

SUPERVISIÓN DE LAS OBRAS DE MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA PARA
LA ESTACIÓN DE BOMBEO BOSCONIA DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO
DE BUCARAMANGA AMB S.A. E.S.P

CARLOS FELIPE BECERRA BAYONA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA

2020

SUPERVISIÓN DE LAS OBRAS DE MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA PARA
LA ESTACIÓN DE BOMBEO BOSCONIA DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO
DE BUCARAMANGA AMB S.A. E.S.P

CARLOS FELIPE BECERRA BAYONA

Trabajo de grado para optar título de Ingeniero Electricista

DIRECTOR:

JULIO CÉSAR CHACÓN VELASCO
MAGISTER EN POTENCIA ELÉCTRICA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTA DE INGENIERÍAS FISICOMECAICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES BUCARAMANGA

2020

DEDICATORIA

Dedicado a mi familia, amigos y profesores que estuvieron completando y ayudando en mi formación en estos años de estudio. A mis padres por el constante apoyo que a pesar de las dificultades me ayudaron a cumplir esta gran meta que es ser ingeniero. A mi hermana por compartirme su experiencia como ingeniera electricista y sus consejos para fortalecer ciertas áreas que serán importantes al momento de ejercer la profesión. A la sede UIS del Socorro por ser cuna de este gran logro en mi vida profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a los ingenieros Jairo Fabián Jaimes Rojas, Javier Leonardo Socha Paéz y al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga por la oportunidad brindada en la práctica empresarial contribuyendo a mi formación como profesional.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. OBJETIVOS.....	12
1.1 OBJETIVO GENERAL	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
2. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	13
2.1 FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS DE PATIO	17
2.1.1 DPS de línea 115 [kV].....	17
2.1.2 Seccionador de línea	18
2.1.3 Transformadores de potencial	20
2.1.4 Transformadores de corriente.....	22
2.1.5 Seccionador de barra.....	23
2.1.6 Transformador de potencia.....	24
2.1.7 Autotransformador unidad 1	26
2.1.8 Autotransformador para unidades 2, 3 y 4.....	28
2.1.9 Interruptor de potencia.....	31
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA SUBESTACIÓN	33
3.1 OBJETO DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ..	34
3.2 ALCANCE	34
4. ACTIVIDADES Y ESPECIFICACIONES NECESARIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE PLIEGOS DE SUMINISTROS DE EQUIPOS DE POTENCIA	35
4.1 ESPECIFICACIONES PARA LA COMPRA DE EQUIPOS DE POTENCIA.....	35
4.1.1 Condiciones generales de la compra.....	36

4.1.1.1 Información general.	36
4.1.1.2 Participantes y requisitos.	37
4.1.1.3 Oferta.	38
4.1.1.4. Evaluación.	41
4.1.1.5 Contrato.	41
4.1.1.6 Ejecución.	44
4.1.1.7 Terminación.	45
4.1.2 Especificaciones técnicas de los equipos.	47
4.1.3 Características técnicas garantizadas.	48
4.1.4 Presupuesto para la compra de equipos de potencia.	49
5. CONCLUSIONES.....	51
BIBLIOGRAFÍA.....	52

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Vista superior subestación José Oscar Serrano Valero (Bosconia).....	14
Figura 2. Vista de perfil subestación José Oscar Serrano Valero (Bosconia)	15
Figura 3. Diagrama unifilar subestación José Oscar Serrano Valero (Bosconia)...	16
Figura 4. DPS de línea 115 [kV].....	18
Figura 5. Seccionador de línea	19
Figura 6. Transformadores de potencial	21
Figura 7. Transformadores de corriente.....	22
Figura 8. Seccionador de barra.....	23
Figura 9. Transformador de potencia.....	26
Figura 10. Autotransformador N° 1	27
Figura 11. Autotransformador N° 2	29
Figura 12. Autotransformador N° 3	30
Figura 13. Autotransformador N° 4	30
Figura 14. Interruptor de potencia.....	31
Figura 15. Tablero de mando local interruptor de potencia.....	32
Figura 16. Subestación José Oscar Serrano Valero (Bosconia)	33

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Especificaciones técnicas DPS de línea 115 [kV]	17
Cuadro 2. Especificaciones técnicas seccionador de línea	18
Cuadro 3. Especificaciones técnicas transformadores de potencial	20
Cuadro 4. Especificaciones técnicas transformadores de corriente.....	22
Cuadro 5. Especificaciones técnicas seccionador de barra	23
Cuadro 6. Especificaciones técnicas transformador de potencia.....	24
Cuadro 7. Especificaciones técnicas autotransformador unidad 1.....	26
Cuadro 8. Especificaciones técnicas autotransformador para unidades 2, 3 y 4...	28
Cuadro 9. Especificaciones técnicas interruptor de potencia.....	31

RESUMEN

TÍTULO: Supervisión de las obras de modernización tecnológica para la Estación de Bombeo Bosconia del acueducto metropolitano de Bucaramanga amb S.A. E.S.P.*

AUTOR: Carlos Felipe Becerra Bayona**

PALABRAS CLAVE: Operación, control, instalación de sistemas de energía eléctrica.

DESCRIPCIÓN:

La supervisión es una labor permanente en las acciones necesarias para el desarrollo de proyectos en el sentido de verificar y garantizar que se ejecuten dentro de los parámetros y tiempos establecidos con el fin de dar cumplimiento a los objetivos y alcances del proyecto.

El presente trabajo de grado, el cual se realizó en la modalidad de práctica empresarial, consistió en dar apoyo, documentar y conocer de cerca el rol que ejerce un ingeniero en el control de la ejecución de una obra, efectuando el seguimiento de los procesos contractuales de las obras de reposición y modernización tecnológica de la subestación eléctrica de la planta de bombeo José Oscar Serrano Valero (Estación Bosconia) propiedad de amb S.A.E.S.P. Durante la práctica se dio soporte al amb S.A.E.S.P. en las tareas de revisión y apoyo en la construcción de los pliegos de contratación de la obra desarrollada bajo un contrato tipo EPC (Engineering, Procurement and Construction) o llave en mano, verificando que los equipos seleccionados y sus fichas técnicas estuvieran acorde con los requerimientos y alcances del contrato, así como el análisis de los presupuestos y la revisión de los dosieres de ingeniería al finalizar la construcción del pliego de contratación.

*Trabajo de grado

**Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director MPE Julio César Chacón Velasco

ABSTRACT

TITLE: Supervision of technological modernization works for the Bosconia Pumping Station of the Bucaramanga metropolitan aqueduct amb S.A. E.S.P.*

AUTHOR: Carlos Felipe Becerra Bayona **

KEY WORDS: Operation, control, installation of electrical energy systems.

DESCRIPTION:

Supervision is a permanent task in the actions necessary for the development of projects in the sense of verifying and guaranteeing that they are executed within the established parameters and times in order to comply with the objectives and scope of the project.

The present work of degree, which was carried out in the business practice modality, consisted of giving support, documenting and learning about the role that an engineer plays in controlling the execution of a work, monitoring the contractual processes of the replacement and technological modernization works of the electrical substation of the José Oscar Serrano Valero pumping plant (Bosconia Station) owned by amb S.A.E.S.P. During the practice, the amb S.A.E.S.P. was supported in the tasks of reviewing and supporting the construction of the contracting specifications for the work carried out under an EPC (Engineering, Procurement and Construction) or turnkey contract, verifying that the selected equipment and its technical specifications were in accordance with the requirements and scope of the contract, as well as the analysis of the budgets and the review of the engineering dossiers at the end of the construction of the contract document.

* Degree work

** Faculty of Physicomechanics engineering. School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineer. Director: MPE Julio César Chacón Velasco.

INTRODUCCIÓN

La falta de experiencia en campo es una de las principales debilidades de los ingenieros recién graduados que pretenden vincularse a la industria en las áreas de construcción y montaje de instalaciones eléctricas. Por esta razón se optó por este trabajo de grado en la modalidad de práctica empresarial, aprovechando el vínculo existente entre el acueducto metropolitano de Bucaramanga (amb S.A.E.S.P.) y la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, con el fin de acompañar el desarrollo de las obras de reposición y modernización tecnológica de subestación eléctrica de la planta de bombeo José Oscar Serrano Valero (Estación Bosconia) propiedad de amb S.A.E.S.P.

La subestación y casa de máquinas de la Estación Bosconia fue construida en el año 1984 y a través del tiempo se ha dado la necesidad de realizar cambios tecnológicos en los equipos motrices, tableros de control y de patio con el fin de mantener la confiabilidad, la calidad, y el correcto funcionamiento del servicio.

El acompañamiento que se realizó con esta práctica empresarial permitió conocer de cerca el rol del ingeniero en la gestión y supervisión de una obra, la cual es una labor común que ejerce un ingeniero electricista recién graduado, por lo que es importante que los estudiantes de ingeniería eléctrica conozcan las responsabilidades ligadas a ese rol para que lo puedan ejercer con liderazgo.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el acompañamiento en la supervisión de las obras de la modernización tecnológica de la subestación eléctrica (115/4,16 kV) de la planta de bombeo José Oscar Serrano (Estación Bosconia) del acueducto metropolitano de Bucaramanga (amb S.A.E.S.P.)

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar el cumplimiento de requerimientos en la selección de los equipos para la subestación eléctrica.
- Revisar los términos de referencia de la obra para el cambio de equipos que irán a reposición de la subestación eléctrica.
- Supervisar el presupuesto de las obras eléctricas de la modernización tecnológica de la subestación eléctrica.
- Revisar la ingeniería entregada por el contratista.

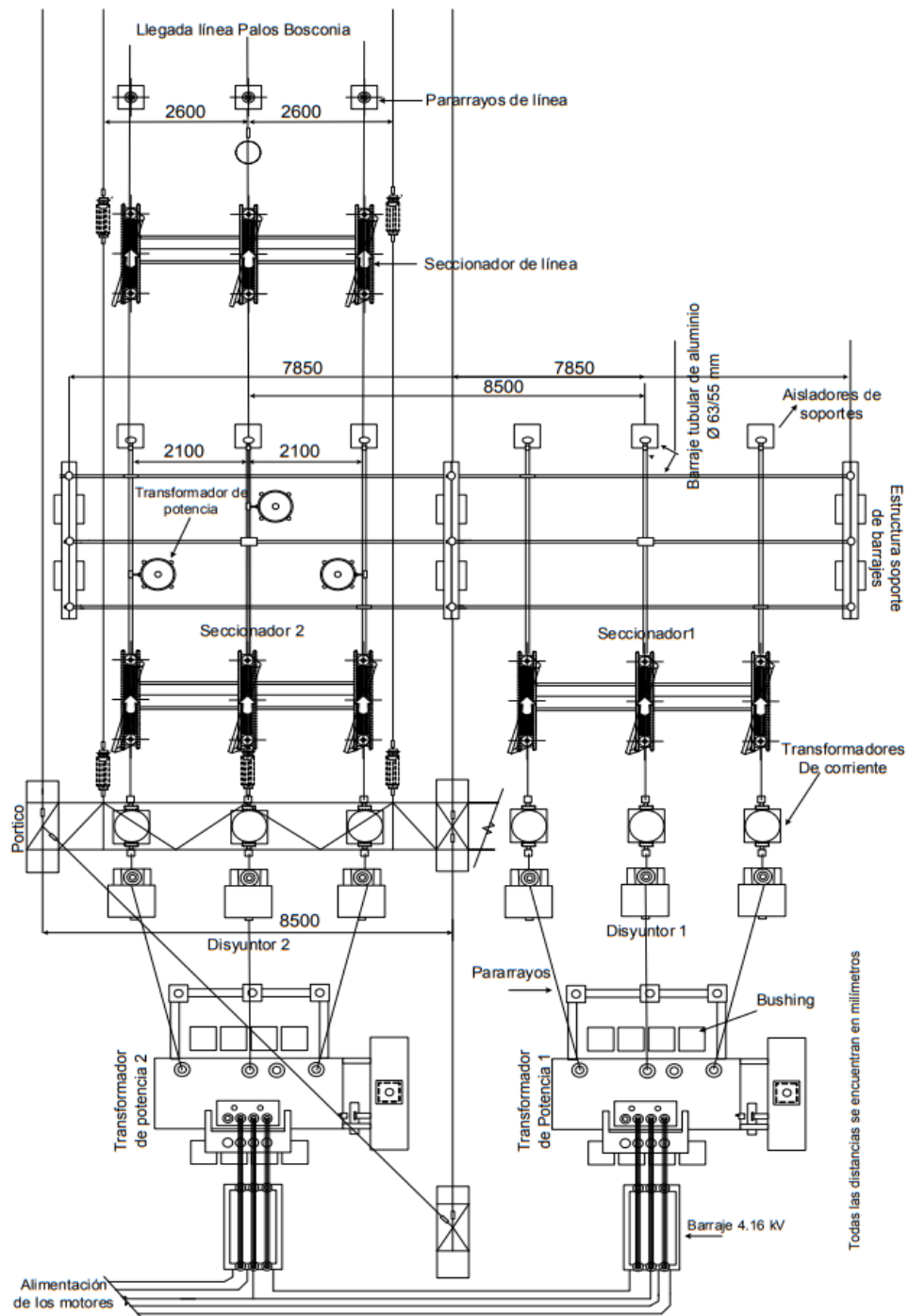
2. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

La subestación José Óscar Serrano Valero (Bosconia) tiene como finalidad realizar el proceso de transformación de tensión de 115 [kV] a 4,16 [kV]. Cuenta con un patio de 115 [kV], con una configuración barra sencilla derivando en dos (2) bahías de transformación. Tiene una potencia de cortocircuito de 4300 [MVA] y corriente de cortocircuito de 2 [kA] (en el lado de alta tensión).

El patio de 115 [kV] se alimenta a través de la línea Palos - Florida (interconexión entre las subestaciones Palos y Florida) por medio del seccionador de línea (3Q1), el mismo seccionador permite la entrada de tensión al barraje principal. Tiene la posibilidad en caso de contingencia de ser alimentada desde la Subestación Florida. Los seccionadores de barra (1Q1) y los disyuntores de potencia (1Q0) permiten energizar el transformador T1 y los seccionadores de barra (2Q1) y los disyuntores de potencia (2Q0) permiten energizar el transformador T2, estos transformadores son de tipo reductor, reciben tensión de 115 [kV] en el devanado primario reduciendo a 4,16 [kV] en el devanado secundario, conectados en Dy5 (ONAN/ONAF) y potencia de 12/16 [MVA]. Sin embargo la demanda del sistema sólo requiere de un (1) transformador para su normal funcionamiento. Dejando de respaldo una bahía de transformación en caso de una contingencia o mantenimiento.

El barraje principal cuenta con transformadores de potencial para medida de tensión a $115/\sqrt{3}$ [kV] y dos (2) juegos de transformadores de corriente, uno para cada uno de los transformadores, con relación de transformación 100/5 [A]. La protección contra descargas atmosféricas se realiza a través de pararrayos ubicados en la llegada de la línea de alimentación 115 [kV] y DPS a 4,16 [kV] ubicados sobre cada transformador de potencia como también un apantallamiento por medio de cable de guarda sobre el pórtico de la subestación.

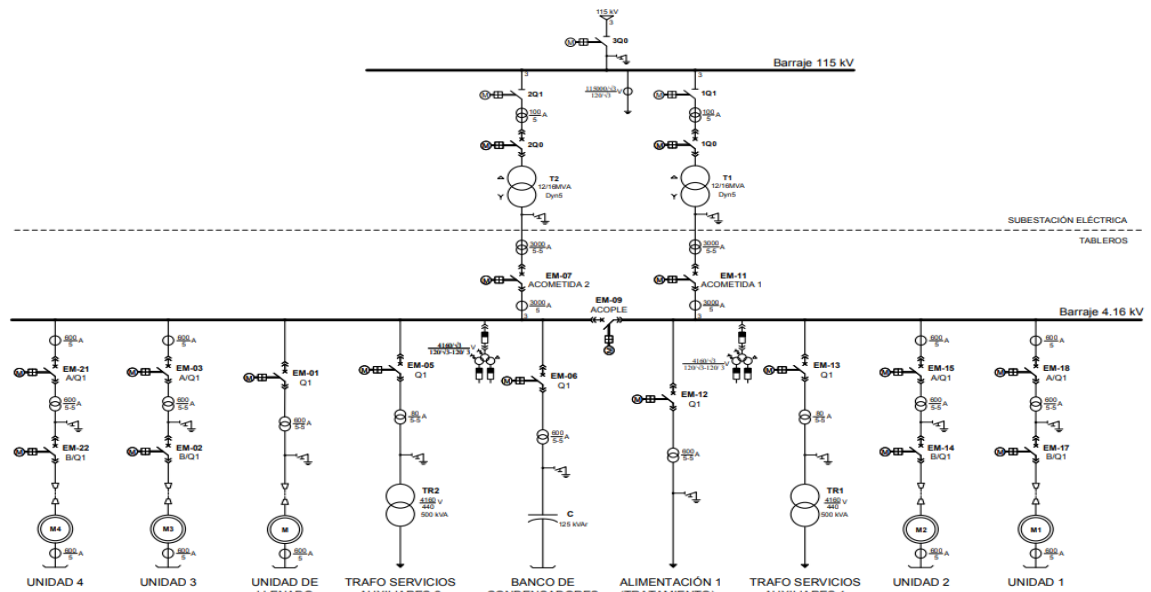
Figura 1. Vista superior subestación José Oscar Serrano Valero (Bosconia)



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.E.S.P. (amb). Descripción del sistema de bombeo Bosconia. Bucaramanga, 2012.

En el cuarto de control se tienen las celdas (EM-07 y EM-11) como entrada del transformador 2 (T2) y transformador 1 (T1) respectivamente. Los interruptores instalados en estas celdas permiten energizar las semibarras de 4,16 [kV] que tienen la posibilidad de conectarse por medio de la celda de acople (EM-09). Las celdas (EM-17, EM-18, EM-19) constituyen el conjunto de alimentación del motor de la unidad 1 de bombeo, las celdas (EM-14, EM-15, EM-16) constituyen el conjunto de alimentación del motor de la unidad 2 de bombeo, las celdas (EM-02, EM-03, EM-04) constituyen el conjunto de alimentación del motor de la unidad 3 de bombeo, las celdas (EM-20, EM-21, EM-22) constituyen el conjunto de alimentación del motor de la unidad 4 de bombeo. Las celdas (EM-13 y EM-05) alimentan a los transformadores de servicios auxiliares (1 y 2) respectivamente. Por medio de las celdas (EM-08 y EM-10) se conectan los transformadores de tensión al barraje de 4,16 [kV]. La celda (EM-12) es destinada a la alimentación 1 (planta de tratamiento de agua). Lo anterior se puede visualizar en diagrama unifilar de la subestación eléctrica.

Figura 3. Diagrama unifilar subestación José Oscar Serrano Valero (Bosconia)



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.E.S.P. (amb). Descripción del sistema de bombeo Bosconia. Bucaramanga, 2012.

2.1 FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS DE PATIO

La subestación cuenta con dos (2) transformadores de potencia, un (1) juego de seccionador de línea con sistema de puesta a tierra, un (1) juego de transformadores de potencial, dos (2) juegos de transformadores de corriente, dos (2) juegos de seccionadores de barra, dos (2) juegos de disyuntores de potencia, cuatro (4) autotransformadores, un (1) juego de DPS, un (1) sistema de malla de puesta a tierra.

2.1.1 DPS de línea 115 [kV]

Cuadro 1. Especificaciones técnicas DPS de línea 115 [kV]

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca: SPRECHER + SCHUH	Código: SE-PARL
Tipo: BHF 8E 36-216 kV	Año instalación: 1984

Principales características	
Tensión nominal de servicio	36 – 216 kV
Frecuencia nominal	48-62 Hz
Descarga nominal de corriente 8/20 μ s	10 kA
Impulso de corriente 4/10 μ s	100 kA
Temperatura de trabajo	-50 °C y + 50 °C
Contador de descargas TXA	Marca: ASEA

Figura 4. DPS de línea 115 [kV]



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.E.S.P. (amb). Descripción del sistema de bombeo Bosconia. Bucaramanga, 2012.

2.1.2 Seccionador de línea

Cuadro 2. Especificaciones técnicas seccionadoras de línea

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Marca: SPRECHER + SCHUH AARAU		Códigos: SE-SECC1, SE-SECC2	
Tipo:	TSF 311	Año instalación:	1984

- Tensión nominal / Máxima tensión de servicio:123 kV
- Corriente de servicio:800 A
- Pico de corriente máximo permisible:63 kA
- Corriente de cortocircuito durante 3 s:25 kA
- Frecuencia:60 Hz
- Peso aisladores..... 640/725 kg
- Peso sistema puesta a tierra.....745/830 kg

Figura 5. Seccionador de línea



MECANISMO DE CONTROL Y OPERACIÓN

Datos técnicos	GMF 1-3
Ángulo de torque	90° + 2°
Torque nominal	75 mkg
Tensión nominal del motor	220 Vdc, 110 Vdc
Máximas tolerancias permisibles de tensión	+ 10%, - 15%
Potencia del motor de inducción	0,25 HP
Peso	50 kg
Corriente de arranque a 220 V dc	5 A
Corriente de arranque a 110 V dc	10 A
Tiempo de operación para la apertura	8 s

Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.E.S.P. (amb). Descripción del sistema de bombeo Bosconia. Bucaramanga, 2012.

2.1.3 Transformadores de potencial

Cuadro 3. Especificaciones técnicas transformadores de potencial

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
Marca: ABB Switchgear		Código: SE-PT
Tipo: EMFC 145		Norma: IEC 60044-2
A-N	1a-1n	2a-2n
115000/√3 [V]	115/√3 [V]	115/√3[V]
Potencia		
200 VA		
Clase		
0,2		

El diagrama muestra un transformador de potencial con un bobinado primario etiquetado como 'A' y un bobinado secundario etiquetado como 'N'. El bobinado 'N' está conectado a tierra. Hay dos bobinados secundarios, cada uno con dos terminales de salida numerados '1' y '2'.

Principales características	
Nivel de aislamiento	230-550 kV
Masa total	590 kg
Altitud de operación máxima	1000 m
Frecuencia	60 Hz
Factor de tensión	1,5 / 30 s
Año de producción	2000

Figura 6. Transformadores de potencial



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.E.S.P. (amb). Descripción del sistema de bombeo Bosconia. Bucaramanga, 2012.

2.1.4 Transformadores de corriente

Cuadro 4. Especificaciones técnicas transformadores de corriente

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca: ABB Switchgear	Código: SE-CT1, SE-CT2
Tipo: QDR – 123	Norma: IEC 60044-1
Clase nominal de aislamiento: 123/230/550 kV	Frecuencia: 60 Hz
Corriente térmica: 20 kA	Corriente dinámica: 50 kA
Corriente primaria: 300 x 600 A	Carga: 60 VA
Corriente secundaria: 5/5/5/5	Clase precisión: 0,5
Clase protección: 10 P 30	Máxima corriente en el primario: 120 A

Figura 7. Transformadores de corriente




Principales características	
100/5 A (Clase Burden 0,2)	15 VA
100/5 A (Clase Burden 10P30)	30 VA

Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.E.S.P. (amb). Descripción del sistema de bombeo Bosconia. Bucaramanga, 2012.

2.1.5 Seccionador de barra

Cuadro 5. Especificaciones técnicas seccionadoras de barra

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca: SPRECHER+SCHUH AARAU	Códigos: SE-SECC1, SE-SECC2
Tipo: TSF 311	Año instalación: 1984
<p>- Tensión nominal / Máxima tensión de servicio:123 kV - Corriente de servicio:800 A - Pico de corriente máximo permisible:63 kA - Corriente de cortocircuito durante 3 s:25 kA - Frecuencia:60 Hz - Peso aisladores.....640/725 kg - Peso sistema puesta a tierra.....745/830 kg</p>	
<p>Figura 8. Seccionador de barra</p> 	

MECANISMO DE CONTROL Y OPERACIÓN

Datos técnicos	GMF 1-3
Ángulo de torque	90° + 2°
Torque nominal	75 mkg
Tensión nominal del motor	220 Vdc, 110 Vdc
Máximas tolerancias permisibles de tensión	+ 10%, - 15%
Potencia del motor de inducción	0,25 HP
Peso	50 kg
Corriente de arranque a 220 V dc	5 A
Corriente de arranque a 110 V dc	10 A
Tiempo de operación para la apertura	8 s

Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.E.S.P. (amb). Descripción del sistema de bombeo Bosconia. Bucaramanga, 2012.

2.1.6 Transformador de potencia

Cuadro 6. Especificaciones técnicas transformador de potencia

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Marca: PAUWELS TRAF0 BELGIUM (Mechelen B-2800 Bélgica)		Códigos: SE-TP1, SETP2	
Serial: 81.4.6903 – 6904		Año construcción: 1982	
Potencia: 12 / 16 MVA	Tipo: OLF 16/230	Grupo vector: DYn5	Frecuencia: 60 Hz
Tensión: 115 kV / 4,16 kV ± 2,5 ± 5%		Corriente: [60,2 – 80,3 A] / [1665 – 2221 A]	

Sistema de enfriamiento: ONAN/ONAF		Tensión de corto circuito: (Z / UK) 10 %																			
Dimensiones del transformador: LARGO 4450 m.m. ANCHO 2650 m.m. ALTO 4426 m.m.																					
Pesos principales: Núcleo y arrollamientos: 13500 kg. Masa del aceite: 7000 kg. TOTAL: 26300 kg																					
Pérdidas en vacío: 16 kW	Pérdidas bajo carga: 100 kW		Temperatura de arrollamientos: 75 °C																		
POSICIÓN CAMBIA TOMAS: <table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Posición TAP</th> <th>Tensión [V]</th> <th>Corriente [A]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>4368</td> <td>1586/2115</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4324</td> <td>1625/2167</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4160</td> <td>1664/220</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4056</td> <td>1709/2278</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3952</td> <td>1754/2338</td> </tr> </tbody> </table> <p>El cambia tomas sólo puede ser accionado en vacío y sin tensión. Marca: SACEM Tipo KLD 305</p>				Posición TAP	Tensión [V]	Corriente [A]	1	4368	1586/2115	2	4324	1625/2167	3	4160	1664/220	4	4056	1709/2278	5	3952	1754/2338
Posición TAP	Tensión [V]	Corriente [A]																			
1	4368	1586/2115																			
2	4324	1625/2167																			
3	4160	1664/220																			
4	4056	1709/2278																			
5	3952	1754/2338																			
Aceite: TIPO PD 3218	Color transformador: RAL 7033	Relé buchholz: NORMAS DIN 42566																			
Aisladores: Fases AT MICAFIL WT f123550/440 Fases BT DIN DT 10 Nf/315		Carga admisible del punto neutro: CARGA NOMINAL																			

Figura 9. Transformador de potencia



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.E.S.P. (amb). Descripción del sistema de bombeo Bosconia. Bucaramanga, 2012.

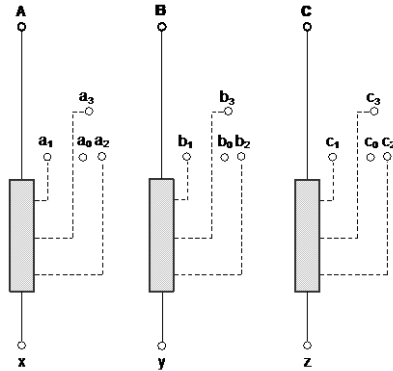
2.1.7 Autotransformador unidad 1

Cuadro 7. Especificaciones técnicas autotransformador unidad 1

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca: STEM BRENTO SPA	Código: SE-AUTO1
Frecuencia: 60 Hz	Año construcción: 1985
Tensión lado alta: 4,16 kV	Corriente lado alta: 1461 A
Tensión lado baja: 3047 / 2902 / 2757 V	Corriente lado baja: 1953 / 2051 / 2159 A

Sistema de enfriamiento: ONAM (Aceite)	Tensión de corto circuito: (Z / U _k) 10 %
--	---

CONEXIÓN DEL AUTOTRANSFORMADOR:



Conexión	Tensión [V]	Corriente [A]	Tiempo [s]
4	3036	2232	18
a2-a0 b2-b0 C2-C0	2896	2126	20
a3-a0 b3-b0 C3-C0	2745	2026	22

El tiempo de operación es de 2 x 20 s con intervalo de 30 min.

PESOS PRINCIPALES: Total masa: 4200 kg Masa del aceite: 1400 kg

Figura 10. Autotransformador N° 1



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.E.S.P. (amb). Descripción del sistema de bombeo Bosconia. Bucaramanga, 2012.

2.1.8 Autotransformador para unidades 2, 3 y 4

Cuadro 8. Especificaciones técnicas autotransformador para unidades 2, 3 y 4

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca: TAMINI	Códigos: SE-AUTO2, SE-AUTO3, SE-AUTO 4
CLASE NOMINAL DE AISLAMIENTO: 7,2 /22 / 60 kV	Año construcción: 1982
Potencia: 10638 kVA	Temperatura devanados: 40 °C
Tensión lado alta: 4,16 kV	Frecuencia: 60 Hz
Tensión lado baja: 3036 / 2896 / 2745 V	Corriente lado alta: 2890 A
Sistema de enfriamiento: ONAM (Aceite)	Corriente lado baja: 2026 / 2126 / 2232 A
Sistema de enfriamiento: ONAM (Aceite)	Tensión de corto circuito: 2,88 % (4,16 kV 2890 A)

CONEXIÓN DEL AUTOTRANSFORMADOR:

Conexión	Tensión [V]	Corriente [A]	Tiempo [s]
a1-a0 b1-b0 c1-c0	3036	2232	18
a2-a0 b2-b0 c2-c0	2896	2126	20
a3-a0 b3-b0 c3-c0	2745	2026	22

El tiempo de operación es de 2 x 20 s con intervalo de 30 min

PESOS PRINCIPALES: Total masa: 4200 kg Masa del aceite: 1400 kg

Figura 11. Autotransformador N° 2



Figura 12. Autotransformador N° 3




Figura 13. Autotransformador N° 4



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.E.S.P. (amb). Descripción del sistema de bombeo Bosconia. Bucaramanga, 2012.

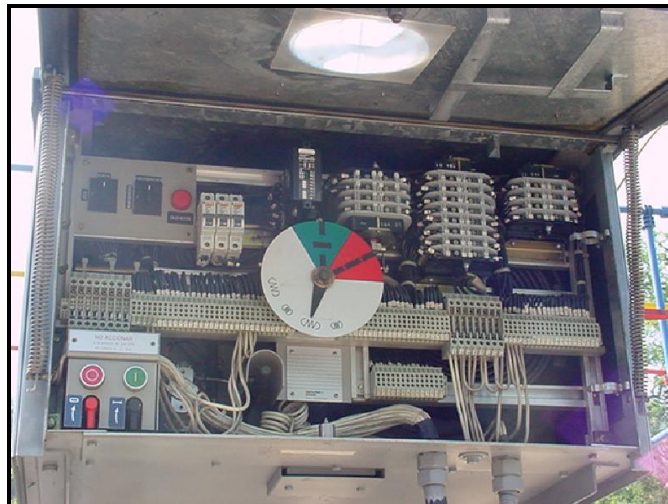
2.1.9 Interruptor de potencia

Cuadro 9. Especificaciones técnicas interruptor de potencia

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca: SPRECHER + SCHUH AARAU	Códigos: SE-SF61, SE-SF62
Tipo: GF 101-1	Año instalación: 1984
CIRCUIT BREAKER HGF 112	
- Tensión nominal / Máxima tensión de servicio:123 kV	
- Corriente de servicio:2500 A	
- Corriente de cortocircuito:25 kA	
- Número de elementos de cierre por polo.....1	
- Frecuencia:60 Hz	
- Presión del gas SF6 a 20 °C.....5,2 bar	
- Mecanismo de operación:FKF 1-2	
Figura 14. Interruptor de potencia	
	

SINGLE POLES WITH FKF 1 - 2				
		Polo a	Polo b	Polo c
Closing time	ms	142	142	141
Opening time	ms	27	27	27
Power consumption ON-coil at U_N	W	279	269	279
Power consumption OFF-coil at U_N	W	269	279	269
Current consumption of spring winding motor at U_N (max)	A	6	6,3	6,2
Resistance between terminals without the terminals	$\mu\Omega$	25	27	27

Figura 15. Tablero de mando local interruptor de potencia



Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.E.S.P. (amb). Descripción del sistema de bombeo Bosconia. Bucaramanga, 2012.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA SUBESTACIÓN

La subestación y casa de máquinas de la Estación Bosconia fue construida en el año 1984 y a través del tiempo se ha dado la necesidad de realizar cambios tecnológicos en los equipos motrices, tableros de control y de patio con el fin de mantener la confiabilidad, la calidad, y el correcto funcionamiento del servicio.

Figura 16. Subestación José Oscar Serrano Valero (Bosconia)



Fuente: Elaboración propia, sistema de bombeo Bosconia, Bucaramanga. Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.E.S.P. (amb), 2020.

El proyecto de la modernización de la subestación BOSCONIA 115[kV]-Bucaramanga Santander se enmarca en dos fases las cuales se refieren al suministro y el montaje de los equipos de patio y tableros de control de la subestación eléctrica que entraran a reposición, debido a que han cumplido su

vida útil y se requiere su modernización. Durante la práctica se trabajó con el pliego referente al suministro de equipos.

3.1 OBJETO DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA SUBESTACIÓN

Suministro de equipos de patio para la modernización de la subestación BOSCONIA 115[kV]-Bucaramanga Santander (POIR 8.3)

3.2 ALCANCE

- Suministrar un seccionador de línea, motorizado, tres (3) columnas, apertura doble lateral, 115 kV, 1250 A, 40 kA, 550 kV, con cuchilla de puesta a tierra, con estructura soporte, todo de acuerdo a lo requerido en las especificaciones técnicas.
- Suministrar dos interruptores de potencia, con accionamiento tripolar, tipo exterior, medio de extinción en gas SF6, 115 kV, 1250 A, 40 kA, 550 kV, con tablero local de conexiones y estructura soporte, todo de acuerdo a lo requerido en las especificaciones técnicas.
- Suministrar tableros de control y protección uno para cada una de las bahías de transformación asociadas al T1 y el T2
- Suministrar un tablero de servicios auxiliares en DC de acuerdo a lo requerido en las especificaciones técnicas.

Todos los suministros tendrán que ser recibidos para su validación y gestión en la facturación por el administrador del contrato en el Bombeo JOSV, situada en el km 5 vía Matanza, Planta de Tratamiento Bosconia.

4. ACTIVIDADES Y ESPECIFICACIONES NECESARIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE PLIEGOS DE SUMINISTROS DE EQUIPOS DE POTENCIA

Dentro de las actividades realizadas durante la práctica empresarial se dió apoyo en las tareas de supervisión y construcción del pliego de condiciones para el suministro de los equipos de potencia. Documentando la información y las especificaciones necesarias para la construcción y supervisión de estos tipos de contrato a partir de la experiencia adquirida.

4.1 ESPECIFICACIONES PARA LA COMPRA DE EQUIPOS DE POTENCIA

Para iniciar un proceso de contratación para la compra de equipos de potencia en una subestación, inicialmente se debe tener claro el alcance, los equipos que se requieren tanto sean para instalar como nuevos o reemplazar los existentes. Por tanto, se debe tener definido las especificaciones técnicas de cada uno. Como todas las empresas se deben especificar el presupuesto con el cual se contará para la compra de los mismos, por lo cual, antes de contratar dicho suministro se debe realizar un estudio de mercados entre las empresas más reconocidas, caracterizadas por su calidad. Para realizar dicho estudio se envía previamente a cada uno de los posibles oferentes, en este caso se llamarán proveedores interesados las características técnicas garantizadas (CTG's) de los equipos y de manera general el alcance de la compra. Una vez recibida las ofertas se puede hacer una medida promedio para tener la disponibilidad presupuestal para el proceso de contratación de la compra de equipos de potencia. Este valor es fundamental para el proyecto ya sea de construcción o modernización de la subestación. Continuando con el proceso de compra, se debe realizar:

- Condiciones generales de la compra
- Especificaciones técnicas de los equipos

- Características técnicas garantizadas
- Presupuesto para la compra de equipos de potencia

4.1.1 Condiciones generales de la compra. En este documento se debe especificar sobre el proceso:

1. Información general
2. Participantes y requisitos
3. Oferta
4. Evaluación
5. Contrato
6. Ejecución
7. Terminación

A continuación, se describirá de manera general la información a tener en cuenta en cada de uno de los ítems mencionados anteriormente.

4.1.1.1 Información general. En este ítem se debe realizar la descripción general de la solicitud de ofertas, el objeto, el cual en este caso sería la compra de equipos de potencia, el alcance en el cual se describe los equipos a comprar y sus respectivas cantidades, se anexan las características técnicas garantizadas y las especificaciones técnicas, las cuales hablaremos más adelante.

Es importante definir en el alcance el diseño, fabricación, pruebas en fábrica, cargue en fábrica, transporte, nacionalización, descargue en el sitio convenido de acuerdo con los requisitos técnicos y cantidades descritas en los términos de referencia, que estarán a cargo del contratista, junto con la estructura metálica de soporte. Adicionalmente, aclarar si el contratista deberá de asegurar y transportar desde la fábrica hasta la subestación (incluyendo el descargue de los equipos), garantizando que no sufran daño en el transporte y entrega.

Debido a que la compra de equipos se está realizando independientemente de la obra es importante especificar al contratista la entrega de información técnica para

el montaje, cimentación de los equipos, planos de cableado, la operación, el mantenimiento y toda aquella información necesaria para el adecuado montaje, conexión, pruebas y operación de los equipos. Se debe definir los plazos de ejecución del contrato en dicho alcance.

Es importante incluir las etapas y plazos de la solicitud de ofertas, un cronograma de actividades del proceso de contratación tales como, publicación del pliego, periodo de observaciones, consultas o aclaraciones, respuesta a dichas observaciones y adicionales que se presenten en el proceso, cierre de presentación de ofertas, entre otros.

En este documento es fundamental incluir la moneda con la cual se deberán cotizar los precios de la oferta el contratista.

Para que el proceso se realice de una forma organizada y clara, es conveniente aclarar cómo se remitirá las comunicaciones durante la etapa de la solicitud de la oferta; objeto de la solicitud de ofertas, nombre del remitente, nombre del responsable de la solicitud de ofertas, correo, fechas.

4.1.1.2 Participantes y requisitos. Se debe incluir la forma de participación que se requiere en el proceso, ya sea la recepción de ofertas presentadas por personas jurídicas, nacionales, extranjeras, en forma individual, en condición de fabricantes, distribuidor o comercializadores de los bienes a ofertar o consorcios, unión temporal u otra forma asociativa.

Como todo proceso de compra se debe establecer los requisitos de participación, existencia capacidad jurídica y representante legal. La solicitud de experiencia del oferente es una de las más importantes de asegurar debido a que está es la que me acredita la ejecución, terminación y liquidación, y recibo a satisfacción del cliente de contratos de suministro de equipos de patio. Adicionalmente el certificado de gestión y calidad debe ser otro de los requisitos aplicables al objeto de contratación en cuanto al diseño y fabricación de equipos para subestaciones, preferiblemente del tipo de equipo que requiero sea suministrado.

Para mayor seguridad y seriedad de la oferta se puede incluir dentro de las condiciones generales una garantía emitida por un banco o por una compañía de seguros que garantice la seriedad de los ofrecimientos presentados por el oferente.

Los requisitos específicos de participación son importantes tales como: la garantía técnica, los certificados de conformidad del producto con norma, y la certificación RETIE. En la garantía técnica se indica las garantías técnicas ofrecidas por el fabricante y el periodo de cubrimiento, de tal manera que se garantice, en el futuro, el normal funcionamiento de los bienes o elementos.

Como mínimo, todo el equipo, así como cada una de sus partes y componentes, deberá estar garantizado contra defectos de materiales y mano de obra por un período de veinticuatro (24) meses, contados a partir de la fecha de recepción, teniendo en consideración que los equipos y sus accesorios estarán en condición de espera para la entrada en operación, por lo cual deberá entregarse las recomendaciones de almacenamiento.

Durante el periodo de garantía, el fabricante deberá reemplazar inmediatamente y sin protesta, cualquier material, parte o pieza que resultare defectuoso a su propio costo, siempre y cuando se compruebe que la falla no ha sido producida por la operación o manipulación indebida del equipo en cuestión. Cualquier parte que haya sido reparada o reemplazada, deberá contar con una garantía de al menos veinticuatro (24) meses, contados a partir de la fecha de recepción de los equipos o partes reparadas, si un equipo o parte reparada se reemplaza por garantía, la garantía iniciará de nuevo su periodo de 24 meses.

4.1.1.3 Oferta. La oferta se debe diligenciarse en la forma y con los contenidos que señale la solicitud, de acuerdo a los criterios del contratante. Los ítems se describen en forma concisa y no en detalle; el interesado, antes de señalar o

incluir el valor unitario de cada uno de ellos, deberá consultar todos los documentos y anexos presentes en la solicitud de ofertas. Si se encuentran discordancias, discrepancias, incongruencias u omisiones entre la descripción del ítem y lo indicado en el anexo técnico o demás documentos de la solicitud de ofertas, se deberá solicitar la aclaración correspondiente al contratante en la forma y oportunidad prevista para ello.

El oferente debe incluir los costos inherentes a los recursos necesarios para administrar el contrato, entendiéndose por este concepto los requeridos para mantener la disponibilidad de su organización y operación, tales como arrendamientos de bienes inmuebles, cargas tributarias, servicios públicos, pólizas, el valor normal de ejecución del contrato y/o costos de contingencia por traslado de riesgos ordinarios, desplazamientos, forma de entrega y en general, todos los costos que le permitirían mantener condiciones de normalidad en la ejecución del contrato. Los precios cotizados por los oferentes, deben considerar y contener el pago de los bienes suministrados de conformidad con las especificaciones, y deberán comprender todos los gastos necesarios en diseños, equipos, materiales, herramientas, maquinaria, transporte, mano de obra, prestaciones sociales, dirección y administración, utilidad del oferente, y todos los gastos que puedan afectar el costo directo e indirecto de las mismas. Se deberá indicar, en el formulario de precios, el valor unitario, para todos y cada uno de los bienes ofrecidos y los valores totales que resulten de multiplicar las cantidades por los precios unitarios.

Al preparar la oferta, el oferente deberá tener en cuenta todos los impuestos que puedan afectar sus precios y hayan de causarse por la ejecución del contrato, tales como: el impuesto de renta, estampilla de Industria y Comercio, entre otros, así como las deducciones y retenciones a que haya lugar, de acuerdo con la ley y las disposiciones normativas aplicables. Los valores unitarios cotizados en la oferta serán a precios firmes durante todo el plazo del contrato. El oferente deberá gestionar los riesgos propios de la actividad y/o servicio a prestar, entendiéndose

que es conocedor de la misma, cuidando de hacer una oferta que propenda por cuidar la competitividad y la productividad. Por lo tanto, cada oferente al estructurar los costos de su oferta, deberá tener en cuenta todos y cada uno de los factores y los riesgos previsibles que influyan o puedan influir en la ejecución de los servicios o bienes encomendados; por lo tanto, para la formulación y la atención de posibles reclamaciones, se tendrá en cuenta dicha estructura de costos.

Los detalles de carácter técnico, constructivo, operativo y similar, han de buscarse en el las “Especificaciones técnicas de equipos” y “Características técnicas garantizadas” que hacen parte integral de la solicitud de ofertas.

La entrega de los equipos o suministros contratados se hará en la subestación indicada por el contratante. El transporte y descargue de los bienes será por cuenta del contratista con personal idóneo, debidamente afiliado al sistema de seguridad social y a una entidad administradora de riesgos laborales. Además, debe contar con los implementos de seguridad necesarios para llevar a cabo la labor de descargue de los bienes.

Ningún oferente puede modificar, adicionar o retirar su oferta después del cierre para la presentación de ofertas, con el fin de que se haga efectiva la garantía de seriedad.

El contratante puede pedir aclaraciones o informaciones adicionales a cualquiera de los oferentes sobre el contenido de sus ofertas, pero ello no significa que surja para éstos el derecho a modificarlas o adicionarlas. La oferta tendrá una validez de cierto número de días de acuerdo a lo estimado por el contratante, contados a partir de la fecha de cierre para la presentación del proceso de contratación, término dentro del cual el contratante aceptará la oferta o declarará desierto el proceso.

4.1.1.4. Evaluación. La evaluación consiste en una serie de pasos que se realizan a criterio del contratante donde se efectuará el análisis y la evaluación de las propuestas y se seleccionará la propuesta más conveniente para sus intereses, este proceso se realiza generalmente de la siguiente manera:

- Aplicación del factor de ponderación. Donde el contratante realizara un chequeo a cada uno de los criterios convenientes a revisar de la oferta y del oferente, donde le asignara una ponderación a cada uno de estos.
- Con base en el puntaje que arroje la aplicación de los factores de ponderación, se elaborará una lista en la que se ordenan las ofertas de conformidad con el puntaje obtenido.
- Verificación del cumplimiento de los requisitos de participación, de los requerimientos técnicos y de los demás aspectos formales y documentales de la oferta que ocupe el primer lugar en la lista.

Si la oferta que obtuvo el mayor puntaje no cumple con los requisitos de participación ni con cualquier otro requerimiento, se llevará a cabo una nueva ponderación sin tener en cuenta la propuesta rechazada o eliminada y se continuará con la evaluación del primero en la nueva lista y así sucesivamente.

4.1.1.5 Contrato. En este ítem se establece todo lo referente a las condiciones del contrato del proyecto de suministro de equipos tanto como plazos, lugar de descargue, valor, garantías y formas de pagos al oferente favorecido.

El plazo de ejecución del contrato se fija a criterio del contratante de acuerdo al proyecto, contados a partir de la fecha que se señale por escrito en la orden de inicio por parte del contratante. El descargue será por cuenta del contratista. El personal que lleve a cabo labores de cargue y descargue de los bienes, debe

estar debidamente afiliado al sistema de seguridad social en salud, pensiones y riesgos profesionales. Los bienes serán entregados en la modalidad y en los lugares específicos indicados por el contratante en el pliego de estas condiciones particulares.

Respecto de los equipos que son objeto de la solicitud de ofertas, y a partir de las condiciones y especificaciones técnicas de operación y demás requerimientos técnicos solicitados por el contratante u ofertados por el oferente/contratista, este último adjuntará cuando se haga la entrega de los equipos, el documento en el que formalice la garantía de calidad y eficiencia del fabricante según las condiciones técnicas y temporales convenidas. Este documento será necesario para la aceptación técnica de los bienes.

El valor total del contrato es de cuantía determinada. Sin embargo, el contratante solo pagará los bienes realmente entregadas por el contratista y recibidas a satisfacción por el contratante. El valor final será el que resulte de multiplicar las cantidades efectivamente suministradas y aceptadas por el contratante por los precios unitarios aceptados mediante las órdenes de compra que sean solicitadas según las cotizaciones en el periodo de vigencia del contrato y posteriormente adjudicada según la mejor oferta de los proveedores seleccionados. Los pagos se harán en la forma aceptada por el contratante, a favor del contratista o a quien él designe como beneficiario, previa presentación por parte del contratista y aprobación por parte del contratante de los documentos requeridos para el efecto.

Es entendido que el oferente favorecido con la aceptación de la oferta y en su calidad de contratista faculta expresamente al contratante para:

- Revisar y verificar los pagos en las entidades correspondientes, durante la vigencia del contrato, según lo definido en el Art. 50 de la ley 789 de 2002 y Ley 828 de 2003, si es del caso.

- Retener los pagos que el contratista tenga a su favor en este contrato que tenga con el contratante, en caso de presentar mora en los aportes a la seguridad social integral y parafiscales y/o en el pago a los trabajadores vinculados mediante contrato de trabajo para la ejecución del contrato, o a cualquiera de los ex trabajadores del mismo, o a los asociados en casos tales como las cooperativas y las empresas asociativas de trabajo, por concepto de compensaciones, salarios, prestaciones sociales o cualquiera remuneración adeudada.
- Pagar todos los conceptos contemplados en las cláusulas, como consecuencia del incumplimiento, directamente a quien corresponda, con cargo a las sumas adeudadas al contratista, sin que ello implique que el contratante se convierta en empleador y mucho menos que sustituya las obligaciones laborales a cargo del contratista.
- Si es del caso, exigir a través de la interventoría o de la supervisión del contrato, las constancias de pago correspondientes a salarios, prestaciones sociales, seguridad social, parafiscales y cualquier otro concepto de pago que se hubiere causado a cargo del contratista empleador en favor de cualquiera de sus trabajadores durante el plazo contractual.
- Retener todo o parte de cualquier pago en cuanto sea necesario para protegerse de pérdidas debidas a suministros defectuosos no corregidos, a garantías no cumplidas o para el pago de posibles deducciones por compensaciones debidas o perjuicios recibidos o reclamaciones no atendidas.
- La factura debe ser elaborada con el cumplimiento de todos los requisitos legales, tanto de forma como de contenido; quien tenga obligación de

expedir factura de venta deberá cumplir con los requisitos exigidos por la DIAN.

El oferente o contratista deberá constituir a favor del contratante la garantía de cumplimiento en las condiciones que se enuncian del proyecto. La garantía cumplimiento podrá ser amparada mediante una póliza de seguros o una garantía bancaria, emitida por una compañía de seguros o un banco, respectivamente. En todos los casos en los que haya modificación del plazo y/o los precios del contrato, el contratista deberá modificar el valor y/o el plazo de las garantías y seguros respectivos según corresponda, en la proporción correspondiente a los nuevos valores y plazos. Igualmente, cuando se presenten modificaciones en el contrato que no impliquen variación del valor estimado o del plazo, el contratista deberá aportar la constancia de la comunicación a la compañía de seguros o al banco, según sea el caso, en la cual les notifica las modificaciones realizadas en el contrato.

4.1.1.6 Ejecución. Este ítem resuelve las condiciones que se deberán tener entre partes durante la ejecución el proyecto donde se especifica responsabilidades, comunicaciones, descuentos y a premiaciones.

Toda comunicación del contratista deberá escanearse y enviarse debidamente firmada, si es del caso, vía email al correo corporativo del administrador del contrato designado por el contratante y notificado en la formalización contratista.

Las comunicaciones y notificaciones al contratista se remitirán a la dirección por él consignada en el formato para la adquisición del derecho a participar o en su oferta. Si se presenta algún cambio, éste deberá ser informado el contratante, con la debida anticipación, a la dirección citada por el contratante.

El contratista será responsable de todo riesgo o siniestro sobre los bienes, materiales, elementos, partes y componentes, hasta su entrega en la bodega del contratante (Subestación). El contratista asumirá todos los riesgos sobre el

suministro rechazado a partir de la fecha en que el contratante le comunique dicho rechazo.

Antes de proceder al despacho de los elementos, el contratista deberá presentar al contratante el modelo de la lista de materiales de despacho que pretende utilizar para el control de los mismos. La lista de los materiales de despacho deberá detallar la identificación que se usará en las distintas unidades de y la cuantificación de su contenido. Además, la lista deberá contener información sobre el número de partes del suministro, el número de partes despachadas y el número de partes pendientes, en tal forma que se tenga control permanente de los despachos. Aprobada la lista por el contratante, se procederá a dar las instrucciones sobre identificación de las unidades de empaques.

Si el contratista considera que la forma como el contratante ha definido la ejecución del objeto del contrato comporta una modificación a los términos inicialmente pactados y que ello le genera un costo adicional, deberá presentar por escrito y dentro de los días calendario siguientes a la definición que haya tomado el contratante, la reclamación correspondiente con la expresión clara y razonada de los argumentos que le asisten y el aporte de las pruebas que sustentan su petición.

4.1.1.7 Terminación. La terminación hace referencia a la aceptación técnica o devolución de los equipos suministrados y a las circunstancias que darán por finalizado el contrato.

A criterio del contratante, los equipos se someterán a las pruebas de laboratorio a que haya lugar y a las pruebas en operación pertinentes, antes de emitir la comunicación de aceptación técnica, la cual se dará siempre y cuando los resultados obtenidos estén acordes con los fines para los cuales fueron adquiridos los equipos y cumplan con las especificaciones técnicas y se haya aportado y aprobado la garantía del fabricante acorde con lo indicado en las condiciones y en las especificaciones técnica. La aceptación técnica se dará luego de la inspección

física por parte del área técnica, siempre y cuando los equipos cumplan las condiciones y especificaciones de la solicitud de ofertas y se haya aportado y aprobado la garantía del fabricante en los términos de las especificaciones técnica.

Si luego de la fecha de recepción de los equipos y aceptación de los mismos por parte del área técnica del contratante, aparecen daños o defectos en los bienes, el contratante lo comunicará por escrito al contratista, para darle oportunidad de inspeccionarlos y corregirlos, dentro de los días hábiles siguientes al comunicado, el número de días que serán establecidos por el contratante en el proyecto. Pasado este tiempo si aún los bienes continúan dañados o defectuosos, el contratista los deberá reponer, sin costo para el contratante, en un término que no podrá exceder los días calendario establecidos por el contratante en el proyecto, de lo contrario se considerará que hay incumplimiento del plazo de entrega, y se podrá aplicar el descuento que se estipula dentro de las garantías y condiciones, para hacer efectiva la garantía de cumplimiento. En todos los casos la reposición de los equipos se hará en el sitio de entrega definido por el contratante y por tanto el contratista correrá con todos los costos asociados.

La terminación del contrato se dará por las siguientes circunstancias:

- Por mutuo acuerdo entre las partes.
- Cumplidas las obligaciones por cada una de las partes dentro del plazo o plazos pactados en el contrato. El área técnica del contratante documentará la aceptación técnica conforme se indica en el proyecto.
- Por vencimiento del plazo.

En caso de incumplimiento total o parcial de las obligaciones por una de las partes, la parte cumplida comunicara a la otra tal situación a fin de iniciar las acciones pertinentes.

Además de las causales de terminación anticipada del contrato, previstas en las Condiciones Generales Contratación Bienes y Servicios y con fundamento en los artículos 1546 y 1602 del Código Civil Colombiano, en concordancia con el artículo 870 del Código de Comercio, las partes acuerdan que el contratante cumplido

podrá dar por terminado el contrato en forma anticipada, cuando se presente un incumplimiento grave, total o parcial, de las obligaciones a cargo de la otra parte.

Los incumplimientos graves son establecidos a criterio del contratante dentro de las condiciones del proyecto por lo general son los siguientes:

- Cuando haya incurrido en causales de medidas de apremio provisionales que superen el diez por ciento (10%) del valor del contrato.
- El incumplimiento que dé lugar a que el contratante incumpla una obligación de carácter regulatorio o legal.
- El incumplimiento de una obligación ambiental que dé lugar a la revocatoria de un permiso o licencia ambiental.
- El incumplimiento de lo previsto en la cláusula de las Condiciones Generales para Contratar Bienes y Servicios en cuanto a las obligaciones de protección a la información personal.

4.1.2 Especificaciones técnicas de los equipos. Las especificaciones son los documentos en los cuales se deben establecer las características de los equipos que serán adquiridos. Si un requerimiento esencial es dejado fuera de la especificación, el fallo puede recaer en favor de un equipo que no satisfaga las necesidades del comprador. La precisión de la especificación dependerá del contratante o del proyecto en el sentido, si se desea limitar e impedir la competencia del número de equipos que cumplan con estas condiciones.

La especificación, clasificación o alcances del bien deseado, incluye descripciones detalladas de los equipos a suministrar tales como funcionalidad, forma constructiva, dimensiones, material, composición química, tensión, corriente, potencia, frecuencia, rendimiento, velocidad, unidad de medida, presentación del equipo, cantidad de equipos, conexión; en atención a la naturaleza o tipo de bien pueden exigirse características referidas a los siguientes aspectos técnicos de fabricación como lo son fecha de fabricación, repuestos, accesorios, condiciones que debe reunir para su almacenamiento, compatibilidad con algún equipo o componente, software que se requiere para su funcionamiento,

controladores, condiciones de operación; tratándose de algunos equipos es importante precisar cuáles son las condiciones normales o estándar bajo las cuales tiene que operar indicándose el rango o tolerancia de los parámetros, como tiempo, humedad relativa, frecuencia, resistencia de materiales, vibraciones, potencia, voltaje, presión, entre otros; características detalladas en fichas técnicas y descripciones de tal manera que el contratista al momento de ofertar y ejecutar el proyecto suministre los equipos que cumpla con estas condiciones técnicas.

La necesidad de utilizar definiciones puede usualmente ser evitada con buenas especificaciones. Sin embargo, en los casos en que en una propia interpretación de las especificaciones sea necesaria, entonces tales definiciones deben ser incluidas.

Las especificaciones deben ser susceptibles de ser verificadas. La especificación elaborada de tal manera que no permita verificar que bienes o servicios cumplen con la misma, tiene poco valor y resulta confusa.

Si una especificación permite tanto igualdad de oportunidades para la presentación de proposiciones, como criterios objetivos para la adjudicación del contrato, entonces la especificación cumplió su cometido.

4.1.3 Características técnicas garantizadas. Las características técnicas garantizadas se relacionan el tipo de línea del fabricante, a los ensayos y pruebas de fábrica, a las normas técnicas que deben cumplir y estar certificado los equipos que serán suministrados, como también al tipo de embalaje que deben entregarse. Los proponentes deben tramitar los formularios de los términos de referencia de acuerdo con las indicaciones dadas en el proyecto por parte del contratante sobre la adquisición de estos equipos.

Para todos los equipos y materiales es requisito que los proponentes tramiten la información de fabricante, país, referencia y número de parte completo”, de tal forma que permita identificar el bien y sus características en forma precisa y concorde con los catálogos técnicos que se deben adjuntar con la oferta.

Los proponentes deben llenar y tramitar los valores característicos ofrecidos para todos los equipos. Las desviaciones que desmejoren la especificación de lo requerido y estipulado en las especificaciones técnicas podrán dar lugar al rechazo de la oferta.

Los bienes ofrecidos deben cumplir con los reglamentos técnicos aplicables y vigentes en la legislación colombiana para tal tipo de bien, que hayan sido expedidos por las instituciones o entes acreditados para ello. Si el contratante lo considera concerniente, durante el período de evaluación o durante la ejecución del contrato podrá solicitar al proponente o contratista, copia de los certificados de cumplimiento y de conformidad con los reglamentos técnicos o con normas aplicables, que hayan sido expedidos por un organismo.

4.1.4 Presupuesto para la compra de equipos de potencia. El proceso de determinación del presupuesto para la compra de equipos de potencia implica sumar los costos de las actividades referentes al suministro de los equipos del proyecto de tal forma que se pueda disponer de información del costo del proyecto en su conjunto y también por equipos. El objetivo principal de un buen presupuesto consiste en tener una herramienta con la cual se pueda supervisar un proyecto mientras éste se encuentra en progreso evitando gastos excesivos. Debido a que la compra de equipos se está realizando independientemente de la obra es importante solo tener en cuenta las actividades que se puedan derivar del suministro de los equipos y los tiempos establecidos en el cronograma del proyecto propuestos para la compra de los equipos. El resultado de este proceso dará lugar a la línea de costos, que servirá como punto de partida para controlar si la ejecución de los costos del proyecto se ajusta a esta previsión. Este proceso es un poco más complejo que solamente la suma de los costos de las actividades. Para ello se debe realizar un estudio de mercados para cada uno de los equipos que se desean adquirir entre las empresas más reconocidas y caracterizadas por su calidad. El estudio de mercados consiste en la recepción de ofertas de las empresas seleccionadas para la compra de los equipos, logrando una medida

promedio para tener la disponibilidad presupuestal para el proceso de contratación de la compra de equipos de potencia. Un buen estudio de mercados identifica cuidadosamente las fuentes de suministros y materiales para asegurar que los costes de la adquisición de los equipos sean lo más realistas posibles.

La línea base de costos constituye el presupuesto en firme del proyecto, aprobado por la dirección o contratante, y se calcula agregando los diferentes presupuestos de cada uno de los equipos. El presupuesto del proyecto está formado por la línea base de costos más la reserva de gestión del proyecto. En esta reserva de gestión del proyecto se incluyen aquellos gastos vinculados a trabajos no previstos dentro del alcance del proyecto. Todos estos gastos deben estar perfectamente identificados y documentados. En el caso de que estos gastos se ejecutaran finalmente, pasarían a formar parte de la línea base de costos. La línea base de costos permite definir, entre otras cosas, las necesidades de financiación del proyecto a lo largo de su ejecución. La documentación generada a lo largo de este proceso debe actualizarse, si fuese necesario. Por ejemplo, la asociada al registro de riesgos, la estimación de costos de los equipos o el cronograma del proyecto.

5. CONCLUSIONES

- Es responsabilidad del ingeniero a cargo del proyecto efectuar que la adquisición de equipos, materiales y servicios dentro de la construcción de los pliegos de condiciones del proyecto se realice con la suficiente lógica, coherencia y racionalidad dando cumplimiento a los alcances y a sus debidas especificaciones técnicas pertinentes.
- La experiencia laboral adquirida en los campos de instalación y montaje de equipos permite al ingeniero a cargo especializarse en el desarrollo de los procesos de construcción, ejecución y supervisión de los pliegos de condiciones; teniendo una mayor destreza en la documentación necesaria para el desarrollo del proyecto.
- Es necesario que dentro de las especificaciones técnicas se describa de manera concisa las características y de más formas de los equipos que se desean adquirir, el detalle y la exactitud de la descripción del equipo dependerá de las diferentes marcas o modelos que se deseen adquirir esto con el fin de limitar el número propuestas de equipos que cumplan con las especificaciones técnicas pertinentes.
- El estudio de mercados resulta una herramienta fundamental que ayuda obtener un valor medio del costo del proyecto es por esto que se debe realizar entre las empresas más reconocidas, caracterizadas por su calidad y experiencia.

BIBLIOGRAFÍA

Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.E.S.P. (amb). Descripción del sistema de bombeo Bosconia. Bucaramanga, 2012. p 60 -103

Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.E.S.P. (amb). Coordinación de mantenimiento sistema de bombeo Bosconia. Bucaramanga, 2012.

Electrificadora de Santander S.A.E.S.P. (ESSA). Solicitud publica de ofertas PC-2019000111. Compra de equipos de potencia. Bucaramanga, 2019.

Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (epm). Presentación de proyectos eléctricos particualares. Medellín, 2017.

ENRIQUEZ HARPER, Gilberto. Manual del técnico en subestaciones eléctricas. Limusa, 2008, ISBN 978-96-8187-1659.

Project Management Institute, Inc, La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK), 2017, Sexta edición, ISBN 978-16-2825-3917.

Mejía Villegas S.A, ingenieros consultores, Subestaciones de alta y extra alta tensión, Segunda edición. ISBN 958-33-5295-0.

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, (RETIE), 2013.