

# ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES PROYECTO CH MC3.

INFORME TÉCNICO PREPARADO PARA:



**SCOTTA**

## CONTROL DE DOCUMENTO

INF-ECP-EST20055 — REV.2

FECHA	REVISIÓN	COMENTARIOS	ELICE			SCOTTA		
			PREPARADO	REVISADO	APROBADO	ING. ESP	DIR. PROY	GTE. ING
<b>FIRMAS</b>								
10-12-2021	2	Modificación por PO	C.L.P.	R.G.L.	J.V.A.	K.H.T.	R.M.T.	R.P.
26-09-2021	1	Atiende Observaciones del CEN	C.L.P.	R.G.L.	J.V.A.	K.H.T.	R.M.T.	R.P.
09-08-2021	0	Para Uso	C.L.P.	R.G.L.	J.V.A.			
26-07-2021	B	Para Revisión Mandante	C.L.P.	R.G.L.	J.V.A.			
23-07-2021	A	Revisión Interna	B.G.D.	R.G.L.	J.V.A.			

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>LISTA DE ACRÓNIMOS .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>2. OBJETIVOS. ....</b>	<b>2</b>
<b>3. ANTECEDENTES. ....</b>	<b>2</b>
3.1    PARÁMETROS TÉCNICOS. ....	3
3.1.1    Transformadores. ....	3
3.1.2    Generadores.....	3
3.1.3    Líneas de transmisión.....	3
3.2    ESQUEMAS DE PROTECCIONES BAJO ESTUDIO. ....	4
<b>4. DIAGRAMAS UNILINEALES DE LA ZONA BAJO ESTUDIO.....</b>	<b>5</b>
<b>5. CRITERIOS DE AJUSTES. ....</b>	<b>6</b>
5.1    ACTUALIZACIÓN BASES DE DATOS PARA ESTUDIOS.....	6
5.2    ESCENARIOS DE OPERACIÓN.....	7
5.3    RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA SE ANTILLANCA. ....	9
5.3.1    SE Antillanca, Paño H3, Relés SEL-421, Sistema 1 (S1) y Sistema 2 (S2). ....	9
5.4    RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA SE RÍO BONITO.....	10
5.4.1    SE Río Bonito, Paño HT1, Relés SIEMENS 7SA611, Sistema 1 (S1) y Sistema 2 (S2). ....	10
5.4.2    SE Río Bonito, Paño ET1, Relés SIEMENS 7SJ62, Sistema 1 (S1). ....	10
5.4.3    SE Río Bonito, Paño E2, Relés SIEMENS 7SA610, Sistema 1 (S1). ....	11
5.4.4    SE Río Bonito, Paño E3, Relés SIEMENS 7SA610, Sistema 1 (S1). ....	11
5.5    RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH LAS NALCAS.....	12
5.5.1    CH Las Nalcas, Paño GN, Relé Microelectrica Scientific MC20CEI, Sistema 1 (S1). ....	12
5.6    RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH CALLAO.....	12
5.6.1    CH Callao, Paño GC, Relé Microelectrica Scientific MC20CEI, Sistema 1 (S1). ....	12
5.7    RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH MC1 (EX BONITO). ....	12
5.7.1    CH MC1 (EX BONITO), Paño E2, Relé ALSTOM P341, Sistema 1 (S1). ....	12
5.8    RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH MC2 (EX FEO). ....	13
5.8.1    CH MC2 (EX FEO), Paño E2, Relé ALSTOM P341, Sistema 1 (S1).....	13
5.9    RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA SE CH ALTO BONITO MC3.....	14
5.9.1    CH Alto Bonito MC3, Paño DT1, Relé ALSTOM P343. ....	14
5.9.2    CH Alto Bonito MC3, Paño ET1, Relé ALSTOM P14N. ....	17
5.9.3    CH Alto Bonito MC3, Paño E2, Relé ALSTOM P341. ....	19
5.10    RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA SE TAP OFF E42. ....	22
5.10.1    SE Tap-Off E42, Paño E1, Reconector Noja Power control RC-10.....	22
<b>6. RESULTADOS DEL ESTUDIO. ....</b>	<b>24</b>
6.1    RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA SE ANTILLANCA. ....	24
6.1.1    SE Antillanca, Paño H3, Río Bonito, Sistema 1 (S1) y Sistema 2 (S2).....	24
6.2    RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA SE RÍO BONITO.....	26
6.2.1    SE Río Bonito, Paño HT1, Sistema 1 (S1) y Sistema 2 (S2).....	26
6.2.2    SE Río Bonito, Paño ET1, Transformador T1.....	27
6.2.3    SE Río Bonito, Paño E2, Centrales Bonito - Feo, Sistema 1 (S1).....	28
6.2.4    SE Río Bonito, Paño E3, Centrales Nalcas - Callao, Sistema 1 (S1).....	30
6.3    RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH LAS NALCAS.....	32
6.3.1    CH Las Nalcas, Paño GN, Sistema S1.....	32

6.4	RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH CALLAO.....	32
6.4.1	CH Callao, Paño GC, Sistema S1.....	32
6.5	RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH MC1 (EX BONITO).....	33
6.5.1	CH MC1 (Ex Bonito), Paño E2, Río Bonito.....	33
6.5.2	CH MC1 (Ex Bonito), Paño ET1, Transformador TR1.....	33
6.5.3	CH MC1 (Ex Bonito), Paño ET2, Transformador TR2.....	33
6.6	RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH MC2 (EX FEO).....	34
6.6.1	CH MC2 (EX FEO), Paño E2, Río Bonito.....	34
6.6.2	CH MC2 (EX FEO), Paño ET1, Transformador TR1.....	34
6.7	RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH ALTO BONITO MC3.....	35
6.7.1	CH Alto Bonito MC3, Paño DT1, Generador Alto Bonito.....	35
6.7.1	CH Alto Bonito MC3, Paño ET1, Transformador TR1.....	37
6.7.2	CH Alto Bonito MC3, Paño E2, Río Bonito.....	38
6.8	RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA SE TAP-OFF E42.....	41
6.8.1	SE Tap-Off E42, Paño S2E1, CH Alto Bonito MC3.....	41
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>42</b>
7.1	ESQUEMA DE COORDINACIÓN PROPUESTO EN PROTECCIONES PROYECTADAS.....	42
7.1.1	TO Tap-Off E42.....	42
7.1.2	SE CH MC3 Alto Bonito.....	42
7.2	ESQUEMA DE COORDINACIÓN PROPUESTO EN PROTECCIONES EXISTENTES.....	43
7.2.1	SE Antillanca.....	43
7.2.2	SE Río Bonito.....	43
7.2.3	CH Las Nalcas.....	44
7.2.4	CH Callao.....	44
7.2.5	CH MC1 (ex Bonito).....	44
7.2.6	CH MC2 (ex Feo).....	44
<b>ANEXO I</b>	<b>TABLAS DE COORDINACIÓN.....</b>	<b>I</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	<b>Diagrama Unilineal del sistema bajo estudio.....</b>	<b>5</b>
------------------	---	----------

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b>	<b>Parámetros de los transformadores asociados al proyecto.....</b>	<b>3</b>
<b>Tabla 2:</b>	<b>Parámetros de los generadores asociados al proyecto.....</b>	<b>3</b>
<b>Tabla 3:</b>	<b>Parámetros líneas de transmisión del entorno.....</b>	<b>3</b>
<b>Tabla 4:</b>	<b>Esquemas de protección SE Río Bonito.....</b>	<b>4</b>
<b>Tabla 5:</b>	<b>Esquemas de protección SE Bonito.....</b>	<b>4</b>
<b>Tabla 6:</b>	<b>Esquemas de protección SE Feo.....</b>	<b>4</b>
<b>Tabla 7:</b>	<b>Esquemas de protección SE TAP-OFF E42.....</b>	<b>4</b>
<b>Tabla 8:</b>	<b>Esquemas de protección SE Alto Bonito.....</b>	<b>4</b>
<b>Tabla 9:</b>	<b>Obras de transmisión en construcción.....</b>	<b>6</b>
<b>Tabla 10:</b>	<b>Obras de generación en construcción.....</b>	<b>6</b>
<b>Tabla 11:</b>	<b>Escenarios de operación en estudio.....</b>	<b>8</b>

<b>Tabla 12: Ajustes de distancia para Relé 52H3, S/E Antillanca.....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 13: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52H3, SE Antillanca.....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 14: Ajustes de distancia para Relé 52HT1, S/E Río Bonito. ....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 15: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52HT1, S/E Río Bonito. ....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 16: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52ET1, S/E Río Bonito. ....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 17: Ajustes de distancia para Relé 52E2, S/E Río Bonito.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 18: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52E2, S/E Río Bonito. ....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 19: Ajustes de distancia para Relé 52E3, S/E Río Bonito.....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 20: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52E3, S/E Río Bonito. ....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 21: Ajustes de sobrecorriente para Relé 152.GN, CH Las Nalcas. ....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 22: Ajustes de sobrecorriente para Relé 152.GN, CH Callao. ....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 23: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52E2, CH MC1 (EX BONITO).....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 24: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52ET1, CH MC1 (EX BONITO).....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 25: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52ET2, CH MC1 (EX BONITO).....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 26: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52E2, CH MC2 (EX FEO).....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 27: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52ET1, CH MC2 (EX FEO). ....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 28: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52DT1, CH Alto Bonito MC3. ....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 29: Ajustes sobre y bajo voltaje para Relé 52DT1, CH Alto Bonito. ....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 30: Ajustes sobre voltaje para Relé 52DT1, CH Alto Bonito. ....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 31: Ajustes sobre y bajo frecuencia para Relé 52DT1, CH Alto Bonito MC3.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 32: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52ET1, CH Alto Bonito MC3.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 33: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52E2, CH Alto Bonito MC3. ....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 34: Ajustes sobre y bajo frecuencia para Relé 52DT1, CH Alto Bonito MC3.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 35: Ajustes sobre y bajo voltaje para Relé 52E2, CH Alto Bonito. ....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 36: Ajustes de elemento antiisla para Relé 52E2, CH Alto Bonito. ....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 37: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52E1, SE Tap-Off E42. ....</b>	<b>41</b>

## LISTA DE ACRÓNIMOS

3F	Trifásico
2F	Bifásico
2F-t	Bifásico a tierra.
1F-T	Monofásico a tierra.
AT	Alta Tensión. Nivel de tensión superior a 23kV.
BT	Baja Tensión. Nivel de tensión inferior a 1kV.
CEN	Coordinador eléctrico nacional.
CNE	Comisión Nacional de Energía.
DigSILENT	Software de Modelación utilizado en el estudio (v15.2).
ELICE	Empresa desarrolladora del presente estudio.
EIS	Estudio de Impacto Sistemático.
ECP	Estudio de Coordinación y ajuste de protecciones.
MT	Media Tensión. Nivel de tensión comprendido entre 1 y 23kV.
N/A	No aplica.
N/I	No informado.
NT	Norma Técnica.
NTSyCS	Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio.
S/E, SE	Subestación Eléctrica
SI	Sistema Interconectado.
SIC	Sistema Interconectado Central.
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
ST	Sistema de Transmisión.
STD	Sistema de Transmisión Dedicado.
STS	Empresa dueña del sistema de subtransmisión bajo estudio, perteneciente al grupo SAESA
STN	Sistema de Transmisión Nacional.
STZ	Sistema de Transmisión Zonal.

## 1. INTRODUCCIÓN.

El proyecto “**Central Alto Bonito MC3**”, con número único de proyecto (NUP) 1815, consiste en la conexión de una central hidráulica, con una capacidad instalada de 2,6MW, la cual se conectará por medio de un transformador elevador 23/6,3kV a través de una línea de transmisión de 23kV, con la SE TAPOFF E42, la que se encuentra conectada al Sistema Eléctrico Nacional a través de una línea de transmisión de simple circuito en 23kV con la SE Río Bonito (propiedad de la empresa SAESA).

En este contexto, SCOTTA ha solicitado a ELICE que desarrolle un estudio de coordinación de protecciones que permita determinar los ajustes de protecciones de los paños proyectados en las SE TAP-OFF E42 y CH Alto Bonito MC3. Es preciso mencionar, que la conexión de la CH Alto Bonito MC3 genera un aumento del nivel de cortocircuito, por lo que se realizarán verificaciones de coordinación hasta las instalaciones que derivan de la barra de 23kV de la SE Río Bonito.

El presente estudio fue desarrollado para los escenarios de operación detallados a continuación:

### Hidrología húmeda:

En servicio y a plena carga las centrales Canutillar, Rucatayo, Carilafquén, Malalcahuello, Angostura, Pullinque, Pilmaiquén, Capullo, Correntoso, Palmar, Nalcas, Callao, Bonito, Feo, Cumbres, Licán, Pulelfu, más la generación de Planta Valdivia. Parques eólicos San Pedro I, San Pedro II, Renaico, Aurora, San Gabriel, Tolpán y Malleco en servicio. Fuera de servicio las centrales Antilhue, Calle Calle, Chuyaca, Trapén, Chiloé, Quellón y Degañ. Central MC3 a plena carga

### Hidrología seca:

En servicio central Rucatayo con 15 MW, una unidad de central Angostura con 40 MW, centrales Antilhue, Calle Calle, Chuyaca, Trapén, Chiloé, Quellón II y Degañ a plena carga, más la inyección de Planta Valdivia. Parques eólicos San Pedro I, San Pedro II, Renaico, Aurora, San Gabriel, Tolpán y Malleco en servicio. Fuera de servicio la central Canutillar. Central MC3 a plena carga.

## 2. OBJETIVOS.

Evaluar el impacto que provoca en el SI la conexión de la Central Hidroeléctrica Alto Bonito MC3, la cual se conectará a la línea Río Bonito–Bonito 23kV.

Con el fin de cumplir con el objetivo planteado, se realizó un Estudio de coordinación de protecciones, para determinar el impacto de esta obra sobre las instalaciones existentes. Asimismo, se efectuó revisiones al nivel de cumplimiento ante las diversas exigencias indicadas en la NTSyCS.

## 3. ANTECEDENTES.

Para realizar este Estudio se utilizó la información proporcionada por la empresa SAESA, para el subsistema en 23kV asociado a la SE Antillanca, que consistió básicamente en lo siguiente:

- Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, versión septiembre de 2020.
- Infotécnica disponible en la web del CEN.

- Base de datos del SEN para el software PowerFactory DlgSILENT.
- Listado de los ajustes de los diversos relés de protección existentes, en las subestaciones Chirre, Antillanca, Copihues, Río Bonito, CH Callao, CH Las Nalcas, CH Bonito, CH Feo.

### 3.1 PARÁMETROS TÉCNICOS.

#### 3.1.1 TRANSFORMADORES.

Transformador	Grupo Conexión	Tensión	Potencia	Impedancia Sec. Positiva			Impedancia Sec. Negativa		
		kV	MVA	X+HV-MV (%)	X+ML-LV (%)	X+LV-HV (%)	X0HV-MV (%)	X0ML-LV (%)	X0LV-HV (%)
Autotransformador T1 Río Bonito 110/23/13.8kV	YNynd1	115/24/13,8	30/30/10	10,15	10	5,5	10,26	10,48	5,46
Autotransformador ATR1 Antillanca 220/110/23kV	YNynd1	220/110/23	180/180/18	13,56	2,89	4,56	14,06	3,06	4,64
Transformador Chirre 110/24kV	DYn1	115/24	12/16	7,99			7,92		
Transformador Chirre 110/24kV	YNyn0	115/69	40	14,4			12		
Transformador T1 Copihues 115/69/13.8	YNynd1	115/69/13,8	30/30/10	13,19	14,79	9,09	13,46	13,88	8,52
Transformador MC1 -G1 (Bonito) 23/6.3kV	YNd11	23/6,3	6,3	12,00			10,00		
Transformador MC1 -G2 (Bonito) 23/6.3kV	YNd11	23/6,3	6,3	12,00			10,00		
Transformador MC2 (Feo) 23/6.3kV	YNd11	23/6,3	3,4	12,00			10,00		
Transformador MC3 (Alto Bonito) 23/6.3kV	YNd11	24,2/6,3	2,7	10,38			9,38		

Tabla 1: Parámetros de los transformadores asociados al proyecto.

#### 3.1.2 GENERADORES.

Generador	Potencia	Tensión	f.p.	Xd	Xd'	Xq	X2	X0	Tipo de Conexión
	MVA	kV		p.u.	p.u.	p.u.	p.u.	p.u.	
MC3 (Alto Bonito)	2.6	6.3	0.8	1.9170	0.3560	1.1660	0.2080	0.1310	YN
MC2 (Feo)	3.3	6.3	0.8	2.000	0.5260	1.2200	0.4130	0.2860	YN
MC1 G1(Bonito)	6.2	6.3	0.8	2.2700	0.4080	1.3600	0.2940	0.1650	YN
MC1 G2 (Bonito)	6.2	6.3	0.8	2.2700	0.4080	1.3600	0.2940	0.1650	YN
Las Nalcas G1	3.6	6.3	0.8	1.7700	0.3000	1.5900	0.2710	0.0040	YN
Las Nalcas G2	3.6	6.3	0.8	1.7700	0.3000	1.5900	0.2710	0.0040	YN
Las Nalcas G3	2.0	6.3	0.8	1.3500	0.3000	0.7900	0.2020	0.0710	YN
Callao G1	1.8	6.3	0.8	1.3000	0.3000	0.7700	0.1850	0.0730	YN
Callao G2	1.8	6.3	0.8	1.3000	0.3000	0.7700	0.1850	0.0730	YN

Tabla 2: Parámetros de los generadores asociados al proyecto.

#### 3.1.3 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.

ID	Línea	Longitud	R1	X1	R0	X0	LT @25C
		Km	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	$\Omega$	kA
4043	Central MC3 – E42 23kV C1	6.4	1,0095	1,0632	1,2998	10,9987	0,368
4044	E42 – Tap MC1-2 (Est. 41) 23kV C1	0,0400	0,0037	0,0119	0,0096	0,0666	0,645
3424	(VR – VS 23kV C1) LT Río Bonito - Nalcas 23kV	8,0205	0,8972	2,7039	2,0727	13,3132	0,685
	Línea Río Bonito – Bonito 23kV	1,6254	0,1568	0,4901	0,3941	2,6931	
4326	Tap MC1-2 (Est. 41) – Central Bonito/Feo 23kV C1 (VR)	0,4754	0,0445	0,1416	0,1140	0,7912	0,645
4325	Est.5 – Tap MC1-2 (Est.41) 23kV C1	0,8825	0,0826	0,2628	0,2115	1,4687	0,645
3426	Río Bonito – Vértice V3 (Est.5) 23kV C1	0,2675	0,0297	0,0857	0,0686	0,4332	0,690

Tabla 3: Parámetros líneas de transmisión del entorno.

### 3.2 ESQUEMAS DE PROTECCIONES BAJO ESTUDIO.

SE Río Bonito				
INTERRUPTOR(ES)	RELÉS	TTCC	TTPP	Funciones
HT1 (Hacia Antillanca)	SIEMENS 7SA611 (S1 y S2)	400/1A	115/0.115kV	21/21N, 51, 67N, 50BF
HT1 (Hacia Transformador Río Bonito)	SIEMENS 7SA610 (S1)	400/1A	115/0.115kV	21/21NT, 51/51N, 50BF
ET1 (Hacia Transformador Río Bonito)	SIEMENS 7SJ62 (S1)	1200/1A	23/0.120kV	51/51N
E2 (Hacia Centrales Bonito-Feo)	SIEMENS 7SA610	400/1A	23/0.120kV	21/21N, 51/51N, SOTF, 50BF
E3 (Hacia Centrales Las Nalcas-Callao)	SIEMENS 7SA610	400/1A	23/0.120kV	21/21N, 51/51N, SOTF, 50BF

Tabla 4: Esquemas de protección SE Río Bonito.

SE Bonito MC1				
INTERRUPTOR(ES)	RELÉS	TTCC	TTPP	Funciones
ET1 (Hacia Transformador Bonito)	Microelectronica Cientifica N-DIN-016	200/5A	--	50, 51
ET2 (Hacia Transformador)	Microelectronica Cientifica N-DIN-016	200/5A	--	50, 51
E2 (Hacia Río Bonito)	ALSTOM P341	500/5A	23/0.100kV	50, 51/51N, 27, 59/59N, 81, 78

Tabla 5: Esquemas de protección SE Bonito.

SE Feo MC2				
INTERRUPTOR(ES)	RELÉS	TTCC	TTPP	Funciones
ET1 (Hacia Transformador Feo)	Microelectronica Cientifica N-DIN-016	100/5A	--	50, 51
E2 (Hacia Río Bonito)	ALSTOM P341	100/5A	23/0.100kV	50, 51/51N, 27, 59/59N, 81, 78

Tabla 6: Esquemas de protección SE Feo.

SE TAP-OFF E42				
INTERRUPTOR(ES)	RELÉS	TTCC	TTPP	Funciones
H1 (Hacia Central Alto Bonito)	NOJA	2500/1A	--	50, 51/51N, 67/67N

Tabla 7: Esquemas de protección SE TAP-OFF E42.

SE Alto Bonito MC3				
INTERRUPTOR(ES)	RELÉS	TTCC	TTPP	Funciones
ET1 (Hacia Transformador Alto Bonito)	MICOM P14N	100/5A	--	50, 51
E2 (Hacia TAP-OFF E42)	ALSTOM P341	100/5A	23/0.100kV	50, 51/51N, 27, 59/59N, 81, 78

Tabla 8: Esquemas de protección SE Alto Bonito.

#### 4. DIAGRAMAS UNILINEALES DE LA ZONA BAJO ESTUDIO.

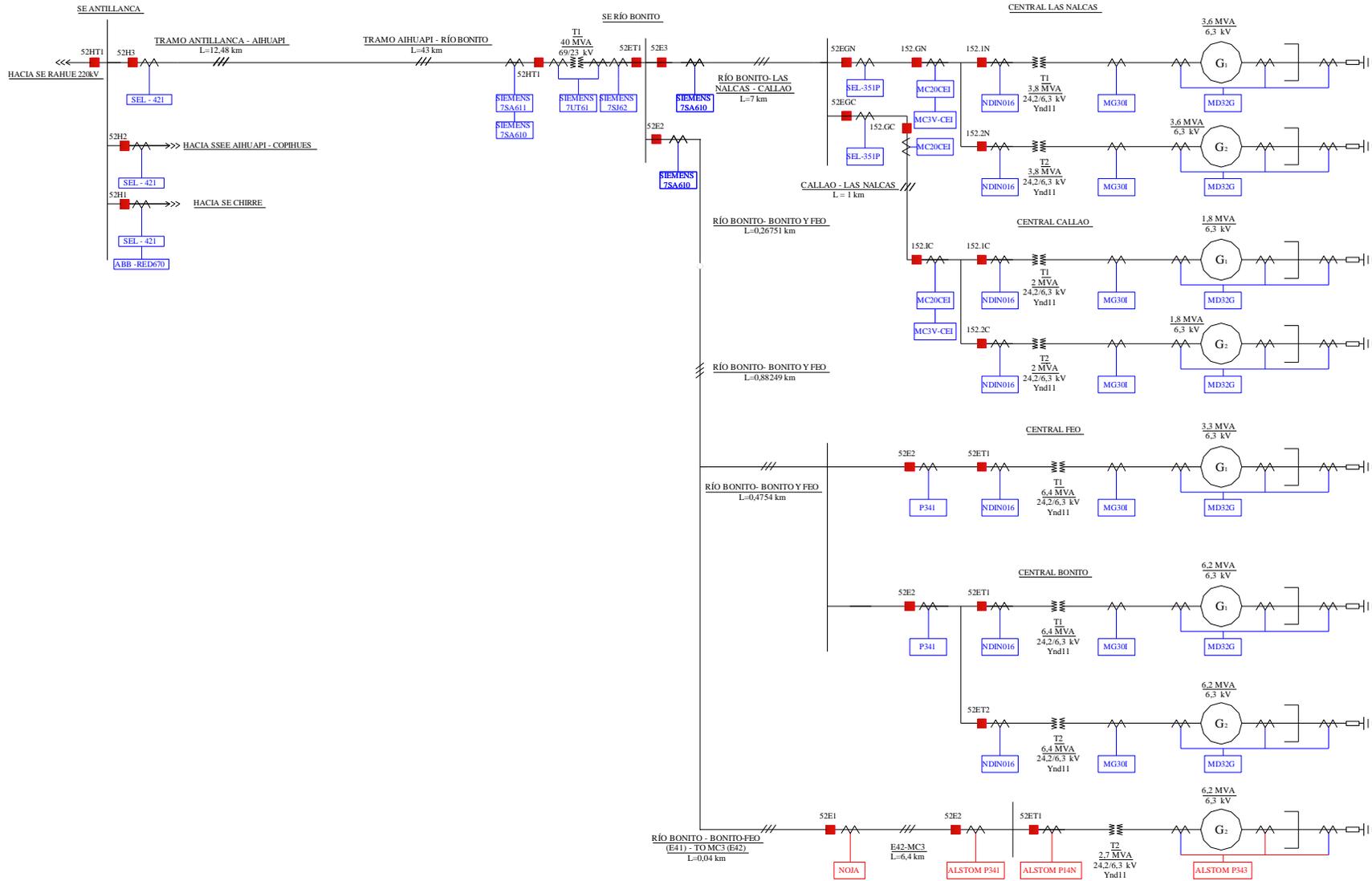


Figura 1: Diagrama Unilineal del sistema bajo estudio

## 5. CRITERIOS DE AJUSTES.

### 5.1 ACTUALIZACIÓN BASES DE DATOS PARA ESTUDIOS.

Para el análisis se ha utilizado la base de datos del SEN de diciembre 2020, a la cual se han incorporado las nuevas instalaciones asociadas al entorno de la central Alto Bonito MC3. Este proyecto tiene fecha puesta en servicio estimada a octubre del año 2021. Adicionalmente, se han incorporado, a la base de datos, las nuevas obras de transmisión considerando la siguiente información disponible:

- Proyectos en Gestión de Conexión Declarados en Construcción, SEN.
- Catastro de Proyectos de Transmisión y Generación.
- Proyectos declarados en construcción por el CNE.

Es preciso mencionar que se han considerado las nuevas instalaciones aledañas a la zona de influencia del proyecto. En la Tabla 9 y Tabla 10 se presentan los listados de las obras de transmisión y generación más relevantes del entorno eléctrico del proyecto que han sido incluidas como parte de la expansión hasta la fecha de puesta en servicio del proyecto en análisis.

OBRAS DE TRANSMISIÓN EN CONSTRUCCIÓN	
FECHA DE ENTRADA	DESCRIPCIÓN
Jul-21	Línea 2x500kV Pichirropulli – Nueva Puerto Montt, energizada en 220kV
May-21	Nueva S/E Seccionadora Frutillar Norte 220kV
Feb-21	Proyecto La Misión - SE La Misión (Etapa 1)
Jul-21	Nueva SE Llanquihue 220kV - Etapa 1
Jun-21	LLTT 2x66kV Remehue-La Misión (Etapa 2)
Jun-21	Nueva línea 2x66kV Llollehue - La Unión
Ago-21	Nueva SE Llanquihue 220kV - Etapa 2
Dic-20	Nuevo Transformador en SE Puerto Montt 220/23kV 60 MVA
Ago-21	Nueva S/E Lastarria 220/66kV
Ene-21	SE Seccionadora Río Toltén 220kV
Ago-21	Línea de Transmisión 2x220kV Planta Arauco - Lagunillas (MAPA) y Ampliación de SE Planta Arauco (Etapa 1)
Jul-20	Conexión Renaico, Línea Bureo Mulchén

Tabla 9: Obras de transmisión en construcción.

OBRAS DE GENERACIÓN EN CONSTRUCCIÓN	
FECHA DE ENTRADA	DESCRIPCIÓN
Jun-21	El Pinar
May-21	Parque Eólico Alena
May-21	Parque Eólico Los Olmos
Abr-21	Parque Eólico Malleco – Fase II
May-21	PE Puelche Sur - Etapa 1
Abr-21	MCH Aillín
May-21	PMGD Don Pedro
Jul-21	PE OCHS
Jun-21	PE El Cruce
Jul-21	PMGD Dreams Valdivia II
May-21	PMGD FV Cortijo
May-21	PMGD FV Santa Ester
Ago-21	PMGD FV Moya
Jul-21	PE Lomas de Duqueco
May-21	PMGD Dagoberto
Abr-21	PMGD FV Puelche
May-21	PRP Las Quemadas
Abr-21	Generadora Lagunitas
Mar-21	PMGD Sol de Santa Inés
Mar-21	Parque Eólico Negrete – Etapa I
Jul-21	Parque Eólico Renaico II

Tabla 10: Obras de generación en construcción.

## 5.2 ESCENARIOS DE OPERACIÓN.

La verificación de la coordinación de las protecciones se desarrollará para corrientes de fallas trifásicas, bifásicas a tierra, monofásicas sin resistencia de falla a tierra (RFT) y con RFT de  $25\Omega$  y  $50\Omega$ . Las que fueron evaluadas en el 5% y 95% de las líneas involucradas en el Estudio entre la SE Río Bonito, Tap Off E42, las Centrales Las Nalcas-Callao, Bonito MC1-Feo MC2 y Alto Bonito MC3. Es preciso mencionar que se consideran al menos hasta 2 niveles de adyacencia con el objetivo de mostrar la coordinación de las protecciones.

Por otra parte, según lo establecido en la carta de escenarios del CEN “Anexo 1 – Central Hidroeléctrica Alto Bonito” se han considerado los siguientes puntos de fallas en la verificación de coordinación de protecciones:

- Conexión en 6.3kV hacia el generador de central MC3.
- Devanados de 23kV del transformador elevador 6.3/23kV de S/E Elevadora MC3.
- Barra de 23kV de S/E Elevadora MC3.
- Aguas abajo del desconectador fusible del paño EB1 de S/E Elevadora MC3, estando el generador de la central MC3 en servicio y fuera de servicio.
- Aguas abajo del desconectador fusible del paño ET2 de S/E Elevadora MC3, estando el generador de la central MC3 en servicio y fuera de servicio.
- Línea 1x23kV Tap Off E42 - Elevadora MC3, al 5% y 95% de S/E Elevadora MC3.
- Barra de 23kV de central Bonito.
- Barra de 23kV de central Feo.
- Devanados de 23kV y 6.3kV del transformador elevador 6.3/23kV N°1 de central Bonito.
- Devanados de 23kV y 6.3kV del transformador elevador 6.3/23kV N°2 de central Bonito.
- Devanados de 23kV y 6.3kV del transformador elevador 6.3/23kV N°1 de central Feo.
- Línea 1x23kV Río Bonito - Bonito - Tap Off E42, al 1% de S/E Río Bonito, al 1% de S/E Bonito y al 1% del Tap Off E42.
- Línea 1x23kV Río Bonito - Nalcas, al 5% y 95% de S/E Río Bonito.

En consecuencia, el estudio de coordinación de protecciones considerará el siguiente escenario de operación:

### A. Escenario de Demanda:

1. Demanda alta en la zona sur del SEN, demanda identificada como la suma de las transferencias por las líneas 2x220kV Charrúa - Mulchén y 1x220kV Charrúa - Duqueco, medida en S/E Charrúa, más la inyección local de generación en la zona.

### B. Escenario de Generación:

#### 1. Hidrología Húmeda:

En servicio y a plena carga las centrales Canutillar, Rucatayo, Carilafquén, Malcalahuello, Angostura, Pullinque, Pilmaiquén, Capullo, Correntoso, Palmar, Nalcas, Callao, Bonito, Feo, Cumbres, Licán, Pulelfu, más la generación de Planta Valdivia. Parques eólicos San Pedro I, San Pedro II, Renaico, Aurora, San Gabriel, Tolpán y Malleco en servicio. Fuera de servicio las centrales Antilhue, Calle Calle, Chuyaca, Trapén, Chiloé, Quellón y Degañ. Central MC3 a plena carga.

#### 2. Hidrología Seca:

En servicio central Rucatayo con 15 MW, una unidad de central Angostura con 40 MW, centrales Antilhue, Calle Calle, Chuyaca, Trapén, Chiloé, Quellón II y Degañ a plena carga, más la inyección de

Planta Valdivia. Parques eólicos San Pedro I, San Pedro II, Renaico, Aurora, San Gabriel, Tolpán y Malleco en servicio. Fuera de servicio la central Canutillar. Central MC3 a plena carga.

Por lo tanto, de acuerdo a las condiciones descritas de demanda, generación y topologías de la red se deberán de conformar los ESCENARIOS DE OPERACIÓN que se observan en la Tabla 11.

CASO DE ESTUDIO	ESCENARIO	TAG
CE 1		TO_HH_MC3_E/S
CE 2		TO_HH_MC3_F/S
CE 3		TO_HS_MC3_E/S
CE 4		TO_HS_MC3_F/S

**Tabla 11: Escenarios de operación en estudio.**

### 5.3 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA SE ANTILLANCA.

#### 5.3.1 SE ANTILLANCA, PAÑO H3, RELÉS SEL-421, SISTEMA 1 (S1) Y SISTEMA 2 (S2).

Los elementos de protección que se encuentran habilitados en los relés SEL-421 son los siguientes:

##### Relés SEL-421 (S1 y S2)

- Elementos de Distancia de Fase y Residual tipo MHO.
- Elementos de Distancia Residual tipo Cuadrilateral.
- Elemento de Sobrecorriente Direccional de Fase y Residual.
- Elemento de Sobrecorriente de respaldo, por pérdida de potenciales.
- Elemento Switch on to Fault SOTF.
- Elemento Falla de Interruptor 50BF.

##### 5.3.1.1 Elementos de distancia de fase y residual tipo MHO.

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes de las protecciones de distancia de fase y residual tipo MHO.

##### 5.3.1.2 Elementos de distancia residual tipo Cuadrilateral.

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes de las protecciones de distancia residual tipo Cuadrilateral.

##### 5.3.1.3 Elemento de Sobrecorriente direccional de fase y residual.

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes de las protecciones de sobrecorriente direccional de fase y residual.

##### 5.3.1.4 Elemento de Sobrecorriente de respaldo, por pérdida de potenciales.

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes de las protecciones de sobrecorriente por pérdida de potenciales.

##### 5.3.1.5 Elemento de Cierre contra Falla SOTF.

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes de las protecciones de Cierre contra Falla SOTF.

##### 5.3.1.6 Elemento de Falla de Interruptor.

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes del elemento de falla de interruptor.

## **5.4 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA SE RÍO BONITO.**

### **5.4.1 SE RÍO BONITO, PAÑO HT1, RELÉS SIEMENS 7SA611, SISTEMA 1 (S1) Y SISTEMA 2 (S2).**

Los elementos de protección que serán habilitados en los relés SIEMENS 7SA611 son los siguientes:

#### **Relés SIEMENS 7SA611 (S1 y S2).**

- Elementos de Distancia Fase y Residual tipo Cuadrilateral.
- Elemento de Sobrecorriente direccional de Fase y Residual.
- Elemento Falla de Interruptor 50BF.

#### **5.4.1.1 Elementos de distancia de fase y residual tipo Cuadrilateral.**

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes de las protecciones de distancia de fase y residual tipo Cuadrilateral.

#### **5.4.1.2 Elemento de Sobrecorriente direccional de fase y residual.**

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes de las protecciones de sobrecorriente direccional de fase y residual.

#### **5.4.1.3 Elemento de Falla de Interruptor.**

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes del elemento de falla de interruptor.

### **5.4.2 SE RÍO BONITO, PAÑO ET1, RELÉS SIEMENS 7SJ62, SISTEMA 1 (S1).**

Los elementos de protección que serán habilitados en los relés SIEMENS 7SJ62 son los siguientes:

#### **Relés SIEMENS 7SJ62 (S1).**

- Elemento de Sobrecorriente direccional de Fase y Residual.

#### **5.4.2.1 Elemento de Sobrecorriente direccional de fase y residual.**

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes de las protecciones de sobrecorriente de fase.

Se ha considerado modificar el ajuste Time Dial asociado al elemento de sobrecorriente residual de tiempo inverso, con el fin de generar espacio de coordinación para habilitar en forma coordinada a las protecciones asociadas a la CH MC3.

### **5.4.3 SE RÍO BONITO, PAÑO E2, RELÉS SIEMENS 7SA610, SISTEMA 1 (S1).**

Los elementos de protección que serán habilitados en los relés SIEMENS 7SA610 son los siguientes:

#### **Relés SIEMENS 7SA611 (S1).**

- Elementos de Distancia Fase y Residual tipo Cuadrilateral.
- Elemento de Sobrecorriente adireccional de Fase.
- Elemento de Sobrecorriente direccional de Residual.

#### **5.4.3.1 Elementos de distancia de fase y residual tipo Cuadrilateral.**

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes de las protecciones de distancia de fase y residual tipo Cuadrilateral.

#### **5.4.3.2 Elemento de Sobrecorriente adireccional de fase.**

Se modifican los ajustes del elemento de sobrecorriente adireccionado de tiempo inverso, Se ha considerado modificar los ajustes asociado al elemento de sobrecorriente de fase de tiempo inverso, con el fin de generar espacio de coordinación para habilitar en forma coordinada a las protecciones asociadas a la CH MC3.

#### **5.4.3.3 Elemento de Sobrecorriente direccional residual.**

Se ha considerado modificar los ajustes asociado al elemento de sobrecorriente residual de tiempo inverso y tiempo definido, con el fin de generar espacio de coordinación para habilitar en forma coordinada a las protecciones asociadas a la CH MC3.

### **5.4.4 SE RÍO BONITO, PAÑO E3, RELÉS SIEMENS 7SA610, SISTEMA 1 (S1).**

Los elementos de protección que serán habilitados en los relés SIEMENS 7SA610 son los siguientes:

#### **Relés SIEMENS 7SA611 (S1).**

- Elementos de Distancia Fase y Residual tipo Cuadrilateral.
- Elemento de Sobrecorriente direccional de Fase y Residual.

#### **5.4.4.1 Elementos de distancia de fase y residual tipo Cuadrilateral.**

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes de las protecciones de distancia de fase y residual tipo Cuadrilateral.

#### **5.4.4.2 Elemento de Sobrecorriente direccional de fase y residual.**

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes de las protecciones de sobrecorriente direccional de fase y residual.

## **5.5 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH LAS NALCAS.**

### **5.5.1 CH LAS NALCAS, PAÑO GN, RELÉ MICROELECTRICA SCIENTIFIC MC20CEI, SISTEMA 1 (S1).**

Los elementos de protección que serán habilitados en los relés MICROELECTRICA SCIENTIFIC MC20CEI son los siguientes:

#### **Relé MC20CEI (S1).**

- Elemento de Sobrecorriente adireccionado de Fase y Residual.

##### **5.5.1.1 Elemento de Sobrecorriente adireccionado de fase y residual.**

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes de las protecciones de sobrecorriente adireccionado de fase y residual.

## **5.6 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH CALLAO.**

### **5.6.1 CH CALLAO, PAÑO GC, RELÉ MICROELECTRICA SCIENTIFIC MC20CEI, SISTEMA 1 (S1).**

Los elementos de protección que serán habilitados en los relés MICROELECTRICA SCIENTIFIC MC20CEI son los siguientes:

#### **Relé MC20CEI (S1).**

- Elemento de Sobrecorriente adireccionado de Fase y Residual.

##### **5.6.1.1 Elemento de Sobrecorriente adireccionado de fase y residual.**

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes de las protecciones de sobrecorriente adireccionado de fase y residual.

## **5.7 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH MC1 (EX BONITO).**

### **5.7.1 CH MC1 (EX BONITO), PAÑO E2, RELÉ ALSTOM P341, SISTEMA 1 (S1).**

Los elementos de protección que serán habilitados en los relés ALSTOM P341 son los siguientes:

#### **Relé P341 (S1).**

- Elemento de Sobrecorriente adireccionado de Fase.

##### **5.7.1.1 Elemento de Sobrecorriente adireccionado de fase.**

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes de las protecciones de sobrecorriente adireccionado de fase.

## **5.8 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH MC2 (EX FEO).**

### **5.8.1 CH MC2 (EX FEO), PAÑO E2, RELÉ ALSTOM P341, SISTEMA 1 (S1).**

Los elementos de protección que serán habilitados en los relés ALSTOM P341 son los siguientes:

#### **Relé P341 (S1).**

- Elemento de Sobrecorriente adireccionado de Fase.

##### **5.8.1.1 Elemento de Sobrecorriente adireccionado de fase.**

El presente estudio no contempla realizar cambios de ajustes de las protecciones de sobrecorriente adireccionado de fase.

## 5.9 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA SE CH ALTO BONITO MC3.

### 5.9.1 CH ALTO BONITO MC3, PAÑO DT1, RELÉ ALSTOM P343.

Los elementos de protección que serán habilitados en el relé P343 son los siguientes:

#### Relé ALSTOM P343.

- Elemento de sobrecorriente de fase.
- Elemento de sobre y bajo voltaje de fase.
- Elemento de sobrevoltaje residual.
- Elemento de sobre y baja frecuencia.

#### 5.9.1.1 Elementos de sobrecorriente de Fase 51.

Se habilitará un elemento de sobrecorriente de fase de tiempo inverso adireccionado, con el fin de dar respaldo a las protecciones del Generador de la central Alto Bonito.

- El mínimo de operación del elemento de sobrecorriente de fase de tiempo inverso adireccionado será igual que el 120% de la potencia nominal del generador Alto Bonito.

Se considerará como paso de coordinación aceptable un tiempo de 300ms con las protecciones aguas abajo.

#### 5.9.1.2 Protección de Bajo y Sobre Voltaje 27/59.

En las centrales hidroeléctricas, el rechazo de carga puede causar sobretensiones que no necesariamente exceden los límites de V/Hz de la protección de la máquina. Es por esto que, para brindar mayor seguridad al esquema de protección, se habilita el elemento 59.

Por otro lado, la operación de generadores con tensiones menores al 95% del nominal puede resultar en efectos indeseados, tales como reducción del límite de estabilidad y absorción excesiva de potencia reactiva desde la red a la cual están conectados.

Los valores de Sobre y Bajos Voltaje permitirán la operación en estado Normal y en Estado de emergencia según exigencias de la NTSyCS, según se cita a continuación.

#### **Artículo 5-19**

El SI deberá operar en Estado Normal con todos los elementos e instalaciones del ST y compensación de potencia reactiva disponibles, y suficientes márgenes y reserva de potencia reactiva en las unidades generadoras, compensadores estáticos y sincrónicos, para lo cual el Coordinador y los CC, según corresponda, deberán controlar que la magnitud de la tensión en las barras del SI esté comprendida entre:

- a) 0,97 y 1,03 por unidad, para instalaciones del ST con tensión nominal igual o superior a 500 [kV].
- b) 0,95 y 1,05 por unidad, para instalaciones del ST con tensión nominal igual o superior a 200 [kV] e inferior a 500 [kV].

- c) **0,93 y 1,07 por unidad, para instalaciones del ST con tensión nominal inferior a 200 [kV].**

**Artículo 5-47**

En Estado de Emergencia el Coordinador y los CC deberán controlar que la magnitud de la tensión en las barras del SI esté comprendida entre:

- a) 0,93 y 1,05 por unidad, para instalaciones del Sistema de Transmisión con tensión nominal igual o superior a 500 [kV], siempre que el límite superior no exceda la tensión máxima de servicio de los equipos.
- b) 0,90 y 1,10 por unidad, para instalaciones del Sistema de Transmisión con tensión nominal igual o superior a 200 [kV] e inferior a 500 [kV], siempre que el límite superior no exceda la tensión máxima de servicio de los equipos.
- c) **0,90 y 1,10 por unidad, para instalaciones del Sistema de Transmisión con tensión nominal inferior a 200 [kV], siempre que el límite superior no exceda la tensión máxima de servicio de los equipos.**

**Criterio Ajuste Elemento 27.**

- Se habilita un elemento de bajo voltaje, destinado a emitir alarma, ajustado al 90% de la tensión nominal del generador, temporizado en 2s.
- Se habilita un segundo elemento, destinado a dar disparo, con un mínimo de operación inferior al 85% de la tensión nominal del generador con una temporización igual a 2s.
- Los elementos 27 se inhabilitarán cuando la condición del generador sea “fuera de servicio”.

**Criterio Ajuste Elemento 59**

- Se habilita un elemento de sobrevoltaje, destinado a emitir alarma, ajustado al 110% de la tensión nominal. del generador, temporizado en 2s.
- Se habilita un elemento de sobrevoltaje destinado a emitir trip, con un pickup superior al 115% de la tensión nominal del generador con una temporización igual a 2s.

**5.9.1.3 Elemento de Sobrevoltaje residual 59N.**

Se habilitará un (1) escalón de sobrevoltaje residual de tiempo definido.

El mínimo de operación del elemento de sobrevoltaje residual de tiempo definido, corresponderá a un 90% del voltaje entre líneas.

El tiempo de operación del elemento de sobrevoltaje residual de tiempo definido será de 1000ms y tendrá que dar orden de apertura al interruptor 52ET1 de la CH MC3 Alto Bonito.

**5.9.1.4 Elemento de Sobre y Baja Frecuencia 81O/81U.**

Tanto los generadores como la turbina están limitados en el grado de operación a frecuencia anormal que pueden ser toleradas.

Los criterios de ajustes se establecen según exigencias de la NTSyCS que a continuación se cita:

### Artículo 3-10

Toda unidad generadora o parque eólico o fotovoltaico deberá continuar operando en forma estable conectada al SI y entregando potencia activa bajo la acción de su Controlador de Carga/Velocidad o de Frecuencia/Potencia para variaciones de la frecuencia dentro de los límites de operación por sobre y subfrecuencia y al menos durante los tiempos que se indican en la siguiente tabla, tras los cuales podrá opcionalmente desconectarse (salvo en los casos en que el Coordinador exija la desconexión forzada):

Límite Inferior (mayor que)	Límite Superior (menor o igual que)	Tiempo Mínimo de Operación			
		Hidroeléctricas	Termoeléctricas	Parques Eólicos	Parques Fotovoltaicos
49,0 [Hz]	50,0 [Hz]	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente
48,0 [Hz]	49,0 [Hz]	90 minutos	90 minutos	90 minutos	90 minutos
47,5 [Hz]	48,0 [Hz]	30 minutos	30 minutos	30 minutos	30 minutos
47,0 [Hz]	47,5 [Hz]	5 segundos	Desconex. opcional	Desconex. opcional	Desconex. opcional
50,0 [Hz]	51,0 [Hz]	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente
51,0 [Hz]	51,5 [Hz]	90 minutos	90 minutos	90 minutos	90 minutos
51,5 [Hz]	52,0 [Hz]	90 segundos	5 segundos	Desconex. opcional	Desconex. opcional
52,0 [Hz]	52,5 [Hz]	15 segundos	Desconex. opcional	Desconex. forzada	Desconex. forzada
52,5 [Hz]	53,0 [Hz]	5 segundos	Desconex. forzada		

### Artículo 3-11

Para la aplicación de lo indicado en el Artículo 3-10, las unidades o parques generadores deberán ser a los menos capaces de:

- Operar establemente en forma permanente en el rango de frecuencia 49,0 - 51,0 [Hz], para tensiones comprendidas entre 0,95 y 1,05 por unidad de la tensión nominal, medido en los terminales de la unidad generadora en el caso de unidades sincrónicas o en su Punto de Conexión en el caso de parques, a cualquier nivel de potencia.
- No reducir en más de un 10% su potencia activa entregada en Estado Normal de operación al SI en su Punto de Conexión para frecuencias estabilizadas en el rango de 47,5 [Hz] - 49,5 [Hz].
- Soportar cambios de frecuencia de hasta 2 [Hz/s] sin desconectarse del SI. Para ello, la tasa de cambio de la frecuencia deberá ser medida durante un período de tiempo de 500 [ms].

A requerimiento del Coordinador, los Coordinados deberán informar la dependencia de la potencia activa estabilizada que las unidades son capaces de entregar en función de la frecuencia del sistema, en el rango 47,5 - 52 [Hz].

### 5.9.2 CH ALTO BONITO MC3, PAÑO ET1, RELÉ ALSTOM P14N.

Los elementos de protección que serán habilitados en el relé P14N son los siguientes:

#### Relé ALSTOM P14N

- Elemento de sobrecorriente de fase.

#### 5.9.2.1 Elementos de sobrecorriente de Fase y Residual 51/50N.

Se habilitará un elemento de sobrecorriente de fase de tiempo inverso y tiempo definido, ambos adireccionado.

Por otra parte, se habilitarán dos elementos de sobrecorriente residual de tiempo definido, adireccionados.

- El mínimo de operación del elemento de sobrecorriente de fase de tiempo inverso adireccionado será igual que el 120% de la potencia nominal del transformador Alto Bonito.
- El mínimo de operación del elemento de sobrecorriente de fase de tiempo definido, será ajustado según el 80% del mínimo aporte del SEN, ante fallas en el lado de 6.3kV del transformador Alto Bonito MC3, con un tiempo de operación de 200ms, con el fin de permitir la energización del transformador elevador de la CH MC3.

Elemento falla	Relé	Paño	Subestación	Iop [A]/Vop [kV]	Falla	Escenario
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	581,914	3Ø	TO_HH_MC3_E/S
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	583,08	2Ø	TO_HH_MC3_E/S
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	582,467	2Ø-T	TO_HH_MC3_E/S
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	487,302	1Ø-T	TO_HH_MC3_E/S
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	582,089	3Ø	TO_HS_MC3_E/S
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	583,251	2Ø	TO_HS_MC3_E/S
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	582,64	2Ø-T	TO_HS_MC3_E/S
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	487,432	1Ø-T	TO_HS_MC3_E/S
				Icc mín A	487,302	
				0,8*Icc mín A	390	

- La primera etapa del elemento de sobrecorriente residual de tiempo definido, será ajustado al 20% de la corriente de operación del elemento de sobrecorriente de fase, con un tiempo de operación de 1,5s.
- La segunda etapa del elemento de sobrecorriente residual de tiempo definido, será ajustado a la corriente residual máxima vista por el 52E2 de la CH MC3 ante fallas a tierra en el lado de 110kV de la SE Río Bonito. El tiempo de operación de esta segunda etapa será de 700ms.

Elemento falla	Relé	Paño	Subestación	I <sub>op</sub> [A]/V <sub>op</sub> [kV]	Falla	Escenario
0.Río Bonito B1-110kV	MICOMP341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	222,888	2∅-T	TO_HH_MC3_E/S
0.Río Bonito B1-110kV	MICOMP341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	237,811	1∅-T	TO_HH_MC3_E/S
0.Río Bonito B1-110kV	MICOMP341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	169,036	1∅-T Rf=25 ohm	TO_HH_MC3_E/S
0.Río Bonito B1-110kV	MICOMP341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	115,334	1∅-T Rf=50 ohm	TO_HH_MC3_E/S
0.Río Bonito B1-110kV	MICOMP341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	223,489	2∅-T	TO_HS_MC3_E/S
0.Río Bonito B1-110kV	MICOMP341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	239,187	1∅-T	TO_HS_MC3_E/S
0.Río Bonito B1-110kV	MICOMP341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	169,603	1∅-T Rf=25 ohm	TO_HS_MC3_E/S
0.Río Bonito B1-110kV	MICOMP341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	115,537	1∅-T Rf=50 ohm	TO_HS_MC3_E/S
			I <sub>cc</sub> mín A	239		

Se considerará como paso de coordinación aceptable un tiempo de 300ms con las protecciones aguas arriba.

### 5.9.3 CH ALTO BONITO MC3, PAÑO E2, RELÉ ALSTOM P341.

Los elementos de protección que serán habilitados en el relé P341 son los siguientes:

#### Relé ALSTOM P341

- Elemento de sobrecorriente de fase y residual.
- Elemento de sobre y bajo voltaje de fase.
- Elemento de sobre y baja frecuencia.

#### 5.9.3.1 Elementos de sobrecorriente de Fase y Residual 51/50N.

Se habilitará un elemento de sobrecorriente de fase de tiempo inverso y tiempo definido, ambos adireccionado.

Por otra parte, se habilitarán dos elementos de sobrecorriente residual de tiempo definido, adireccionados.

- El mínimo de operación del elemento de sobrecorriente de fase de tiempo inverso adireccionado será igual que el 120% de la potencia nominal del transformador Alto Bonito.
- El mínimo de operación del elemento de sobrecorriente de fase de tiempo definido, será ajustado según el 80% del mínimo aporte del SEN, ante fallas en el lado de 6.3kV del transformador Alto Bonito MC3, con un tiempo de operación de 200ms, con el fin de permitir la energización del transformador elevador de la CH MC3.

Elemento falla	Relé	Paño	Subestación	Iop [A]/Vop [kV]	Falla	Escenario
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	581,914	3Ø	TO_HH_MC3_E/S
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	583,08	2Ø	TO_HH_MC3_E/S
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	582,467	2Ø-T	TO_HH_MC3_E/S
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	487,302	1Ø-T	TO_HH_MC3_E/S
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	582,089	3Ø	TO_HS_MC3_E/S
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	583,251	2Ø	TO_HS_MC3_E/S
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	582,64	2Ø-T	TO_HS_MC3_E/S
22.Dev. 6.3kV T1 MC3	MICOM P341 51 Prop.	52E2	05. MC3 B1-23kV	487,432	1Ø-T	TO_HS_MC3_E/S
				Icc mín A	487,302	
				0,8*Icc mín A	390	

- La primera etapa del elemento de sobrecorriente residual de tiempo definido, será ajustado al 20% de la corriente de operación del elemento de sobrecorriente de fase, con un tiempo de operación de 1,5s.
- La segunda etapa del elemento de sobrecorriente residual de tiempo definido, será ajustado a la corriente residual máxima vista por el 52E2 de la CH MC3 ante fallas a tierra en el lado de 110kV de la SE Río Bonito. El tiempo de operación de esta segunda etapa será de 700ms.

Elemento falla	Relé	Paño	Subestación	Iop [A]/Vop [kV]	Falla	Escenario
0.Río Bonito B1-110kV	MICOM P341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	222,888	2∅-T	TO_HH_MC3_E/S
0.Río Bonito B1-110kV	MICOM P341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	237,811	1∅-T	TO_HH_MC3_E/S
0.Río Bonito B1-110kV	MICOM P341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	169,036	1∅-T Rf=25 ohm	TO_HH_MC3_E/S
0.Río Bonito B1-110kV	MICOM P341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	115,334	1∅-T Rf=50 ohm	TO_HH_MC3_E/S
0.Río Bonito B1-110kV	MICOM P341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	223,489	2∅-T	TO_HS_MC3_E/S
0.Río Bonito B1-110kV	MICOM P341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	239,187	1∅-T	TO_HS_MC3_E/S
0.Río Bonito B1-110kV	MICOM P341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	169,603	1∅-T Rf=25 ohm	TO_HS_MC3_E/S
0.Río Bonito B1-110kV	MICOM P341 51N Prop.	52E2	MC3 B1-23kV	115,537	1∅-T Rf=50 ohm	TO_HS_MC3_E/S
			Icc mín A	239		

Se considerará como paso de coordinación aceptable un tiempo de 300ms con las protecciones aguas arriba.

### 5.9.3.2 Protección de Bajo y Sobre Voltaje 27/59

Los valores de Sobre y Bajos Voltaje permitirán la operación en estado Normal y en Estado de emergencia según exigencias de la NTSyCS, según se cita a continuación.

#### Artículo 5-19

El SI deberá operar en Estado Normal con todos los elementos e instalaciones del ST y compensación de potencia reactiva disponibles, y suficientes márgenes y reserva de potencia reactiva en las unidades generadoras, compensadores estáticos y sincrónicos, para lo cual el Coordinador y los CC, según corresponda, deberán controlar que la magnitud de la tensión en las barras del SI esté comprendida entre:

- d) 0,97 y 1,03 por unidad, para instalaciones del ST con tensión nominal igual o superior a 500 [kV].
- e) 0,95 y 1,05 por unidad, para instalaciones del ST con tensión nominal igual o superior a 200 [kV] e inferior a 500 [kV].
- f) 0,93 y 1,07 por unidad, para instalaciones del ST con tensión nominal inferior a 200 [kV].**

#### Artículo 5-47

En Estado de Emergencia el Coordinador y los CC deberán controlar que la magnitud de la tensión en las barras del SI esté comprendida entre:

- d) 0,93 y 1,05 por unidad, para instalaciones del Sistema de Transmisión con tensión nominal igual o superior a 500 [kV], siempre que el límite superior no exceda la tensión máxima de servicio de los equipos.
- e) 0,90 y 1,10 por unidad, para instalaciones del Sistema de Transmisión con tensión nominal igual o superior a 200 [kV] e inferior a 500 [kV], siempre que el límite superior no exceda la tensión máxima de servicio de los equipos.
- f) 0,90 y 1,10 por unidad, para instalaciones del Sistema de Transmisión con tensión nominal inferior a 200 [kV], siempre que el límite superior no exceda la tensión máxima de servicio de los equipos.**

Para dar cumplimiento a lo expuesto anteriormente y considerando las características de los distintos relés de protección, se propone los siguientes ajustes:

### **Criterio Ajuste Elemento 27**

- Se habilita un elemento de bajo voltaje, destinado a emitir alarma, ajustado al 90% de la tensión nominal de la línea, temporizado en 2s.
- Se habilita un segundo elemento, destinado a dar disparo, con un mínimo de operación inferior al 85% de la tensión nominal de la línea con una temporización igual a 2s.

### **Criterio Ajuste Elemento 59**

- Se habilita un elemento de sobrevoltaje, destinado a emitir alarma, ajustado al 110% de la tensión nominal. del generador, temporizado en 2s.
- Se habilita un elemento de sobrevoltaje destinado a emitir trip, con un pickup superior al 115% de la tensión nominal del generador con una temporización igual a 2s.

#### 5.9.3.3 Elemento de Sobre y Baja Frecuencia 81.

Los criterios de ajustes se establecen según exigencias de la NTSyCS que a continuación se cita:

#### **Artículo 3-10**

Toda unidad generadora o parque eólico o fotovoltaico deberá continuar operando en forma estable conectada al SI y entregando potencia activa bajo la acción de su Controlador de Carga/Velocidad o de Frecuencia/Potencia para variaciones de la frecuencia dentro de los límites de operación por sobre y subfrecuencia y al menos durante los tiempos que se indican en la siguiente tabla, tras los cuales podrá opcionalmente desconectarse (salvo en los casos en que el Coordinador exija la desconexión forzada):

Límite Inferior (mayor que)	Límite Superior (menor o igual que)	Tiempo Mínimo de Operación			
		Hidroeléctricas	Termoeléctricas	Parques Eólicos	Parques Fotovoltaicos
49,0 [Hz]	50,0 [Hz]	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente
48,0 [Hz]	49,0 [Hz]	90 minutos	90 minutos	90 minutos	90 minutos
47,5 [Hz]	48,0 [Hz]	30 minutos	30 minutos	30 minutos	30 minutos
47,0 [Hz]	47,5 [Hz]	5 segundos	Desconex. opcional	Desconex. opcional	Desconex. opcional
50,0 [Hz]	51,0 [Hz]	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente
51,0 [Hz]	51,5 [Hz]	90 minutos	90 minutos	90 minutos	90 minutos
51,5 [Hz]	52,0 [Hz]	90 segundos	5 segundos	Desconex. opcional	Desconex. opcional
52,0 [Hz]	52,5 [Hz]	15 segundos	Desconex. opcional	Desconex. forzada	Desconex. forzada
52,5 [Hz]	53,0 [Hz]	5 segundos	Desconex. forzada		

#### **Artículo 3-11**

Para la aplicación de lo indicado en el Artículo 3-10, las unidades o parques generadores deberán ser a los menos capaces de:

- Operar establemente en forma permanente en el rango de frecuencia 49,0 - 51,0 [Hz], para tensiones comprendidas entre 0,95 y 1,05 por unidad de la tensión nominal, medido en los terminales de la unidad generadora en el caso de unidades sincrónicas o en su Punto de Conexión en el caso de parques, a cualquier nivel de potencia.
- No reducir en más de un 10% su potencia activa entregada en Estado Normal de operación al SI en su Punto de Conexión para frecuencias estabilizadas en el rango de 47,5 [Hz] - 49,5 [Hz].

- i) Soportar cambios de frecuencia de hasta 2 [Hz/s] sin desconectarse del SI. Para ello, la tasa de cambio de la frecuencia deberá ser medida durante un período de tiempo de 500 [ms].

A requerimiento del Coordinador, los Coordinados deberán informar la dependencia de la potencia activa estabilizada que las unidades son capaces de entregar en función de la frecuencia del sistema, en el rango 47,5 - 52 [Hz].

#### 5.9.3.4 Elemento Antiisla Vector Shift 78.

Se habilitará el elemento Antiisla Vector Shift en 18°.

### 5.10 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA SE TAP OFF E42.

#### 5.10.1 SE TAP-OFF E42, PAÑO E1, RECONECTADOR NOJA POWER CONTROL RC-10.

Los elementos de protección que serán habilitados en el control RC-10 son los siguientes:

##### Reconectador Noja Power con control RC-10.

- Elemento de Sobrecorriente direccional de Fase y Residual.

##### 5.10.1.1 Elementos de sobrecorriente de Fase 51.

Se habilitará un elemento de sobrecorriente de fase de tiempo inverso direccionado hacia la central MC3. Operan como protección principal de la línea 23kV TO TAP-OFF E42– CH MC3 hasta los bushing AT del transformador elevador 23/6,3kV de central MC3.

- El mínimo de operación del elemento de sobrecorriente de fase de tiempo inverso direccionado hacia la central MC3 será igual a la capacidad del conductor de la línea 23kV TO TAP-OFF E42– CH MC3 (368A). Para este estudio se consideró que la corriente indicada en los conductores incluidos en la base de datos DIGSILENT, corresponde a la capacidad de conducción del conductor.
- Se considerará como paso de coordinación aceptable un tiempo de 300ms con las protecciones aguas arriba.

##### 5.10.1.2 Elementos de sobrecorriente de Residual 51N.

Se habilitará un elemento de sobrecorriente residual de inverso direccionado hacia la central MC3. Operan como protección principal de la línea 23kV TO TAP-OFF E42– CH MC3 hasta los bushing AT del transformador elevador 23/6,3kV de central MC3.

- El mínimo de operación del elemento de sobrecorriente de residual de tiempo inverso direccionado hacia la central MC3 será igual 14% de mínimo de operación del elemento sobrecorriente de fase.
- Se considera menor al mínimo de operación del elemento de sobrecorriente residual ubicada “aguas arriba” en el paño 52E2 de la SE Rio bonito (52A).
- Se considerará como paso de coordinación aceptable un tiempo de 300ms con las protecciones aguas arriba.

### 5.10.1.3 Reconexión Automática

Para este estudio no se considera habilitar reconexión automática.

## 6. RESULTADOS DEL ESTUDIO.

### 6.1 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA SE ANTILLANCA.

#### 6.1.1 SE ANTILLANCA, PAÑO H3, RÍO BONITO, SISTEMA 1 (S1) Y SISTEMA 2 (S2).

##### 6.1.1.1 Relés SEL-421 (S1) y (S2) – 52H3 – 21/21N.

RELÉS SEL-421 (S1Y S2) – 52H3			
PROTECCIÓN DE DISTANCIA DE FASE Y RESIDUAL			
TT/CC		280/1 A	
TT/PP		115000/V3 / 115/V3 V	
Z1MAG		6.49	
Z1ANG		63.69	
PRIMERA ZONA FASE Y RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDADES	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
CARACTERÍSTICA MHO			
Z1MP	ΩSEC	5.19	5.19
Z1PD	Cyc	0	0
Z1MG	ΩSEC	5.19	5.19
Z1GD	Cyc	0	0
CARACTERÍSTICA QUADRILATERAL			
XG1	ΩSEC	5.19	5.19
RG1	ΩSEC	8.40	8.40
Z1GD	Cyc	0	0
k0M1	--	0.897	0.897
k0A1	°	19.00	19.00
SEGUNDA ZONA FASE Y RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDADES	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
CARACTERÍSTICA MHO			
Z2MP	ΩSEC	7.79	7.79
Z2PD	Cyc	20.000	20.000
Z2MG	ΩSEC	7.79	7.79
Z2GD	Cyc	20.000	20.000
CARACTERÍSTICA QUADRILATERAL			
XG2	ΩSEC	7.79	7.79
RG2	ΩSEC	11.20	11.20
Z2GD	Cyc	20.000	20.000
k0M	--	0.897	0.897
k0A	°	19.00	19.00
TERCERA ZONA FASE Y RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDADES	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
CARACTERÍSTICA MHO			
Z3MP	ΩSEC	OFF	OFF
Z3MG	ΩSEC	OFF	OFF
CARACTERÍSTICA QUADRILATERAL			
XG3	ΩSEC	OFF	OFF
CUARTA ZONA FASE			
PARÁMETRO	UNIDADES	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
CARACTERÍSTICA MHO			
Z4MP	ΩSEC	21.00	21.00
Z4PD	Cyc	100.000	100.000
Z4MG	ΩSEC	21.00	21.00
Z4GD	Cyc	100.000	100.000
CARACTERÍSTICA QUADRILATERAL			
XG4	ΩSEC	14.00	14.00
RG4	ΩSEC	11.76	11.76
Z4GD	Cyc	100.000	100.000
k0M	--	0.897	0.897
k0A	°	19.00	19.00

Continúa en página siguiente →

AJUSTES AVANZADOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
XGPOL		I2	I2
TANG	°	-5	-5

Tabla 12: Ajustes de distancia para Relé 52H3, S/E Antillanca.

## 6.1.1.2 Relés SEL-421 (S1) y (S2) – 52H3 – 67/67G.

RELÉS SEL-421 (S1) – 52H3			
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE			
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL		AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO			
TT/PP	115000/√3 / 115/√3 V		115000/√3 / 115/√3 V
TT/CC	280/1 A		280/1 A
51S2 Inverse-Time Overcurrent Curve	U.S. U4 Extremely Inverse		U.S. U4 Extremely Inverse
51S2 Overcurrent Pickup	1.2 A-sec		1.2 A-sec
51S2 Inverse-Time Overcurrent Time Dial	2.49		2.49
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE RESIDUAL			
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL		AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO			
TT/PP	115000/√3 / 115/√3 V		115000/√3 / 115/√3 V
TT/CC	280/1 A		280/1 A
51S1 Inverse-Time Overcurrent Curve	IEC C2 Very Inverse		IEC C2 Very Inverse
51S1 Overcurrent Pickup	0.24 A-sec		0.24 A-sec
51S1 Inverse-Time Overcurrent Time Dial	0.35		0.35

Tabla 13: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52H3, SE Antillanca.

## 6.2 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA SE RÍO BONITO

### 6.2.1 SE RÍO BONITO, PAÑO HT1, SISTEMA 1 (S1) Y SISTEMA 2 (S2)

#### 6.2.1.1 Relés SIEMENS 7SA610 – 52HT1 – 21T.

RELÉS SIEMENS 7SA610 – 52HT1			
PROTECCIÓN DE DISTANCIA DE FASE Y RESIDUAL			
TT/CC		400/1 A	
TT/PP		115000/√3 / 115/√3 V	
Ángulo de la característica de distancia		85°	
Factor de adaptación K0 (Z1)		0.000	
Ángulo de adaptación K0 (Z1)		0.00°	
Factor de adaptación K0 (>Z1)		0.000	
Ángulo de adaptación K0 (>Z1)		0.00°	
PRIMERA ZONA FASE Y RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDAD	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Direccionalidad	-	Adelante (Transformador)	Adelante (Transformador)
Reactancia X(Z1)	ΩSEC	14.10	14.10
Resistencia R(Z1)	ΩSEC	19.00	19.00
Resistencia con falla a tierra RE(Z1)	ΩSEC	19.00	19.00
Inclinación de polígono (1o. cuadrante)	°	10	10
Temporización	ms	0	0
SEGUNDA ZONA FASE Y RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDAD	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Direccionalidad	-	Adelante (Transformador)	Adelante (Transformador)
Reactancia X(Z2)	ΩSEC	21.14	21.14
Resistencia R(Z2)	ΩSEC	19.00	19.00
Resistencia con falla a tierra RE(Z2)	ΩSEC	19.00	19.00
Temporización	ms	700	700
TERCERA ZONA FASE Y RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDAD	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Direccionalidad	-	Desactivado	Desactivado
Reactancia X(Z3)	ΩSEC	--	--
Resistencia R(Z3)	ΩSEC	--	--
Resistencia con falla a tierra RE(Z3)	ΩSEC	--	--
Temporización	ms	--	--
CUARTA ZONA FASE Y RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDAD	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Direccionalidad	-	Adelante (Transformador)	Adelante (Transformador)
Reactancia X(Z4)	ΩSEC	25.00	25.00
Resistencia R(Z4)	ΩSEC	29.00	29.00
Resistencia con falla a tierra RE(Z4)	ΩSEC	29.00	29.00
Temporización	Ms	1700	1700

Tabla 14: Ajustes de distancia para Relé 52HT1, S/E Río Bonito.

## 6.2.1.2 Relés SIEMENS 7SA610 – 52HT1 – 67/67G.

RELÉS SIEMENS 7SA610 – 52HT1		
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	115000/√3 / 115/√3 V	115000/√3 / 115/√3 V
TT/CC	400/1	400/1
Tipo de Curva	ANSI Extremely Inverse	ANSI Extremely Inverse
Mínimo de operación	0,60 A-sec	0,60 A-sec
Dial Time	2,74	2,74
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE RESIDUAL		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	115000/√3 / 115/√3 V	115000/√3 / 115/√3 V
TT/CC	400/1	400/1
Tipo de Curva	ANSI Extremely Inverse	ANSI Extremely Inverse
Mínimo de operación	0,14 A-sec	0,14 A-sec
Dial Time	2.78	2.78
Sumador	0.16 s	0.16 s
Direccionalidad	Forward (Transformador)	Forward (Transformador)

Tabla 15: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52HT1, S/E Río Bonito.

## 6.2.2 SE RÍO BONITO, PAÑO ET1, TRANSFORMADOR T1

## 6.2.2.1 Relés SIEMENS 7SJ62 – 52ET1 – 67/67G.

RELÉS SIEMENS 7SJ62 – 52ET1		
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	23000/√3 / 120/√3 V	23000/√3 / 120/√3 V
TT/CC	1200/1	1200/1
Tipo de Curva	ANSI Extremely Inverse	ANSI Extremely Inverse
Mínimo de operación	0,94 A-sec	0,94 A-sec
Dial Time	1,30	1,30
Sumador	--	--
Direccionalidad	--	--
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE RESIDUAL		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	23000/√3 / 120/√3 V	23000/√3 / 120/√3 V
TT/CC	1200/1	1200/1
Tipo de Curva	ANSI Extremely Inverse	ANSI Extremely Inverse
Mínimo de operación	0,19 A-sec	0,19 A-sec
Dial Time	6,46	10,60
Sumador	--	--
Direccionalidad	--	--

Tabla 16: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52ET1, S/E Río Bonito.

### 6.2.3 SE RÍO BONITO, PAÑO E2, CENTRALES BONITO - FEO, SISTEMA 1 (S1).

#### 6.2.3.1 Relés SIEMENS 7SA610 (S1) – 52E2 – 21/21N.

RELÉS SIEMENS 7SA610 (S1) – 52E2			
PROTECCIÓN DE DISTANCIA DE FASE Y RESIDUAL			
TT/CC		400/1 A	
TT/PP		23000/√3 / 120/√3 V	
Ángulo de la característica de distancia		73°	
Factor de adaptación RE/RL para Z1		0.49	
Factor de adaptación XE/XL para Z1		3.01	
Factor adapt. RE/RL (>Z1)		0.49	
Factor adapt. XE/XL (>Z1)		3.01	
PRIMERA ZONA FASE Y RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDAD	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Direccionalidad	-	Adelante	Adelante
Reactancia X(Z1)	ΩSEC	0.340	0.340
Resistencia R(Z1)	ΩSEC	0.680	0.680
Resistencia con falla a tierra RE(Z1)	ΩSEC	0.680	0.680
Inclinación de polígono (1o. cuadrante)	°	15	15
Temporización	ms	0	0
SEGUNDA ZONA FASE Y RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDAD	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Direccionalidad	-	Adelante	Adelante
Reactancia X(Z2)	ΩSEC	0.870	0.870
Resistencia R(Z2)	ΩSEC	1.340	1.340
Resistencia con falla a tierra RE(Z2)	ΩSEC	1.340	1.340
Temporización	ms	400	400
TERCERA ZONA FASE Y RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDAD	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Direccionalidad	-	Desactivado	Desactivado
Reactancia X(Z3)	ΩSEC	--	--
Resistencia R(Z3)	ΩSEC	--	--
Resistencia con falla a tierra RE(Z3)	ΩSEC	--	--
Temporización	ms	--	--
CUARTA ZONA FASE Y RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDAD	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Direccionalidad	-	Adelante	Adelante
Reactancia X(Z4)	ΩSEC	39.420	39.420
Resistencia R(Z4)	ΩSEC	12.520	12.520
Resistencia con falla a tierra RE(Z4)	ΩSEC	12.520	12.520
Temporización	ms	1400	1400

Tabla 17: Ajustes de distancia para Relé 52E2, S/E Río Bonito.

## 6.2.3.2 Relés SIEMENS 7SA610 (S1) – 52E2 – 51/67G.

RELÉS SIEMENS 7SA610 (S1) – 52E2		
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	23000/√3 / 120/√3 V	23000/√3 / 120/√3 V
TT/CC	400/1	400/1
Tipo de Curva	IEC Extremely Inverse	IEC Extremely Inverse
Mínimo de operación	1.14 A-sec	<b>1.90 A-sec</b>
Dial Time	0.20	<b>0.13</b>
Sumador	0,04 s	<b>0,00 s</b>
Direccionalidad	--	--
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO		
Mínimo de operación	--	<b>1.14 A-sec</b>
Tiempo de operación	--	<b>30,00s</b>
Direccionalidad	--	--
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE RESIDUAL		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	23000/√3 / 120/√3 V	23000/√3 / 120/√3 V
TT/CC	400/1	400/1
Tipo de Curva	ANSI Short Inverse	ANSI Short Inverse
Mínimo de operación	0,13 A-sec	0,13 A-sec
Dial Time	0.64	<b>11,52</b>
Sumador	0,28 s	<b>0,00 s</b>
Direccionalidad	Forward	Forward
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO		
Mínimo de operación	2,50 A-sec	<b>8,00 A-sec</b>
Tiempo de operación	0.20	<b>0.30</b>
Direccionalidad	Forward	Forward
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO		
Mínimo de operación	8.00 A-sec	--
Tiempo de operación	0.00	--
Direccionalidad	Forward	--

Tabla 18: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52E2, S/E Río Bonito.

## 6.2.4 SE RÍO BONITO, PAÑO E3, CENTRALES NALCAS - CALLAO, SISTEMA 1 (S1)

### 6.2.4.1 Relés SIEMENS 7SA610 (S1) – 52E3 – 21/21N.

RELÉS SIEMENS 7SA610 (S1) – 52E3			
PROTECCIÓN DE DISTANCIA DE FASE Y RESIDUAL			
TT/CC		400/1 A	
TT/PP		23000/√3 / 120/√3 V	
Ángulo de la característica de distancia		74°	
Factor de adaptación RE/RL para Z1		0.50	
Factor de adaptación XE/XL para Z1		1.18	
Factor adapt. RE/RL (>Z1)		0.50	
Factor adapt. XE/XL (>Z1)		1.18	
PRIMERA ZONA FASE Y RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDAD	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Direccionalidad	-	Adelante	Adelante
Reactancia X(Z1)	ΩSEC	3.890	3.890
Resistencia R(Z1)	ΩSEC	4.170	4.170
Resistencia con falla a tierra RE(Z1)	ΩSEC	10.430	10.430
Inclinación de polígono (1o. cuadrante)	°	10	10
Temporización	ms	0	0
SEGUNDA ZONA FASE Y RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDAD	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Direccionalidad	-	Adelante	Adelante
Reactancia X(Z2)	ΩSEC	5.840	5.840
Resistencia R(Z2)	ΩSEC	8.350	8.350
Resistencia con falla a tierra RE(Z2)	ΩSEC	15.650	15.650
Temporización	ms	400	400
TERCERA ZONA FASE Y RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDAD	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Direccionalidad	-	Desactivado	Desactivado
Reactancia X(Z3)	ΩSEC	--	--
Resistencia R(Z3)	ΩSEC	--	--
Resistencia con falla a tierra RE(Z3)	ΩSEC	--	--
Temporización	ms	--	--
CUARTA ZONA FASE Y RESIDUAL			
PARÁMETRO	UNIDAD	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Direccionalidad	-	Adelante	Adelante
Reactancia X(Z4)	ΩSEC	8.350	8.350
Resistencia R(Z4)	ΩSEC	12.520	12.520
Resistencia con falla a tierra RE(Z4)	ΩSEC	25.040	25.040
Temporización	ms	2000	2000

Tabla 19: Ajustes de distancia para Relé 52E3, S/E Río Bonito.

## 6.2.4.2 Relés SIEMENS 7SA610 (S1) – 52E3 – 51/67G.

RELÉS SIEMENS 7SA610 (S1) – 52E3		
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
<b>ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO</b>		
TT/PP	23000/√3 / 120/√3 V	23000/√3 / 120/√3 V
TT/CC	400/1	400/1
Tipo de Curva	IEC Extremely Inverse	IEC Extremely Inverse
Mínimo de operación	1.14 A-sec	1.14 A-sec
Dial Time	0.09	0.09
Sumador	0.06	0.06
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE RESIDUAL		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
<b>ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO</b>		
TT/PP	23000/√3 / 120/√3 V	23000/√3 / 120/√3 V
TT/CC	400/1	400/1
Tipo de Curva	ANSI Short Inverse	ANSI Short Inverse
Mínimo de operación	0,11 A-sec	0,11 A-sec
Dial Time	0.50	0.50
Sumador	0.39 s	0,39 s
Direccionalidad	Forward	Forward
<b>ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO</b>		
Mínimo de operación	0.22 A-sec	0.22 A-sec
Tiempo de operación	0.40	0.40
Direccionalidad	Forward	Forward
<b>ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO</b>		
Mínimo de operación	3.00 A-sec	3.00 A-sec
Tiempo de operación	0.20	0.20
Direccionalidad	Forward	Forward
<b>ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO</b>		
Mínimo de operación	5.00 A-sec	5.00 A-sec
Tiempo de operación	0.05	0.05
Direccionalidad	Forward	Forward

Tabla 20: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52E3, S/E Río Bonito.

### 6.3 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH LAS NALCAS.

#### 6.3.1 CH LAS NALCAS, PAÑO GN, SISTEMA S1.

##### 6.3.1.1 Relé MC20CEI (S1) – 152.GN – 51/51G.

RELÉ MC20CEI (S1) – 152.GN		
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE		
	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE MODIFICADO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/CC	--	300/5
Tipo de Curva	--	IEC Class A
Mínimo de operación	--	243 A <sub>PRI</sub>
Dial Time	--	0,20
Sumador	--	--
Direccionalidad	--	No
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE RESIDUAL		
	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE MODIFICADO
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO N°1		
TT/CC	--	300/5
Mínimo de operación	--	49,8 A <sub>PRI</sub>
Tiempo de operación	--	1,50
Direccionalidad	--	No
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO N°2		
TT/CC	--	300/5
Mínimo de operación	--	160 A <sub>PRI</sub>
Tiempo de operación	--	0,70
Direccionalidad	--	No

Tabla 21: Ajustes de sobrecorriente para Relé 152.GN, CH Las Nalcas.

### 6.4 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH CALLAO.

#### 6.4.1 CH CALLAO, PAÑO GC, SISTEMA S1.

##### 6.4.1.1 Relé MC20CEI (S1) – 152.GC – 51/51G.

RELÉ MC20CEI (S1) – 152.GC		
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE		
	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE MODIFICADO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/CC	--	100/1
Tipo de Curva	--	IEC Class A
Mínimo de operación	--	110 A <sub>PRI</sub>
Dial Time	--	0,27
Sumador	--	--
Direccionalidad	--	No
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE RESIDUAL		
	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE MODIFICADO
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO N°1		
TT/CC	--	100/1
Mínimo de operación	--	22 A <sub>PRI</sub>
Tiempo de operación	--	1,50
Direccionalidad	--	No
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO N°2		
TT/CC	--	100/1
Mínimo de operación	--	130 A <sub>PRI</sub>
Tiempo de operación	--	0,70
Direccionalidad	--	No

Tabla 22: Ajustes de sobrecorriente para Relé 152.GN, CH Callao.

## 6.5 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH MC1 (EX BONITO).

### 6.5.1 CH MC1 (EX BONITO), PAÑO E2, RÍO BONITO.

#### 6.5.1.1 Relés ALSTOM P341 – 52E2 – 50/51.

RELÉS ALSTOM P341 – 52E2		
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	23000/√3 / 100/√3 V	23000/√3 / 100/√3 V
TT/CC	500/5	500/5
Tipo de Curva	IEC S Inverse	IEC S Inverse
Mínimo de operación	320 A-prim	320 A-prim
Dial Time	0.15	0.15
Direccionalidad	Non-Direccional	Non-Direccional
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO		
Mínimo de operación	3750 A-prim	3750 A-prim
Tiempo de operación	0.05	0.05
Direccionalidad	Non-Direccional	Non-Direccional

Tabla 23: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52E2, CH MC1 (EX BONITO).

### 6.5.2 CH MC1 (EX BONITO), PAÑO ET1, TRANSFORMADOR TR1.

#### 6.5.2.1 Relés Microelectrica Scientifica N-DIN-016 – 52ET1 – 51.

RELÉS MICROELECTRICA SCIENTIFICA N-DIN-016 – 52ET1		
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	--	--
TT/CC	200/5	200/5
Time current curves	IEC A Inverse	IEC A Inverse
Minimum operation level	78 %In	78 %In
Trip time delay	0.6 sec	0.6 sec

Tabla 24: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52ET1, CH MC1 (EX BONITO).

### 6.5.3 CH MC1 (EX BONITO), PAÑO ET2, TRANSFORMADOR TR2.

#### 6.5.3.1 Relés Microelectrica Scientifica N-DIN-016 – 52ET2 – 51.

RELÉS MICROELECTRICA SCIENTIFICA N-DIN-016 – 52ET2		
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	--	--
TT/CC	200/5	200/5
Time current curves	IEC A Inverse	IEC A Inverse
Minimum operation level	78 %In	78 %In
Trip time delay	0.6 sec	0.6 sec

Tabla 25: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52ET2, CH MC1 (EX BONITO).

## 6.6 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH MC2 (EX FEO).

### 6.6.1 CH MC2 (EX FEO), PAÑO E2, RÍO BONITO

#### 6.6.1.1 Relés ALSTOM P341 – 52E2 – 50/51.

RELÉS ALSTOM P341 – 52E2		
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	23000/√3 / 100/√3 V	23000/√3 / 100/√3 V
TT/CC	100/5	100/5
Tipo de Curva	IEC S Inverse	IEC S Inverse
Mínimo de operación	83 A-prim	83 A-prim
Dial Time	0.125	0.125
Direccionalidad	Non-Directional	Non-Directional
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO		
Mínimo de operación	750 A-prim	750 A-prim
Tiempo de operación	0.05	0.05
Direccionalidad	Non-Directional	Non-Directional

Tabla 26: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52E2, CH MC2 (EX FEO).

### 6.6.2 CH MC2 (EX FEO), PAÑO ET1, TRANSFORMADOR TR1

#### 6.6.2.1 Relés Microelectronica Scientifica N-DIN-016 – 52ET1 – 51.

RELÉS MICROELECTRICA SCIENTIFICA N-DIN-016 – 52ET1		
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	--	--
TT/CC	100/5	100/5
Time current curves	IEC A Inverse	IEC A Inverse
Minimum operation level	83 %In	83 %In
Trip time delay	0.6 sec	0.6 sec

Tabla 27: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52ET1, CH MC2 (EX FEO).

## 6.7 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA CH ALTO BONITO MC3.

### 6.7.1 CH ALTO BONITO MC3, PAÑO DT1, GENERADOR ALTO BONITO

#### 6.7.1.1 Relés ALSTOM P343 – 52DT1 – 51/51N.

RELÉS ALSTOM P343 – 52DT1		
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	--	--
TT/CC	--	250/5A
I1> Tipo de Curva	--	IEC A Inverse
I1> Mínimo de operación	--	286A-prim
I1> Dial Time	--	0.30
I1> Direccionalidad	--	Non-Directional

Tabla 28: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52DT1, CH Alto Bonito MC3.

#### 6.7.1.2 Relés ALSTOM P343 – 52DT1 – 59/27.

RELÉS ALSTOM P343 – 52DT1		
PROTECCIÓN DE SOBRE VOLTAJE DE FASE 59		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Elemento de tiempo definido (ALARMA)		
TT/PP	--	6.3/0.100kV
V> Modo medida	--	Fase-Fase
V> Modo de Operación	--	Cualquier fase
V>1 Función	--	DT
V>1 Ajuste	--	110
V>1 Temp.	--	2s
V>1 Inh polmrto	--	Activado
Elemento de tiempo definido (TRIP)		
V>2 Estado	--	Activado
V>2 Ajuste	--	115
V>2Temporiz	--	2s
RELÉS ALSTOM P343 – 52DT1		
PROTECCIÓN DE BAJO VOLTAJE DE FASE 27		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Elemento de tiempo definido (ALARMA)		
TT/PP	--	6.3/0,100kV
V< Modo medida	--	Fase-Fase
V< Modo de Operación	--	Cualquier fase
V<1 Función	--	DT
V<1 Ajuste	--	90
V<1 Temp.	--	2s
V<1 Inh polmrto	--	Activado
Elemento de tiempo definido (TRIP)		
V>2 Estado	--	Activado
V>2 Ajuste	--	85
V>2Temporiz	--	2s

Tabla 29: Ajustes sobre y bajo voltaje para Relé 52DT1, CH Alto Bonito.

## 6.7.1.3 Relés ALSTOM P343 – 52DT1 – 59N.

RELÉ ALSTOM P343 – 52DT1		
PROTECCIÓN DE SOBRE VOLTAJE RESIDUAL 59N		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Elemento de tiempo definido (TRIP)		
TT/PP	--	6.3/0.100kV
VN>1 Status	--	Enabled
VN>1 Input	--	Derived
VN>1 Function	--	DT
VN>1 Voltage Set	--	90
VN>1 Time Delay.	--	1s
VN>1 tReset	--	0

Tabla 30: Ajustes sobre voltaje para Relé 52DT1, CH Alto Bonito.

## 6.7.1.4 Relés ALSTOM P343 – 52DT1 – 810/81U.

RELÉ ALSTOM P343 – 52DT1		
PROTECCIÓN DE SOBRE FRECUENCIA 81O		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Elemento de tiempo definido (TRIP)		
F<1 Estado	--	Activado
F<1 Ajuste	--	47,0Hz
F<1 Temporiz.	--	Instantaneo
F<2 Estado	--	Desactivado
F<3 Estado	--	Desactivado
F<4 Estado	--	Desactivado
F< Vincular func	--	Activado
PROTECCIÓN DE BAJA FRECUENCIA 81U		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Elemento de tiempo inverso (TRIP)		
F>1 Estado	--	Activado
F>1 Ajuste	--	53,0Hz
F>1 Temporiz.	--	Instantaneo
F>2 Estado	--	Desactivado
F>3 Estado	--	Desactivado
F>4 Estado	--	Desactivado
F> Vincular func	--	Activado

Tabla 31: Ajustes sobre y bajo frecuencia para Relé 52DT1, CH Alto Bonito MC3.

### 6.7.1 CH ALTO BONITO MC3, PAÑO ET1, TRANSFORMADOR TR1

#### 6.7.1.1 Relés ALSTOM P14N– 52ET1 – 51/51N.

RELÉS ALSTOM P341 – 52E2		
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	--	<b>23000/√3 / 100/√3V</b>
TT/CC	--	<b>100/5A</b>
I1> Tipo de Curva	--	<b>IEC S Inverse</b>
I1> Mínimo de operación	--	<b>77,2A-prim</b>
I1> Dial Time	--	<b>0.20</b>
I1> Direccionalidad	--	<b>Non-Directional</b>
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO		
I3> Mínimo de operación	--	<b>390 A-prim</b>
I3> Tiempo de operación	--	<b>0.20</b>
I3> Direccionalidad	--	<b>Non-Directional</b>
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE RESIDUAL		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO		
TT/PP	--	<b>23000/√3 / 100/√3V</b>
TT/CC	--	<b>100/5A</b>
IN1>1 Tipo de Curva	--	<b>DT</b>
IN1>1 Mínimo de Operación	--	<b>15,4A-prim</b>
IN1>1 Dial Time	--	<b>1,50s</b>
IN1>1 Direccionalidad	--	<b>Non-Directional</b>
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO		
IN1>2 Mínimo de operación	--	<b>240 A-prim</b>
IN1>2 Tiempo de operación	--	<b>0,70</b>
IN1>2 Direccionalidad	--	<b>Non-Directional</b>

Tabla 32: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52ET1, CH Alto Bonito MC3.

## 6.7.2 CH ALTO BONITO MC3, PAÑO E2, RÍO BONITO.

### 6.7.2.1 Relé ALSTOM P341 – 52E2 – 51/51N.

RELÉS ALSTOM P341 – 52E2		
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	--	<b>23000/√3 / 100/√3V</b>
TT/CC	--	<b>100/5A</b>
I1> Tipo de Curva	--	<b>IEC S Inverse</b>
I1> Mínimo de operación	--	<b>77,2A-prim</b>
I1> Dial Time	--	<b>0.20</b>
I1> Direccionalidad	--	<b>Non-Directional</b>
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO		
I3> Mínimo de operación	--	<b>390 A-prim</b>
I3> Tiempo de operación	--	<b>0.20</b>
I3> Direccionalidad	--	<b>Non-Directional</b>
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE RESIDUAL		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO		
TT/PP	--	<b>23000/√3 / 100/√3V</b>
TT/CC	--	<b>100/5A</b>
IN1>1 Tipo de Curva	--	<b>DT</b>
IN1>1 Mínimo de Operación	--	<b>15,4A-prim</b>
IN1>1 Time Delay	--	<b>1,50s</b>
IN1>1 Direccionalidad	--	<b>Non-Directional</b>
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO		
IN1>2 Mínimo de operación	--	<b>240 A-prim</b>
IN1>2 Tiempo de operación	--	<b>0,70</b>
IN1>2 Direccionalidad	--	<b>Non-Directional</b>

Tabla 33: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52E2, CH Alto Bonito MC3.

## 6.7.2.2 Relé ALSTOM P341 – 52E2 – 81.

RELÉ ALSTOM P343 – 52E2		
PROTECCIÓN DE SOBRE FRECUENCIA 81O		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Elemento de tiempo definido (TRIP)		
F<1 Estado	--	Activado
F<1 Ajuste	--	47,0Hz
F<1 Temporiz.	--	Instantaneo
F<2 Estado	--	Desactivado
F<3 Estado	--	Desactivado
F<4 Estado	--	Desactivado
F< Vincular func	--	Activado
PROTECCIÓN DE BAJA FRECUENCIA 81U		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Elemento de tiempo inverso (TRIP)		
F>1 Estado	--	Activado
F>1 Ajuste	--	53,0Hz
F>1 Temporiz.	--	Instantaneo
F>2 Estado	--	Desactivado
F>3 Estado	--	Desactivado
F>4 Estado	--	Desactivado
F> Vincular func	--	Activado

Tabla 34: Ajustes sobre y bajo frecuencia para Relé 52DT1, CH Alto Bonito MC3.

## 6.7.2.3 Relé ALSTOM P341 – 52E2 –59/27.

RELÉS ALSTOM P341 – 52E2		
PROTECCIÓN DE SOBRE VOLTAJE DE FASE 59		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Elemento de tiempo definido (ALARMA)		
TT/PP	--	23/0.100kV
V> Modo medida	--	Fase-Neutro
V> Modo de Operación	--	Cualquier fase
V>1 Función	--	DT
V>1 Ajuste	--	63.51
V>1 Temp.	--	2s
V>1 Inh polmrto	--	Activado
Elemento de tiempo definido (TRIP)		
V>2 Estado	--	Activado
V>2 Ajuste	--	66.40
V>2Temporiz	--	2s
RELÉS ALSTOM P343 – 52E2		
PROTECCIÓN DE BAJO VOLTAJE DE FASE 27		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
Elemento de tiempo definido (ALARMA)		
TT/PP	--	23/0,100kV
V< Modo medida	--	Fase-Neutro
V< Modo de Operación	--	Cualquier fase
V<1 Función	--	DT
V<1 Ajuste	--	51.96
V<1 Temp.	--	2s
V<1 Inh polmrto	--	Activado
Elemento de tiempo definido (TRIP)		
V>2 Estado	--	Activado
V>2 Ajuste	--	49.07
V>2Temporiz	--	2s

Tabla 35: Ajustes sobre y bajo voltaje para Relé 52E2, CH Alto Bonito.

## 6.7.2.4 Relé ALSTOM P341 – 52E2 – 78.

RELÉ ALSTOM P341 – 52E2		
PROTECCIÓN DE SINCRONISMO		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
V Shift Status	--	<b>Enable</b>
Vshift Angle	--	<b>18°</b>

Tabla 36: Ajustes de elemento antiisla para Relé 52E2, CH Alto Bonito.

## 6.8 RELÉS DE PROTECCIÓN ASOCIADOS A LA SE TAP-OFF E42

### 6.8.1 SE TAP-OFF E42, PAÑO 52E1, CH ALTO BONITO MC3

#### 6.8.1.1 Relés NOJA – 52E1 – 67/67N.

RELÉS NOJA – 52E1		
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE FASE		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	--	--
TT/CC	--	2500/1A
Tipo de Curva	--	IEC Extremely Inverse
Mínimo de operación	--	368A-prim
Dial Time	--	0.11s
Direccionalidad	--	Forward
PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE RESIDUAL		
PARÁMETRO	AJUSTE ACTUAL	AJUSTE PROPUESTO
ELEMENTO DE TIEMPO INVERSO		
TT/PP	--	--
TT/CC	--	2500/1A
Tipo de Curva	--	IEC Standard Inverse
Mínimo de Operación	--	50A-prim
Dial Time	--	0,06
Sumador	--	0,01s
Direccionalidad	--	Forward
ELEMENTO DE TIEMPO DEFINIDO		
Mínimo de operación	--	3000 A-prim
Tiempo de operación	--	0,00
Direccionalidad	--	Forward

Tabla 37: Ajustes de sobrecorriente para Relé 52E1, SE Tap-Off E42.

## 7. CONCLUSIONES.

El presente estudio determinó los ajustes de las protecciones asociadas al proyecto CH MC3 y las modificaciones necesarias en su entorno eléctrico. Se utilizó el modelo DigSilent del CEN de Diciembre 2020, el que fue actualizado respecto a la información entregada por la empresa SCOTTA. Sobre el modelo revisado se cargaron las protecciones del sistema de transmisión zonal en 110kV asociado a las SSEE Antillanca y Río Bonito y de 23kV asociado a la SE Río Bonito y las centrales Las Nalcas, Callao, MC1, MC2 y MC3.

La verificación de la coordinación de protecciones se realizó en base a tablas de coordinación.

A continuación, se detallan los aspectos más relevantes de los ajustes definidos en este estudio.

### 7.1 ESQUEMA DE COORDINACIÓN PROPUESTO EN PROTECCIONES PROYECTADAS.

#### 7.1.1 TO TAP-OFF E42.

##### 1. Interruptor 52E1:

- Elemento de Sobrecorriente de Fase y residual: protecciones ajustadas con características de tiempo inverso direccionados hacia la CH MC3, que operan como protección principal de la línea 23kV TO TAP-OFF E42– CH MC3. Brinda una correcta coordinación con las protecciones de los interruptores **52E2 de la SE Río Bonito** y 52E2 de las CCHH MC1 y MC2.

#### 7.1.2 SE CH MC3 ALTO BONITO.

##### 1. Interruptor 52E2.

- Elemento de Sobrecorriente de Fase y Residual: protecciones ajustadas con características de tiempo inverso y tiempo definido adireccionados, que operan como protección principal de la línea 23kV TO TAP-OFF E42– CH MC3. El mínimo de operación de la protección de sobrecorriente de fase permite transferir alrededor de 3,07MVA, que corresponde a un 118% de la potencia nominal del generador de la CH MC3.

##### 2. Interruptores 52ET1.

- Elemento de Sobrecorriente adireccionados de Fase y Residual, Lado 23kV: protecciones ajustadas con características de tiempo inverso y tiempo definido adireccionados, que operan como respaldo de la protección principal de la línea 23kV TO TAP-OFF E42– CH MC3. El mínimo de operación de la protección de sobrecorriente de fase permite transferir alrededor de 3,07MVA, que corresponde a un 118% de la potencia nominal del generador de la CH MC3.

##### 3. Generadores Nº1, Relé P343.

El generador de la central MC3 Alto Bonito contará con los siguientes elementos de protección que son inherentemente selectivos a dichos equipos. Los ajustes propuestos han sido determinados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y basado en el estándar ANSI/IEEE C57.109-1985.

- Elemento de sobre y bajo voltaje de fase.
- Elemento de sobrevoltaje residual.
- Elemento de sobre y baja frecuencia.
- Elemento de sobrecorriente de fase.

## 7.2 ESQUEMA DE COORDINACIÓN PROPUESTO EN PROTECCIONES EXISTENTES.

### 7.2.1 SE ANTILLANCA.

#### 1. Interruptor 52H3.

- Elementos de Distancia de Fase y Residual: El presente estudio no considera realizar modificaciones a los elementos de distancia.
- Elemento de Sobrecorriente de fase y residual: El presente estudio no considera realizar modificaciones al elemento de sobrecorriente de fase y residual.

### 7.2.2 SE RÍO BONITO.

#### 1. Interruptor 52HT1.

- Elementos de Distancia de Fase y Residual (TransformadorN°1): El presente estudio no considera realizar modificaciones a los elementos de distancia.
- Elemento de Sobrecorriente de fase y residual: El presente estudio no considera realizar modificaciones al elemento de sobrecorriente de fase y residual.

#### 2. Interruptor 52ET1.

- Elemento de Sobrecorriente de fase y residual: El presente estudio considera modificar el ajuste Time Dial asociado al elemento de sobrecorriente residual de tiempo inverso, con el fin de generar espacio de coordinación para habilitar en forma coordinada a las protecciones asociadas a la CH MC3.

#### 3. Interruptor 52E2.

- Elementos de Distancia de Fase y Residual (TransformadorN°1): El presente estudio o considera realizar modificaciones a los elementos de distancia.
- Elemento de Sobrecorriente de fase: El presente estudio considera modificar los ajustes del elemento de sobrecorriente adireccionado de tiempo inverso, se ha considerado modificar los ajustes asociado al elemento de sobrecorriente de fase de tiempo inverso, con el fin de generar espacio de coordinación para habilitar en forma coordinada a las protecciones asociadas a la CH MC3.
- Elemento de Sobrecorriente y residual: El presente estudio considera modificar el ajuste Time Dial asociado al elemento de sobrecorriente residual de tiempo inverso, con el fin de generar espacio de coordinación para habilitar en forma coordinada a las protecciones asociadas a la CH MC3.

#### 4. Interruptor 52E3.

- Elementos de Distancia de Fase y Residual (TransformadorN°1): El presente estudio no considera realizar modificaciones a los elementos de distancia.
- Elemento de Sobrecorriente de fase y residual: El presente estudio no considera realizar modificaciones al elemento de sobrecorriente de fase y residual.

### **7.2.3 CH LAS NALCAS.**

#### **1. Interruptor 152.GN.**

- Elemento de Sobrecorriente de fase y residual: El presente estudio no considera realizar modificaciones al elemento de sobrecorriente de fase y residual.

### **7.2.4 CH CALLAO.**

#### **1. Interruptor 152.GC.**

- Elemento de Sobrecorriente de fase y residual: El presente estudio no considera realizar modificaciones al elemento de sobrecorriente de fase y residual.

### **7.2.5 CH MC1 (EX BONITO).**

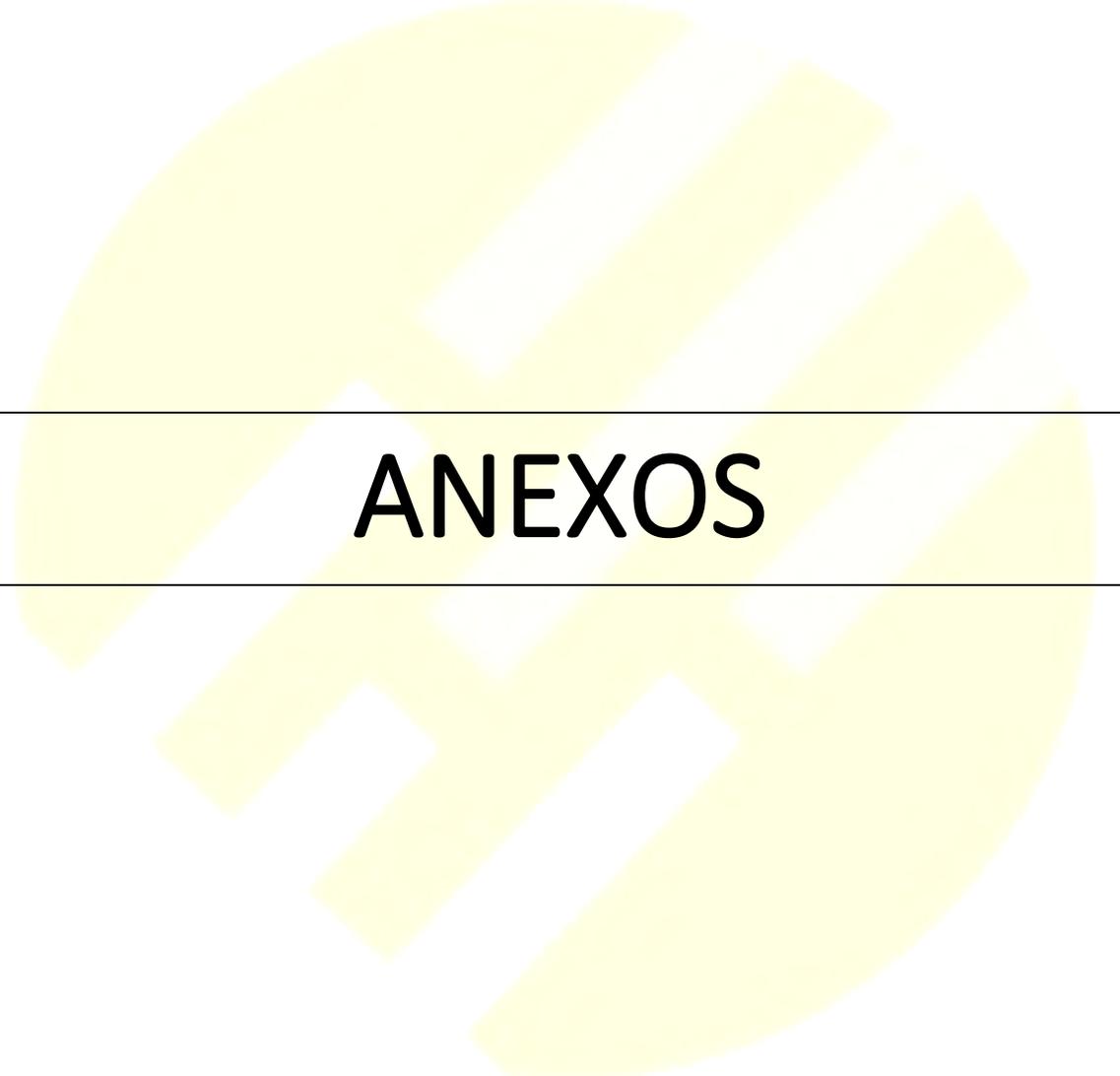
#### **1. Interruptor 52E2.**

- Elemento de Sobrecorriente de fase: El presente estudio no considera realizar modificaciones al elemento de sobrecorriente de fase.

### **7.2.6 CH MC2 (EX FEO).**

#### **1. Interruptor 52E2.**

- Elemento de Sobrecorriente de fase: El presente estudio no considera realizar modificaciones al elemento de sobrecorriente de fase.



---

# ANEXOS

---

## ANEXO I TABLAS DE COORDINACIÓN.

En la planilla Excel “ANXI-1815-ECP-00B” se analizan los tiempos de operación de las protecciones en los distintos elementos del subsistema en estudio.

A continuación, se describen las hojas del libro:

- **Tiempos de operación:** Esta hoja corresponde a una tabla dinámica, para resumir los resultados de los tiempos de operación de los relés analizados que han sido modelados en el presente estudio.

En las celdas superiores, se muestran filtros de “Caso de estudio” y de “Tipo de falla” que permitirán visualizar los datos en las celdas de la tabla dinámica.

En color rojo se resalta el mínimo entre todas las funciones de protección analizadas por paño, para las fallas realizadas en los distintos puntos del subsistema en estudio, los que son detallados en las filas de encabezado de la tabla.

Se recomienda no alterar los campos de la tabla dinámica, ya que esta se puede desconfigurar, quedando inentendible.

En cada filtro se debe seleccionar solo una opción para “Caso de Estudio” y una opción para “Tipo de falla”.

- **Coordinación:** Esta hoja permitirá seleccionar un filtro para la opción “Caso de Estudio” y otro para la opción “Tipo de falla” para visualizar resultados en la “tabla inferior”.

En la “tabla inferior” se muestra el mínimo tiempo de operación por paño de interruptor analizado en el estudio, para el “Caso de Estudio” y “Tipo de falla” seleccionada en las ubicaciones que se muestran en la primera fila del encabezado.

Para mejor visualizar los resultados en la tabla, se ha utilizado el código de colores que se detalla a continuación.

Regla (aplicada en el orden mostrado)	Formato
 Valor de celda $\leq 0$	AaBbCcYyZz
 Valor de celda $\leq 0,4$	AaBbCcYyZz
 Valor de celda $\leq 1$	AaBbCcYyZz
 Valor de celda $\leq 2$	AaBbCcYyZz