancias mínimas que arrojen los estudios de sobretensiones debidas
11 a descargas atmosféricas, a las sobretensiones de maniobra y a las sobretensiones de
12 frecuencia industrial.

13
14 Las estructuras de apoyo para las líneas aéreas y las de transición aéreo-subterráneo (si
15 esta última opción se presenta) deberán ser auto-soportadas. En cualquier caso, las
16 estructuras no deberán requerir para su montaje el uso de grúas autopropulsadas ni de
17 helicópteros. El Inversionista podrá hacer uso de estos recursos para su montaje pero, se
18 requiere que estas estructuras puedan ser montadas sin el concurso de este tipo de
19 recursos.

20
21 El cálculo de las curvas de utilización de cada tipo de estructura, la definición de las
22 hipótesis de carga a considerar y la evaluación de los árboles de cargas definitivos, para
23 cada una de las hipótesis de carga definidas, deberá hacerse considerando la metodología
24 establecida por el ASCE en la última revisión del documento "*Guidelines for Electrical*
25 *Transmission Line Structural Loading - Practice 74*". La definición del vano peso máximo y
26 del vano peso mínimo de cada tipo de estructura será establecida a partir de los resultados
27 del plantillado de la línea. El diseño estructural deberá adelantarse atendiendo lo
28 establecido por el ASCE en la última revisión de la norma ASCE STANDARD 10 "*Design of*
29 *Latticed Steel Transmission Structures*". En cualquier evento, ningún resultado de valor de
30 cargas evaluadas con esta metodología de diseño podrá dar resultados por debajo que los
31 que se obtienen según la metodología que establece la última revisión del RETIE. Si ello
32 resultara así, primarán estas últimas.

33
34 El grado de galvanización del acero de las estructuras deberá ser concordante con el nivel
35 de contaminación salina y con el efecto de la abrasión resultante de bancos de arena con
36 el viento presente en las zonas o áreas donde este efecto se presenta.

37 38 **4.4.7 Localización de Estructuras**

39
40 Para la localización de estructuras, deberán respetarse las distancias mínimas de seguridad
41 entre el conductor inferior de la línea y el terreno en zonas accesibles a peatones y las
42 distancias de seguridad mínimas a obstáculos tales como vías, oleoductos, líneas de

1 transmisión o de comunicaciones, ríos navegables, bosques, etc., medidas en metros. La
2 temperatura del conductor a considerar para estos efectos será la correspondiente a las
3 condiciones de máxima temperatura del conductor durante toda la vida útil del Proyecto,
4 estas condiciones deben ser definidas por el Inversionista.

6 **4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores -** 7 **Amortiguadores**

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

19 En los cables de guarda los amortiguadores serán del tipo "stockbridge" y su
20 posicionamiento medido desde la boca de la grapa y entre amortiguadores o espaciadores
21 - amortiguadores será el que determine el estudio de amortiguamiento que realice el
22 Inversionista, copia del cual deberá ser entregada al Interventor.

24 **4.4.9 Cimentaciones**

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

31 Para los fines pertinentes, el Interventor revisará los resultados de las memorias de cálculo
32 de las cimentaciones propuestas de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG
33 098 de 2000, numeral 2.7, o en sus actualizaciones posteriores previas al inicio de las obras.
34 Los diseños de cimentaciones para las torres de una línea de transmisión deben hacerse
35 considerando los resultados de los estudios de suelos que mandatoriamente debe adelantar
36 el Inversionista en todos los sitios de torre, y las cargas a nivel de cimentación más críticas
37 que se calculen a partir de las cargas mostradas en los árboles de cargas de diseño de
38 cada tipo de estructura.

1 **4.4.10 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas**
2 **subterráneas**

3
4 De acuerdo con el numeral 22.12 del RETIE las canalizaciones para los tramos
5 subterráneos podrán realizarse mediante ductos, o enterramiento directo, sin embargo
6 dadas las dificultades para realizar las excavaciones sin obstaculizar el uso normal de tales
7 vías, el Inversionista podrá considerar la posibilidad de utilizar el sistema de perforación
8 dirigida. En la escogencia e instalación del tipo de canalización, se deben evaluar las
9 condiciones particulares de la instalación y su ambiente y aplicar los elementos más
10 apropiados teniendo en cuenta los usos permitidos y las prohibiciones, así como contar con
11 los permisos de los propietarios o de las autoridades competentes según corresponda.

12
13 Los ductos se colocarán, con pendiente mínima del 0,1% hacia las cámaras de inspección,
14 y con una profundidad de enterramiento que cumpla con normas técnicas internacionales
15 o de reconocimiento internacional para este tipo de líneas.

16
17 Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja será una superficie firme, lisa,
18 libre de discontinuidades y sin obstáculos. El cable se dispondrá con una barrera de
19 protección contra el deterioro mecánico. A una distancia entre 20 y 30 cm por encima del
20 cable deben instalarse cintas de identificación o señalización no degradables en un tiempo
21 menor a la vida útil del cable enterrado.

22
23 Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones en los extremos o las
24 derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas de inspección cuya construcción y sus
25 sistemas de drenaje garanticen que ellas pueden mantenerse sin presencia de agua en su
26 interior. Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación,
27 conexión o salida deben ser adecuadas para la ejecución de empalmes, realizar las curvas
28 de los cables cumpliendo con el radio de curvatura mínimo recomendado por el fabricante
29 del cable y permitir el tendido en función de la sección de los conductores. Los cables deben
30 quedar debidamente identificados dentro de las cámaras de inspección.

31
32 Las tapas de las cajas, podrán ser prefabricadas, siempre que sean de materiales
33 resistentes a la corrosión, que resistan impacto y aplastamiento, dependiendo del ambiente
34 y el uso del suelo donde se instalen, lo cual debe demostrarse mediante el cumplimiento de
35 una norma técnica para ese tipo de producto, tal como la ANSI/STCE 77.

36
37 **4.4.11 Señalización Aérea**

38
39 El Inversionista deberá investigar con la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil
40 (Aerocivil), la Fuerza Aérea de Colombia, FAC, la Armada Nacional, u otros posibles
41 actores, la existencia de aeródromos o zonas de tránsito de aeronaves de cualquier índole
42 (particulares, militares, de fumigación aérea, etc) que hagan imperioso que la línea lleve

1 algún tipo de señales que impidan eventuales accidentes originados por la carencia de
2 ellos.

3
4 Se mencionan en su orden: la pintura de las estructuras según norma de Aerocivil; balizas
5 de señalización aérea ubicadas en el cable de guarda en vanos específicos y/o faros
6 centelleantes en torres en casos más severos.

7 8 **4.4.12 Desviadores de vuelo para aves**

9
10 Es responsabilidad del Inversionista identificar la necesidad de instalar desviadores de
11 vuelo para aves. La determinación de esta necesidad será responsabilidad del Inversionista
12 por intermedio de los funcionarios a cuyo cargo están los estudios ambientales. Serán de
13 su responsabilidad la determinación de la existencia de aves (migratorias o no) que puedan
14 resultar afectadas por la existencia de las líneas y, recomendar el uso de desviadores de
15 vuelo de aves, determinando los tramos de colocación de estos dispositivos y las distancias
16 a los que estos deben colocarse.

17 18 **4.4.13 Obras Complementarias**

19
20 El Interventor informará a la UPME acerca del cumplimiento de requisitos técnicos del
21 diseño y construcción de todas las obras civiles que garanticen la estabilidad de los sitios
22 de torre, protegiendo taludes, encauzando aguas, etc., tales como muros de contención,
23 tablestacados o trinchos, cunetas, filtros, obras de mitigación, control de efectos
24 ambientales y demás obras que se requieran.

25 26 **4.5 Informe Técnico**

27
28 De acuerdo con lo establecido en el numeral 3 de la Resolución CREG 098 de 2000 o como
29 se establezca en resoluciones posteriores a esta, el Interventor verificará que el Transmisor
30 suministre los siguientes documentos técnicos durante las respectivas etapas
31 de construcción de las líneas de transmisión del Proyecto:

- 32
33 - Informes de diseño de acuerdo con el numeral 3.1 de la Resolución CREG 098 de
34 2000.
35
36 - Planos definitivos de acuerdo con el numeral 3.2 de la Resolución CREG 098 de
37 2000.
38
39 - Materiales utilizados para la construcción de las líneas del Proyecto de acuerdo
40 con el numeral 3.3 de la Resolución CREG 098 de 2000.
41
42 - Servidumbres de acuerdo con el numeral 3.4 de la Resolución CREG 098 de 2000.

- 1
2 - Informe mensual de avance de obras de acuerdo con el numeral 3.5.1 de la
3 Resolución CREG 098 de 2000.
4
5 - Informe final de obra de acuerdo con el numeral 3.5.2 de la Resolución CREG 098
6 de 2000.
7

8 5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN

9 5.1 General

10 La información específica, remitida por los propietarios de la infraestructura existente, como
11 costos de conexión, datos técnicos, planos, etc, serán suministrados por la UPME conforme
12 el Numeral 9 del presente Anexo 1.
13
14

15 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del **“ANÁLISIS ÁREA
16 DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVO CIRCUITO
17 LA LOMA – SOGAMOSO 500 kV, OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME
18 04-2019 DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN
19 2017-2031”**, los cuales suministran información de referencia. El objeto de estos
20 documentos es identificar de manera preliminar las posibilidades y condicionantes físicos,
21 ambientales y sociales, constituyéndose en documentos ilustrativos para los diferentes
22 Interesados, sin pretender determinar o definir rutas, por lo tanto es exclusivamente de
23 carácter ilustrativo y no puede o no debe considerarse como una asesoría en materia de
24 inversiones, legal, fiscal o de cualquier otra naturaleza por parte de la UPME o sus
25 funcionarios, empleados, asesores, agentes y/o representantes. Es responsabilidad del
26 Inversionista el asumir en su integridad los riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto,
27 para ello deberá validar la información, realizar sus propios estudios y consultas ante las
28 Autoridades competentes, entre otras.
29

30 La siguiente tabla presenta las características de las subestaciones que hacen parte del
31 proyecto objeto de la presente Convocatoria Pública:
32
33

ítem	Descripción	La Loma 500 kV	Sogamoso 500 kV
1	Subestación nueva	No	No
2	Configuración	Interruptor y medio	Interruptor y medio
3	Tipo de subestación existente	Convencional	Convencional
4	Agente Responsable de la Subestación	GEB S.A. E.S.P	INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P.

1
2 **5.1.1 Predio de las Subestación**

3
4 **Subestación La Loma 500 kV**

5
6 Las obras objeto de la presente Convocatoria Pública se ubicarán en predios de la actual
7 subestación La Loma, de propiedad del GEB S.A. E.S.P., se encuentra localizada en
8 jurisdicción del municipio de El Paso, en el departamento de Cesar, en las siguientes
9 coordenadas geográficas aproximadas (información que deberá ser verificada por el
10 Interesado):

11
12 Latitud: 09°36'07.81" N
13 Longitud: 73°37'08.29" O

14
15 Será responsabilidad de los diferentes Interesados verificar la anterior información con GEB
16 S.A. E.S.P. y en terreno.

17
18 El inversionista deberá proveer el espacio físico necesario para la construcción de las obras
19 objeto de la presente Convocatoria Pública y los espacios de reserva definidos en el
20 numeral 5.1.2 de este Anexo 1.

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

29
30 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el inversionista deberá analizar todos los
31 posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, deberán considerar los
32 posibles riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el
33 inversionista. Se debe elaborar un documento soporte, el cual deberá ser puesto a
34 consideración del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias del proyecto.

35
36 **Subestación Sogamoso 500 kV**

37
38 Las obras objeto de la presente Convocatoria Pública se ubicarán en predios de la actual
39 subestación Sogamoso 500 kV, propiedad de INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P. – ISA-ITCO.,
40 se encuentra localizada en la vereda La Putana, sector Tienda Nueva, jurisdicción del
41 municipio de Betulia, en el departamento de Santander, en las siguientes coordenadas
42 geográficas aproximadas (información que deberá ser verificada por el Interesado):

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
40
41

Latitud: 07°07'19.95"N.

Longitud: 73°27'39.09"O.

Será responsabilidad de los diferentes interesados verificar la anterior información con INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P. y en terreno.

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

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

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

5.1.2 Espacios de Reserva

La presente Convocatoria Pública no tiene previsto dejar espacios de reserva adicionales a los ya existentes en las subestaciones para futuras ampliaciones.

Se debe garantizar que los espacios de reserva existentes (no usados por el presente Proyecto) no se verán afectados o limitados para su utilización, por la infraestructura (equipos, líneas, edificaciones, etc.) desarrollada en el marco de la presente Convocatoria Pública.

Para las bahías objeto de la presente Convocatoria Pública que queden en diámetros incompletos y puedan utilizarse para ampliaciones futuras, también estará a cargo de la presente convocatoria el enlace con el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido fácilmente en caso de instalación de nuevos equipos.

1 **5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes**

2
3 El Inversionista seleccionado deberá proveer los equipos necesarios para hacer
4 completamente compatibles los equipos en funcionalidad y en aspectos de
5 comunicaciones, medida, control y protección de las nuevas bahías a 500 kV, con la
6 infraestructura existente que pueda verse afectada por el desarrollo del Proyecto.

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

12
13 **5.1.4 Servicios Auxiliares**

14
15 El Inversionista deberá proveer los servicios auxiliares en AC y DC suficientes para la
16 topología de las Subestaciones. Se deberá dar cumplimiento con lo señalado en el numeral
17 3.1 del presente Anexo 1.

18
19 **5.1.5 Infraestructura y Módulo Común**

20
21 El Inversionista seleccionado deberá realizar la implementación y mantenimiento de todas
22 las obras y equipos constitutivos del módulo común como se describe a continuación:

23
24 El Inversionista debe prever el espacio necesario para el desarrollo de las conexiones a
25 500 kV objeto de la presente Convocatoria Pública, junto con los espacios de acceso, vías
26 internas y edificios, etc., según se requiera, considerando la disponibilidad de espacio en
27 los predios actuales y/o nuevos, y las eventuales restricciones o condicionantes que
28 establezca el ordenamiento territorial en el área, igualmente estarán a cargo del
29 Inversionista, y según se requiera, las vías de acceso a predios estarán a cargo del
30 Inversionista, las vías de acceso a predios de las subestaciones y/o adecuaciones sean
31 necesarias.

32
33 El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la infraestructura y
34 módulo en la subestación y/o adecuaciones que sean necesarias, es decir las obras civiles
35 y los equipos que sirven a la subestación y que son utilizados por todas las bahías de la
36 subestación, son objeto de la presente Convocatoria Pública. La infraestructura y módulo
37 común, estarán conformados como mínimo por los siguientes componentes:

- 38
39 • **Infraestructura civil:** En el caso de las obras a cargo del Inversionista y para los
40 espacios de reserva, está compuesta por: vías internas de acceso a los patios de
41 conexiones y/o adecuación de las existentes; adecuación del terreno, filtros y
42 drenajes, pozos sépticos y de agua y/o conexión al acueducto/alcantarillado

1 vecinos, si existen, alumbrado interior y exterior y cárcamos comunes, y en general,
2 todas aquellas obras civiles utilizadas de manera común en la subestación. En el
3 caso particular de las obras a cargo del Inversionista, es su responsabilidad el
4 proveer todo lo necesario para su construcción, protección física, malla de puesta a
5 tierra, etc, y se deberán proveer los puntos de conexión para la ampliación de la
6 malla de puesta a tierra para las futuras instalaciones.

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

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

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

32 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 *Telecomunicaciones Union - ITU-T, Comité Internacional Spécial des Perturbations*
40 *Radioélectriques – CISPR*. El uso de normas diferentes deberá ser sometido a
41 consideración del Interventor quien conceptuará sobre su validez en aspectos
42 eminentemente técnicos y de calidad.



1
2 **5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos**
3

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

10
11 **5.4 Procedimiento General del Diseño**
12

13 Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:
14

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

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

38 Las Especificaciones Técnicas podrán desarrollarse, en forma parcial y continuada, de
39 tal forma que se vayan definiendo paso a paso todos los aspectos del Proyecto, para
40 lograr en forma acumulativa el Código Final que vaya rigiendo el Proyecto.
41

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

7
8 **b)** Las Especificaciones Técnicas del Proyecto serán revisadas por el Interventor, quien
9 hará los comentarios necesarios, recomendando a la UPME solicitar todas las
10 aclaraciones y justificaciones por parte del Transmisor. Para lo anterior se efectuarán
11 reuniones conjuntas entre el Transmisor y el Interventor con el fin de lograr los acuerdos
12 modificatorios que deberán plasmarse en comunicaciones escritas.

13
14 **c)** Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el Transmisor,
15 este último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

16
17 **d)** Se efectuarán las revisiones necesarias hasta llegar al compendio final, que será el
18 documento de cumplimiento obligatorio.

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

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

29
30 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Transmisor y
31 entregada a la Interventoría para revisión.

32 33 **5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica**

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

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

9
10 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la ingeniería básica:

11 12 **5.4.1.1 Memorias de cálculo electromecánicas**

- 13
- 14 • Criterios básicos de diseño electromecánico
- 15 • Memoria de medida de resistividad del terreno
- 16 • Memoria de dimensionamiento de cárcamos, ductos y bandejas porta-cables
- 17 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares AC.
- 18 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares DC.
- 19 • Memoria de cálculo de distancias mínimas y de seguridad.
- 20 • Memoria de dimensionamiento de transformadores de tensión y corriente
- 21 • Coordinación de aislamiento y estudio de sobretensiones
- 22 • Memoria de cálculo del sistema de puesta a tierra
- 23 • Memoria de cálculo sistema de apantallamiento
- 24 • Memoria de cálculo de aisladores de alta y media tensión
- 25 • Memoria de cálculo selección de conductores aéreos y barrajes.
- 26 • Memoria de cálculo selección de cables aislados de media tensión (si aplica).
- 27 • Memoria de cálculo del sistema de iluminación exterior e interior.
- 28 • Análisis de identificación de riesgos.
- 29

30 **5.4.1.2 Especificaciones equipos**

- 31
- 32 • Especificación técnica equipos de patio.
- 33 • Especificación técnica sistema de puesta a tierra.
- 34 • Especificación técnica sistema de apantallamiento.
- 35 • Especificación técnica dispositivos de protección contra sobretensiones.
- 36 • Especificación técnica gabinetes de control y protección.
- 37 • Especificación técnica equipos de medida, control, protección y comunicaciones
- 38 (bahías de línea y de transformadores desfasadores).
- 39 • Especificación técnica de cables desnudos, para barrajes e interconexión de
- 40 equipos.

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

8 **5.4.1.3 Características técnicas de los equipos**

- 9
- 10 • Características técnicas, equipos.
- 11 - Interruptores
- 12 - Seccionadores.
- 13 - Transformadores de corriente.
- 14 - Transformadores de tensión.
- 15 - Descargadores de sobretensión.
- 16 - Aisladores y cadenas de aisladores.
- 17 - Trampas de onda (si aplica)
- 18 • Dimensiones de equipos.
- 19 • Características técnicas, cables de fuerza y control.
- 20 • Características técnicas, dispositivo de protección contra sobretensiones
- 21 • Características técnicas, sistema de automatización y control.
- 22 • Características técnicas, sistema de comunicaciones.
- 23 • Características de equipos y materiales del sistema de servicios auxiliares AC/DC.
- 24 • Características técnicas, cables desnudo para interconexión de equipos y barrajes.

25 **5.4.1.4 Planos electromecánicos**

- 26
- 27
- 28 • Diagrama unifilar de la subestación
- 29 • Diagrama unifilar con características de equipos
- 30 • Diagrama unifilar de control y protecciones.
- 31 • Diagrama unifilar de medidas.
- 32 • Diagrama unifilar servicios auxiliares AC/DC.
- 33 • Arquitectura sistema de control de la subestación.
- 34 • Planimetría del sistema de apantallamiento
- 35 • Planimetría del sistema de puesta a tierra.
- 36 • Planos de disposición física de equipos en 230 kV y 115 kV (planta y secciones).
- 37 • Planos de disposición de gabinetes y equipos en sala de control.
- 38 • Planos ubicación de equipos en sala de control.
- 39 • Elevación general de edificaciones y equipos.
- 40 • Planimetría del sistema de iluminación interior y exterior.

- Planos de detalles de montaje y de ruta de bandejas porta-cables, cárcamos y tuberías.
- Planimetría de aisladores y cadenas de aisladores.
- Plano de disposición física de conectores
- Planimetría general de nomenclatura operativa.

5.4.1.5 Planos de obras civiles

- Plano localización de la subestación.
- Plano disposición de cimentaciones de equipos.
- Plano cimentación de equipos y pórticos.
- 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.

Todos los documentos de Ingeniería de Detalle serán entregados por el Inversionista seleccionado al Interventor para su revisión, verificación del cumplimiento de condiciones y

1 para conocimiento de la UPME. Sobre cada uno de estos documentos, la Interventoría
2 podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que estime conveniente, haciendo los
3 comentarios respectivos al Inversionista seleccionado y a la UPME si es del caso.

4
5 Los documentos que sirven para hacer el seguimiento a los suministros, serán aquellos que
6 preparen y entreguen los proveedores y fabricantes de los equipos y materiales. Estos
7 documentos serán objeto de revisión por parte de la Interventoría quien formulará los
8 comentarios y pedirá aclaraciones necesarias al Inversionista seleccionado.

9
10 Los documentos que especifiquen y muestren los resultados de las pruebas en fábrica y en
11 campo, la puesta en servicio, la operación del Proyecto y el mantenimiento, serán objeto de
12 revisión por parte de la Interventoría, quien hará los comentarios al Inversionista
13 seleccionado y a la UPME si es del caso.

14
15 Con base en los comentarios, observaciones o conceptos realizados por la Interventoría, la
16 UPME podrá trasladar consultas al Inversionista seleccionado.

17
18 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la Ingeniería de Detalle:

19 20 **5.4.2.1 Cálculos detallados de obras civiles**

- 21
- 22 • Criterios básicos de diseño de obras civiles.
- 23 • Dimensiones y pesos de equipos.
- 24 • Memorias de cálculo estructural para las cimentaciones de equipos de patio.
- 25 • Memorias de cálculo estructural para cimentación del edificio de control y de la
- 26 caseta de relés.
- 27 • Memoria de cálculo muro de cerramiento
- 28 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras soporte de equipos.
- 29 • Memorias de cálculo estructural para canaletas de cables eléctricos exteriores y
- 30 cárcamos interiores en edificio de control y casetas de relés.
- 31 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras de pórticos de líneas y
- 32 barrajes.
- 33 • Memorias de cálculo para vías, parqueos y zonas de maniobra en pavimento
- 34 rígido.
- 35 • Memoria de cálculo estructural para canaletas de cables exteriores e interiores en
- 36 casa de control.
- 37 • Memoria de cálculo para el sistema de drenaje de aguas lluvias.
- 38 • Memoria de cálculo sistema de acueducto.
- 39

40 **5.4.2.2 Planos de obras civiles**

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

13 5.4.2.3 Diseño detallado electromecánico

14
15 El Inversionista será responsable de la ejecución y elaboración del diseño eléctrico y
16 mecánico detallado necesario y por tanto deberá presentar para la revisión y
17 verificación de la Interventoría: memorias de cálculo, planos electromecánicos finales
18 para construcción, diagramas de cableado, diagramas esquemáticos de control,
19 protecciones y medidas, lista detalladas de materiales y toda la información necesaria
20 aunque ella no esté explícitamente citada en estas especificaciones y en un todo de
21 acuerdo con lo establecido en las Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al
22 diseño y montaje de éste tipo de instalaciones.

23
24 El Inversionista deberá entregar a la Interventoría para su revisión y verificación la
25 información y planos según el Programa de Entrega de Documentación Técnica
26 aprobado, el cual deberá contener como mínimo la siguiente documentación:

27 a. Sistema de puesta a tierra:

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

37 b. Equipos principales:

- 38 • Equipos de Patio: Disposición general de la planta y cortes del patio de
- 39 conexiones, incluyendo las distancias entre los centros (ejes) de los equipos.
- 40

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

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

13
14 **e. Reportes de Pruebas:**

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

21
22 **5.4.3 Estudios del Sistema**

23
24 Bajo esta actividad, el Inversionista seleccionado deberá presentar al Interventor para los
25 fines pertinentes a la Interventoría los estudios eléctricos que permitan definir los
26 parámetros útiles para el diseño básico y detallado de la Subestación y de las Líneas; entre
27 todos los posibles, se destacan como mínimo la elaboración de los siguientes documentos
28 técnicos y/o memorias de cálculo:

- 29
30 - Condiciones atmosféricas del sitio de instalación, parámetros ambientales y
31 meteorológicos, contaminación ambiental, estudios topográficos, geotécnicos, sísmicos
32 y de resistividad del terreno.
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
41 - Selección de aislamiento, incluye selección de descargadores de sobretensiones y
42 distancias eléctricas.

- 1
- 2 - Estudio de cargas ejercidas sobre las estructuras metálicas de soporte debida a sismo
- 3 y a corto circuito.
- 4
- 5 - Selección de equipos, conductores para barrajes, cables de guarda y conductores
- 6 aislados.
- 7
- 8 - Memoria de revisión de los enlaces de comunicaciones existentes.
- 9
- 10 - Estudio de apantallamiento contra descargas atmosféricas
- 11
- 12 - Dimensionamiento de los servicios auxiliares AC y DC.
- 13
- 14 - Informe de interfaces con equipos existentes.
- 15
- 16 - Estudios ambientales, programas del Plan de Manejo Ambiental, (PMA) de acuerdo con
- 17 el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
- 18
- 19 - Ajustes y coordinación de relés de protecciones, dispositivos de mando sincronizado y
- 20 registradores de fallas.
- 21

22 Cada uno de los documentos o memorias de cálculo, antes referidos, deberán destacar
23 como mínimo los siguientes aspectos:

- 24
- 25 - Objeto del documento técnico o de la memoria de cálculo.
- 26
- 27 - Origen de los datos de entrada.
- 28
- 29 - Metodología para el desarrollo soportada en normas o estándares de amplio
- 30 reconocimiento, por ejemplo en Publicaciones IEC, ANSI o IEEE.
- 31
- 32 - Resultados.
- 33
- 34 - Bibliografía.
- 35

36 **5.4.4 Distancias de Seguridad**

37

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

40 **5.5 Equipos de Potencia**

5.5.1 Reactor inductivo

El Proyecto incluye la instalación de los módulos de compensación reactiva de línea y sus correspondientes bahías de conexión a las líneas de 500 kV y demás equipo necesarios como puesta a tierra de los reactores mediante un reactor de neutro, equipos de medida, control, protección, comunicaciones y equipos auxiliares, que posean características adecuadas de funcionamiento. Cada módulo de compensación será un banco de reactores monofásico y deberá tener, como mínimo, una unidad de reserva por módulo de compensación. Se deberán realizar la totalidad de las obras civiles correspondientes para el adecuado montaje de los reactores inductivos de compensación. Las maniobras de las bahías de compensación reactiva de línea, objeto de la presente Convocatoria Pública, se realizarán bajo carga y se requiere el uso de interruptores con mando sincronizado.

Especificaciones del Reactor:

TIPO DE OPERACIÓN:	Exterior
NORMAS DE FABRICACIÓN:	ANSI – IEC
FRECUENCIA:	60 Hz
NÚMERO DE FASES	3

Los valores de las compensaciones reactivas están basados en los estimativos preliminares de las longitudes de línea:

Circuito	Long. Aprox.	Compensación Estimada (en cada extremo de línea)
La Loma - Sogamoso 500 kV	275 km	141 MVA _r

Las capacidades de las compensaciones reactivas inductivas podrán ser ajustadas por el Transmisor, en función de la geometría de los conductores, la disposición de la línea y/o la variación de la longitud respecto a la longitud de referencia del presente Anexo 1. En cualquier caso el inversionista deberá soportar con un estudio que la línea sea compensada simétricamente en un 85%. El Transmisor, **antes del inicio de construcción de las obras y antes de la adquisición de los equipos de compensación**, deberá presentar este estudio 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.

Los reactores deberán estar provistos de transformadores de corriente tipo buje en las cantidades y con las características específicas para la protección propia del equipo y para la operación, control y protección del reactor.

1 Los equipos de control y maniobra de las bahías de compensación de línea deberán permitir
2 la operación bajo carga.

3
4 **Pruebas de rutina:** Los reactores deberán ser sometidos a las pruebas de rutina
5 establecidas en las publicaciones IEC o ANSI. Copia de los respectivos protocolos de
6 prueba deberán ser presentados para fines pertinentes de la Interventoría.

7
8 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
9 copia de los reportes de pruebas tipos hechas sobre los interruptores similares en todo de
10 acuerdo con las publicaciones IEC o ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos
11 documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

12 13 **5.5.2 Interruptores**

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

- 17
- 18 • IEC 62271-100: "High-voltage alternating current circuit-breakers"
- 19 • IEC 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear
20 standards".
- 21 • IEC 60265-2: " High-voltage switches- Part 2: High-voltage switches for rated
22 voltages of 52 kV and above"
- 23

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

28
29 **Mecanismos de operación:** Los armarios y gabinetes deberán tener como mínimo el
30 grado de protección IP 54 de acuerdo con IEC 60947-1 o su equivalente en ANSI, el
31 mecanismo de operación deberá ser tipo resorte. No se permitirán fuentes centralizadas de
32 aire comprimido o aceite para ninguno de los interruptores. Los circuitos de fuerza y control
33 deben ser totalmente independientes.

34
35 **Pruebas de rutina:** Los interruptores deben ser sometidos a las pruebas de rutina
36 establecidas en la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en ANSI. Copia de los
37 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines pertinentes de 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 interruptores iguales o similares a los

1 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-100 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 interruptores de Potencia.

7 8 **5.5.3 Descargadores de Sobretensiones**

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

- 13
- 14 • IEC 60099-4: "Surge Arrester. Part 4: Metal oxide surge arresters without gaps for
15 a.c. systems"
- 16 • IEC 61264: "Ceramic pressurized hollow insulators for high-voltage switchgear and
17 controlgear".

18
19 **Pruebas de rutina:** Los descargadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina
20 establecidas en la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en ANSI. Copia de los
21 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la
22 Interventoría.

23
24 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
25 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre descargadores iguales o similares a los
26 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en
27 ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas
28 pruebas a su costa.

29
30 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
31 condiciones de estado y funcionamiento de los descargadores.

32 33 **5.5.4 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra**

34
35 Los Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra, deben cumplir las prescripciones
36 de la última edición de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al
37 tipo de equipo a suministrar:

- 38
- 39 • IEC 62271-102: "Alternating current disconnectors and earthing switches", o su
40 equivalente en ANSI.

- 1 • IEC 60273: "Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with
- 2 nominal voltages greater than 1000 V".
- 3 • IEC 60694 "Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear
- 4 standards".
- 5

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

10
11 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
12 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre seccionadores iguales o similares a los
13 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en
14 ANSI, si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas
15 pruebas a su costa.

16
17 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
18 condiciones de estado y funcionamiento de los seccionadores.

19 **5.5.5 Transformadores de Tensión**

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

- 25
- 26 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su
- 27 equivalente en ANSI.
- 28 • IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"
- 29 • Publicación IEC 60186, "Voltaje Transformers", IEC 60358, "Coupling capacitor and
- 30 capacitor dividers".
- 31 • Publicación IEC-61869-1/3/5: "Inductive/capative Voltage Transformers".
- 32 • IEC 60296: "Specification for unused mineral insulating oils for transformers and
- 33 switchgear"
- 34

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

40

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

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

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

15 **5.5.6 Transformadores de Corriente**

16

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

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

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

31 **Pruebas de rutina:** Los transformadores de corriente deben ser sometidos a las pruebas
32 de rutina establecidos en la publicación IEC 60044-1 e IEC 60044-6 o su equivalente en
33 ANSI, Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines
34 pertinentes de la Interventoría.
35

36 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
37 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de corriente iguales o
38 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60044-1 e IEC
39 60044-6, o su equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos
40 deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.
41

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

3 4 **5.5.7 Equipo GIS o Híbrido**

5
6 En caso que el equipo propuesto por el Inversionista sea GIS (Gas Insulated Substations)
7 o Híbrido, además de cumplir con las normas antes mencionadas, debe cumplirse la
8 siguiente normatividad:

9
10 Los equipos componentes de la celda compacta, híbrida o GIS, deberán cumplir con las
11 características técnicas garantizadas que les aplique de los equipos individuales tal como
12 lo indicado en estas especificaciones.

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

26
27 El equipo GIS será sometido a pruebas de rutina que consisten en pruebas de alta tensión,
28 pruebas mecánicas y pruebas de gas.

29
30 Se deben suministrar certificados de pruebas tipo de pruebas de alta tensión, prueba de
31 temperatura, prueba de gas y prueba sísmica.

32 33 **5.5.8 Sistema de Puesta A Tierra**

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

37
38 Todos los requerimientos para la malla de tierra en el área de las ampliaciones de las
39 nuevas bahías de línea, tanto en la subestación La Loma 500 kV como en la subestación
40 Sogamoso 500 kV, estarán de acuerdo a la última revisión de la publicación IEEE No.80-
41 2013 "Guide for Safety and Alternating Current Substation Grounding" e IEEE Std. 81-2012

1 “Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of
2 a Grounding System”. El diseño, materiales y validación del sistema de puesta a tierra
3 deberán cumplir con los requerimientos que le apliquen del RETIE en su última versión.
4

5 Todos los elementos sin tensión como equipos, estructuras metálicas expuestas y no
6 expuestas, accesorios metálicos, aisladores de soporte y otros, se conectarán directamente
7 a la malla de tierra en el punto más cercano y conveniente, utilizando empalmes de
8 soldadura exotérmica.
9

10 La malla de tierra de la zona de ampliación de bahías de línea en ambas subestaciones se
11 diseñará para cubrir efectivamente la subestación completa y garantizar el control de las
12 tensiones de toque y de paso hasta 2,0 m por fuera de la cerca o malla de cerramiento que
13 haya sido intervenido durante la adecuación de la nueva bahía de línea en cada
14 subestación.
15

16 Para propósitos del diseño final del sistema de tierra el Transmisor realizará los ensayos de
17 resistividad en el sitio, con el objeto de comprobar la resistividad del terreno, y realizará las
18 mediciones de resistencia de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto, según
19 los requerimientos del RETIE en su última versión, de tal manera que se garantice la
20 seguridad de las personas en torno a la subestación.
21

22 **5.5.9 Apantallamiento de la Subestación**

23

24 El diseño del sistema de apantallamiento de las nuevas bahías de línea en las
25 subestaciones La Loma y Sogamoso 500 kV, deberá realizar una evaluación del nivel de
26 riesgo de las instalaciones ante descargas atmosféricas directas de acuerdo con los
27 procedimientos de la norma IEC 62305-2 “Protection against lightning – Part 2: Risk
28 management”.
29

30 El diseño del sistema de apantallamiento deberá considerar elementos captadores de
31 descargas atmosféricas como cables de guarda y puntas captadoras de material apropiado
32 para las condiciones ambientales existentes en el sitio, particularmente del nivel cerámico,
33 y deberá ser verificado según el método electrogeométrico referido en las normas IEC
34 62305-2 o NTC 4552. Todos los cables de guarda serán aterrizados mediante conductores
35 bajantes de cobre que se conectarán con la malla de puesta a tierra mediante soldadura
36 exotérmica. Se deberá garantizar la continuidad de la conexión entre el sistema de
37 apantallamiento y el sistema de puesta a tierra de la subestación.
38

39 Las estructuras no conductoras y edificios requerirán un sistema completo de protección
40 contra descargas atmosféricas, incluyendo puntas captadoras, conductores bajantes y
41 varillas de puesta a tierra. En general los materiales e instalación del RETIE (artículo 16°),

1 la Norma IEEE Std. 998, la Norma NTC-4552-1-2-3 y la Norma IEC-62305-2, en su última
2 versión.

3 4 **5.6 Equipos de Control y Protección**

5
6 Las siguientes son las características principales que deberán cumplir los equipos de
7 control y protección:

8 9 **5.6.1 Sistemas de Protección**

10
11 Los equipos de protección deberán cumplir con las partes pertinentes establecidas en la
12 publicación IEC 60255 “*Electrical relays*”, en la IEC 60870 “*Telecontrol equipments and*
13 *systems*” y en el caso de los registradores de falla, los archivos de datos deberán utilizar el
14 formato COMTRADE (*Common Format for Transient Data Exchange*), recomendación IEEE
15 C37.111 o en su defecto, el Inversionista deberá proveer el software que realice la
16 transcripción del formato del registrador de fallas al formato COMTRADE, o cumplir con las
17 respectivas normas equivalentes ANSI.

18
19 El esquema de protección de líneas deberá ser implementado con dos protecciones
20 principales para líneas de transmisión con principio de operación (diferente algoritmo de
21 cálculo) o diferente fabricante y medición diferente. El esquema completo deberá consistir
22 de relés rápidos para emisión y recepción del disparo directo transferido; falla interruptor;
23 funciones de recierre y verificación de sincronismo, protección de sobretensión; supervisión
24 del circuito de disparo y registro de fallas. La protección de línea debe dar disparo
25 monopolar y tripolar e iniciar el ciclo de recierre. Para el caso de Fibra Óptica dedicada
26 como medio de comunicación para la PPL1 y Fibra Óptica dedicada como medio de
27 comunicación para la PPL2, se entiende como medio de comunicación para la PPL1, un
28 cable diferente al del medio de comunicación para la PPL2. Para el caso de Fibra Óptica
29 dedicada como medio de comunicación para el relé o función de protección distancia ANSI
30 21/21N, el esquema de comunicación se debe implementar con equipos digitales de
31 teleprotección conectados directamente a la fibra óptica. Para el caso de Fibra Óptica
32 multiplexada se entiende como medio de comunicación para la PPL2, un enlace
33 (trayectoria) independiente del medio de comunicación para la PPL1. Para el caso de Fibra
34 Óptica multiplexada, el canal de comunicación no deberá de exceder una asimetría de canal
35 de 5 ms y retardo máximo de 16 ms. Si el medio de comunicación para la protección
36 diferencial de línea ANSI 87L es multiplexado, éste deberá de ser único y dedicado.

37
38 En cualquier caso, el esquema de protección de la nueva línea debe ser redundante y
39 definirse considerando el SIR (Source Impedance Ratio), de acuerdo con la metodología
40 de la norma IEEE Std. C37.113 en su última versión. En caso de que se obtenga un SIR
41 mayor a 4, será necesario considerar un esquema de protección totalmente selectivo, según
42 la definición de dicha norma. También deberá garantizar la redundancia de los sistemas y

1 canales de comunicación asociados con las líneas de transmisión objeto de esta
2 Convocatoria, utilizando sistemas de comunicación que usen diferentes medios o
3 tecnologías de envío y recepción de señales de teleprotección en ambos extremos de las
4 líneas.

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

18
19 Las bahías deberán estar acopladas al esquema de protección diferencial de barras de la
20 Subestación, que deberá ser un sistema de protección diferencial distribuido que permita el
21 mantenimiento de cada unidad individualmente con la protección en operación continua.

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

31
32 El Interventor verificará e informará a la UPME el cumplimiento de requisitos de las
33 protecciones según lo solicitado en este Anexo 1 y en la Resolución CREG 025 de 1995,
34 anexo CC4 y sus modificaciones.

35 36 **5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones**

37
38 La arquitectura del sistema de automatización estará constituida por los subsistemas y
39 equipos que conforman los niveles 0, 1, 2 y 3 según la siguiente arquitectura:

Nivel	Descripción	Modos de Operación
3	Corresponde a los sistemas remotos de información.	Es la facilidad que debe tener el sistema para ser tele-comandado y supervisado desde el centro de control remoto de acuerdo con las normas del CND.
	Comunicaciones e interfaces entre niveles 2 y 3. Proporciona la comunicación entre el Sistema de Automatización y los sistemas remotos de información.	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.
2	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.	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.
	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. 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.	
1	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	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.

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

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

5.6.2.1 Características Generales

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

El Transmisor garantizará que la arquitectura del Sistema de Automatización permita la ampliación a medida que se incremente el número de bahías en 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,

1 que el Sistema de Control ofrezca una respuesta abierta y modular a las necesidades de
2 protecciones, automatismos, control y monitoreo de la subestación. Copia de toda la
3 información relacionada con la arquitectura del Sistema de Automatización y con el Sistema
4 de Control, deberá ser entregada por el Transmisor al Interventor para la verificación de
5 cumplimiento.
6

7 Se entiende que todos los elementos auxiliares, equipos y servicios necesarios para la
8 correcta operación y mantenimiento del sistema de control serán suministrados, sin
9 limitarse al: hardware, software, GPS, programas para el IHM, trabajos de parametrización
10 del sistema, etc.
11

12 La arquitectura del sistema de control deberá estar basada en una red redundante a la cual
13 se conectan los equipos que soportan las funciones de automatismo, monitoreo, protección
14 y control. Se destacan las siguientes funciones:
15

- 16 • Las redes de comunicación entre los controladores de bahía deberán ser de
17 protocolo, que resulte compatible con las comunicaciones existentes.
- 18 • La arquitectura del sistema estará compuesta de equipos, que deben permitir:
 - 19 ○ Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos
20 entre equipos vía la red.
 - 21 ○ Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y
22 Automatización de la Subestación.
- 23 • La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes
24 funciones:
 - 25 ○ Gestión de las bases de datos del sistema.
 - 26 ○ Permitir la integración de elementos futuros.
 - 27 ○ Implementación de herramientas de seguridad y administración.
 - 28 ○ Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la
29 explotación normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema
30 sin perturbar ni detener el sistema.
 - 31 ○ Mantenimiento de cada equipo.
 - 32 ○ Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las
33 protecciones del sistema.
34

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

1 coordinación de información a intercambiar con el CND son responsabilidad del
2 Inversionista.

3
4 Las funcionalidades siguientes deben ser garantizadas por los controladores de
5 Subestación:

- 6
7
- 8 • Transmisión de comandos del centro de control remoto hacia los equipos de la Subestación.
 - 9 • Sincronización satelital de todos los equipos de los sistemas de control, protecciones y registro de fallas de la Subestación a través de una señal de sincronización proveniente de un reloj GPS.
 - 10 • Recuperación de información proveniente de los equipos hacia el centro de control remoto (mediciones, alarmas, cambios de estado, etc.).
- 11
12
13
14

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

20

21 **5.6.3 Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales**

22

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

27

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

36

37 Deberá existir un tablero independiente para concentrar la información sincrofásorial, en
38 donde el operador nacional instalará un concentrador de datos fasoriales -PDC- y otros
39 dispositivos asociados. El tablero suministrado por el inversionista deberá estar provisto de
40 servicios de energía con las mismas características de los tableros de control de la

1 Subestación. El inversionista deberá permitir al operador nacional las labores de gestión y
2 mantenimiento de los equipos instalados en este tablero.

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

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

17
18 Los medidores multifuncionales deben tomar sus señales de los transformadores de
19 medida, para determinación de parámetros eléctricos tales como: tensión, corriente,
20 potencia activa, potencia reactiva, energía activa, factor de potencia y frecuencia. Deben
21 contar con emisor de impulsos o un sistema de registro comunicado con niveles superiores.
22 Deben cumplir con todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de
23 1995, en su última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.

24 25 **5.6.4 Controladores de Bahía**

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

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

- 38
39
- 40 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del
41 proceso.
 - Despliegue de alarmas.

- 1 • Despliegue de eventos.
- 2 • Despliegue de medidas de proceso de la bahía.
- 3 • Control local (Nivel 1) de los equipos que forman parte de la bahía.
- 4 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de
- 5 función.
- 6 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.

7
8 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos
9 para la comunicación.

10
11 Estos equipos también deberán ser capaces de recibir una señal de sincronización horaria
12 para hacer el estampado de tiempo al momento de recibir un evento.

13 14 **5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares**

15
16 Debe ser diseñado, probado y ampliamente utilizado en subestaciones de alta tensión.
17 Debe permitir la medida, supervisión y control de los servicios auxiliares del Proyecto y
18 contar con los mismos protocolos del controlador de bahía.

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

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

33
34 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos
35 para la comunicación.

36 37 **5.6.6 Switches**

38
39 Los switches o concentradores de datos de la red de control, deberán ser adecuados para
40 operar en ambientes industriales y cumplir sin limitarse a ello, con los siguientes requisitos:

41

- 1 • Deberán cumplir con IEEE 1613 standard - "error free" networking device.
- 2 • Deberán cumplir con IEC 61850-3 standard for networks in substations.
- 3 • Deberá incluir las siguientes características de red:
- 4 ○ IEEE 802.1d, message prioritization y rapid spanning tree en MAC Bridges
- 5 ○ IEEE 802.1q VLAN
- 6 • Deberán tener funciones de administración SNMP v2 y RMON.
- 7 • Deberán soportar las condiciones de estabilidad bajo las condiciones de prueba
- 8 descritas en las normas IEC 60068-2-6 e IEC 60068-2-27.
- 9 • En caso de alguna discrepancia en las normas antes mencionadas, prevalecerá la
- 10 más exigente.

11
12 Los switches suministrados deberán contar con el número de puertos suficientes para
13 conectar todos los equipos de las redes, tanto los equipos de control, como los de
14 protección y medida.

15 16 **5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1**

17
18 Para la interconexión de los equipos se requieren comunicaciones digitales, así:

19
20 La red local de comunicaciones para control y supervisión de la Subestación se debe
21 conformar para que sea inmune electromagnéticamente, que posea suficiente rigidez
22 mecánica para ser tendido en la Subestación, con protección no metálica contra roedores,
23 con chaqueta retardante a la llama, con conectores, marquillas, terminales, amarres y
24 demás accesorios de conexión, según diseño detallado a cargo del Inversionista.

25
26 La red debe incluir todos los transductores, convertidores, amplificadores y demás
27 accesorios requeridos para la adecuada conexión y comunicación de todos los equipos
28 distribuidos en la Subestación.

29
30 La comunicación de todos los equipos como controladores de bahía, IEDs, registradores
31 de eventos con el controlador de la Subestación debe ser redundante y con autodiagnóstico
32 en caso de interrupción de una cualquiera de las vías.

33 34 **5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2**

35 36 **5.6.8.1 Controlador de la Subestación**

37
38 Es un computador industrial, de última tecnología, robusto, apto para las condiciones del
39 sitio de instalación, programable, que adquiere toda la información para supervisión y
40 control de la Subestación proveniente de los dispositivos electrónicos inteligentes, la
41 procesa, la evalúa, la combina de manera lógica, le etiqueta tiempos, la almacena y la

1 entrega al Centro Nacional de Despacho, CND, de acuerdo con la programación realizada
2 en ella y al sistema de supervisión de la Subestación o a otros IED's que dependen de ella.
3 La información requerida para realizar la supervisión remota, se enviará por enlaces de
4 comunicaciones.

5
6 Adicionalmente el controlador de la Subestación, debe centralizar información de los relés
7 de protección, los registradores de fallas y los medidores multifuncionales, conformando la
8 red de ingeniería de la Subestación, la cual debe permitir acceso local y remoto para
9 interrogación, configuración y descarga de información de los relés, de los registradores de
10 fallas y los medidores multifuncionales. Deben suministrarse todos los equipos, accesorios,
11 programas y bases de datos requeridos para implementar un sistema de gestión de
12 protecciones y registradores de fallas para la Subestación.

13 14 **5.6.8.2 Registradores de Fallas**

15
16 Los registradores de falla deberán programarse de manera que al ocurrir una falla, la
17 descarga del archivo con los datos de la falla, se realice automáticamente a un equipo de
18 adquisición, procesamiento y análisis, en el cual se realizará la gestión de los registros de
19 falla provenientes de equipos instalados en las bahías del Proyecto, incluyendo
20 almacenamiento, despliegue, programación e interrogación remota, cumpliendo con lo
21 establecido en el Código de Redes CREG 025 de 1995, en su última revisión.

22 23 **5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación**

24
25 El sistema de supervisión local debe efectuar el monitoreo y control del proceso a través de
26 una IHM conformada básicamente por computadores industriales y software tipo SCADA.
27 Las pantallas o monitores de IHM deben ser suficientemente amplias para mostrar la
28 información del proceso.

29
30 Toda la información, se debe desplegar, almacenar, filtrar, imprimir en los mismos
31 dispositivos suministrados con el sistema de medida, control y supervisión de la
32 Subestación, la cual debe tener como mínimo las siguientes funciones:

- 33
- 34 • Adquisición de datos y asignación de comandos.
- 35 • Auto-verificación y auto-diagnóstico.
- 36 • Comunicación con el CND.
- 37 • Comunicación con la red de área local.
- 38 • Facilidades de mantenimiento.
- 39 • Facilidades para entrenamiento.
- 40 • Función de bloqueo.
- 41 • Función de supervisión.

- 1 • Funciones del Controlador de Subestación a través del IHM.
- 2 • Guía de operación.
- 3 • Manejo de alarmas.
- 4 • Manejo de curvas de tendencias.
- 5 • Manejo de mensajes y consignas de operación.
- 6 • Marcación de eventos y alarmas.
- 7 • Operación de los equipos.
- 8 • Programación, parametrización y actualización.
- 9 • Reportes de operación.
- 10 • Representación visual del proceso mediante despliegues de los equipos de la
- 11 Subestación, incluidos los servicios auxiliares y las redes de comunicaciones.
- 12 • Secuencia de eventos.
- 13 • Secuencias automáticas.
- 14 • Selección de los modos de operación, local, remoto y enclavamientos de operación.
- 15 • Supervisión de la red de área local.

17 **5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones**

18
19 Son los indicados en el Anexo CC3 del Código de Conexión, resolución CREG 025 de 1995,
20 en su última revisión.

21 **5.7 Obras Civiles**

22
23
24 Estará a cargo del Inversionista la construcción de las obras descritas en el numeral 2 del
25 presente Anexo 1, con el siguiente alcance:

- 26
- 27 • Diseño y construcción de todas las obras civiles incluyendo, entre otras, la
- 28 construcción o mejora de las vías de acceso y la construcción o ampliación del
- 29 edificio de control.
- 30 • Todas las actividades relacionadas con la gestión ambiental, deben cumplir con los
- 31 requerimientos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Proyecto, el
- 32 cual también está a cargo del Transmisor.
- 33 • Todos los diseños de las obras civiles deben cumplir con los requisitos establecidos
- 34 en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.
- 35

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

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

5.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento

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

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

Adicionalmente, tanto la malla de puesta a tierra como el sistema de apantallamiento deberán cumplir con los requerimientos técnicos de diseño e implementación, que le apliquen, según los artículos 15° y 16° del RETIE, respectivamente, en especial en cuanto a materiales e interconexión.

6. ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO

6.1 Pruebas y Puesta en Servicio

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

Los registros de todas las pruebas (aceptación para recepción, individuales, funcionales, de puesta en servicio y de energización) se consignarán en “Protocolos de Pruebas” diseñados por el Transmisor de tal forma que la Interventoría, pueda verificar el

1 cumplimiento de los requisitos de la Regulación vigente y de las normas técnicas; por
2 ejemplo: que se cumplen los enclavamientos y secuencias de operación tanto de alta
3 tensión como de servicios auxiliares, que los sistemas de protección y control cumplen con
4 la filosofía de operación en cuanto a polaridades, acciones de protecciones y demás.

5
6 **Pruebas de puesta en servicio:** El Transmisor debe efectuar las siguientes pruebas como
7 mínimo, pero sin limitarse a estas y cumpliendo con el código de redes y los requerimientos
8 del CND, vigentes:

- 9
10 • Direccionalidad de las protecciones de línea.
11 • Medición y obtención de los parámetros y las impedancias de secuencia de las líneas
12 asociadas.
13 • Fallas simuladas monofásicas, trifásicas, cierre en falla con el fin de verificar el correcto
14 funcionamiento de las protecciones, registro de fallas, telecomunicaciones, gestión de
15 protecciones.
16 • Pruebas de conexión punto a punto con el CND.

17
18 **Pruebas de energización:** El Transmisor será responsable por la ejecución de las pruebas
19 de energización. Los Protocolos de las pruebas de energización deben ser verificados para
20 los fines pertinentes por la Interventoría.

21 22 **6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio**

23
24 La información requerida por CND para la puesta en servicio del Proyecto es la siguiente:

- 25
26 • Presentación del Proyecto al Centro Nacional de Despacho CND.
27 • Formatos con información técnica preliminar para la realización de estudios.
28 • Diagrama Unifilar.
29 • Estudio de ajuste y coordinación de protecciones de los equipos y el área de influencia
30 del Proyecto. El área de influencia definida para el estudio de ajuste y coordinación de
31 protecciones, de este proyecto, deberá ser acordada con el CND.
32 • Lista disponible de señales de SCADA y requerimiento de comunicaciones.
33 • Cronograma de desconexiones y consignaciones.
34 • Cronograma de pruebas.
35 • Protocolo y formatos para la declaración de los parámetros del equipo y sus bahías con
36 información definitiva.
37 • Protocolo de energización.
38 • Inscripción como agente y de la frontera comercial ante el ASIC.
39 • Certificación de cumplimiento de código de conexión otorgado por el propietario del
40 punto de conexión.
41 • Carta de declaración en operación comercial.

- 1 • Formatos de Información técnica. Los formatos son corrientemente elaborados y
2 actualizados por el CND.
3

4 **7 ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN**

5

6 Según el Código de Operación del Sistema Interconectado Nacional (Resolución CREG
7 025 de 1995 y sus actualizaciones) y otra regulación de la CREG que sea aplicable.
8
9

10 **8 INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO**

11

12 Antes de que termine el contrato de interventoría, el Transmisor debe entregar al Interventor
13 un documento con la información detallada para el planeamiento, según lo requiere el
14 Código de Planeamiento en sus apéndices, para que éste se la entregue a la UPME.
15

16 **9 INFORMACIÓN ESPECÍFICA**

17

18 Información específica referente a la Convocatoria Pública, recopilada por la UPME, como
19 costos de conexión, datos técnicos y planos, etc, serán suministrados por la UPME en
20 formato digital en lo posible a través de su página WEB junto con los presentes DSI o a
21 solicitud de los Interesados, mediante carta firmada por el Representante Legal o el
22 Representante Autorizado, indicando domicilio, teléfono, fax y correo electrónico. Dicha
23 información deberá ser tomada por los Inversionistas como de referencia; mayores detalles
24 requeridos será su responsabilidad consultarlos e investigarlos.
25

26 **10 FIGURAS**

27

28 La siguiente es la lista de figuras referenciadas en este documento:
29

30 Figura 1 - Diagrama Esquemático del Proyecto.
31

32 Figura 2 - Diagrama Unifilar Subestación La Loma 500 kV.
33

34 Figura 3 - Diagrama Unifilar Subestación Sogamoso 500 kV.

