



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA ELECTROMECAÁNICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN  
ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA: “ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE TARJETAS ADV-  
IOEX SCHNEIDER PARA COMANDO REMOTO DE  
RECONNECTADOR TRIFÁSICO DE MEDIA TENSIÓN TIPO NULEC  
U27 SCHNEIDER EN LA SUBESTACIÓN CELSO CASTELLANO,  
UBICADO EN LAGO AGRIO DE LA EMPRESA CORPORACIÓN  
NACIONAL DE ELECTRICIDAD (CNEL EP) SUCUMBÍOS”**

**AUTOR:**

**PULLOQUINGA QUIMBITA DANNY XAVIER**

**DIRECTOR:**

**ING. CULQUI TIPÁN JAVIER FERNANDO, MGS**

**LATACUNGA-ECUADOR**

**2019**



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el Trabajo de titulación “ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE TARJETAS ADVC-IOEX SCHNEIDER PARA COMANDO REMOTO DE RECONECTADOR TRIFÁSICO DE MEDIA TENSIÓN TIPO NULEC U27 SCHNEIDER EN LA SUBESTACIÓN CELSO CASTELLANO, UBICADO EN LAGO AGRIO DE LA EMPRESA CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD (CNEL EP) SUCUMBÍOS” fue realizado en su totalidad por el Sr. **PULLOQUINGA QUIMBITA, DANNY XAVIER**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 14 de febrero del 2019

---

**SR. ING. JAVIER CULQUI, MGS**

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

# CERTIFICACIÓN EMPRESA

CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD



Oficio Nro. CNEC-SUC-TH-2019-0012-O

Lago Agrio, 28 de enero de 2019

**Asunto:** Informe de Elaboración de Proyecto de Tesis del Señor Danny Xavier Pulloquinga Quimbota según ME-CNEC-SUC-FIS-2019-0032-M del 25-01-2019.

Ing.  
Javier Fernando Cuzqui Tipan  
**MAESTRIA EN SEGURIDAD Y DEFENSA**  
En su Despacho

De mi consideración:

Me permito informar a usted que el Señor Danny Xavier Pulloquinga Quimbota con C.I. No. 050443046-3 se encuentra realizando el Proyecto de titulación denominado: "ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE TARJETAS ADVC-IOEX SCHNEIDER PARA COMANDO REMOTO DE RECONECTADOR TRIFÁSICO DE MEDIA TENSIÓN TIPO NULEC U27 SCHNEIDER, EN LA SUBESTACIÓN CELSO CASTELLANOS UBICADO EN LA CIUDAD DE LAGO AGRIO" en el área de Subestaciones. Sus actividades comenzó el 12 de abril del 2018 y finalización el día 24 de enero del 2019 cumpliendo con las exigencias requeridas; las mismas que las realizó bajo la supervisión del Ing. Daniel Narváez García y demás compañeros que conforman el área de subestaciones demostrando gran responsabilidad y entrega al momento de realizar sus tareas asignadas.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Abg. Augusto Eduardo Costa Costa  
**LÍDER DE TALENTO HUMANO - SUC**



Referencia:  
- CNEC-SUC-FIS-2019-0032-M

Anejos:  
- informe\_de\_elaboración\_de\_tesis.pdf

EN

Dirección: Av. 20 de Junio y Venezuela • Lago Agrio - Ecuador  
Teléfono: 06-383 0220  
www.cnelec.gov.ec



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, PULLOQUINGA QUIMBITA, DANNY XAVIER

Declaro que: el trabajo de grado denominado “ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE TARJETAS ADVC-IOEX SCHNEIDER PARA COMANDO REMOTO DE RECONECTADOR TRIFÁSICO DE MEDIA TENSIÓN TIPO NULEC U27 SCHNEIDER EN LA SUBESTACIÓN CELSO CASTELLANO, UBICADO EN LAGO AGRIO DE LA EMPRESA CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD (CNEL EP) SUCUMBÍOS” ha sido desarrollado en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría y en virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de trabajo de grado en mención.

Latacunga, 14 de febrero del 2019

---

PULLOQUINGA QUIMBITA, DANNY XAVIER  
CI 0504430463



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE TECNOLOGIA EN ELECTROMECHANICA**

**AUTORIZACION**

Yo, PULLOQUINGA QUIMBITA, DANNY XAVIER

Autorizo a la Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE, publicar el trabajo de titulación denominado **“ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE TARJETAS ADV-IOEX SCHNEIDER PARA COMANDO REMOTO DE RECONECTADOR TRIFÁSICO DE MEDIA TENSION TIPO NULEC U27 SCHNEIDER EN LA SUBESTACIÓN CELSO CASTELLANO, UBICADO EN LAGO AGRIO DE LA EMPRESA CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD (CNEL EP) SUCUMBÍOS”** en el repositorio institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de trabajo de grado en mención.

Latacunga, 14 de febrero del 2019

---

PULLOQUINGA QUIMBITA, DANNY XAVIER  
CI 0504430463

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de titulación está dedicado a:

Jehová quien ha sido mi fortaleza y motivación constante, para todas las cosas que he emprendido hasta hoy

A mis padres que con su apoyo y sacrificio diario han logrado que yo alcance una profesión.

DANNY

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la sabiduría, motivación y guía a lo largo de este proceso, que en aquellos momentos de debilidad fueron más necesarios.

Gracias a mis padres por confiar, y creer en mis expectativas por ser principales promotores para culminar esta etapa de mi vida.

Además, a los señores ingenieros del departamento de Subestaciones, de la empresa CNEL EP SUCUMBIOS por su ayuda incondicional en todas las actividades que se realizaron en el proyecto

DANNY

## INDICE GENERAL

<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	ii
<b>CERTIFICACIÓN EMPRESA</b> .....	iii
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</b> .....	iv
<b>AUTORIZACION</b> .....	v
<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vii
<b>INDICE GENERAL</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xvii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xviii
<b>RESUMEN</b> .....	xxii
<b>ABSTRACT</b> .....	xxiii
<b>CAPITULO I</b> .....	1
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	1
<b>TEMA:</b> .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos .....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos .....	5
1.5 Alcance.....	6
<b>CAPITULO II</b> .....	7
<b>MARCO TEORICO</b> .....	7



2.1 Subestación eléctrica.....	7
2.1.1 Definición.....	7
2.1.2 Objetivo principal de una subestación distribución .....	7
2.2 Sistemas de operación y automatización de subestaciones eléctricas.....	8
2.2.1Automatización y control.....	8
2.2.2 Funciones Locales .....	8
2.2.3 Funciones de Monitoreo y control .....	9
2.3 Principales agentes de interrupción por falla de una subestación eléctrica .....	9
2.3.1 Corto circuito .....	9
2.3.2 Sobrecargas .....	9
2.3.3 Pérdida de fase .....	9
2.3.4 Descargas atmosféricas .....	10
2.3.5 Averías locales .....	10
2.4 Fundamentos para operación de protecciones eléctricas de subestaciones.....	10
2.4.1 Criterios básicos de coordinación .....	10
2.4.2 Estudio de coordinación de protecciones.....	10
2.4.3 Características de un sistema de protección.....	10
2.5 Descripción y especificaciones técnicas de los equipos .....	11
2.5.1 Reconectador Nulec Serie U 27KV Schneider .....	11
2.5.1.1 Interruptor de potencia ACR Schneider.....	11
2.5.1.2 Partes de un interruptor ACR Nu-lec Serie U27 Schneider.....	12
2.5.1.3 Operación de mecanismo de apertura y cierre de ACR Schneider .....	14
2.5.1.4 Reconectores con controlador electrónico ADVC .....	14
2.5.1.5 Reconectador Alimentador (Feeder recloser) .....	15
2.5.2 Controlador Schneider ADVC 2 .....	15

2.5.2.1 Generalidades .....	15
2.5.2.2 Características técnicas del ADVC 2 Schneider .....	16
2.5.2.3 Módulos y elementos internos del ADVC 2 Schneider .....	17
2.5.2.4 Módulo de Protección y Control CAPE (Control and Protection Enclosure)..	17
2.5.2.5 Interfaz de usuario TOUCH PANEL de CAPE FLEX VUE .....	18
2.5.2.6 Puertos de comunicación .....	18
2.5.3 Tarjeta expansora de entradas y salidas ADVC-IOEX Schneider .....	19
2.5.3.1 Descripción .....	19
2.5.3.2 Conexiones eléctricas de entradas de la tarjeta ADVC-IOEX Schneider.....	21
2.5.3.3 Conexiones eléctricas de salidas de la tarjeta ADVC-IOEX Schneider .....	21
2.6 Software de Programación WSOS 5 .....	22
2.6.1 WSOS 5 (Windows Switchgear Operating System) .....	22
2.6.2 Modo ON LINE vs OFF line .....	23
2.6.3 Registro de eventos WSOS 5 .....	23
2.6.4 Configuración de entradas ADVC-IOEX .....	23
2.6.5 Ventana de configuración de salidas IOEX .....	24
2.6.6 Monitoreo de tarjeta ADVC-IOEX.....	25
2.7 Características de programación de controlador Schneider ADVC 2.....	26
2.7.1 Datos convencionales de configuración de mapas de programación ACR IOEX Map.iom .....	26
2.7.1.1 Maintenance required.....	26
2.7.1.2 Controller mode .....	26
2.7.1.3 Switchgear Tripped .....	26
2.7.1.4 Switchgear Closed.....	26
2.7.1.5 Trip Switchgear without Block. ....	27

2.7.1.6 Close Switchgear.....	27
2.7.1.7 Battery Supply Fail .....	27
2.7.1.8 SEF/SGF High Residual Voltage Alarm.....	27
2.7.1.9 SEF/SGF Overcurrent Trip .....	27
2.7.1.10 Under Frecuency trip.....	27
2.7.1.11 Over frecuency trip .....	27
2.7.1.2 Loss of Phase .....	28
2.7.1.13 Flag A.....	28
2.7.1.14 Flag B.....	28
2.8 Características de operación y funcionamiento de protecciones de reconector Schneider Nu-lec Serie U27 .....	28
2.8.1 Protección por sobre corriente .....	28
2.8.2 Protección de falla a tierra (Earth Fail) .....	28
2.8.3 Medidor de tensión capacitivo (CVT) .....	29
2.8.4 Protección por perdida de fase .....	29
2.8.5 Protección por sobre/baja frecuencia .....	30
2.9 Equipo de pruebas eléctricas de subestaciones TRAX-MEGGER .....	30
2.9.1 Fundamentos de operación.....	30
2.9.2 Menú y operación TRAX.....	30
2.9.3 Pines de conexiones de panel lateral Trax .....	31
2.9.4 Panel superior de comunicaciones y seguridad Trax .....	31
2.9.5 Ensayos de inyección primaria de reconectores.....	32
CAPITULO III.....	33
DESARROLLO DEL TEMA .....	33

SECCION 1: INTERPRETACIÓN Y ANALISIS DE CONDICIONES ACTUALES DE LOS ALIMENTADORES DE 13.8 KV DE LA SUBESTACION CELSO CASTELLANO DE CNEL EP SUCUMBIOS.....	33
3.1 Antecedentes .....	33
3.2 Situación actual del sistema eléctrico de la S/E Celso Castellano .....	33
3.2.1 Sistema de subtransmisión, distribución, generación. ....	33
3.2.4 Banco de baterías .....	35
3.2.5 Alimentadores primarios de distribución .....	36
3.2.6 Descripción de características de protección de re conectadores.....	38
3.2.7 Condiciones actuales de Re conectadores Schneider Serie U Tipo Nu-lec .....	40
3.2.8 Niveles de demanda energética registrada por re conectadores .....	41
3.2.9 Sistemas de protección de barras 13.8 KV.....	43
3.2.10 Re conectadores y transformador de potencia .....	44
3.2.11 Registro de interrupciones por falla, inspección y/o mantenimiento .....	44
3.2.12 Mantenimiento realizado en los re conectadores de alimentacion.....	48
3.2.13 Mantenimiento de re conectadores.....	49
3.2.14 Hipótesis.....	50
SECCION 2: PROGRAMACIÓN PARA CONTROL REMOTO; EN BASE A LA IMPLEMENTACION DE TARJETA ADVC-IOEX SCHNEIDER DE RECONECTADOR U27 TIPO NULEC. ....	51
3.3 Programación y configuración por software WSOS.....	51
3.3.1 Criterios de programación y diseño eléctrico para control remoto de re conectadores.....	51
3.3.2 Programación y configuración de tarjeta ADVC-IOEX para re conectadores de alimentación. ....	52
3.3.2.1 Descripción de lógica de programación para re conectadores U27. ....	52

3.3.2.2	Lógica de programación de datos de entrada de tarjeta ADV-IOEX.....	52
3.3.2.3	Lógica de programación de datos de salidas de tarjeta ADV-IOEX.....	52
3.3.2.4	Programación IOEX map.....	52
3.3.2.5	Asignación de datos de entrada INPUTS-IOEX.....	53
3.3.2.6	Descripción INPUT-IOEX 1.....	54
3.3.2.7	Descripción INPUT-IOEX 2.....	54
3.3.2.8	Asignación de datos de salida OUTPUTS-IOEX.....	55
3.3.2.9	Descripción de OUTPUT-IOEX 1.....	56
3.3.2.10	Descripción de OUTPUT-IOEX 2.....	56
3.3.2.11	Descripción de OUTPUT-IOEX 3.....	57
3.3.2.12	Descripción de OUTPUT-IOEX 4.....	58
3.3.2.13	Descripción de OUTPUT-IOEX 5.....	59
3.3.2.14	Descripción de OUTPUT-IOEX 6.....	59
<b>SECCION 3: DISEÑO ELECTROMECAÁNICO DE CIRCUITO DE CONTROL ELECTRICO Y TABLERO PARA RECONNECTADORES DE ALIMENTACION SCHNEIDER SERIE U27 TIPO NULEC.....</b>		
3.4	Diseño de circuito eléctrico para control remoto de alimentadores.....	60
3.4.1	Descripción general de circuito de control remoto.....	60
3.5	Esquema multifilar de control remoto de alimentadores en función a tarjeta ADV-IOEX.....	61
3.5.2	Circuito eléctrico de conexión de salidas físicas de tarjeta ADV-IOEX.....	61
3.5.3	Circuito eléctrico de prueba.....	63
3.5.4	Marquillas de cables.....	63
3.5.4.1	Descripción de bornes y marquillas tablero doble fondo.....	63
3.5.6	Protección y funcionamiento de circuito eléctrico de control remoto.....	64
3.6	Diseño mecánico de tablero eléctrico para control remoto de alimentadores.....	64

3.6.1 Requerimientos .....	64
3.6.2 Tablero de control .....	65
3.6.3 Puerta principal de tablero .....	66
3.6.4 Elementos de control y supervisión .....	66
3.6.5 Ensamble puerta principal.....	66
3.6.6 Tablero de Doble fondo de TCRA.....	67
3.6.7 Diseño final .....	67
3.6.7 Áreas de operación de TCRA .....	68
3.7 Resumen de planos y diagramas diseñados .....	71
3.8 TERMINOLOGÍA .....	72
SECCION 4: INSTALACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE COMANDO REMOTO DISEÑADO PARA LA S/E CELSO CASTELLANO.....	74
3.9 Procedimiento electromecánico para ensamble de tablero de control remoto de reconectores (TCRA) .....	74
3.9.1 Lista de Materiales .....	74
3.9.2 Montaje de Tablero .....	75
3.9.2.1 Estructura de soporte.....	76
3.9.2.2 Doble fondo.....	76
3.9.2.3 Tapa principal de tablero de control de reconectores.....	77
3.9.2.4 Acabado final .....	77
3.9.2.5 Acople de canaletas plásticas ranuradas tipo 60x40 y riel tipo Din.....	78
3.9.3 Montaje de circuito de control eléctrico.....	78
3.9.3.1 Bloque de Borneras .....	78
3.9.3.2 Estructurado de conexiones eléctricas de elementos de supervisión y borneras de control.....	79
3.9.3.3 Alisado/Peinado de cables.....	79

3.9.3.4 Señalización de tablero .....	80
3.9.3.5 Pruebas eléctricas de banco.....	80
3.10 Etapa final de construcción .....	81
3.10.1 Subestación Eléctrica Celso Castellano .....	81
3.10.2 Tablero de control TCRA .....	81
3.10.3 Estructurado de cables entre patio de maniobras y cuarto de control .....	82
3.10.3.1 Acople de tubería anillada.....	82
3.10.3.2 Cableado y conexión de tarjetas ADVC-IOEX y tablero TCRA.....	82
3.10.4 Implementación de tarjeta ADVC-IOEX.....	83
SECCION 6: CONFIGURACION DE CONTROLADOR ADVC EN FUNCION A IMLEMENTACION DE TARJETAS ADVC-IOEX.....	84
3.11 Funciones y configuraciones por Interfaz WSOS.....	84
3.11.1 Transferencia de mapa de programación IOEX mapping .....	86
3.12 Operaciones y configuraciones en bahía de 13.8 KV .....	89
3.12.1 Desconexión del SEP (Sistema Eléctrico de Potencia).....	89
3.12.2 Actualización de firmware de Reconnectores U27 Tipo Nu-Lec .....	89
3.12.3 Verificación.....	90
SECCIÓN 7: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y PUESTA EN SERVICIO DE LA UNIDAD REMOTA DE RECONNECTADORES NU-LEC DE ALIMENTACIÓN SCHNEIDER U27 .....	90
3.13 Pruebas controladas de maniobra.....	90
3.13.1 Energización y arranque de tablero de control TCRA.....	90
3.13.2 Prueba de Disparo .....	91
3.13.3 Prueba de Cierre.....	91
3.13.4 Pruebas controladas de señales de monitoreo .....	92
3.13.4.1 Disparo por falla SEF.....	92

3.13.4.2 Disparo falla baja frecuencia.....	93
3.13.4.3 Señal de falla de baterías.....	93
SECCION 8: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE COMANDO REMOTO....	93
3.14 Conjuntos de operación remota.....	93
3.15 Interpretación y análisis de indicadores de estado por falla.....	94
3.15.1 Disparo de Rct por Falla SEF .....	94
3.15.2 Disparo de Rct por falla de Baja Frecuencia.....	95
3.15.3 Encendido de piloto ROJO de funcionamiento de baterías .....	95
3.15.4 Maniobra cierre/disparo controlado de Reconectores de Alimentador Laguna 01, 02, 03, 04.....	96
3.15.5 Maniobra cierre/disparo bajo falla eléctrica de Reconectores de Alimentador Laguna 01, 02, 03, 04.....	97
3.16 Mantenimiento de tablero de control TCRA.....	97
3.16.1Mantenimiento preventivo .....	97
3.16.2 Termografía.....	98
3.16.3 Reajuste mecánico.....	99
3.16.4 Verificación de pilotos de estado .....	99
3.17 Limpieza y cuidado .....	100
3.18 Mantenimiento eléctrico.....	100
3.19 Mantenimiento electrónico.....	100
3.20 Mantenimiento lógico computacional.....	101
3.21 Análisis y seguimiento del sistema de control remoto implementado.....	101
3.21.1 Inspección del sistema en niveles normales de operación .....	101
CAPITULO IV .....	103
4.1 CONCLUSIONES .....	103
4.2 RECOMENDACIONES.....	103



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
ANEXOS .....	108

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones técnicas de Reconectador Nu-lec serie U.....	12
Tabla 2 Nombres de elementos de la figura 2.....	13
Tabla 3 Leyendas de ACR Schneider de la figura 3 .....	14
Tabla 4 Características técnicas del controlador ADVC 2.....	16
Tabla 5 Puertos de comunicación de modulo CAPE .....	18
Tabla 6 Especificaciones técnicas de la tarjeta ADVC-IOEX .....	20
Tabla 7 Alimentador laguna 01 .....	41
Tabla 8. Alimentador laguna 2.....	42
Tabla 9. Alimentador laguna 3.....	42
Tabla 10. Alimentador Laguna 4 .....	43
Tabla 11. Alimentador Laguna 1 .....	44
Tabla 12. Alimentador Laguna 2 .....	45
Tabla 13. Alimentador Laguna 3 .....	46
Tabla 14. Alimentador Laguna 4 .....	47
Tabla 15. Tabla de verdad de lógica de programación de INPUT-IOEX 1 .....	54
Tabla 16. Tabla de verdad de lógica de programación de INPUT-IOEX 2.....	55
Tabla 17 lógica de programación de OUTPUT-IOEX 2 .....	56
Tabla 18. Lógica de programación de OUTPUT-IOEX 2 .....	57
Tabla 19. Lógica de programación de OUTPUT-IOEX 3 .....	57
Tabla 20. Lógica de programación de OUTPUT-IOEX 4.....	58
Tabla 21. Lógica de programación de OUTPUT-IOEX 5 .....	59
Tabla 22. Lógica de programación de OUTPUT-IOEX 6.....	60
Tabla 23 Funciones de elementos de control eléctrico .....	69
Tabla 24: Términos y definiciones.....	72
Tabla 25 Lista de materiales .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 ACR Schneider Nu-lec serie U.....	11
Figura 2 ACR Schneider .....	13
Figura 3 Mecanismo de apertura y cierre de ACR.....	14
Figura 4 Localización de reconectores en SEP'S.....	15
Figura 5 Clasificación de tipos de reconectores.....	15
Figura 6 Controlador ADVC 2 Schneider.....	16
Figura 7 Módulos de controlador ADVC 2 Schneider .....	17
Figura 8 Modulo CAPE del ADVC 2 Schneider .....	17
Figura 9 Interfaz FLEX VUE.....	18
Figura 10 Puertos de comunicación de la CAPE .....	19
Figura 11 Tarjeta ADVC-IOEX Schneider.....	20
Figura 12 Diagrama entradas ADVC- IOEX .....	21
Figura 13 Diagrama de salidas ADVC- IOEX.....	22
Figura 14 Ventana principal WSOS 5.....	22
Figura 15 Ventana de registro de eventos en WSOS 5 .....	23
Figura 16 Configuración de entradas ADVC IOEX .....	24
Figura 17 Ventana de configuración de salidas IOEX.....	25
Figura 18 Ventana de monitoreo de tarjeta ADVC-IOEX.....	26
Figura 19 TC'S de protección de reconector.....	29
Figura 20 Ubicación de CVT'S y diagrama básico .....	29
Figura 21 Equipo eléctrico TRAX-MEGGER.....	30
Figura 22 Display principal Trax .....	31
Figura 23 Panel lateral Trax .....	31
Figura 24 Panel superior de Trax .....	32
Figura 25 Conexión Zig-zag .....	32
Figura 26 Trafo de potencial S/E Celso Castellano .....	34
Figura 27. Cubículo concentrador de datos .....	35
Figura 28. Cuadros de 13.8 KV de CELEC Ep .....	35

Figura 29. Ubicación de alimentadores.....	36
Figura 30. Medidor de barra principal de 13.8 KV.....	37
Figura 31 Medidores de alimentadores.....	37
Figura 32 Salida de 13. KV de la Subestación.....	38
Figura 33. Ventana principal de configuración WSOS.....	38
Figura 34. Curva inversa de disparo protección a tierra Laguna 1 .....	39
Figura 35. Curva inversa de disparo de protección a tierra Laguna 2.....	40
Figura 36. Curva inversa de disparo de protección a tierra Laguna 3.....	40
Figura 37. Curva inversa de disparo de protección a tierra Laguna 4.....	40
Figura 38. ADVC de alimentador Laguna 1 .....	41
Figura 39. Disyuntor de 13.8 KV.....	43
Figura 40 Ventana de creación de mapa IOEX.....	53
Figura 41. Venta IOEX Tool de INPUTS-IOEX .....	53
Figura 42. Ventana de programación de OUTPUTS-IOEX .....	55
Figura 43 Circuito de control unifilar de uso general .....	60
Figura 44 Tablero de controlador NOJA .....	65
Figura 45. Diseño de tablero de control .....	65
Figura 46 Tapa principal perforada.....	66
Figura 47 Ensamble de elementos de control .....	67
Figura 48 Doble fondo .....	67
Figura 49 Ensamble interno final.....	68
Figura 50 Ensamble final. ....	68
Figura 51 Conjunto de operación Alimentador Laguna 01 .....	70
Figura 52 Conjunto de operación Alimentador Laguna 02.....	70
Figura 53 Conjunto de operación Alimentador Laguna 03.....	70
Figura 54 Conjunto de operación Alimentador Laguna 04.....	71
Figura 55 Tablero reutilizado.....	75
Figura 56 Estructura de soporte .....	76
Figura 57 Doble fondo instalado.....	76
Figura 58 Perforación de tapa principal de tablero .....	77
Figura 59 Manufactura final de TCRA .....	77

Figura 60 Acople de canaletas y riel DIN.....	78
Figura 61 Bloques de borneras.....	78
Figura 62 Estructurado de cables en tablero .....	79
Figura 63 Alisado de cables de elementos de control.....	79
Figura 64 Leyendas de operación de TCRA.....	80
Figura 65 Pruebas eléctricas de banco .....	80
Figura 66 Subestación Eléctrica Celso Castellano.....	81
Figura 67 Ubicación de tablero TCRA .....	81
Figura 68 Acople de tubería a RCT de Alimentador Laguna 02 .....	82
Figura 69 Estructurado de cable de sistemas auxiliares.....	82
Figura 70 Tarjeta IOEX en RCT Laguna 01 .....	83
Figura 71 Tarjeta IOEX en RCT de Laguna 02 .....	83
Figura 72 Tarjeta IOEX en RCT Laguna 03.....	84
Figura 73 Tarjeta IOEX en RCT laguna 04 .....	84
Figura 74 Interfaz IOEX de Alimentador Laguna 01 .....	85
Figura 75 Interfaz IOEX de Alimentador Laguna 02 .....	85
Figura 76 Interfaz IOEX de Alimentador Laguna 03 .....	86
Figura 77 Interfaz IOEX de Alimentador Laguna 04 .....	86
Figura 78 Carga de programación IOEX Laguna 01 .....	87
Figura 79 Carga de programación IOEX Laguna 02 .....	87
Figura 80 Carga de programación IOEX Laguna 03 .....	88
Figura 81 Carga de programación IOEX Laguna 04 .....	88
Figura 82. Cierre de bypass por pértiga .....	89
Figura 83 Actualización de Firmware.....	89
Figura 84 Verificación del comando remoto del RCT Laguna 01 .....	90
Figura 85 Energización y arranque de tablero TCRA.....	91
Figura 86 Rct Alimentador Laguna 01.....	91
Figura 87 Rct Alimentador Laguna 02.....	92
Figura 88 Rct Alimentador Laguna 03.....	92
Figura 89 Rct Alimentador Laguna 04.....	92
Figura 90 Simulación de fallas con equipo TRAX-Megger .....	93

Figura 91 Conjuntos de operación remota .....	94
Figura 92 Pilotos de estado de falla de tablero TCRA.....	94
Figura 93 Pilotos de estado de falla de tablero TCRA.....	95
Figura 94 Falla de batería de controlador ADVK en TCRA.....	95
Figura 95 Operación remota de tablero TCRA .....	96
Figura 96 Estado de apertura de RCT en bahía 13.8KV.....	96
Figura 97 Estado de RCT en bahía 13.8KV Laguna 02.....	97
Figura 98 consideraciones de inspección visual para mantenimiento preventivo .....	98
Figura 99 Termografía de borneras de tableros de control .....	98
Figura 100 Test de luces por Software para controlador ADVK .....	99
Figura 101 Pruebas de inyección de corriente primaria.....	100
Figura 102 Borneras de tarjeta IOEX.....	101
Figura 103 Configuración de versión de programación Ioex.....	101
Figura 104 Inspección de estado de tablero TCRA .....	102
Figura 105 Verificación de estado de RCTS.....	102

## RESUMEN

En este proyecto de titulación denominado: “ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE TARJETAS ADV-IOEX SCHNEIDER PARA COMANDO REMOTO DE RECONECTADOR TRIFÁSICO DE MEDIA TENSION TIPO NULEC U27 SCHNEIDER EN LA SUBESTACIÓN CELSO CASTELLANO, UBICADO EN LAGO AGRIO DE LA EMPRESA CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD (CNEL EP) SUCUMBÍOS” se pretende usar tarjetas ADV-IOEX para programar y diseñar un comando de operación remota bajo procedimientos electromecánicos mediante un tablero de control, que mediante señales eléctricas se logra la restauración del sistema de distribución de cada circuito de alimentación de la S/E Celso Castellano a sus condiciones de servicio normal sin recurrir a la bahía de maniobras.

Teóricamente se analizan las condiciones el estado actual de cada reconectador, tal como; régimen de carga, régimen de falla, funciones de protección, comunicaciones, registro de eventos del equipo, sistema SCADA entre otras; que permiten realizar la lógica de programación de los equipos

Bajo datos de inspección visual se diseñó planos mecánicos y eléctricos tomando en cuenta las condiciones ambientales de la zona, adecuación de espacio y factibilidad de las instalaciones de la subestación que permiten la modificación y el mantenimiento del sistema implementado.

Finalmente se realizaron pruebas de maniobra con equipo eléctricos destinados para el efecto (TRAX MEGGER) a través de ensayos de inyección primaria para verificar las señales de salida que se requieren en el tablero TCRA S/E Celso Castellano (Tablero de Control Remoto de Alimentadores).

### **PALABRAS CLAVES:**

- ✓ **Automatización de subestaciones**
- ✓ **Reconectador NU-LEC U27**
- ✓ **Programación IOEX MAP**
- ✓ **Tablero de control**

## ABSTRACT

In this research project called: "ANALYSIS AND IMPLEMENTATION OF ADVC-IOEX SCHNEIDER CARDS FOR REMOTE COMMAND OF THREE-PHASE BREAKER TYPE NULEC U27 SCHNEIDER, IN THE SUBSTATION CELSO CASTELLANO, LOCATED IN LAGO AGRIO THAT BELONGS TO THE NATIONAL CORPORATION OF ELECTRICITY (CNEL EP) SUCUMBIOS" the intention of this research project is to use ADVC cards -IOEX to program and design a remote operation command under electromechanical procedures, through a control panel, which through electrical signals, the restoration of the distribution system of each power circuit of the Celso Castellano S / E is achieved to normal service conditions, without going to the operation bay.

Theoretically, the conditions are analyzed and the current state of each recloser, such as; load regime, failure regime, protection functions, communications, record of equipment events, SCADA system and others; that allow to do the logic programming of the equipment.

Under visual inspection data, mechanical and electrical plans were designed taking into account the environmental conditions of the area, adequacy of space and feasibility of the substation facilities that allow the modification and maintenance of the implemented system.

Finally, operation tests were made with electric equipment designed for this purpose (TRAX MEGGER) through primary injection tests to verify the output signals required on the TCRA S / E Celso Castellano board (Feeder Remote Control Board).

### KEYWORDS:

- ✓ **SUBSTATION AUTOMATION**
- ✓ **RECLOSER NU-LEC U27**
- ✓ **IOEX MAP PROGRAMMING**
- ✓ **CONTROL BOARD**

# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### TEMA:

Análisis e implementación de tarjetas ADVC-IOEX Schneider para comando remoto de reconectador trifásico de media tensión tipo Nu-lec U27 Schneider, en la subestación Celso Castellano ubicado Lago Agrio de la empresa Corporación Nacional de Electricidad (CNEL EP) Sucumbíos

### 1.1 Antecedentes

En la actualidad, el sistema eléctrico de potencia, ha sufrido grandes innovaciones debido a los cambios tecnológicos que se dan a nivel mundial; con el objeto de mejorar la calidad, confiabilidad, factibilidad y seguridad de los mismos, la empresa opta por integrarse a estos cambios y a su vez dar cumplimiento de la normativa impartida por la CENACE que establece la REGULACION No. CONELEC-005/08 PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL EN TIEMPO REAL DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO, en cuanto a su manejo control y monitoreo de la energía eléctrica. (CONELEC, 2014)

CNEL EP Sucumbíos, es la empresa responsable de distribuir energía eléctrica, lo que significa que es primordial dotar de equipos que permitan evitar daños o en el peor de los casos solventarlos sin depender de agentes o personal externos a la institución. El Departamento Técnico, en conjunto con el Área de Subestaciones luego de conocer las dificultades de los trabajos, y tras conversaciones con el personal operativo, determinó la compra de equipos y su posterior innovación a los mismos (Lara, 2017)

La red de distribución de energía eléctrica en la provincia de “Sucumbíos” se realiza, desde la subestación Celso Castellano operando a voltajes de 69KV para subtransmisión y 13.8 KV para repartimiento, dispuesta de alimentadores protegidos con reconectores de media tensión tipo NULEC U27 de la marca SCHNEIDER que conducen hacia los diferentes puntos de carga.



Los diferentes puntos de carga se encuentran en sectores urbanos y algunos muy alejados, lo cual hace que la gestión de suministro de energía eléctrica sea más exigente, esto debido a; la gran demanda de potencial energético (Kwh) y las fluctuaciones que tiene que soportar diariamente.

La Corporación Nacional de Electricidad, (CNEL EP) perteneciente a Sucumbíos, mejorará la confiabilidad en el suministro de energía eléctrica; ya que Ley de Régimen del Sector Eléctrico; Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación de Servicio de Energía Eléctrica, a partir de lo que se establecerán las recomendaciones orientadas a corregir y controlar las causas de contaminación o afectación ambiental, buscando un equilibrio razonable entre los condicionantes del servicio y los riesgos ambientales asociados al mismo. (Moralez, 2017)

## 1.2 Planteamiento del problema

La subestación Celso Castellano es diseñado con tecnología de antaño; al no contar con celdas de media tensión y debido a la alta incidencia de descargas atmosféricas (relámpagos), hace que las operaciones en bahía de 13.8 KV sean más peligrosas, que de por sí mismas ya lo son.

Cada alimentador que facilita el suministro de energía eléctrica es protegido por un reconector; al momento el equipo no se encuentra habilitado para restaurarse automáticamente ya que es maniobrado de forma local únicamente como interruptor, puesto que de imprevisto los sistemas de distribución sufren perturbaciones por factores alejados a la empresa; ya sean de origen ambiental (Ionización, caída de árboles, ramas que topan las líneas de subtransmisión y distribución, etc.), condiciones climáticas adversas (lluvia, humedad) etc. Debido a que las redes eléctricas están compuestas por red desnuda hace más hacedero el corte de energía eléctrica.

Por otro lado, el control por el sistema SCADA de cada alimentador se ve afectada, debido a fallas de telecomunicación o por pérdida de datos, por diversos factores; ya sean estas situaciones climatológicas, rotura de ramales de comunicación, daño interno en el sistema, mantenimiento o configuración de Racks de comunicación, los cuales aumenta los tiempos de reposición de fallas y expone al personal operativo a peligros potenciales

Para la empresa CNEL EP Sucumbíos significa pérdidas económicas en gran magnitud, aparte que la fiabilidad y calidad de la energía eléctrica suministrada a los diferentes alimentadores se ve afectada.

### **1.3 Justificación**

El proyecto de implementación de tarjetas es viable consiste en realizar la programación y configuración del reconectador con el fin de implementar la interfaz de tarjeta ADVC IOEX SCHNEIDER, para controlarlo desde el cuarto de control a través de un gabinete que constara de pulsadores y luces piloto que informaran al operador sobre la apertura del reconectador por falla o cierre de la misma, evitando así maniobras en mencionados equipos de forma local.

Esto permitiría estabilizar el sistema de distribución eléctrica de forma segura, confiable y eficaz hacia los diferentes puntos de carga que se encuentran alrededor de la ciudad de Lago Agrio.

Por medio de las mejoras que se implementa a cada alimentador que están operando al momento, se optimiza la protección eléctrica, se consigue mantener el servicio eléctrico continuo mejorando la vida útil de los equipos y la seguridad del personal técnico; consiguiendo respaldo de operación cuando el sistema SCADA llegase a fallar, o por diversos motivos este no se encuentra habilitado.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Implementar tarjetas ADVC-IOEX Schneider, configurando las funciones de un controlador de reconectador tipo NULEC U27 SCHNEIDER a fin de maniobrarlo en un tablero de comando remoto, mejorando la seguridad, confiabilidad y calidad del suministro eléctrico de la subestación Celso Castellano de la empresa CNEL EP Sucumbíos.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Programar el módulo de reconectador mediante el software WSOS (Windows Switchgear Operating System) para crear el puente de comunicación entre la tarjeta y el reconectador.
- Implementar la tarjeta ADVC-IOEX Schneider a través de conexiones de monitoreo, control, apertura y cierre, en el controlador general del reconectador a fin de lograr el comando remoto para mejorar el suministro continuo de energía eléctrica.
- Emplear un gabinete de comando remoto mediante luces piloto y Breaker para identificar la; apertura, cierre, disparo y bloqueo del reconectador Schneider tipo NULEC U27; para realizar maniobras de campo con mayor confiabilidad.
- Mejorar las condiciones de seguridad al momento de realizar las diferentes actividades de mantenimiento en la Subestación eléctrica Celso Castellano

## 1.5 Alcance

Las mejoras que se realizarán en la S/E Celso Castellano cubren 4 alimentadores de 13,8 KV, compuestos por 1 reconectador tipo Nu-Lec U27 SCHNEIDER con controlador tipo ADVC, en consecuencia, se implementará 1 tarjeta IOEX que trabaja a un régimen de 27 VDC de, a 1 A (amperio) de carga, con 8 entradas y 8 salidas con voltajes máximos de 150 VDC, y puerto RS232 de comunicación.

La configuración de la tarjeta ADVC-IOEX se realiza a través del software WSOS empleando 6 señales de salida que conectará a luces piloto, y 2 señales de entrada que permitirá conectar los pulsadores de apertura y cierre, cabe recalcar que se empleará un cable serial para puerto RS232 que permite la comunicación directa entre el controlador de reconectador y la tarjeta.

La tarjeta permitirá aumentar funciones de operación remota subiendo a modo de operación 1, ya que la tarjeta enviará señales a centro de control (SCADA) y se logrará la coordinación con el cuarto de control de la subestación, en mención a esto se aclara que; el modo de maniobra a 13.8 KV se conseguirá: operación local (Nivel 0), remoto 1 o nivel 1 (implementación del proyecto) y remoto 2 o nivel 2 (Nivel SCADA).

Por otra parte, la estructura del tablero de control no será diseñado; se modificará el modelo de un gabinete de reconectador que se encuentra en la bodega de la empresa; se realizará perforaciones para fijar los diferentes elementos de control y demás adecuaciones para fijar canaletas y borneras eléctricas. Para cada elemento; se emplearán leyendas que informarán sobre la acción que puede realizar cada pulsador, o la indicación que ejerce cada luz piloto al ser ésta encendida, aparte incorpora el circuito de control de cada reconectador con su nomenclatura, maquillado y alisado de cable correspondiente.

En constancia la empresa auspicia todos los elementos de programación y control para la ejecución del proyecto por presentar grandes beneficios en función a la seguridad de su personal operativo y la calidad del suministro eléctrico, por disminuir los tiempos de restablecimiento eléctrico.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1 Subestación eléctrica

##### 2.1.1 Definición

Es un conjunto de equipos eléctricos y electrónicos de un SEP (Sistema Eléctrico de Potencia) destinados para la transformación, distribución, y rectificación de la energía eléctrica con el objeto de facilitar el transporte y distribución de la misma; mediante la coordinación y calibración de elementos de maniobra, protección y monitoreo (CNEL EP, 2016).

##### 2.1.2 Objetivo principal de una subestación distribución

El objetivo principal de una subestación es reducir los rangos de voltaje establecidos a niveles operables para mantener el suministro eléctrico, con seguridad, confiabilidad y calidad.

##### 2.1.3 Componentes de una subestación de distribución

Una subestación está conformada por:

**Patio de maniobras:** También llamado bahía agrupa los siguientes elementos; transformado de potencia, disyuntores de potencia, TC'S (Transformadores de corriente), TP'S (Transformadores de potencial), seccionadores, etc.

**Cuarto de control:** Se encuentran alojados los cubículos de control, elementos de medida y protección, celdas de media tensión, celda de comunicaciones (Receptora de Datos), banco de baterías, etc.; estos se encuentran bajo techo, debido al empleo de sistemas auxiliares y la sensibilidad que poseen estos equipos (CNEL EP, 2016).

## **2.2 Sistemas de operación y automatización de subestaciones eléctricas**

### **2.2.1Automatización y control**

Los sistemas de automatización de subestaciones eléctricas permiten realizar el control, monitoreo de los equipos eléctricos bajo los siguientes niveles;

#### **A) Nivel 0: Nivel Equipo**

En este nivel la operación del equipo se lo hace de forma local con las botoneras disponibles propias del equipo.

#### **B) Nivel 1: Nivel de Posición (Bahía)**

Físicamente son ubicadas lo más cerca de los equipos primarios es decir son de operación mecánica que se encuentran dispuestas en pórticos de una subestación, en cambio al necesitarse aparata de maniobra eléctrica se suele utilizar gabinetes o cubículos de operación remota.

#### **C) Nivel 2: Nivel SCADA (Centro de operación)**

El control es realizado en modo de operación remota fijada por cada equipo mediante un SAS (Sistema de Automatización de Subestaciones ) que emplean IED'S (Dispositivos Electrónicos Inteligentes) dedicados al control, supervisión, automatización, comunicación, protección, y concentración de datos (Zapata, 2015).

### **2.2.2 Funciones Locales**

Consisten en equipos que agrupan funciones y datos provenientes de los disyuntores, transformadores de medición y demás equipos de conmutación que permiten supervisar los valores de potencia, voltaje, corriente y frecuencia de tal forma que las fallas eléctricas es corregida inmediatamente atraves de procedimientos que involucran la operación IN-SITU o el uso de herramientas como la pértiga (KLAUS-PETER, 2003).

### **2.2.3 Funciones de Monitoreo y control**

Las funciones de monitoreo permiten observar las condiciones actuales de la aparamenta de control, de protección y medida de la subestación que constantemente son tomadas por el centro de control, para la misma se emplea fibra óptica para sus sistemas de comunicación para acoplarse al software del computador central que junto a equipos de tele-protección, tele-alarmas y tele-monitoreo se logra la maniobra de los equipos a distancia (KLAUS-PETER, 2003).

## **2.3 Principales agentes de interrupción por falla de una subestación eléctrica**

### **2.3.1 Corto circuito**

Es una de las fallas más comunes que se presentan en los circuitos de distribución eléctrica estos pueden ser ; cuando la corriente eléctrica pasa de fase a neutro o a tierra para sistemas monofásicos y el contacto entre dos fases o igual al caso anterior para sistemas polifásicos (Fuentes, 1989), para lo cual influyen los siguientes factores:

- Fallo de aisladores
- Contacto accidental entre conductores por fuertes vientos.
- Rotura de apoyos

### **2.3.2 Sobrecargas**

Las afecciones de sobrecarga se reflejan en horarios de mayor demanda energética estos regularmente son en horas de la mañana y horas de la tarde; generalmente cuando dos subestaciones comparten carga.

### **2.3.3 Pérdida de fase**

Esta falla es una las principales agentes, provocado por la vegetación adyacente que se encuentra en las líneas de distribución y subtransmisión, consiste en la caída de una línea debido a la caída de árboles, falla de grapas y desbalance de carga (Fuentes, 1989).



### **2.3.4 Descargas atmosféricas**

Las descargas atmosféricas denominados relámpagos, poseen altos niveles de voltaje y corriente que al caer en las líneas de distribución y subtransmisión, no logran ser disipadas por las líneas de guardia, provocan el deterioro de las propiedades mecánicas y eléctricas de los conductores.

### **2.3.5 Averías locales**

Este problema se origina en las instalaciones interiores de una subestación, es provocada por la falta de mantenimiento mecánico, eléctrico y electrónico de los equipos como ejemplo se puede citar la presencia de puntos calientes producido por el desajuste de dispositivos de sujeción (Fuentes, 1989).

## **2.4 Fundamentos para operación de protecciones eléctricas de subestaciones**

### **2.4.1 Criterios básicos de coordinación**

Involucra la activación coherente interrumpiendo la alimentación de solo los dispositivos involucrados en la falla, manteniendo al funcionamiento del resto del sistema (Capella, 2000).

### **2.4.2 Estudio de coordinación de protecciones.**

Este tipo de estudio alberga, ajustes de los relés de protección, tipos de curva, corrientes de arranque, multiplicadores de tiempo, instantáneos, capacidades de interruptores, etc.

### **2.4.3 Características de un sistema de protección**

Un buen sistema de protecciones alberga las siguientes características que permiten obtener un SEP (Sistema Eléctrico de Potencia) optimo:

**Seguridad:** el equipo se encuentra aislado, es decir protege a los operarios de los riesgos existentes.

**Confiable:** asegura que los equipos sean operables en cualquier momento

**Rapidez:** detalla que los equipos actúan tan rápido como se presente una falla en el fin de evitar el daño de los elementos del sistema.

**Selectivo:** se refiere a que el equipo debe operar para las fallas a las cuales se ha designado

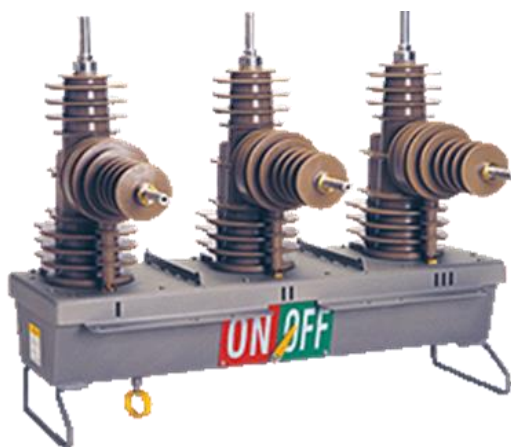
**Respaldo:** es un elemento secundario que actúa cuando el equipo principal no se ha accionado.

## 2.5 Descripción y especificaciones técnicas de los equipos

### 2.5.1 Reconectador Nulec Serie U 27KV Schneider

#### 2.5.1.1 Interruptor de potencia ACR Schneider

El reconectador Nu-lec serie U27 es un equipo de protección eléctrica, para detección de fallas y apertura de un circuito en un lapso de tiempo programado; técnicamente combina un ACR y un controlador ADVK. (NU-LEC Industries, 2005). El mismo se muestra en la figura 1.



**Figura 1 ACR Schneider Nu-lec serie U**

Fuente: (SCHNEIDER, 2002)

En la tabla 1 se presenta las características técnicas de reconectador Nu-lec Schneider Serie U27

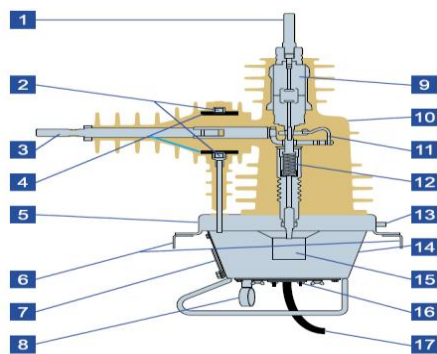
**Tabla 1****Especificaciones técnicas de Reconectador Nu-lec serie U**

<b>Especificaciones</b>	
<b>Tensión nominal</b>	27 KV
<b>Corriente nominal de falla</b>	12.5 KA
<b>Corriente nominal</b>	630 A
<b>Nivel de aislamiento</b>	125 KV
<b>Temperatura</b>	-30 °C a 50 °C
<b>Frecuencia</b>	50/60 Hz
<b>Poder de cierre sobre falla</b>	31.5 KA
<b>Tiempo nominal de cortocircuito</b>	3s
<b>Estructura</b>	Acero inoxidable Grado 316
<b>Tipo de apertura manual</b>	Bajo pértiga

Fuente: (SCHNEIDER, 2002)

### 2.5.1.2 Partes de un interruptor ACR Nu-lec Serie U27 Schneider

El interruptor ACR consta de bushings de resina epóxica, modo de extinción de arco al vacío, transformadores de tensión capacitivos CVT'S, transformador de corriente TC'S; mecanismo de apertura por pértiga y solenoide. (NULEC-Industries, 2002). En la figura 2 se muestra enumerada las partes de un ACR con sus nombres en la tabla 2.



**Figura 2 ACR Schneider**

Fuente: (NULEC-Industries, 2002)

**Tabla 2**

**Nombres de elementos de la figura 2**

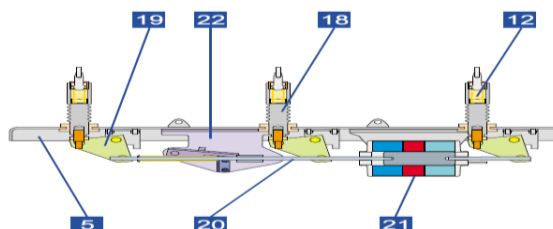
**Leyendas**

1. <b>Terminales primarios</b>	2. Transformadores de corriente
3. <b>Terminales secundarios</b>	4. Transformador de voltaje capacitivo
5. <b>Tapa de tanque</b>	6. Pararrayo
7. <b>Indicador de estado ACR</b>	8. Anillo de apertura manual
9. <b>Interruptor de vacío</b>	10. Bushing de resina epóxica
11. <b>Conductor flexible</b>	12. Contacto
13. <b>Punto de conexión a tierra</b>	14. Tanque de acero inoxidable.
15. <b>Actuador magnético</b>	16. Tarjeta CAPE
17. <b>Cable de control</b>	

Fuente: (NULEC-Industries, 2002)

### 2.5.1.3 Operación de mecanismo de apertura y cierre de ACR Schneider

Internamente los mecanismos de apertura y cierre del ACR se encuentran sujetos con la tapa de tanque (ver figura 3), su apertura y cierre es realizada mediante el empuje de una barra con la fuerza magnética de un solenoide que es activado a través de señales del controlador ADVC (NULEC-Industries, 2002); en la tabla 3 se presentan las partes del mecanismo interno de disparo y cierre.



**Figura 3 Mecanismo de apertura y cierre de ACR**

Fuente: (NULEC-Industries, 2002)

**Tabla 3**

**Leyendas de ACR Schneider de la figura 3**

#### Especificación

**5. Tapa de tanque**

**20. Barra de conducción**

**12. Contactos**

**21. Actuador magnético**

**Barra de empuje**

**22. Mecanismo de disparo manual**

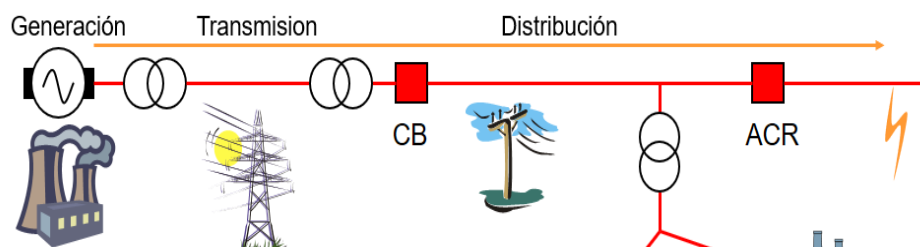
**Mecanismo de enlace**

Fuente: (NULEC-Industries, 2002)

### 2.5.1.4 Reconectores con controlador electrónico ADVC

El avance constante de la tecnología ha permitido que el uso de reconectores sea más seguro en la protección de equipos eléctricos del SEP (Sistema eléctrico de potencia) tanto en generación, transmisión (no muy común) y distribución de energía eléctrica

(SCHNEIDER ELECTRIC, 2009), su aplicación se ejemplifica en la figura 4 (los cuadros rojos de codificación ACR representan reconectadores)

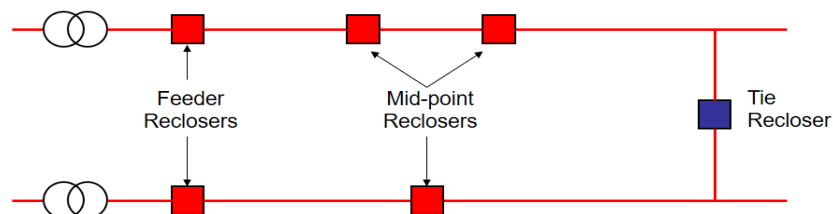


**Figura 4 Localización de reconectadores en SEP'S**

Fuente: (Perdomo, Distribution & Automtion Recloser Schneider, 2010)

### 2.5.1.5 Reconectador Alimentador (Feeder recloser)

El equipo se encuentra en el interior o lo más cercano a la subestación eléctrica como se muestra en la figura 5, (circuito eléctrico mono polar básico).



**Figura 5 Clasificación de tipos de reconectadores**

Fuente: (Perdomo, Distribution & Automtion Recloser Schneider, 2010)

## 2.5.2 Controlador Schneider ADVC 2

### 2.5.2.1 Generalidades

El controlador ADVC 2 Schneider de la figura 6 forma un conjunto de módulos que permite configurar, monitorear, controlar leer y mostrar información acerca del estado de operación del ACR através de diferentes módulos que en conjunto protegen un tramo de cable mediante un cable de control desmontable que lo conecta. (Perdomo, Solutions & Maintenance ADVC 2, 2010).



**Figura 6 Controlador ADVC 2 Schneider**

Fuente: (EMSA, 2010)

### 2.5.2.2 Características técnicas del ADVC 2 Schneider

En la tabla 4 se detalla las propiedades del ADVC 2 a tener en cuenta para su adecuada maniobra.

**Tabla 4**

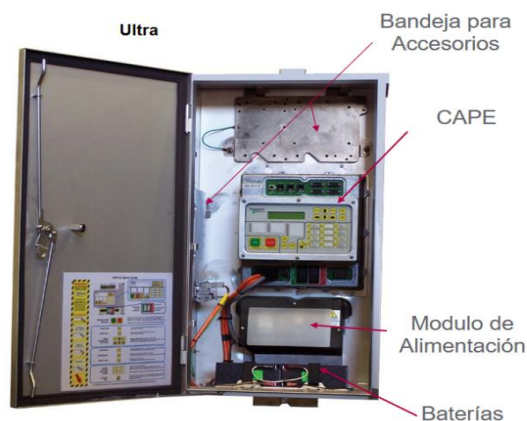
#### Características técnicas del controlador ADVC 2

Especificaciones	
<b>Peso de cubículo (kg)</b>	42
<b>Sellado de cubículo ADVC</b>	IP 44
<b>Sellado de la unidad electrónica</b>	IP 65
<b>Temperatura</b>	-40/50
<b>Voltaje AC de entrada</b>	115/230
<b>Voltaje DC auxiliar de entrada</b>	110
<b>Tipo de batería 2x12 V (Ah)</b>	7.2/12
<b>Puerto de comunicación</b>	USB

Fuente: (SCHNEIDER, 2002)

### 2.5.2.3 Módulos y elementos internos del ADVC 2 Schneider

El ADVC 2 Schneider de la figura 7 muestran la ubicación interna de todos los elementos que lo compone internamente.

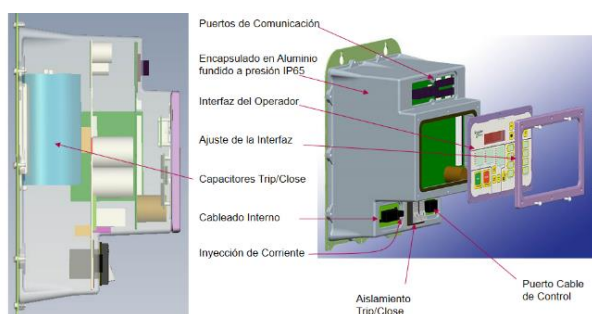


**Figura 7 Módulos de controlador ADVC 2 Schneider**

Fuente: (EMSA, 2010)

### 2.5.2.4 Módulo de Protección y Control CAPE (Control and Protection Enclosure)

La CAPE es el elemento más importante del conjunto de reconfigurador; incorpora toda la electrónica necesaria, para realizar las siguientes funciones: Protección, Comunicaciones, Control del interruptor de potencia, Interfaz del Operador. (SCHNEIDER ELECTRIC, 2010) A continuación, la figura 8 se señalan sus partes principales.



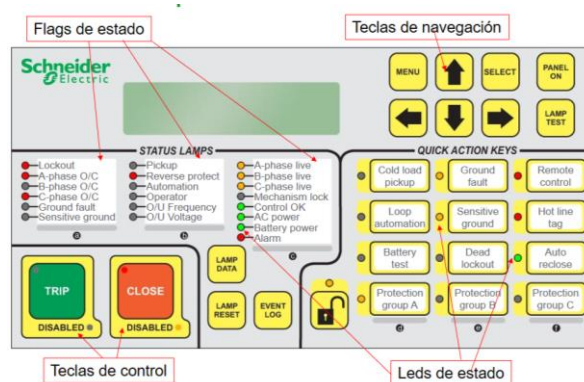
**Figura 8 Modulo CAPE del ADVC 2 Schneider**

Fuente: (SCHNEIDER ELECTRIC, 2009)



### 2.5.2.5 Interfaz de usuario TOUCH PANEL de CAPE FLEX VUE

La interfaz se compone de teclas de navegación y control que permite acceder a los diferentes menús que contiene el ADVC; a más de abrir y cerrar el ACR de forma local, sus Flags muestran el estado actual del equipo mediante leds de aviso (SCHNEIDER ELECTRIC, 2009). En la figura 9 se ilustra la interfaz descrita anteriormente.



**Figura 9 Interfaz FLEX VUE**

Fuente: (Perdomo, Solutions & Maintenance ADVC 2, 2010)

### 2.5.2.6 Puertos de comunicación

Los diferentes puertos de comunicación (Ver figura 10) que posee la CAPE permiten interconectar unidades extractoras de datos (SCADA), establecer monitoreo a través de un PC a través del software WSOS (Windows Switchgear Operation), conectar accesorios propios del equipo. En la tabla 5 se detallan los puertos a los que se tienen acceso (SCHNEIDER ELECTRIC, 2009).

**Tabla 5**

**Puertos de comunicación de módulo CAPE**

Etiqueta de los puertos	Tipos de puertos	Comentarios
RS232 Port A	RS-232	Apto para software de monitoreo y control WSOS
RS232 Port B		

<b>RS232 Port C</b>	RS-232	Apto para dispositivos de RS232
<b>RS232 Port D</b>		(Modems, tarjetas)
<b>10 Base T</b>	Ethernet	Usado para WSOS o protocolos TCP/IP
<b>USB</b>	USB	Apto para comunicación local con el WSOS.

Fuente: (SCHNEIDER ELECTRIC, 2008)



**Figura 10 Puertos de comunicación de la CAPE**

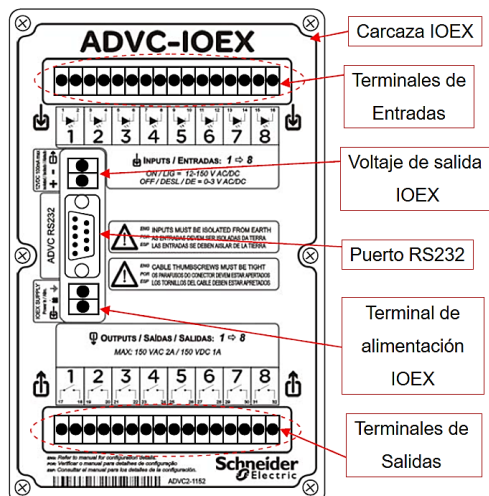
Fuente: (SCHNEIDER ELECTRIC, 2008)

### 2.5.3 Tarjeta expansora de entradas y salidas ADVC-IOEX Schneider

#### 2.5.3.1 Descripción

La IOEX (Input Output Expander Module) es un accesorio del controlador ADVC que permite asignar señales de control de dispositivos externos, alimentada con tensión propia para la IOEX desde la riel DIN. (SCHNEIDER ELECTRIC, 2010)

A continuación, en la figura 11 se muestra la ubicación física de los componentes de la tarjeta ADVC-IOEX



**Figura 11 Tarjeta ADVC-IOEX Schneider**

Fuente: (SCHNEIDER ELECTRIC, 2010)

En la tabla 6 Se detalla la información más básica de la tarjeta IOEX para su adecuado montaje y conexión eléctrica respectiva.

**Tabla 6**

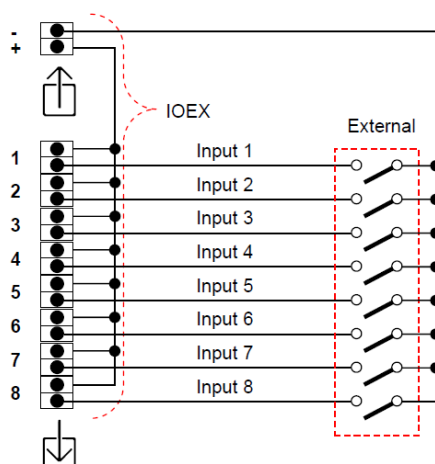
**Especificaciones técnicas de la tarjeta ADVC-IOEX**

Componente	Especificaciones
<b>Aislado de salidas de alimentación</b>	12- 15 VCC, 100mA MAX
<b>Entradas</b>	8 entradas ,12 a 150 VDC/VAC
<b>Salidas</b>	8 salidas, 1A Max, 12 a 150 VDC/VAC
<b>Interfaz de comunicación</b>	Puerto RS232
<b>Grado de protección</b>	IP 54

Fuente: (SCHNEIDER ELECTRIC, 2012)

### 2.5.3.2 Conexiones eléctricas de entradas de la tarjeta ADVC-IOEX Schneider

En la figura 12 se muestra el circuito de la IOEX de 8 entradas con una fuente de alimentación aislada siendo esta de 12 a 150 VDC con dispositivos de control (Pulsadores) que al cerrarse se vence la curva de disparo para activar la entrada respectivamente

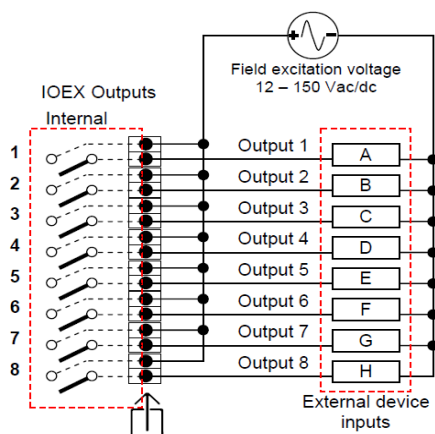


**Figura 12 Diagrama entradas ADVC- IOEX**

Fuente: (SCHNEIDER ELECTRIC, 2010)

### 2.5.3.3 Conexiones eléctricas de salidas de la tarjeta ADVC-IOEX Schneider

En la figura 13 se muestra el circuito de la IOEX de 8 salidas con voltaje libre de 12 a 150 VDC con dispositivos externos (luces piloto) que internamente consta de contactos NO (Normalmente abiertos) que de acuerdo a la programación de control propia de la IOEX cierran cada circuito



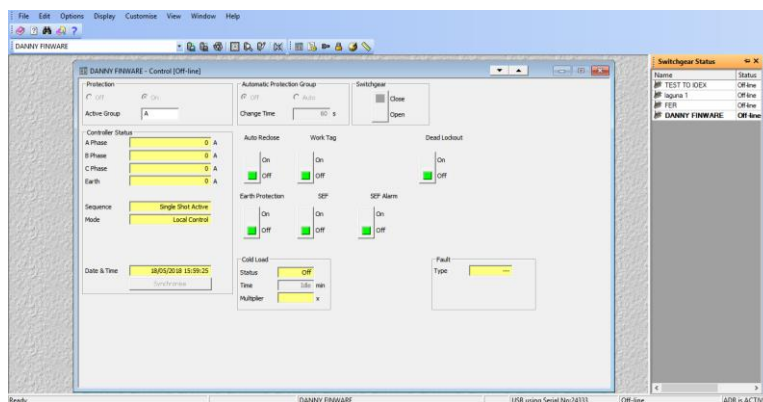
**Figura 13 Diagrama de salidas ADVC- IOEX**

Fuente: (SCHNEIDER ELECTRIC, 2010)

## 2.6 Software de Programación WSOS 5

### 2.6.1 WSOS 5 (Windows Switchgear Operating System)

El software WSOS 5 (WINDOWS SWITCHGEAR OPERATING SYSTEM) forma parte de la interfaz de configuración y optimización de funcionamiento de un controlador ADVC entre las operaciones más comunes están; configuración de comunicaciones, Configuración de mapas de programación, Actualización de Finware de ADVC, Control del interruptor de potencia, Creación y administración de varios equipos. En la figura 14 se muestra la ventana principal del software



**Figura 14 Ventana principal WSOS 5**

## 2.6.2 Modo ON LINE vs OFF line

El modo ON LINE del software permite monitorear el funcionamiento, la apertura o cierre del ACR (Interruptor de potencia), sobrescribir configuraciones de programación y comunicación, en tiempo real del conjunto de reconectador.

El modo OFF LINE permite configurar funciones que en modo ON LINE se deshabilitan por presentar peligro de ejecución. (SCHNEIDER ELECTRIC, 2009).

## 2.6.3 Registro de eventos WSOS 5

EL registro de eventos puede ser observado por día, por semana o por meses, tanto en el Touch Panel y el uso del software WSOS 5 (ver figura 15), el mismo almacena cada evento con fecha y hora

Day	Total kWh	Peak Time	Peak kW	Power Factor	
1	lunes 16/04/2018	0	16/04/2018 23:59:59	0	0,00
2	domingo 15/04/2018	0	15/04/2018 23:59:59	0	0,00
3	sábado 14/04/2018	0	14/04/2018 23:59:59	0	0,00
4	viernes 13/04/2018	0	13/04/2018 23:59:59	0	0,00
5	jueves 12/04/2018	0	12/04/2018 23:59:59	0	0,00
6	miércoles 11/04/2018	0	11/04/2018 23:59:59	0	0,00
7	martes 10/04/2018	0	10/04/2018 23:59:59	0	0,00
8	lunes 09/04/2018	0	09/04/2018 23:59:59	0	0,00
9	domingo 08/04/2018	0	08/04/2018 23:59:59	0	0,00
10	sábado 07/04/2018	0	07/04/2018 23:59:59	0	0,00
11	viernes 06/04/2018	0	06/04/2018 23:59:59	0	0,00

Figura 15 Ventana de registro de eventos en WSOS 5

## 2.6.4 Configuración de entradas ADV-IOEX

La ventana de configuración de entradas Ioex permite administrar las señales de entrada por programación, siguiendo una lógica booleana para determinar las condiciones del interruptor de potencia ACR, para el mismo cuenta con las siguientes opciones:

**Input:** Esta opción permite seleccionar el número de entradas de la tarjeta IOEX que se desee ocupar.

**Trigger:** Se utiliza para seleccionar si la señal de entrada llegara a la CAPE ya que las entradas están compuestas por semiconductores.

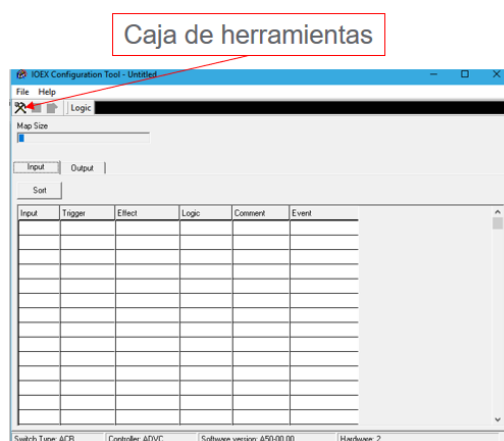
**Effect:** Esta columna se utiliza para determinar el efecto que producirá cuando las entradas estén activas.

**Logic:** Permite introducir la lógica condicional que permitirá que el efecto sea cumplido o no.

**Coment:** Se utiliza para escribir descripciones sobre el efecto

**Event:** Esta columna se emplea para registrar eventos de forma personalizada en la CAPE.

En la figura 16 se ilustra la ventana de configuraciones IOEX, y a su vez se señala el icono de caja de herramientas que contiene todas las funciones para realizar la programación de control (SCHNEIDER ELECTRIC, 2010).



**Figura 16 Configuración de entradas ADVC IOEX**

### 2.6.5 Ventana de configuración de salidas IOEX

La ventana de configuración de salidas IOEX permite organizar la activación de cada señal de salida según el estado del controlador ADVC e interruptor ACR. (SCHNEIDER ELECTRIC, 2012).

En la figura 17 se muestra la ventana de configuración de salidas de la tarjeta IOEX que presenta las siguientes funciones:

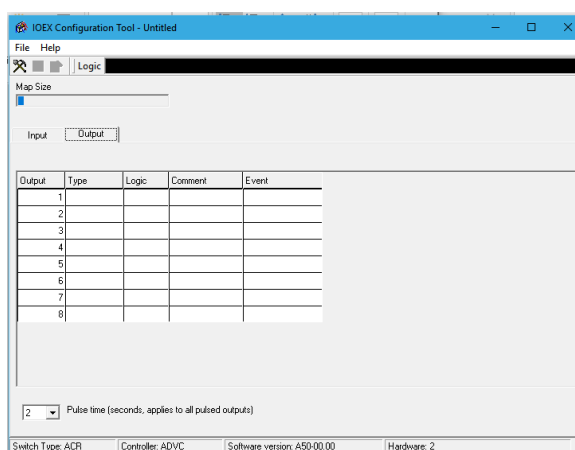
**Output:** Permite seleccionar el número de salidas de la tarjeta IOEX que se desee ocupar

**Type:** Se utiliza para definir si la salida se mantendrá pulsada hasta que las condiciones de programación lo permitan o que únicamente realice un solo pulso.

**Logic:** Esta columna permite determinar la lógica condicional para que la salida sea activada o desactivada respectivamente.

**Coment:** Se utiliza para escribir descripciones acerca de la activación de las salidas.

**Event:** la columna permite añadir una personalización de eventos acorde a la salida y lógica de programación.

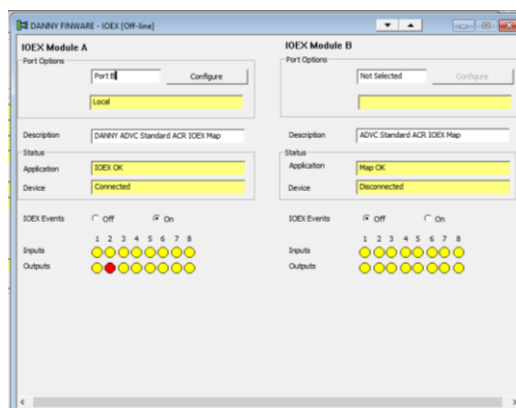


**Figura 17 Ventana de configuración de salidas IOEX**

### 2.6.6 Monitoreo de tarjeta ADVC-IOEX

El software WSOS presenta una ventana (Ver figura 18), que permite monitorear el estado en tiempo real de la tarjeta ADVC IOEX entre estas se encuentra: el estado del mapa de programación, el puerto de comunicación seleccionado, registro de entradas y salidas activas con el número de dispositivos conectados (SCHNEIDER ELECTRIC SAS, 2017).





**Figura 18 Ventana de monitoreo de tarjeta ADVC-IOEX**

## **2.7 Características de programación de controlador Schneider ADVC 2**

### **2.7.1 Datos convencionales de configuración de mapas de programación ACR IOEX Map.iom**

También denominadas caracterizas de operación de programación IOEX, representan datos de entrada o salida para operación de tarjeta IOEX.

#### **2.7.1.1 Maintenance required**

Esta función permite que el controlador detecte condiciones que requieren mantenimiento por falla en; la batería, falta de carga del condensador y baja presión de gas (SCHNEIDER ELECTRIC, 2010).

#### **2.7.1.2 Controller mode**

Permite identificar si el controlador esta en modo local o remoto

#### **2.7.1.3 Switchgear Tripped**

Indica que el interruptor de potencia ACR se encuentra abierto.

#### **2.7.1.4 Switchgear Closed.**

Indica que el interruptor de potencia ACR se encuentra cerrado.

### **2.7.1.5 Trip Switchgear without Block.**

La opción permite determinar que el ACR se ha abierto de forma local por el operador sin ningún tipo de falla eléctrica.

### **2.7.1.6 Close Switchgear**

Esta opción permite cerrar el ACR bajo programación.

### **2.7.1.7 Battery Supply Fail**

Esta función es activada cuando la batería del controlador ADVC tiene problemas como; apagado de la batería, sobre voltaje de batería, voltaje bajo de batería y suministro anormal de la batería.

### **2.7.1.8 SEF/SGF High Residual Voltage Alarm**

Esta protección se denomina sensitiva de falla a tierra y corresponde al voltaje residual de la relación de las tres fases; al presentarse inconvenientes por sobre voltaje o bajo voltaje la protección se activa y abre el ACR.

### **2.7.1.9 SEF/SGF Overcurrent Trip**

La protección se denomina sensitiva a tierra por sobre-corriente, la misma funciona en base a un cálculo vectorial entre las tres fases bajo un estado de carga normal, al presentarse corrientes que sobrepasen su configuración inmediatamente abre el ACR.

### **2.7.1.10 Under Frequency trip**

La protección se denomina disparo por baja frecuencia, cuando el ADVC detecta que la frecuencia se encuentra por debajo de los límites establecidos manda a abrir el ACR.

### **2.7.1.11 Over frequency trip**

La protección es denominada disparo por sobre frecuencia, cuando el ADVC detecta que la frecuencia se encuentra sobrepasando los límites establecidos manada a abrir el ACR.

### **2.7.1.2 Loss of Phase**

La protección es denominada pérdida de fase, esta función permite detectar cuando una de las tres fases ha perdido potencial e inmediatamente manda a abrir el ACR, generalmente ocasionado por rotura del cable, fallas en fase por aisladores flameados.

### **2.7.1.13 Flag A**

Este banderín de falla se ubica en el panel del ADVC y mediante programación se puede emplear para, determinar cuándo ha existido falla a tierra, falla de sensitiva a tierra, bloqueo del ACR y se ha perdido una fase.

### **2.7.1.14 Flag B**

Este banderín de falla se ubica en el panel del ADVC y mediante programación se puede emplear para, determinar cuando existe, falla inversa, sobre o bajo voltaje, sobre o baja frecuencia y disparo externo del ACR.

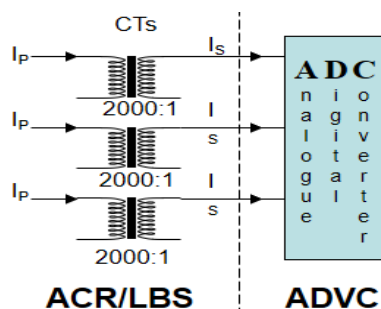
## **2.8 Características de operación y funcionamiento de protecciones de reconector Schneider Nu-lec Serie U27**

### **2.8.1 Protección por sobre corriente**

La protección emplea TC'S (Transformadores de corriente) por fase (Ver figura 27); que constantemente emite los suficientes datos al algoritmo del módulo CAPE para su interpretación y acción correspondiente (SCHNEIDER ELECTRIC, 2009).

### **2.8.2 Protección de falla a tierra (Earth Fail)**

La protección se realiza a través de la suma vectorial de las corrientes de las tres fases, por medio del controlador ADVC, que dicha suma sea igual a cero. En la figura 19 se ilustra teóricamente la posición primaria y secundaria de los TC'S y su envío de datos a través de un ADC (Convertidor digital análogo).



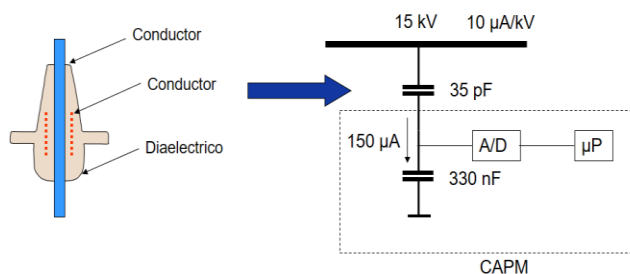
**Figura 19 TC'S de protección de reconector**

Fuente: (SCHNEIDER ELECTRIC, 2009)

### 2.8.3 Medidor de tensión capacitivo (CVT)

Para la medición de tensión el ACR emplea transformadores de tensión capacitivos (CVT'S) moldeados entre los bushings. Para el efecto los datos obtenidos (entre ellos en faradios) son enviados al módulo CAPE para su respectivo procesamiento y muestreo (MONIER, 2017).

A continuación, en la figura 20 se muestra la ubicación de los CVT'S y su diagrama básico de extracción de datos.



**Figura 20 Ubicación de CVT'S y diagrama básico**

Fuente: (KLAUS-PETER, 2003)

### 2.8.4 Protección por pérdida de fase

La protección emplea valores de tensión calculados por el CAPE entre los CVT'S y CT'S para determinar cuándo una o varias fases se encuentran rotas aguas arriba

### **2.8.5 Protección por sobre/baja frecuencia**

La protección utiliza las tensiones del lado de la fuente para determinar cuando la frecuencia del sistema ha variado.

## **2.9 Equipo de pruebas eléctricas de subestaciones TRAX-MEGGER**

### **2.9.1 Fundamentos de operación**

El equipo TRAX de Megger (Ver figura 21) es empleado para pruebas de campo en subestaciones tal como pruebas a transformadores, disyuntores de potencia, seccionadores, TC'S, TP'S, reconectores, etc. (Vergara, 2010). Entre los usos más comunes esta la prueba manual de subestaciones (Inyección de corriente y voltaje).



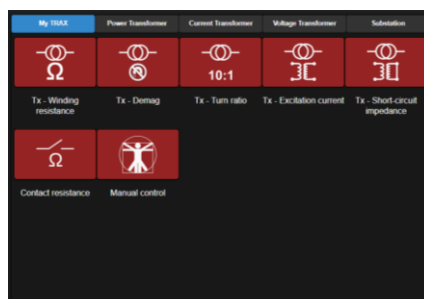
**Figura 21** Equipo eléctrico TRAX-MEGGER

Fuente: (Vergara, 2010)

### **2.9.2 Menú y operación TRAX**

Independientemente el equipo eléctrico TRAX presenta menús de operación profesional en la que el operador puede seleccionar las magnitudes de voltaje, corriente y frecuencia diferentes modos de operación como el modo manual de pruebas de subestaciones en las cuales se puede modificar las variables a conveniencia, en cambio cuando se requiere hacer pruebas de extra alto riesgo eléctrico, se realiza mediante un cable serial que permite maniobrar el equipo a distancia remota.

En la figura 22 se muestra el display principal del TRAX que se presenta en el equipo y el modo remoto por software



**Figura 22 Display principal Trax**

### 2.9.3 Pines de conexiones de panel lateral Trax

El Trax en su parte lateral consta de una serie de pines de salida (Ver figura 23) con diferentes niveles de voltaje y corriente bajo régimen continuo o alterno estos interiormente cuentan con un transformador conectado a diferentes conmutaciones que hacen la transformación de potencial posible (Vergara, 2010).



**Figura 23 Panel lateral Trax**

Fuente: (ON, 2018)

### 2.9.4 Panel superior de comunicaciones y seguridad Trax

El panel superior del Trax (Ver figura 24) presenta los puertos de conexión que permiten controlar el equipo a distancia cuando se realice pruebas con demasiado riesgo eléctrico, posee llave de interbloqueo que activan los transformadores internos para realizar las pruebas eléctricas; por otro lado, los indicadores se activan cuando existen condiciones

inseguras como desconexión de la puesta a tierra o cuando el circuito de pruebas se encuentra abierto.



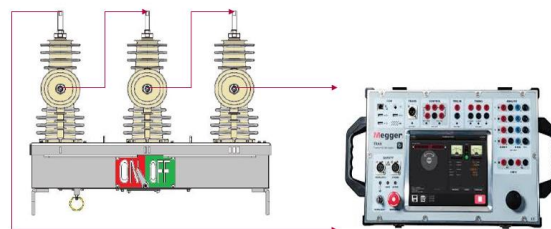
**Figura 24 Panel superior de Trax**

Fuente: (Vergara, 2010)

### 2.9.5 Ensayos de inyección primaria de reconectores

Los ensayos de inyección primaria permiten verificar la confiabilidad, seguridad, y selectividad cuando este opere en falla eléctrica, el objetivo principal de la prueba en interruptores ACR es determinar que los TC'S Y CVT'S del mismo se encuentren en adecuadas condiciones de operación ya que estos al sufrir daños se perjudica los tiempos de apertura (Disparo) del interruptor

Estas pruebas consisten en realizar una conexión en zigzag (Ver figura 25) entre los terminales primarios y secundarios que internamente se convierte en una conexión en estrella del ACR que al inyectar corriente se produce un desbalance en la terminal de salida a tierra (falla) que es calculado por el controlador ADVC determinando como falla cuando supera los acondicionamientos de curva. (ELECTROGENOS, 2012)



**Figura 25 Conexión Zig-zag**

## **CAPITULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **SECCION 1: INTERPRETACIÓN Y ANALISIS DE CONDICIONES ACTUALES DE LOS ALIMENTADORES DE 13.8 KV DE LA SUBESTACION CELSO CASTELLANO DE CNEL EP SUCUMBIOS**

##### **3.1 Antecedentes**

La empresa Corporación Nacional de Electricidad ha experimentado un importante crecimiento en la demanda eléctrica, esto ha obligado a la mencionada a empresa a disminuir los tiempos de corte del suministro eléctrico ya sea por mantenimiento o por falla en vista que la CENACE determina que el suministro debe realizarse seguro, continuo y confiable. Para lograr estos objetivos a decidido integrar nuevas tecnologías, modificaciones, y mejoras en los equipos de control.

El manejo de energía eléctrica conlleva ciertos riesgos, que la empresa ha comenzado a reducirlos paulatinamente, para ello el número de fallas y cortes del suministro eléctrico es de especial importancia para contrarrestarlos y dando como resultado la necesidad de hacer mejoras en los reconectores de alimentadores que se encuentran en la subestación Celso Castellano.

##### **3.2 Situación actual del sistema eléctrico de la S/E Celso Castellano**

###### **3.2.1 Sistema de subtransmisión, distribución, generación.**

La subestación eléctrica Celso Castellano de la empresa Corporación Nacional de Electricidad (Cnel Ep) Sucumbíos está alimentada por una red trifásica de subtransmisión a 69 KV que proviene de la barra de la S/E Lago Agrio (Ver anexo A), mencionado potencial eléctrico es reducido por un transformador de potencia (Ver figura 26), hasta 13.8 KV que posteriormente es transmitido a los diferentes puntos de carga a través de 4 reconectores de alimentación (Feeder Recloser) Schneider de la serie U tipo Nu-lec.



Por otro lado, la barra que forman las subestaciones Celso Castellano y la subestación Lago Agrio (Ver anexo A), permiten cubrir la demanda energética de 15 MW en la ciudad de Lago Agrio, la Subestación Celso toma 6 MW de carga de la subestación

Como respaldo junto a la subestación se encuentra la central de generación térmica Celso Castellano (Propiedad de Termo-Pichincha - CELEC EP), que entra en funcionamiento al presentarse fallas eléctricas que inhabilitan completamente la subestación eléctrica, la central aporta un voltaje de 13.8 KV que es distribuido a través de los alimentadores de la subestación.



**Figura 26 Trafo de potencial S/E Celso Castellano**

### **3.2.2 Modos de operación general de aparamenta de maniobra**

La maniobra de aparamenta eléctrica a 69 KV es realizado a través de un cubículo de control en modo remoto 1 ubicado en el cuarto de control de la subestación y remoto 2 mediante el sistema SCADA (Solo monitoreo). Por otro lado, la maniobra de aparamenta a 13.8 KV es realizado de forma local (Directamente en el equipo) y sistema SCADA

El sistema SCADA emplea un cubículo de comunicaciones RACK, con unidades que transforman, almacenan y envían datos (Ver figura 27) a un computador central, para monitorear y coordinar operaciones entre subestaciones y líneas de distribución.

Por ello las labores de mantenimiento o similares se realizan en coordinación con centro de control para que registre las maniobras realizadas y advierta al personal que trabaja a lo largo del sistema de distribución.



**Figura 27. Cubículo concentrador de datos**

### **3.2.3 Alimentación auxiliar de 13.8 KV**

Por diversos motivos si se perdiese la alimentación de 69 KV, junto a la subestación la planta de generación que pertenece a CELEC EP (Comisión eléctrica ecuatoriana); entra en funcionamiento para alimentar la barra de 13.8 KV, y este al atravesar el transformador; sí el disyuntor de 69 KV se encuentra cerrado puede alimentar la barra que comparten la subestación Celso y la subestación Lago para así restaurar el suministro energético.

A continuación, en la figura 28 se muestra la aparamenta necesaria que permite realizar la sincronización de la barra de 13.8 KV del generador con la subestación eléctrica Celso.



**Figura 28. Cuadros de 13.8 KV de CELEC Ep**

### **3.2.4 Banco de baterías**

La subestación emplea un banco de baterías para crear una fuente de 120 VDC con el fin de alimentar todos los elementos electrónicos y sistemas auxiliares de la subestación como

cubículos de control, medidores, motores y accesorios de protección; manteniendo su operación pese a perder la alimentación en VAC.

### 3.2.5 Alimentadores primarios de distribución

La subestación Celso Castellano cuenta con cuatro alimentadores llamados:

- Alimentador Laguna 1
- Alimentador Laguna 2
- Alimentador Laguna 3
- Alimentador Laguna 4

A continuación, en la figura 29 se muestra la ubicación de cada alimentador en la Subestación Eléctrica Celso Castellano citado anteriormente.



**Figura 29. Ubicación de alimentadores**

Estos alimentadores cuentan con equipos de medida (Ver figura 30) que permiten monitorear el estado actual de la barra de 13.8 KV, como aparata de protección emplea reconectores Schneider Nu-lec serie U, un disyuntor de media tensión y seccionadores bypass incorporados en la bahía de 13.8 KV.

La red trifásica sale por zanjas subterráneas hacia las unidades aéreas de distribución primaria que se dirigen hacia los diferentes usuarios.



**Figura 30. Medidor de barra principal de 13.8 KV**

Los circuitos de cada alimentador trabajan a un voltaje trifásico nominal de 13.8 KV y monofásico a 7.96 KV a través de uno, dos o tres conductores de fase, juntamente de un conductor negativo sólidamente puesto a tierra que parte de la subestación de distribución.

A continuación, en la figura 31 se presenta los medidores de cada circuito de alimentador primario de distribución que permite monitorear el estado en tiempo real de cada uno, tanto monofásico, como trifásico respectivamente.



**Figura 31 Medidores de alimentadores**

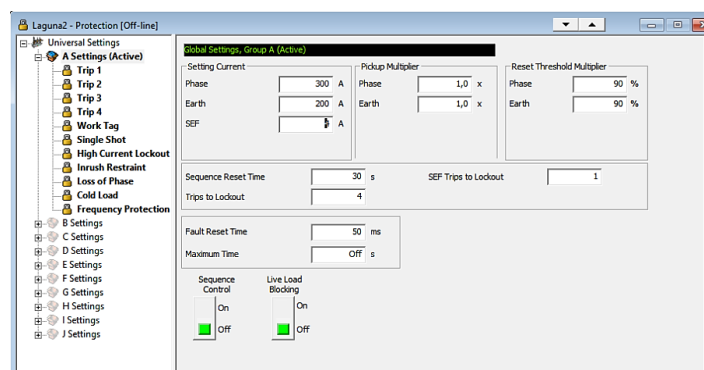
Las configuraciones de los circuitos primarios son: de tipo aérea trifásica y monofásica, estas se encuentran en zona rural, entre estas se hallan; EST-3SCA (Estructura Red trifásica semicentrada centrada pasante), EST-3CP (Estructura Red trifásica centrada pasante), EST-3VP (Estructura Red trifásica en volado pasante) y red soterrada que se emplea en la zona urbana. El uso de la estructura viene dado desde la salida de la subestación eléctrica como se muestra en la figura 32.



**Figura 32 Salida de 13. KV de la Subestación**

### 3.2.6 Descripción de características de protección de reconectadores.

La característica de protección de cada equipo se establece a través del software WSOS Y fue establecida de acuerdo a un estudio de carga que fue realizado hace 1 años por cada alimentador. En la figura 33 se ilustra la ventana principal de configuración para entrada de los datos más comunes para controlar la apertura o cierre del reconectador ACR.



**Figura 33. Ventana principal de configuración WSOS**

Acorde a la figura 8 los valores de tiempo de apertura se representan a través de curvas de tiempo inverso, que permiten la calibración de las características de protección siguientes:

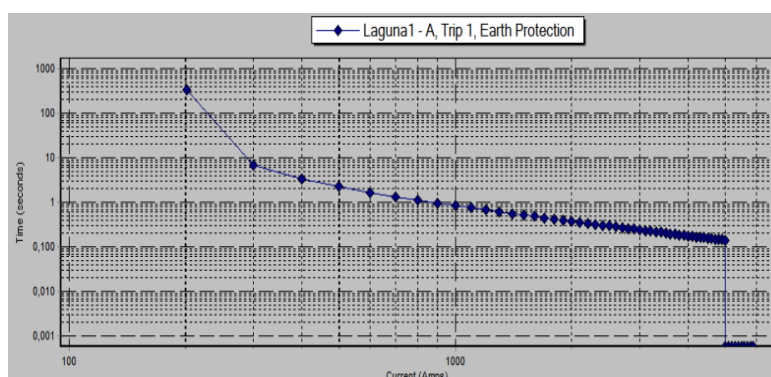
- Protección por sobre corriente
- Protección por cable roto
- Protección de falla a tierra (Earth Fail)
- Protección de falla sensitiva a tierra (SEF)
- Protección de perdida de fase
- Protección por sobre/baja frecuencia

En las siguientes figuras 9,10, 11, 12 se muestra las curvas de disparo general de cada alimentador, dividida en varios puntos de disparo, que se derivan a cada característica de protección por cada circuito de distribución.

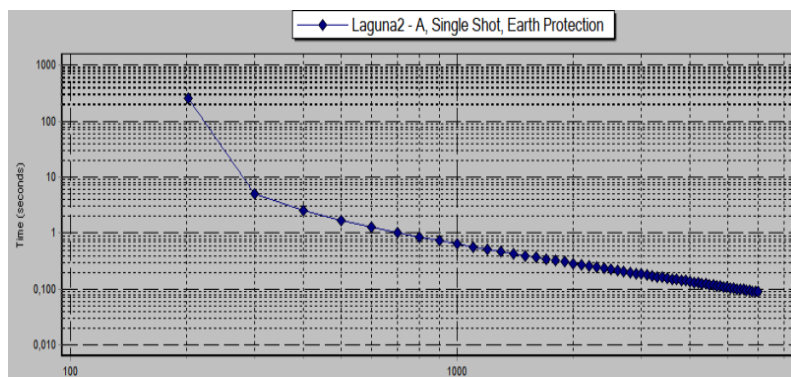
Las curvas de características se encuentran en función al tiempo versus corriente, acorde al estudio que realizó la empresa, estas se interpretan como:

- Cada punto azul representa un pickup (activación de protección) del reconector de alimentación, es decir el módulo CAPE en coordinación a los CT'S Y CVT'S realizarán la activación de las protecciones que mandan a abrir el interruptor ACR.
- Al aumentar la carga o corriente de cada alimentador el tiempo de pickup (activación de protección) del interruptor es menor es decir su apertura será más rápida. Para determinar el tipo de falla que ocurrió se revisa el registro de eventos.
- Por otro lado, si la falla persiste por mayor tiempo generalmente por conductores rotos o caída de vegetación en las líneas los multiplicadores de corriente y tiempo del módulo CAPE coordinan la apertura del interruptor.

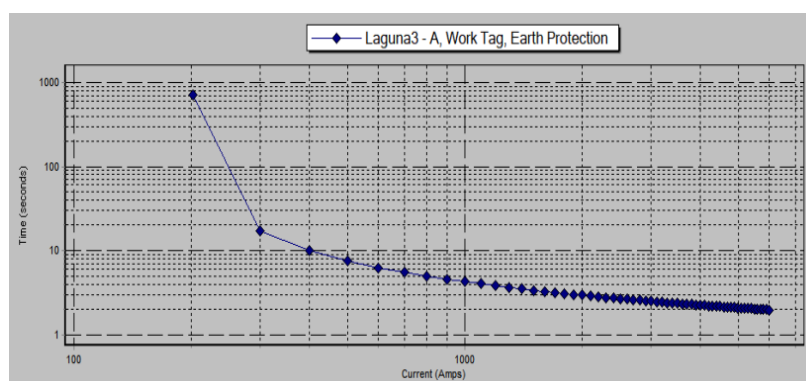
Por otro lado, cuando las fallas sobrepasan todas las variables de las curvas (Ver figuras 34, 35, 36, 37) generalmente por descargas atmosféricas el interruptor se bloquea por completo, es decir se mantiene abierto hasta que el sistema SCADA provea conveniente su cierre.



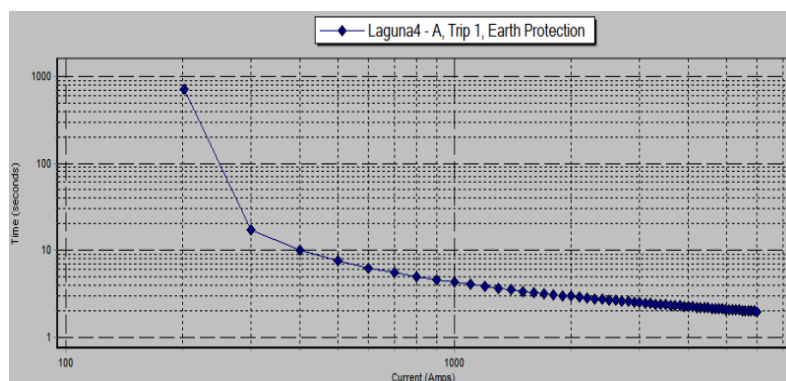
**Figura 34. Curva inversa de disparo protección a tierra Laguna 1**



**Figura 35. Curva inversa de disparo de protección a tierra Laguna 2**



**Figura 36. Curva inversa de disparo de protección a tierra Laguna 3**



**Figura 37. Curva inversa de disparo de protección a tierra Laguna 4**

### 3.2.7 Condiciones actuales de Reconectores Schneider Serie U Tipo Nu-lec

Actualmente los reconectores incorporan controladores ADVC Schneider tipo 2 (Ver figura 38) con; funciones de operación remota desactivas (Operación solo local), configuraciones desactualizadas, equipos de comunicaciones incorporados (Smart grid) a



pesar del envío de datos al sistema SCADA se hace necesario la inspección rutinaria de los equipos como el estado de baterías que alimentan el módulo CAPM, y el estado de la alimentación del sistema auxiliar del controlador.



**Figura 38. ADVC de alimentador Laguna 1**

### 3.2.8 Niveles de demanda energética registrada por reconectores

A continuación, en las siguientes tablas (7,8,9,10,11) se observa; la tasa de consumo mensual en KWh, el factor de potencia, y el consumo diario máximo que ocurrió en cada alimentador que bajo análisis es necesario saber que al cortarse el suministro eléctrico existe un alto porcentaje de afectados.

**Tabla 7**

**Alimentador laguna 01**

Datos emitidos por software WSOS			
Mes	Mensual KWh	Pico Max KWh	Factor de potencia
<b>Enero 2018</b>	909306	936	0.95
<b>Febrero 2018</b>	893994	1947	0.95
<b>Marzo 2018</b>	927111	2262	0.96
<b>Abril 2018</b>	863899	1005	0.95



<b>Mayo 2018</b>	727639	1690	0.96
------------------	--------	------	------

**Tabla 8****Alimentador laguna 2**

Datos emitidos por software WSOS			
Mes	Mensual KWh	Pico Max KWh	Factor de potencia
<b>Enero 2018</b>	889306	1844	0.95
<b>Febrero 2018</b>	893994	1947	0.95
<b>Marzo 2018</b>	927651	1969	0.96
<b>Abril 2018</b>	849309	1880	0.96
<b>Mayo 2018</b>	753639	1690	0.96

**Tabla 9****Alimentador laguna 3**

Datos emitidos por software WSOS			
Mes	Mensual KWh	Pico Max KWh	Factor de potencia
<b>Enero 2018</b>	834306	999	0.95
<b>Febrero 2018</b>	843594	1449	0.95
<b>Marzo 2018</b>	927431	1019	0.96
<b>Abril 2018</b>	763899	1780	0.97
<b>Mayo 2018</b>	742639	1540	0.96

**Tabla 10****Alimentador Laguna 4**

Datos emitidos por software WSOS			
Mes	Mensual KWh	Pico Max KWh	Factor de potencia
<b>Enero 2018</b>	809306	935	0.94
<b>Febrero 2018</b>	993994	5930	0.95
<b>Marzo 2018</b>	797121	1969	0.96
<b>Abril 2018</b>	753989	1006	0.95
<b>Mayo 2018</b>	943639	1449	0.97

**3.2.9 Sistemas de protección de barras 13.8 KV**

Entre las barras y la salida de 13.8 KV del transformador se encuentra un disyuntor (Ver figura 39) funcionando como protección de cabecera.

Las barras cuentan con TC'S y TP'S Que en coordinación a un relé se produce el disparo del disyuntor de 13.8KV, estos elementos son encargados de aislar las corrientes de falla antes que pasen al transformador de potencia

**Figura 39. Disyuntor de 13.8 KV**

### 3.2.10 Reconectores y transformador de potencia

Los reconectores de alimentación distribuyen el potencial energético separando circuitos que parten de una misma barra que es alimentada por un mismo transformador

Cuando existe una falla eléctrica los reconectores se abren aislando la falla, antes que el interruptor de barra (Protección de cabecera) se dispare e inhabilite los demás alimentadores.

### 3.2.11 Registro de interrupciones por falla, inspección y/o mantenimiento

El registro de fallas y maniobras de operador son almacenadas en la memoria del módulo CAPE, cuyos datos pueden ser descargados a través del software WSOS, o por medio de una conexión ethernet, que a través de la dirección IP se tiene acceso a la información

A continuación, en las tablas 11, 12, 13, 13 y 14 se presenta el registro de eventos de cada alimentador, en cada una de las tablas; se ha elegido las fechas en que los alimentadores sufren más daños, eventos en que se realizan mantenimiento correctivo, inspecciones de los operadores, maniobras de campo, y activación de protecciones más relevantes.

**Tabla 11**

#### **Alimentador Laguna 1**

<b>Fecha/ Hora</b>	<b>Fuente/Módulo</b>	<b>Evento</b>
<b>14/12/2017 18:09:01.377</b>	OCP	Operator control panel door closed
<b>10/12/2017 11:05:56.877</b>	OCP	Battery Low
<b>10/12/2017 11:05:56.880</b>	OCP	Maintenance Required
<b>09/12/2017 17:09:14.864</b>	OCP	Operator control panel door closed
<b>09/12/2017 17:09:10.865</b>	OCP	Operator control panel door opened
<b>03/12/2017 21:43:10.038</b>	OCP	Operator control panel door opened
<b>23/11/2017 16:01:09.148</b>	OCP	Local Control On

23/11/2017 15:58:07.438	OCP	Remote Control On
23/11/2017 13:34:10.109	OCP	Panel Trip Request
23/11/2017 13:25:31.082	OCP	Remote Control On
23/11/2017 13:25:22.969	OCP	Panel Close Request
23/11/2017 13:22:50.972	OCP	Panel Trip Request
23/11/2017 13:22:34.458	OCP	Wrong Mode
23/11/2017 13:22:32.586	OCP	Operation Denied
23/11/2017 13:13:06.562	OCP	Local Control On
23/11/2017 13:10:18.251	OCP	Remote Control On
23/11/2017 13:07:00.640	OCP	Operator control panel door opened
14/11/2017 12:16:48.935	OCP	Operator control panel door opened

**Tabla 12**

**Alimentador Laguna 2**

Fecha/ Hora	Fuente/Módulo	Evento
22/12/2017 10:46:11.945	OCP	Protection Group (A) Under Frequency Trip at 58.4 Hz
19/12/2017 8:10:55.708	OCP	Under Frequency Trip On
14/12/2017 18:09:01.377	OCP	Operator control panel door closed
10/12/2017 11:05:56.877	OCP	Battery Low
10/12/2017 11:05:56.880	OCP	Maintenance Required

<b>09/12/2017 17:09:14.864</b>	OCP	Operator control panel door closed
<b>09/12/2017 17:09:10.865</b>	OCP	Operator control panel door opened
<b>03/12/2017 21:43:10.038</b>	OCP	Operator control panel door opened
<b>23/11/2017 16:01:09.148</b>	OCP	Local Control On
<b>23/10/2017 15:58:29.992</b>	PTCL	DNP3 Protocol Trip Request
<b>23/09/2017 15:58:07.438</b>	OCP	Remote Control On
<b>13/09/2017 13:34:10.109</b>	OCP	Panel Trip Request
<b>05/08/2017 13:22:34.458</b>	OCP	Wrong Mode
<b>14/08/2017 12:16:48.935</b>	OCP	Operator control panel door opened
<b>07/07/2017 15:59:30.887</b>	OCP	Earth Trip 1 (A) No Instantaneous
<b>08/06/2017 10:31:36.387</b>	OCP	DNP3 Port 10BaseT
<b>03/06/2017 14:31:52.152</b>	OCP	Protection Group (A) After 9 under frequency cycles

**Tabla 13**

**Alimentador Laguna 3**

<b>Fecha/ Hora</b>	<b>Fuente/Módulo</b>	<b>Evento</b>
<b>12/09/2017 16:33:05.98</b>	OCP	Earth Fault Protection On
<b>12/09/2017 16:24:48.678</b>	OCP	Panel Trip Request
<b>12/09/2017 16:15:52.421</b>	OCP	Panel Close Request
<b>12/09/2017 15:58:11.397</b>	OCP	Panel Trip Request
<b>12/09/2017 15:50:52.185</b>	OCP	Operator control panel door opened

11/09/2017 17:03:04.130	OCP	Local Control On
11/09/2017 17:00:43.683	OCP	Operation Denied
11/09/2017 17:00:43.681	OCP	Wrong Mode
11/09/2017 16:57:04.080		Lockout
08/09/2017 11:30:22.653	OCP	Earth Fault Protection On
08/09/2017 11:08:23.187	OCP	Battery Test Start
03/09/2017 14:50:45.066	OCP	Panel Trip Request
03/09/2017 4:02:11.608	OCP	Protection Group (A) Low Voltage Inhibit 4927 Volts
03/09/2017 4:02:45.783	OCP	Under Frequency Trip Off
03/09/2017 4:00:57.253	OCP	Operator control panel door opened
30/08/2017 12:10:34.173	OCP	Earth Single Shot (A) No Instantaneous
29/08/2017 4:44:51.714	OCP	Under Frequency Trip On

**Tabla 14**

**Alimentador Laguna 4**

Fecha/ Hora	Fuente/Módulo	Evento
19/03/2018 20:17:44.789	OCP	Operator control panel door opened
05/01/2018 13:25:30.932	CRIS	Plant Name: Laguna4
03/01/2018 10:44:55.989	OCP	Local Control On
03/01/2018 10:44:48.24	OCP	Operation Denied
22/12/2017 9:37:57.883	CRIS	Waveform Capture Ratio 50/50

18/12/2017 14:19:57.256	OCP	Remote Control On
18/12/2017 14:19:00.282	PTCL	DNP3 Protocol Trip Request
18/12/2017 14:18:01.219	OCP	Trip Coil Disconnected
11/12/2017 3:43:01.400	OCP	Operator control panel door opened
29/08/2017 4:44:25.555	OCP	Operator control panel door opened
26/07/2017 17:18:06.817	OCP	Protection Group (A) Earth Setting Current 200 A
26/07/2017 16:19:09.057	OCP	Language English (USA)
26/07/2017 15:14:16.938	OCP	Panel Trip Request
02/07/2017 9:57:30.913	OCP	Operator control panel door closed
10/05/2017 10:00:58.069	WSOS	10/05/2017 10:00:58
06/05/2017 16:40:23.233	OCP	Under Frequency Trip On
27/04/2017 6:55:56.572	OCP	Protection Group (A) Low Voltage Inhibit 4931 Volts

### 3.2.12 Mantenimiento realizado en los reconectores de alimentacion.

El mantenimiento que se realiza en la subestación aborda muchos aspectos ya que la alta humedad, las precipitaciones constantes, la alta incidencia de relámpagos, efectos de ionización, impiden la operación normal de la S/E Celso Castellano; para evitar esto se realizan los siguientes procedimientos detallados a continuación:

**Mantenimiento mecánico:** consiste en realizar ajuste de pernos de todos los puntos de conexión eléctrica y mecánica, para ello se realiza pruebas de termografía.

**Mantenimiento eléctrico:** consiste en realizar pruebas de pickup, accionamiento de bobinas de cierres, relés de protección, pruebas de contactos, pruebas de devanados, pruebas de relación de transformación, rectificación de curvas de tiempo inverso, etc; por medio de equipos de pruebas eléctricas de Subestaciones como el TRAX MEGGER y OMICRON ELECTRIC.

**Mantenimiento electrónico:** consiste en realizar la limpieza y/o inspección de tarjetas electrónicas, medidores, etc; que muy a menudo sufren daños, producto de puntos calientes en barras de los servicios auxiliares.

**Limpieza general:** consiste en realizar la limpieza de; bushings TC'S, TP'S, aisladores, etc. Este mantenimiento asegura que los elementos no sufran descargas eléctricas por ionización de la misma línea; radica en eliminar el moho producto de la alta humedad presente en el ambiente.

### **3.2.13 Mantenimiento de reconectores**

Los reconectores Schneider Nu-lec serie U cuentan con capacidad de protección IP 65 para el ACR es decir sus elementos eléctrico-electrónicos se encuentran sellados y no requieren mantenimiento solo si las cámaras de vacío llegan al fin de su vida útil se cambian. Los bushings son revisados cada 5 años y su limpieza cada tiempo prudencial

El equipo de control ADVC cuenta con dos baterías conectadas en serie que alimentan la CAPE, estos elementos son el corazón del módulo mencionado, sin estos elementos el sistema queda obsoleto; periódicamente son cambiadas para evitar esta falla, debido a la alta temperatura del ambiente y el mismo calor que generan, hace que la vida útil de estos elementos se vea reducida.

Internamente las curvas de protección son modificadas bajo dirección del departamento de Diseño y Construcción por el hecho que informan al departamento de Subestaciones sobre la ejecución de nuevos proyectos, es decir, según el estudio de demanda emitido la carga aumenta y el transformador debe someterse a esto y las protecciones se ven afectadas y necesitan ser reconfiguradas.



### 3.2.14 Hipótesis

Con los datos obtenidos mediante el software WSOS se determinó que existe un alto índice de operación a nivel local, debido a la alta incidencia de cortes eléctricos realizados debido a factores propios de la zona como; alta incidencia de vegetación en las líneas, pérdidas de fase debido a la caída de árboles debido a condiciones climatológicas adversas, daño de aisladores en las líneas, cambio frecuente de baterías de controladores ADVC.

Actualmente debido a la creciente demanda eléctrica de usuarios tipo C (Consumo normal), y el aumento e inserción de industrias petroleras y afines; la empresa ha recibido diferentes reclamos de los usuarios por la falta de calidad del servicio, con riesgo de recibir sanciones de la CENACE.

En base a la información detallada anteriormente se concluye que la hipótesis es favorable, es decir el “ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE TARJETAS ADVC-IOEX SCHNEIDER PARA COMANDO REMOTO DE RECONECTADOR TRIFÁSICO DE MEDIA TENSION TIPO NULEC U27 SCHNEIDER EN LA SUBESTACIÓN CELSO CASTELLANO UBICADO EN LAGO AGRIO DE LA EMPRESA CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD (CNEL EP) SUCUMBIOS” permitirá;

- Disminuir el número de cortes eléctricos por el desarrollo de mantenimientos.
- Menor inversión de tiempo al cerrar los equipos por disparo de protección.
- Mejorar la confiabilidad de los equipos de distribución, y
- Mejorar la seguridad de los operadores al inspeccionar los reconectores.

## **SECCION 2: PROGRAMACIÓN PARA CONTROL REMOTO; EN BASE A LA IMPLEMENTACION DE TARJETA ADVC-IOEX SCHNEIDER DE RECONECTADOR U27 TIPO NULEC.**

### **3.3 Programación y configuración por software WSOS**

#### **3.3.1 Criterios de programación y diseño eléctrico para control remoto de reconectores**

El diseño de la programación y circuito eléctrico para comando remoto, se basa en la estructura y posición de los reconectores de alimentación con el fin determinar los elementos de control, estructura de tablero y la ubicación de elementos eléctricos, por ello en el Anexo B se ilustra un plano arquitectónico acerca de las unidades de propiedad de la Subestación Eléctrica Celso Castellano con información básica datos iniciales que se tomaron para el diseño de programación IOEX y control eléctrico en el mismo se encuentra, la ubicación de cada tarjeta ADVC-IOEX así como el tablero de control requerido adjuntando el nombre de borneras, canaletas cantidad de agujeros y demás adecuaciones previstas.

El control remoto de reconectores de tipo alimentador conlleva los siguientes consejos:

- Verificación de finware cargado al controlador ADVC.
- Protecciones eléctricas habilitadas.
- Verificación de estado de mapas de programación.
- Verificación de activación de accesorios (Tarjeta ADVC- IOEX).
- Verificación de activación de puertos de comunicación necesarios
- Verificación de máximo rango de amperaje y voltaje a soportar la Tarjeta IOEX.
- Verificación de datos compatibles con tarjeta IOEX
- Verificación de comunicación por puerto serial (USB u otros) o dirección IP.
- Verificación de fuente de alimentación de tarjeta ADVC-IOEX

### **3.3.2 Programación y configuración de tarjeta ADVC-IOEX para reconectores de alimentación.**

#### **3.3.2.1 Descripción de lógica de programación para reconectores U27.**

En total la S/E Celso Castellano cuenta con cuatro reconectores Schneider Serie U tipo Nu-Lec, con propiedades de control y características de protección iguales, únicamente difieren en el estado de carga que soporta cada uno, por tal razón únicamente se realiza un mapa de programación IOEX para todos los demás.

Se toma en cuenta que las variables que se crearan; no modifican las curvas de protección, ni multiplicadores, ni tiempo dial, ni bloqueos por falla, pero es necesario tener en consideración el modo de trabajo de cada propiedad de protección existente.

La ventana de configuración y programación IOEX se presentan las variables y similares que permite desarrollar bajo condiciones normales de lógica booleana para cada una de las operaciones de tarjeta ADVC-IOEX que se requieren ejecutar.

#### **3.3.2.2 Lógica de programación de datos de entrada de tarjeta ADVC-IOEX**

La lógica de programación y la herramienta IOEX permite que las INPUTS IOEX modifiquen el estado de operación en tiempo real del módulo CAPE y por consiguiente configurar la apertura y cierre del ACR (Interruptor de potencia) a través de pulsos asignados a la tarjeta, para ello; física e internamente las entradas de la tarjeta cuentan con semiconductores que únicamente son activados al completar una fila de programación.

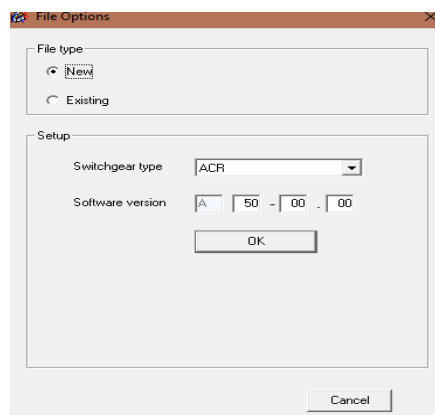
#### **3.3.2.3 Lógica de programación de datos de salidas de tarjeta ADVC-IOEX**

La programación de OUTPUTS IOEX consiste en determinar aquellos parámetros de operación que se necesitan obtener del módulo CAPE en función a las entradas que se configuren y los datos de mantenimiento y operación que se requieren monitorear.

#### **3.3.2.4 Programación IOEX map**

La pestaña de creación de mapa de programación IOEX (Ver figura 40) permite modificar y crear archivos Map.iom adoptando el tipo de interruptor (ACR) que emplea el

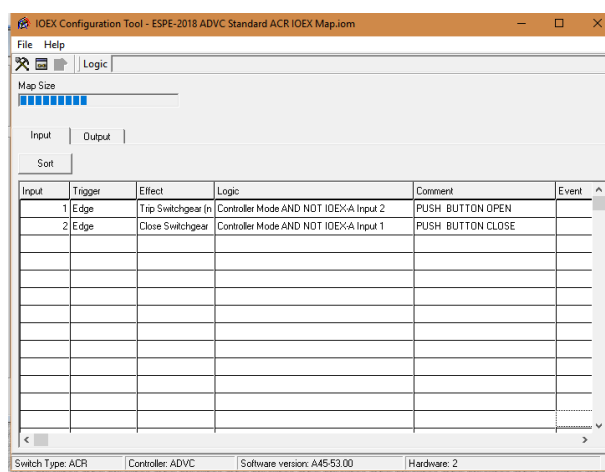
controlador ADVC tomando en cuenta la versión de software que se requiere. Al crear un archivo nuevo el área de trabajo se presenta completamente en blanco dispuesto para configurar tanto las Inputs como las Outputs que tiene el modelo de la tarjeta.



**Figura 40 Ventana de creación de mapa IOEX**

### 3.3.2.5 Asignación de datos de entrada INPUTS-IOEX

La interfaz de configuración presenta la herramienta IOEX Tool para realizar la lógica de programación y demás anexos que se necesitan para su funcionamiento. En la figura 41 se presenta la programación de los datos de entrada IOEX que se empleó para abrir y cerrar el interruptor de potencia ACR



**Figura 41. Venta IOEX Tool de INPUTS-IOEX**

### 3.3.2.6 Descripción INPUT-IOEX 1

La entrada 1 de disparo por maniobra del interruptor de potencia ACR cuenta con cambio de estado ON/OFF de entrada automática (Edge), con efecto de disparo sin bloqueo (Trip Switchgear without Block), con lógica de no activarse la entrada al estar activada la entrada 2 de la tarjeta (NOT IOEX-A Input 2) y permisivo de operación a condición remota (Control Mode) como se muestra en la figura 41, para el efecto cumple con los parámetros de lógica booleanos requeridos para activar la entrada 1 como se muestra en la Tabla 15 según los datos siguientes; que al obtenerse el valor de 1 la entrada INPUT-IOEX 1 se activa sobrepasando los permisivos establecidos.

**Dato P:** NOT IOEX-A Input 2

**Dato Q:** Controller Mode

**Tabla 15**

**Tabla de verdad de lógica de programación de INPUT-IOEX 1**

P	Q	$P \wedge Q$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

### 3.3.2.7 Descripción INPUT-IOEX 2

La entrada 2 de cierre del interruptor de potencia ACR cuenta con cambio de estado ON/OFF de entrada automático (Edge), con efecto de cierre normal (Close Switchgear) y condicional permisiva por entrada de datos en la entrada 1 (NOT IOEX-A Input 1) que en base a la condición de operación remota la unidad CAPE produce la maniobra (Ver figura 41); que para el efecto cumple con la tabla de verdad de la Tabla 16 siguiente:

**Dato P:** Controller Mode

**Dato Q:** NOT IOEX-A Input 1

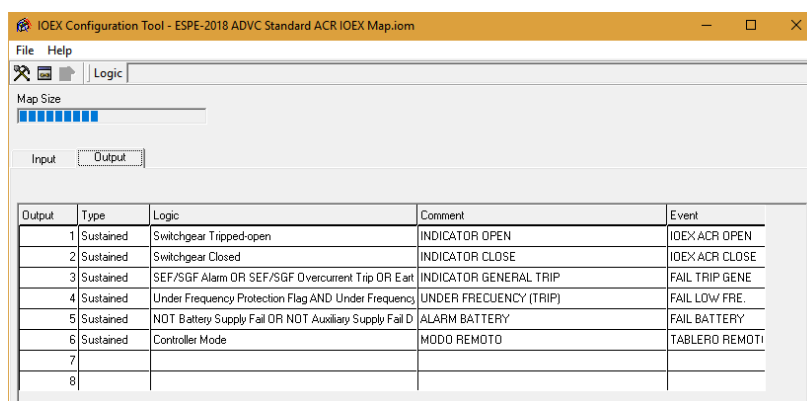
**Tabla 16**

**Tabla de verdad de lógica de programación de INPUT-IOEX 2**

P	Q	$P \wedge Q$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

### 3.3.2.8 Asignación de datos de salida OUTPUTS-IOEX

La configuración de salidas tiene lugar en funciones de; monitoreo e inspección de estado de operación del reconector de cabecera, entre estas se encuentran el estado de apertura o cierre del interruptor de potencia por maniobras de mantenimiento, disparo de mencionado interruptor por falla eléctrica, disparo por baja frecuencia y falla de alimentación del controlador ADVC. En la figura 42 se muestra las configuraciones mencionadas anteriormente que se realizaron.



The screenshot shows the 'IOEX Configuration Tool' window. It features a menu bar with 'File' and 'Help', a toolbar with icons for logic and map size, and a 'Map Size' slider. Below these are 'Input' and 'Output' tabs. The main area contains a table with the following data:

Output	Type	Logic	Comment	Event
1	Sustained	Switchgear Tripped-open	INDICATOR OPEN	IOEX:ACR OPEN
2	Sustained	Switchgear Closed	INDICATOR CLOSE	IOEX:ACR CLOSE
3	Sustained	SEF/SGF Alarm OR SEF/SGF Overcurrent Trip OR Eat	INDICATOR GENERAL TRIP	FAIL TRIP GENE
4	Sustained	Under Frequency Protection Flag AND Under Frequency	UNDER FREQUENCY (TRIP)	FAIL LOW FRE.
5	Sustained	NOT Battery Supply Fail OR NOT Auxiliary Supply Fail D	ALARM BATTERY	FAIL BATTERY
6	Sustained	Controller Mode	MOD0 REMOTO	TABLER0 REMOTI
7				
8				

**Figura 42. Ventana de programación de OUTPUTS-IOEX**

### 3.3.2.9 Descripción de OUTPUT-IOEX 1

La salida 1 está configurada para activarse cuando el interruptor de potencia ha sido disparado por maniobra controlada, siendo esta por software (SCADA) o producto de una señal IOEX (Switchgear Tripped OR IOEX Operator Trip), con señal sostenida (Sustained) hasta que se realice cambio de estado del interruptor ACR; es decir se cierre el interruptor ACR mediante una señal IOEX o similares

En la Tabla 17 acorde a los datos P y Q se obtiene la señal de salida activa al obtener el valor de 1 y al obtener 0 la señal permanece desactivada.

**Dato P:** Switchgear Tripped-open

**Dato Q:** IOEX Operator Trip

**Tabla 17**

**Lógica de programación de OUTPUT-IOEX 2**

P	Q	PVQ
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

### 3.3.2.10 Descripción de OUTPUT-IOEX 2

La salida 2 se activa, si se provoca el cierre del interruptor (Switchgear Closed) de potencia ACR por medio de una señal IOEX, cierre de forma Local y cierre por software de control WSOS o sistema SCADA, mencionada señal se mantiene activa (Sustained) hasta que se realice el cambio de estado del interruptor con un valor de 1 y lo contrario al obtenerse 0 como se muestra en la Tabla 18.

**Dato P:** Switchgear Closed

**Tabla 18****Lógica de programación de OUTPUT-IOEX 2**

P	Not P
0	1
1	0

**3.3.2.11 Descripción de OUTPUT-IOEX 3**

La salida 3 está programada para activarse cuando un grupo de protección eléctrica asido activada por medio de los datos emitidos por los TC'S y CVT'S que permiten derivar todo tipo de falla eléctrica por activación de la protección sensitiva a tierra (SEF/SEG) que en variación del cálculo matemático del CAPE dispara el interruptor ACR; para lograr la señal por activación de protecciones, se ha seleccionado las siguientes opciones de coordinación; SEF/SEG Alarm, SEF/SEG Overcurrent Trip, Earth/Ground Overcurrent Trip; la señal se mantiene hasta que se solucione la falla; las mismas cumplen con el análisis de la Tabla 19.

**Dato P:** SEF/SEG Alarm enabled,

**Dato Q:** Earth/Ground Overcurrent Trip

**Dato R:** SEF/SEG Overcurrent Trip

**Tabla 19. Lógica de programación de OUTPUT-IOEX 3**

P	Q	R	(PVQ)VR
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1



1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

### 3.3.2.12 Descripción de OUTPUT-IOEX 4

La salida 4 está configurada para activarse cuando el nivel de frecuencia se encuentra por debajo de los límites permitidos y ha disparado el interruptor de potencia ACR; esta es verificada por medio de CVT'S del mismo reconector, para ello se ha selecciona las siguientes características; Under Freuency Protection Flag y Under Freuency Pickup, para el cual la Tabla 20 presenta el análisis booleano con valor de 1 para activar la salida IOEX 4 de la tarjeta.

**Dato P:** Under Freuency Protection Flag

**Dato Q:** Under Freuency Pickup.

**Tabla 20**

#### Lógica de programación de OUTPUT-IOEX 4

P	Q	PVQ
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

### 3.3.2.13 Descripción de OUTPUT-IOEX 5

La salida 5 está configurada para informar al operador de la subestación, sobre averías relacionadas a las baterías de cada controlador ADVK; entre ellos falla en la alimentación auxiliar de AC, desbalance de voltaje de operación y disparo de breakers de fuente DC; con el objeto de demandar mantenimiento o revisión del personal técnico encargado; para ello se empleó las siguientes funciones; Battery Supply, Auxiliary Supply Fail Delayed para análisis booleano que se representa en la Tabla 21.

**Dato P:** Battery Supply

**Dato Q:** Auxiliary Supply Fail Delayed

**Tabla 21**

**Lógica de programación de OUTPUT-IOEX 5**

P	Q	PVQ
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

### 3.3.2.14 Descripción de OUTPUT-IOEX 6

La salida 6 está configurada para informar al operador de la subestación que el tablero de control remoto se encuentra activo y el permiso de maniobra remota controlada ha sido desbloqueada; lo mencionado se logra mediante el análisis booleano siguiente, al tener 1 el permiso se encuentra desbloqueado y al obtener 0 se activa el permiso e impide la maniobra remota de cada pulsador como se muestra en la tabla 22.

**Dato P:** Controller Mode

Tabla 22

## Lógica de programación de OUTPUT-IOEX 6

P	Not P
0	1
1	0

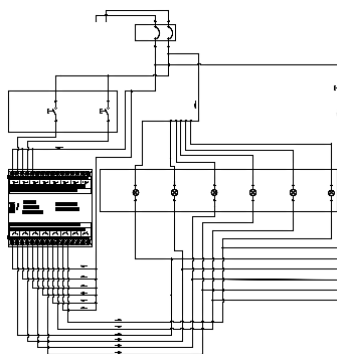
### SECCION 3: DISEÑO ELECTROMECAÁNICO DE CIRCUITO DE CONTROL ELECTRICO Y TABLERO PARA RECONECTADORES DE ALIMENTACION SCHNEIDER SERIE U27 TIPO NULEC.

#### 3.4 Diseño de circuito eléctrico para control remoto de alimentadores

##### 3.4.1 Descripción general de circuito de control remoto

Comprende la circuitería eléctrica, que envuelve la conexión física entre las entradas y salidas de la tarjeta ADVC-IOEX con los elementos de control y supervisión como se ha planteado en el proyecto

Al igual que la programación de tarjeta ADVC-IOEX el circuito que se emplea es similar únicamente difiriendo la nomenclatura de los mismos. En la figura 43 se muestra el diagrama unifilar que se diseñó para el mismo (Los pormenores y especificaciones se encuentran en el Anexo C)



**Figura 43 Circuito de control unifilar de uso general**

### **3.5 Esquema multifilar de control remoto de alimentadores en función a tarjeta ADVC-IOEX**

Físicamente la tarjeta requiere de pulsadores para establecer el control remoto de cada reconector de alimentación; esta se alimenta a potencial de 120 VDC cuya fuente proviene del tablero de servicios auxiliares de la subestación.

Específicamente las bornas positivas se encuentra puenteados que internamente el modulo CAPE, al ser configurado el accesorio ADVC –IOEX reconoce las entradas que se encuentran conectadas, cabe mencionar que al no existir el puente desde la entrada uno de la tarjeta, el modulo CAPE no reconoce las demás entradas. Por otro lado, cuando estas son accionadas; en sí para cerrar el circuito se presenta otro puente de polo negativo que cierra los circuitos de entradas IOEX. Lo expuesto viene detallado en los Anexos D, E, F, G.

#### **3.5.1 Pulsadores de señales de entrada**

Los pulsadores S1, S3, S5 y S7 de los circuitos de los Anexos D, E, F, G están encargados de proveer la señal de entrada IOEX, individualmente para cada tarjeta de controlador ADVC; dicho pulso al ingresar internamente produce el disparo por maniobra de operador del interruptor de potencia ACR y el modulo CAPE genera un evento de maniobra que registra el accionamiento de Input IOEX 1.

Los pulsadores S2, S4, S6 y S8 de los circuitos de los Anexos D, E, F, G están encargados de cerrar el interruptor de potencia ACR mediante la señal de entrada IOEX la cual únicamente es transmitida al módulo CAPE cuando la señal en la entrada IOEX 1 de cada tarjeta individual ha dejado de ser empleada; y si la apertura anterior fue por falla eléctrica, únicamente cerrará cuando los defectos hayan sido solucionados.

#### **3.5.2 Circuito eléctrico de conexión de salidas físicas de tarjeta ADVC-IOEX**

Los circuitos de salidas IOEX de cada circuito de control (Ver Anexos D, E, F, G) tienen la misión de proveer una señal visible del estado de operación de cada reconector de alimentación de 13.8 KV, mediante señales procesadas entre el modulo CAPE y la tarjeta ADVC-IOEX.

Independientemente presenta puentes de potencial positiva y negativa que alimentan las borneras con potencial eléctrico a 120 VDC que por configuración de fábrica permiten obtener mayor velocidad de respuesta entre el modulo CAPE y la tarjeta ADV-IOEX; los mismos se describen a continuación:

Luces piloto L1, L7, L13, L19 de cada circuito de control se conecta a la salida IOEX 18 individualmente de su ubicación, los mismos permiten identificar cuando el interruptor ACR de cada alimentador ha sido disparado por maniobra.

Las luces piloto L2, L8, L14, L20 de cada circuito de control se conecta a la salida IOEX 20 individualmente de su ubicación; permite detectar que el interruptor de cada alimentador ha sido cerrado, mencionada señal se mantiene incluso cuando se ha determinado una falla interna del ADV-IOEX y esta no ha producido la apertura del ACR.

Las luces piloto L3, L9, L15, L21 de cada circuito de control se conecta a la salida IOEX 22 individualmente a cada circuito y tarjeta, los mismos se encargan de informar cuando el ACR se ha disparado por falla eléctrica general por haber detectado desbalance en el cálculo vectorial entre las salidas de las tres líneas de 13.8 KV y la puesta a tierra que supervisan los TC'S.

Las luces piloto L4, L10, L16, L22 de cada circuito de control se conecta a la salida IOEX 24, que permiten determinar cuándo se ha producido el disparo del ACR por baja frecuencia que regularmente es la falla más común, esta se mantiene encendida en conjunto a las luces piloto L1, L7, L13, L19 hasta que se solucione el inconveniente.

Las luces piloto L5, L11, L17, L23 de cada circuito de control se conecta a la salida IOEX 26, se emplea para señal de advertencia del mal estado de las baterías del controlador ADV-IOEX individualmente de cada controlador, La señal es de vital importancia ya que se corre riesgo de que el equipo falle y abra el alimentador al no atender la falla convenientemente.

Las luces piloto L6, L12, L18, L24 de cada circuito de control se conecta a la salida IOEX 28 individualmente a cada circuito y tarjeta, se emplea para señal de activación de Tablero

de control remoto y desbloqueo de permisos para operación de cada pulsador de apertura y cierre.

### **3.5.3 Circuito eléctrico de prueba**

El circuito de Test de Luces de cada circuito (Ver Anexos de circuitos multifilar y marquillas) está compuesto por borneras seccionales para cada luz piloto que informa de cada señal activa accionada por tarjeta, éstos se encuentran normalmente abiertos (seccionados), estos se destinan para pruebas de mantenimiento según la señal que se requiera comprobar.

### **3.5.4 Marquillas de cables**

El uso de marquillas tiene el objeto de mejorar; el ensamble, mantenimiento e identificación de conductores para solución de fallas rápida y eficiente, las mismas se encuentran en función a la salida y entrada de cada bornera que se encuentra en cada tarjeta ADVC-IOEX (Su lectura se especifica en cada plano) y las borneras que conforman los circuitos de control eléctrico de cada reconector de alimentación.

En el Anexo H se ilustra en el lado izquierdo la puerta principal con las codificaciones de cada luz piloto empleada en cambio en el lado derecho se detallan los pormenores del doble fondo con nomenclatura y codificación de borneras principales y secundarias.

#### **3.5.4.1 Descripción de bornes y marquillas tablero doble fondo.**

Los circuitos están dispuestos por borneras de diferente simbología nombrado con letras mayúsculas del abecedario y numeración ascendente las mismas que en el Anexo H (uso general) y descripción en los Anexos I, J, K, presentan la ubicación general de todas las borneras que requiere el circuito eléctrico de control. Las borneras dispuestas para cada alimentador son:

**Alimentador laguna 01:** Bornera A, Bornera B y Borneras IOEX 01 (Tarjeta ADVC-IOEX 01)

**Alimentador laguna 02:** Bornera C, Bornera D y Borneras IOEX 02 (Tarjeta ADVC-IOEX 02)

**Alimentador laguna 03:** Bornera E, Bornera F y Borneras IOEX 03 (Tarjeta ADV-IOEX 03)

**Alimentador laguna 04:** Bornera G, Bornera H y Borneras IOEX 04 (Tarjeta ADV-IOEX 04)

Para el lado izquierdo (Posición física en tablero) según el ANEXO I se describen las borneras BA, BB, BC, y BD incluyendo especificaciones y leyendas convenientes; en cambio para el lado derecho (Posición física en tablero) se detallan las características de las borneras BE, BF, BG, y BH mediante el Anexo J.

En otra instancia las borneras BI, BJ, BDC, Bornes de Breakers, y Tarjeta ADV-IOEX se detallan en el Anexo K con las especificaciones antes mencionadas.

### **3.5.6 Protección y funcionamiento de circuito eléctrico de control remoto**

El circuito se protege por breakers de 15 Amperios a un voltaje de 120 VDC, que al mismo tiempo pone fuera de servicio a cada circuito de control eléctrico nombrados como:

- Breakers Q1 circuito de control Laguna 01.
- Breakers Q2 circuito de control Laguna 02.
- Breakers Q3 circuito de control Laguna 03.
- Breakers Q4 circuito de control Laguna 04

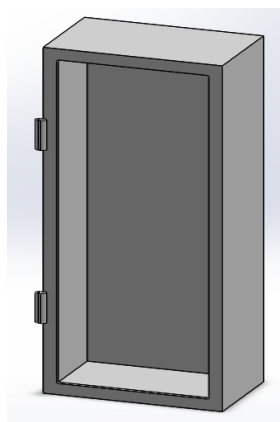
## **3.6 Diseño mecánico de tablero eléctrico para control remoto de alimentadores**

### **3.6.1 Requerimientos**

Entre los principales puntos del diseño mecánico que se realizó, se verificó; el área que cubre el Cuarto de control de la Subestación Eléctrica Celso Castellano, la concurrencia del personal de operación, el mantenimiento que requieren los cubículos de control, medición, supervisión y comunicación, la cantidad de elementos que forma el circuito eléctrico de control remoto que se requieren instalar, con el fin de cumplir con las necesidades del comando remoto que requieren los alimentadores de 13.8 KV de la subestación.

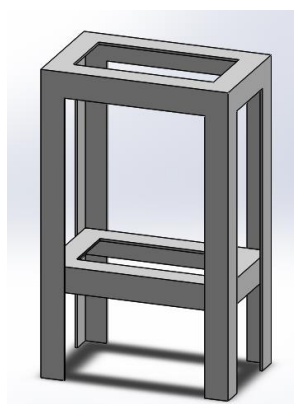
### 3.6.2 Tablero de control

Para el efecto se empleó el software SOLIDWORKS; el tablero principal forma parte para ensamble de los demás elementos que se requieren, se empleó las medidas originales del tablero NOJA que auspicia la empresa Cnel Sucumbíos, en la figura 44 se muestra su diseño y en el Anexo L sus dimensiones correspondientes.



**Figura 44 Tablero de controlador NOJA**

Entre las modificaciones más importantes que se requiere está el diseño de la estructura, para ello se empleó ángulos de 1 pulgada y media en, con el fin de dar soporte al tablero principal, su diseño por software, se muestra en la figura 45 y sus dimensiones en el plano del Anexo M.

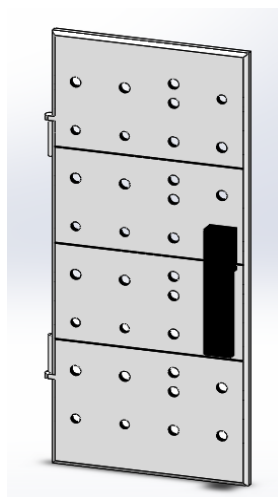


**Figura 45. Diseño de tablero de control**



### 3.6.3 Puerta principal de tablero

Incluye las dimensiones de perforación necesarias para manufactura, las mismas están destinadas para los elementos de control y supervisión separados con leyendas (Ver figura 46), que distinguen cada función a cumplirse en función al modo y estado de operación de cada reconector de alimentación como se detalla en el plano del Anexo N.



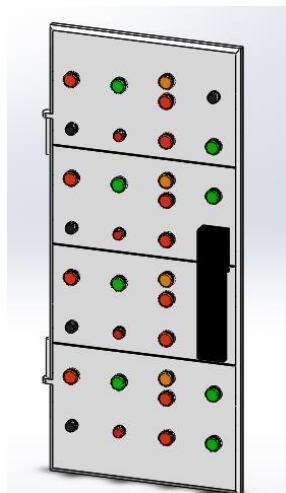
**Figura 46 Tapa principal perforada**

### 3.6.4 Elementos de control y supervisión

Para el mismo se empleó las dimensiones de elementos de control eléctrico comunes, como se detallan en el plano del Anexo O, se realizó con el objeto de prevenir manufactura inadecuada o exceso de material.

### 3.6.5 Ensamble puerta principal

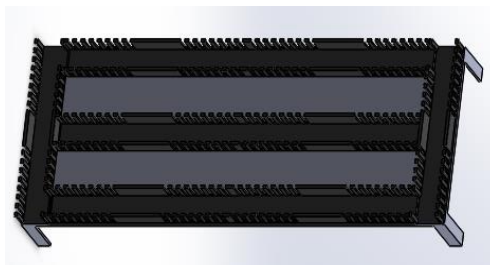
En la figura 47 se muestra el ensamble de cada elemento de supervisión y control eléctrico con las adecuaciones pertinentes en función al uso y supervisión que proporcionara el tablero TCRA.



**Figura 47 Ensamble de elementos de control**

### **3.6.6 Tablero de Doble fondo de TCRA**

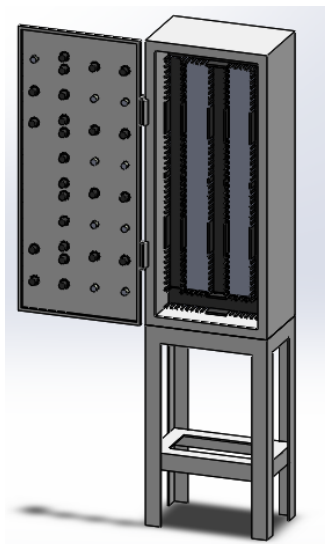
El tablero llamado doble fondo cuenta con patas laterales de 10 cm de largo para ser instalado en el interior del tablero principal alojando canaletas, borneras, rieles, etc en la figura 48 se ilustra el diseño del tablero para doble fondo y la adecuación de canaletas; las mismas; para su diseño se tomó en cuenta los planos del Anexo P que detallan las dimensiones y especificaciones correspondientes



**Figura 48 Doble fondo**

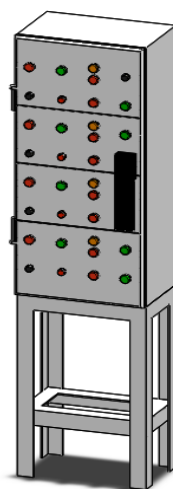
### **3.6.7 Diseño final**

En la figura 49 se ilustra la parte interna del ensamble final entre la puerta, el tablero de doble fondo y el tablero principal de control remoto alimentadores que finalmente se conseguirá al final de la manufactura mecánica, los detalles se encuentran en el Anexo Q.



**Figura 49 Ensamble interno final.**

En cambio, la figura 50 ilustra los resultados finales del ensamble de la cara principal, que finalmente será empleado para inspección y maniobra que será llamado TCRA S/E Celso Castellano (Tablero de control remoto de alimentadores de Subestación Eléctrica Celso Castellano)



**Figura 50 Ensamble final.**

### **3.6.7 Áreas de operación de TCRA**

El tablero cuenta con un área específica para cada alimentador separado por una franja negra; en cambio por síntesis de diseño se han designado las luces de estado según la

información que aportan para lograr su interpretación sencilla del personal técnico, cuando este se encuentre operando a régimen normal los elementos y sus características se detallan en la tabla 23:

**Tabla 23**

**Funciones de elementos de control eléctrico**

<b>ELEMENTO</b>	<b>LEYENDA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Pulsador Negro</b>	Abrir RCT	Maniobra de apertura
<b>Pulsador Rojo</b>	Cerrar RCT	Maniobra de cierre
<b>Piloto Rojo</b>	ACR Abierto	Alerta interruptor RCT abierto
<b>Piloto Verde</b>	RCT Cerrado	Condición Normal interruptor RCT cerrado
<b>Piloto Naranja</b>	Disparo SEF.	Alerta disparo por falla eléctrica
<b>Piloto Rojo</b>	Disparo baja F.	Alerta disparo por baja frecuencia
<b>Piloto Rojo</b>	Modo Remoto	Precaución tablero activo y operable
<b>Piloto Verde</b>	Baterías Al. Laguna	Funcionamiento de baterías

Las áreas de operación (Ver figuras 51, 52, 53, 54) que se pretende crear para operación ergonómica de los operadores de la subestación eléctrica Celso Castellano se realizaron el software SOLIWORKS pretendiendo prevenir desperfectos de diseño a priori de la construcción.



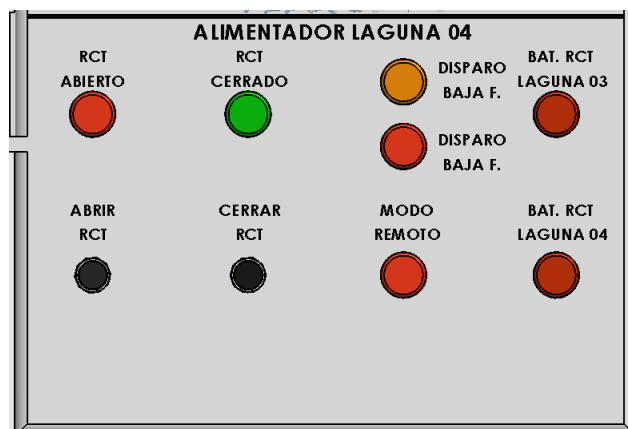
**Figura 51 Conjunto de operación Alimentador Laguna 01**



**Figura 52 Conjunto de operación Alimentador Laguna 02**



**Figura 53 Conjunto de operación Alimentador Laguna 03**



**Figura 54** Conjunto de operación Alimentador Laguna 04

### 3.7 Resumen de planos y diagramas diseñados

#### 3.7.1 Plano unifilar de barras de subestación eléctrica Celso Castellano

ANEXO A: Barraje 69KV / 13.8 KV

#### 3.7.2 Plano arquitectónico

ANEXO B: Descripción arquitectónica de elementos electromecánicos

#### 3.7.3 Diagramas eléctricos

ANEXO C: Diagrama unifilar de uso general para control remoto de alimentadores

ANEXO D: Diagrama de control multifilar de Alimentador Laguna 01

ANEXO E: Diagrama de control multifilar de Alimentador Laguna 02

ANEXO F: Diagrama de control multifilar de Alimentador Laguna 03

ANEXO G: Diagrama de control multifilar de Alimentador Laguna 04

#### 3.7.4 Planos de borneras

ANEXO H: Presentación general de borneras y marquillas de cables

ANEXO I: Ubicación de borneras y descripción de marquillas lado izquierdo

ANEXO J: Ubicación de borneras y descripción de marquillas lado derecho

ANEXO K: Descripción de marquillas principales e IOEX

### 3.7.5 Planos de diseño mecánico

ANEXO L: Caja de control NOJA (De reutilización)

ANEXO M: Soporte de tablero de control

ANEXO N: Ensamble puerta principal con elementos de supervisión y control

ANEXO O: Elementos eléctricos de supervisión y control

ANEXO P: Doble fondo

ANEXO Q: Diseño final de tablero TCRA

## 3.8 TERMINOLOGÍA

Los términos y definiciones (Ver Tabla 24) usados a lo largo de este documento fueron formados en base al conocimiento técnico empleado por el personal de la empresa CNEL EP Sucumbíos, con el fin de mejorar la comprensión de lectores profesionales e interesados en el desarrollo y ejecución redactada en el presente documento.:

**Tabla 24**

### Términos y definiciones

Termino	Definición
AC	Corriente alterna
VDC	Voltaje de corriente directa
PC	Computador personal
ACR	Reconectador de control automático
ADVC	Controlador avanzado

<b>CVT</b>	Transformador de tensión capacitivo
<b>TC</b>	Transformador de corriente
<b>CAPE</b>	Unidad encapsulada de protección y control
<b>ADVC-IOEX</b>	Tarjeta expansora de entradas y salidas externas de controlador.
<b>TCRA</b>	Tablero de control remoto de alimentadores
<b>S/E</b>	Subestación Eléctrica
<b>USB</b>	Puerto universal
<b>KV</b>	Kilovoltio
<b>Rct</b>	Reconectador
<b>NO</b>	Normalmente abierto
<b>NC</b>	Normalmente cerrado
<b>Pickup</b>	Disparo de protección
<b>CENACE</b>	Centro Nacional de Control de Energía
<b>CELEC</b>	Corporación Eléctrica Ecuatoriana
<b>SNI</b>	Sistema Nacional Interconectado
<b>SEP</b>	Sistema Eléctrico de Potencia



## SECCION 4: INSTALACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE COMANDO REMOTO DISEÑADO PARA LA S/E CELSO CASTELLANO

### 3.9 Procedimiento electromecánico para ensamble de tablero de control remoto de reconectores (TCRA)

#### 3.9.1 Lista de Materiales

A continuación, en la tabla 25 se presenta todos los materiales eléctricos y similares que se emplearon, para la construcción, implementación y energización del tablero de control del tablero TCRA.

**Tabla 25**

#### Lista de materiales

Lista de materiales para montaje de tablero TCRA		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Pulsador NO	9
2	Luz piloto Camsco	24
3	Interruptor termo magnético monofásico	8
4	Cinta adhesiva para marquillas WHITE BRADY	3
5	Amarras plásticas blancas 10 cm	100
6	Amarras plásticas Negras 20 cm	100
7	Cable 14 AWG	200 mts
8	Terminales tipo PIN para cable 14 AWG	5 Fundas
9	Manguera anillada	30 mts
10	Bases auto adheribles	25
11	Canaletas plásticas ranuradas 60x40 x2000	2

12	Tornillos pico de pato de pulgada y media por 25mm	30
13	Plancha de 5mm de espesor por 30cm de ancho y 1m de largo	1
14	Riel DIN x 2000	1
15	Kit de tarjetas ADVC-IOEX	4
16	Borneras de control para cable Nro. 14 AWG	150
16	Borneras seccionadoras para cable Nro. 14 AWG	32
17	Separadores de borneras	20
18	Racor de manguera anillada	5
19	Pernos 1"	30

### 3.9.2 Montaje de Tablero

El tablero que se utilizo es de reutilización tipo controlador NOJA es de material acero galvanizado con características propias de fábrica, presenta grado de protección IP 65 contra agentes nocivos como el polvo, agua y humedad. El mismo fue sometido a proceso de manufactura para eliminar todos los elementos innecesarios que lo compone como se muestra en la figura 55.



**Figura 55 Tablero reutilizado**

### 3.9.2.1 Estructura de soporte

Originalmente el tablero Noja no cuenta con bases de soporte en piso por ser destinada al ensamble de redes eléctricas aéreas, por tal razón se manufacturo una estructura acorde al diseño planteado en el Anexo M para el efecto se ocupó crucetas de segunda orden de redes aéreas de distribución eléctrica, que la empresa contó con gran cantidad al momento, a más de encontrarse en buenas condiciones su acabado se muestra en la figura 56



**Figura 56 Estructura de soporte**

### 3.9.2.2 Doble fondo

Bajo criterios de mantenimiento se decidió hacerlo desarmable con el fin de obtener fácil acceso al mismo el mismo se manufacturo según el diseño del Anexo P y posteriormente se incorporó al tablero principal como se muestra en la figura 57



**Figura 57 Doble fondo instalado**

### 3.9.2.3 Tapa principal de tablero de control de reconectadores

La tapa principal del tablero tiene la misión de alojar los elementos de control y supervisión eléctrica, por ello se realizaron una serie de perforaciones ya previstas en el diseño del Anexo N, como se muestra en la figura



**Figura 58 Perforación de tapa principal de tablero**

### 3.9.2.4 Acabado final

Entre las últimas actividades se modificó la estructura del doble fondo interno, incorporando pernería y tuercas con el objeto de posteriormente, no afectar el ajuste y cableado de los elementos y materiales propios del tablero de control eléctrico. En la figura 59 se muestra el mecanizado final exitosamente obtenido a partir del diseño mecánico realizado.

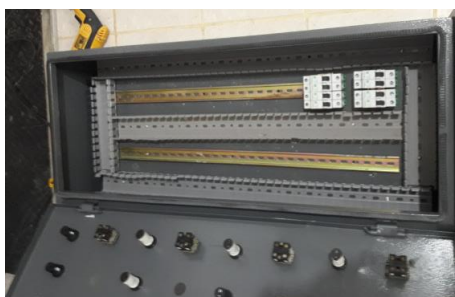


**Figura 59 Manufactura final de TCRA**

### 3.9.2.5 Acople de canaletas plásticas ranuradas tipo 60x40 y riel tipo Din

Para el acople de canaletas se siguió con los planos del Anexo P el cual detalla la ubicación (vertical), se fijó por pernería, y considerando el conjunto de cables de cada tarjeta IOEX; se realizó modificaciones en cada canaleta.

Por otra parte, los rieles tipo DIN son acopladas en el tablero de doble fondo, estas cumplen la misión de dar soporte a cada bornera eléctrica y elemento de protección. El acople de las canaletas y el riel DIN se muestra en la figura 60.



**Figura 60 Acople de canaletas y riel DIN**

### 3.9.3 Montaje de circuito de control eléctrico

#### 3.9.3.1 Bloque de Borneras

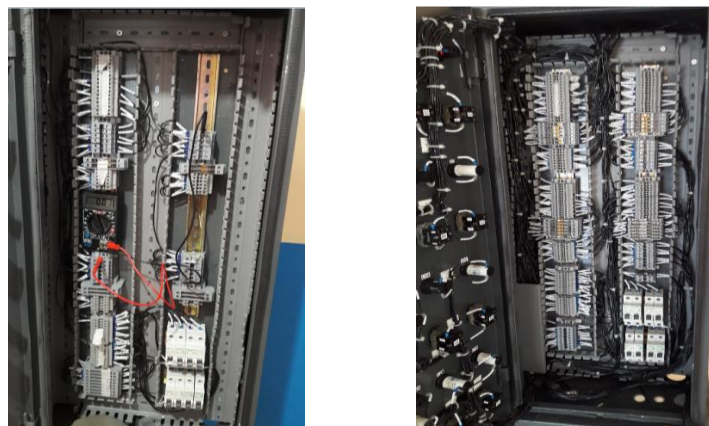
En total se empleó 4 bloques entre ellas borneras de control y borneras seccionales, empleando borneras de mayor calibre para las bornas principales, como se muestra en la figura 61



**Figura 61 Bloques de borneras**

### 3.9.3.2 Estructurado de conexiones eléctricas de elementos de supervisión y borneras de control.

El estructurado consistió en realizar todas las conexiones eléctricas con su codificación de cable (Marquilla), identificación de borna, seguimiento de normativa de cable a 90 grados de Angulo de inclinación, peinado necesario: para ello se siguió los planos eléctricos diseñados de los Anexos D, E, F, G y su ejecución se ilustra en la figura 62



**Figura 62 Estructurado de cables en tablero**

### 3.9.3.3 Alisado/Peinado de cables

El mismo es efectuado en la puerta del tablero TCRA con todos los elementos de control y supervisión, considerando su ajuste y cantidad de cables empleada como se puede observar en la figura 63



**Figura 63 Alisado de cables de elementos de control**

### 3.9.3.4 Señalización de tablero

Se empleó etiquetas auto adheribles para identificar todos los pilotos y pulsadores separando el área de operación de cara reconectador como se puede observar en la figura 64



**Figura 64 Leyendas de operación de TCRA**

### 3.9.3.5 Pruebas eléctricas de banco

Para el efecto; se energizo el tablero TCRA, se empleó un Rct de pruebas, se realizó pruebas de maniobra y pruebas de salida de señales entre ellos Pruebas de inyección primaria, prueba de señal de baterías entre otras, con el objeto de asegurar su funcionamiento para la posterior implementación del proyecto en la S/E Celso Castellano como se muestra en la figura 65 (Pruebas de falla eléctrica y RCT de pruebas).



**Figura 65 Pruebas eléctricas de banco**

## **SECCION 5: INSTALACION ELECTRICA E IMPLEMENTACIÓN DE COMANDO REMOTO DISEÑADO PARA LA S/E CELSO CASTELLANO**

### **3.10 Etapa final de construcción**

#### **3.10.1 Subestación Eléctrica Celso Castellano**

La Subestación Eléctrica Celso Castellano se encuentra ubicada al Norte de la ciudad de Lago Agrio, para proceder con las labores, se realizó el traslado de diferentes equipos y materiales, entre ellos el tablero de control TCRA. En la figura 66 se muestra los pormenores de dicha subestación donde se procedió con las labores del proyecto.



**Figura 66 Subestación Eléctrica Celso Castellano**

#### **3.10.2 Tablero de control TCRA**

El tablero de control TCRA (Tablero de Control Remoto de Alimentadores) fue fijado mecánicamente por pernería en el cuarto de control de la subestación y se realizó adecuaciones para el tendido del cable. En la figura 67 se muestra la ubicación del tablero



**Figura 67 Ubicación de tablero TCRA**



### 3.10.3 Estructurado de cables entre patio de maniobras y cuarto de control

#### 3.10.3.1 Acople de tubería anillada

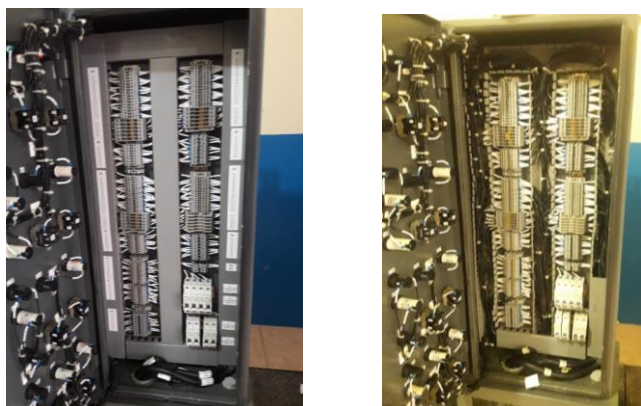
Estas fueron ubicadas a la salida de cada ADVC de alimentador hasta las trincheras de la bahía de 13.8KV; esto como protección mecánica del cable de control, para ello se realizó perforaciones según el equipo, como se muestra en la siguiente figura 68.



**Figura 68 Acople de tubería a RCT de Alimentador Laguna 02**

#### 3.10.3.2 Cableado y conexión de tarjetas ADVC-IOEX y tablero TCRA

Para el efecto se condujo 4 cables tipo 20x14 AWG por las trincheras hasta llegar al tablero de control TCRA ubicado en la casa de control y posteriormente se realizó el estructurado del cable de sistemas auxiliares faltantes de cada circuito de control. En la figura 69 se muestra la etapa final del mismo.



**Figura 69 Estructurado de cable de sistemas auxiliares**

### 3.10.4 Implementación de tarjeta ADVC-IOEX

Las tarjetas ADVC-OEX se fijan mecánicamente en cada bandeja de accesorios por medio de su pernería, aparte se realizó la conexión eléctrica correspondiente a un régimen de 18 VDC en el bloque de alimentación designado de fábrica, se estructuró el cable de comunicación denominado B RS232, se instaló cable de control (Servicios Auxiliares) con su maquillado correspondiente y se adjuntó las leyendas correspondientes

En las figuras 70, 71, 72 y 73 se ilustra el desarrollo de la implementación de mencionadas tarjetas.



**Figura 70 Tarjeta IOEX en RCT Laguna 01**



**Figura 71 Tarjeta IOEX en RCT de Laguna 02**



**Figura 72 Tarjeta IOEX en RCT Laguna 03**



**Figura 73 Tarjeta IOEX en RCT laguna 04**

## **SECCION 6: CONFIGURACION DE CONTROLADOR ADVC EN FUNCION A IMPLEMENTACION DE TARJETAS ADVC-IOEX**

### **3.11 Funciones y configuraciones por Interfaz WSOS**

Bajo las direcciones de comunicación IP siguientes:

**Alimentador Laguna 01:** 172.17.120.13

**Alimentador Laguna 02:** 172.17.120.14

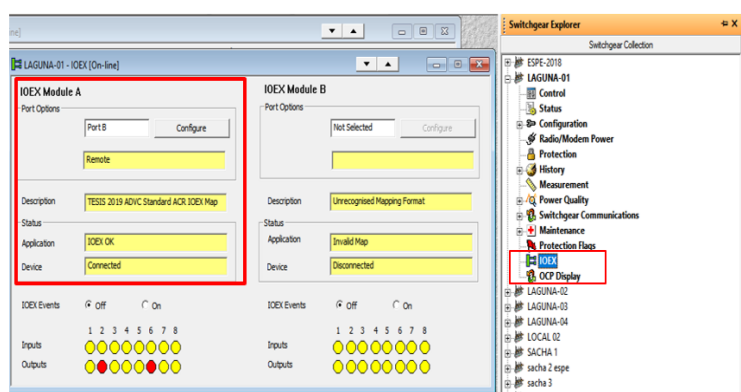
**Alimentador Laguna 03:** 172.17.120.15

**Alimentador Laguna 04:** 172.17.120.16

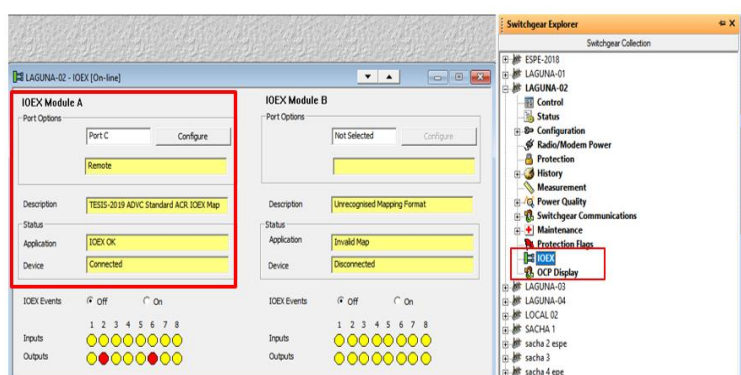
Se creó archivos independientes y se configuro cada uno para activar; los puertos de comunicación tipo serial B RS232, se activó el accesorio de control Module IOEX A para lectura y recepción de datos para control remoto por tarjeta IOEX.

A demás se desbloqueó la ventana de monitoreo IOEX para visualizar en tiempo real la activación de las señales bajo el funcionamiento del RCT de alimentación y con el fin de que centro de control informe al operador de subestaciones acerca de las maniobras requeridas.

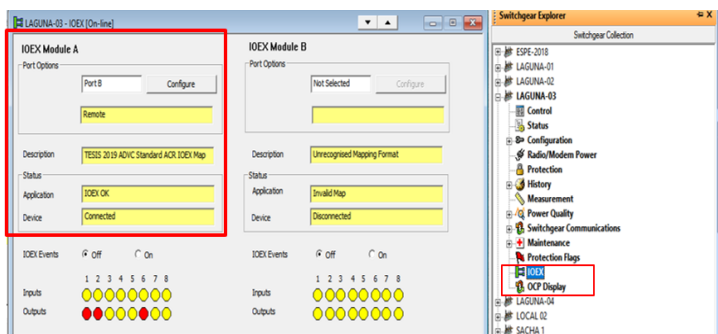
En las siguientes figuras 74, 75, 76, 77 se ilustra la interfaz IOEX configurada, resaltando los puntos detallados anteriormente.



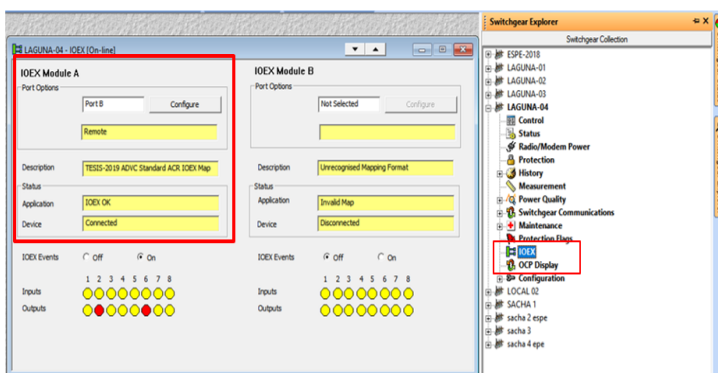
**Figura 74 Interfaz IOEX de Alimentador Laguna 01**



**Figura 75 Interfaz IOEX de Alimentador Laguna 02**



**Figura 76 Interfaz IOEX de Alimentador Laguna 03**



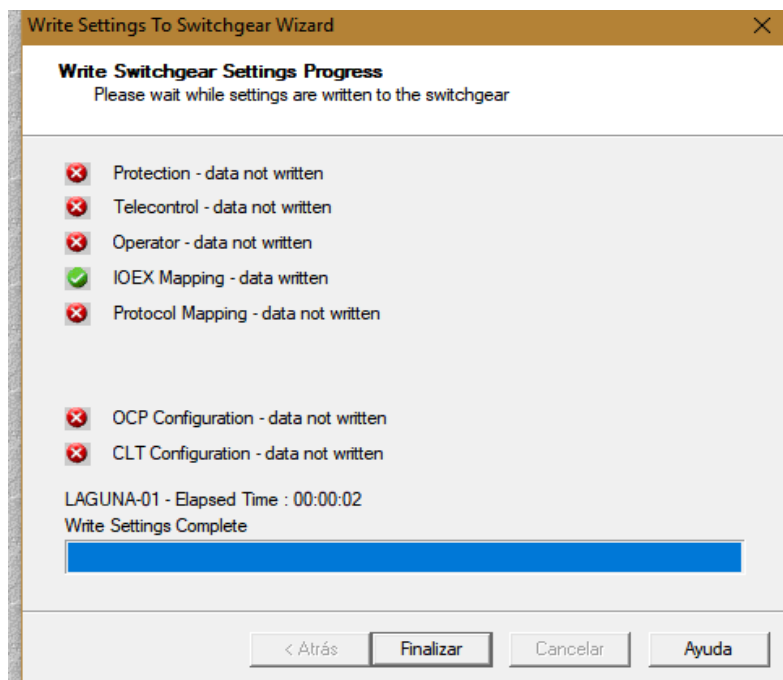
**Figura 77 Interfaz IOEX de Alimentador Laguna 04**

### 3.11.1 Transferencia de mapa de programación IOEX mapping.

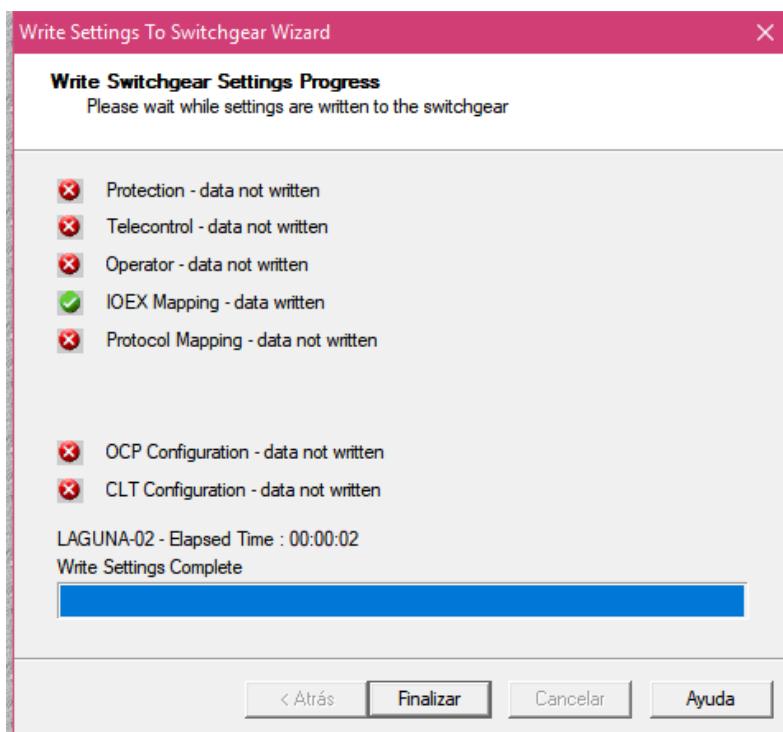
Atraves de una conexión ethernet se realizó la transferencia de la programación de control IOEX Mapping ACR Serie U27, para operación del sistema de comando remoto del tablero TCRA.

Durante la carga del archivo denominado “Tesis 2019”, se omitió la sobrescritura de parámetros como telemetría, mantenimiento, protección, entre otros, que por ventaja del sistema implementado únicamente se requiere la carga del mencionado archivo

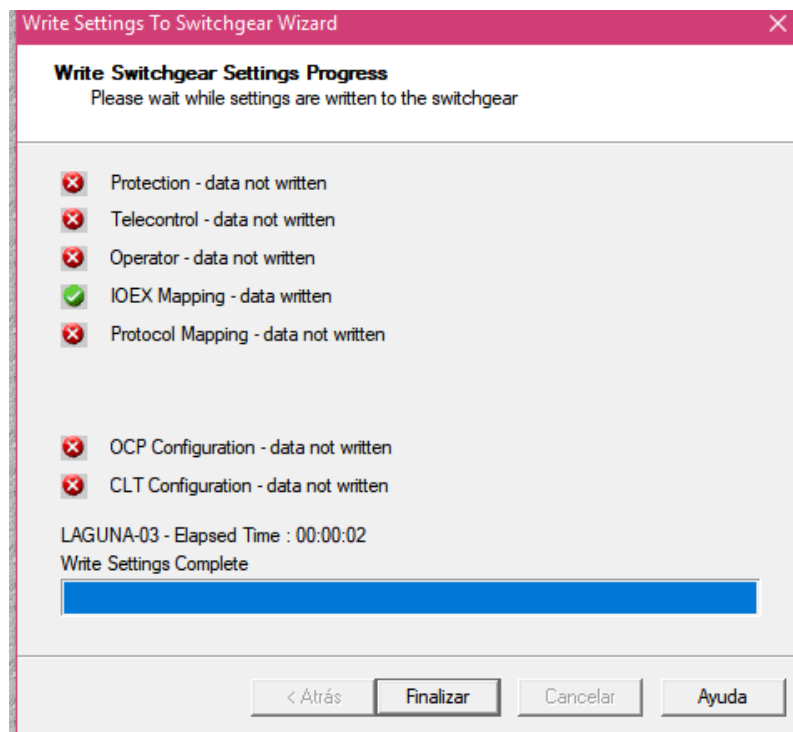
En las figuras 78,79,80,81 se ilustra la ventana de carga de programación (IOEX Mapping data read) de cada alimentador.



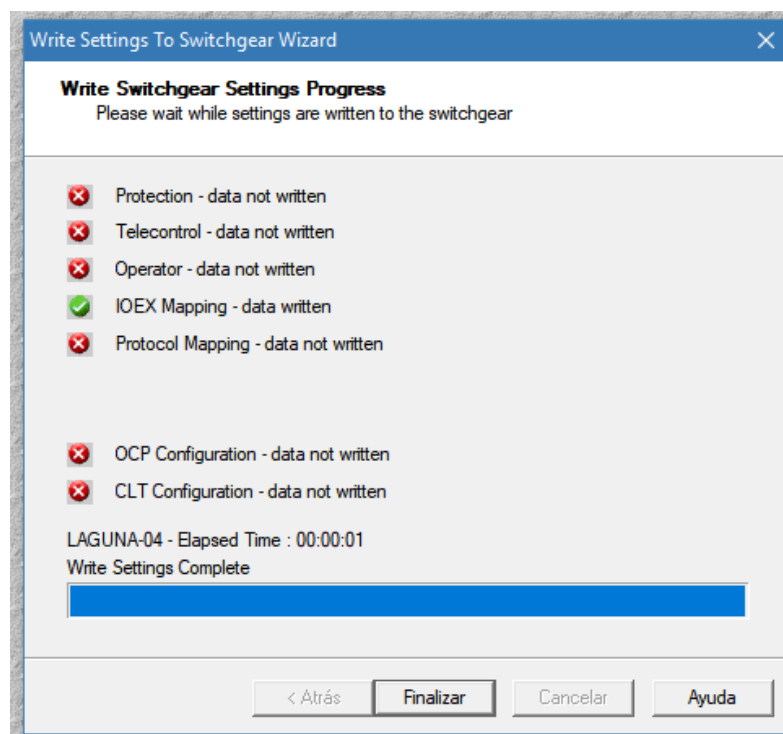
**Figura 78** Carga de programación IOEX Laguna 01



**Figura 79** Carga de programación IOEX Laguna 02



**Figura 80** Carga de programación IOEX Laguna 03



**Figura 81** Carga de programación IOEX Laguna 04

### **3.12 Operaciones y configuraciones en bahía de 13.8 KV**

#### **3.12.1 Desconexión del SEP (Sistema Eléctrico de Potencia)**

Se coordinó con Centro de Control de la Empresa Cnel Ep Sucumbíos para realizar el corte de servicio en las horas de la madrugada y posteriormente se realizó el cierre de BYPASS para proceder con labores de maniobra como se muestra en la figura 82



**Figura 82. Cierre de bypass por pértiga**

#### **3.12.2 Actualización de firmware de Reconectores U27 Tipo Nu-Lec**

La actividad consistió en realizar la actualización de finware de 45.11.01 a 45.51.03 de los controladores Laguna 02 y Laguna 04 por presentar configuraciones de comunicación y reconocimiento de datos IOEX bloqueados. En la figura 83 se muestra el computador y el controlador de laguna 02 siendo actualizado.

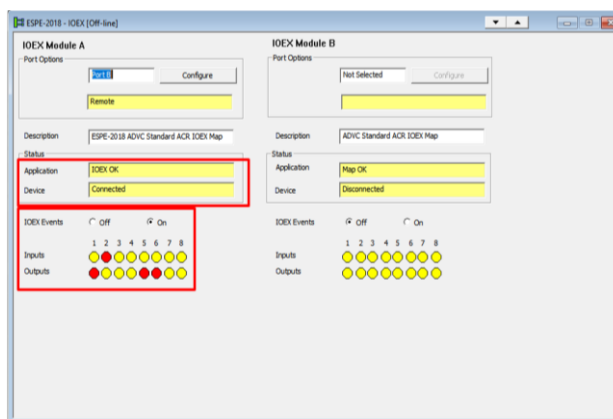


**Figura 83 Actualización de Firmware**



### 3.12.3 Verificación

Para el mismo in-situ se verifico las señales de salida de la tarjeta por medio del panel de operación, y a vez por software se constató, la salida de señales, según el funcionamiento de cada alimentador mediante el estatus del mapa de programación el cual señala MAP OK y DEVICE conected. En la figura 84 se ilustra la ventana del software del alimentador Laguna 01.



**Figura 84 Verificación del comando remoto del RCT Laguna 01**

## SECCIÓN 7: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y PUESTA EN SERVICIO DE LA UNIDAD REMOTA DE RECONECTADORES NU-LEC DE ALIMENTACIÓN SCHNEIDER U27

### 3.13 Pruebas controladas de maniobra

#### 3.13.1 Energización y arranque de tablero de control TCRA

En primera instancia se verifico la alimentación de cada tarjeta en patio, posterior se alimentó, el tablero de control TCRA a 125 VDC mediante el breaker 13 del tablero de servicios auxiliares de la subestación (El mismo se designó en los planos eléctricos), posterior se subió los breakers de cada circuito y se inspecciono la presencia de fallas eléctricas (Ruidos, vibraciones, cortos circuitos)

En la figura 85 se ilustra la energización del tablero TCRA con su luz piloto verde que señala su energización efectiva.



**Figura 85 Energización y arranque de tablero TCRA**

### 3.13.2 Prueba de Disparo

Consistió en realizar la apertura del ACR de cada circuito de alimentación, por medio de los pulsantes comprobando que los cambios de modo de operación inhabiliten su efectividad, así como su restablecimiento vuelva a su funcionamiento (Modo remoto).

### 3.13.3 Prueba de Cierre

Consistió en realizar el cierre de cada circuito de alimentación, por medio de los pulsantes de cada área de operación, comprobando que los cambios de modo de operación inhabiliten su efectividad, así como su restablecimiento vuelva a su funcionamiento normal (Modo remoto).

En las figuras 86, 87, 88, 89 se ilustra el cierre del interruptor de potencia (RCT) por señales del tablero TCRA.



**Figura 86 Rct Alimentador Laguna 01**



**Figura 87 Rct Alimentador Laguna 02**



**Figura 88 Rct Alimentador Laguna 03**



**Figura 89 Rct Alimentador Laguna 04**

### **3.13.4 Pruebas controladas de señales de monitoreo**

#### **3.13.4.1 Disparo por falla SEF**

Para la prueba de señales de salida se modificó el estado de funcionamiento de cada ACR, es decir el mismo se disparó por fallas eléctricas (Encendido de luz piloto Naranja); mediante ensayos de inyección primaria, se abrió y cerró paulatinamente hasta asegurar

su factibilidad correspondiente; en la figura 90 se puede observar el uso del equipo Trax-Megger para la simulación de fallas eléctricas.



**Figura 90 Simulación de fallas con equipo TRAX-Megger**

#### **3.13.4.2 Disparo falla baja frecuencia**

Con esta señal se comprobó la activación de la protección por falla de baja frecuencia que en conjunto con el equipo TRAX MEGGER inyectando valores inferiores a 59 Hz de frecuencia y a consecuencia se comprobó su efectividad con el encendido de la luz piloto roja. En la figura 93 se ilustra la señal de la falla eléctrica

#### **3.13.4.3 Señal de falla de baterías**

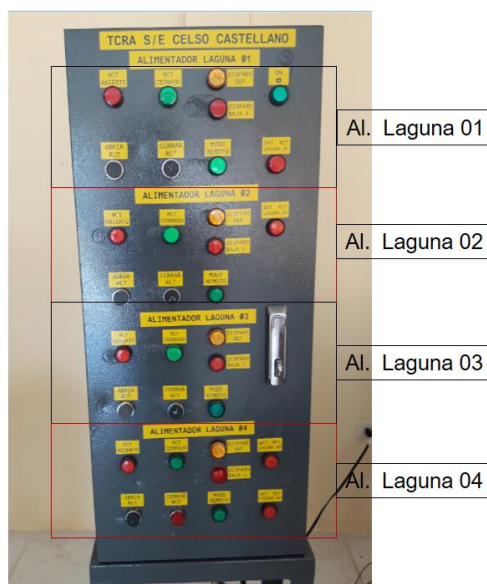
La prueba consistió en provocar una falla en la alimentación de las baterías y producir el encendido del piloto rojo del tablero TCRA. Para ello se hizo pruebas con el módulo de alimentación de cada alimentador, si abrir el RCT la cual sucede muy a menudo. En la figura 94 se muestra la efectividad del mismo.

### **SECCION 8: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE COMANDO REMOTO**

#### **3.14 Conjuntos de operación remota**

El modo de operación remota es activado de forma local directamente en el equipo, e inmediatamente el equipo configurado bloquea su maniobra local y se activa las funciones de maniobra remota (TCRA) para el efecto el panel del módulo CAPE informa que el tablero ha sido activado con la leyenda **BOARD TCRA ON** y se enciende el led verde

del tablero de control según el alimentador que se haya activado el área de operación para cada alimentador se detalla en la figura 91



**Figura 91 Conjuntos de operación remota**

### 3.15 Interpretación y análisis de indicadores de estado por falla

#### 3.15.1 Disparo de Rct por Falla SEF

Este se enciende cuando se ha producido una falla por accionamiento de la protección de falla a tierra y la Sensitiva de falla a tierra SEF, en efecto el TCRA mantendrá encendido el piloto de RCT Abierto y el piloto de Falla General (Disparo por falla SEF) En la figura 92 se muestra la ubicación de los indicadores del alimentador Laguna 01.



**Figura 92 Pilotos de estado de falla de tablero TCRA**

### 3.15.2 Disparo de Rct por falla de Baja Frecuencia

Este se enciende cuando se ha producido una falla por baja frecuencia generalmente alrededor de los 58 HZ, en efecto el TCRA mantendrá encendido el piloto de ACR Abierto y el piloto de Falla por baja frecuencia. La ubicación de estos pilotos de estado se muestra en la figura 93



**Figura 93 Pilotos de estado de falla de tablero TCRA**

### 3.15.3 Encendido de piloto ROJO de funcionamiento de baterías

El piloto se enciende al presentarse averías en las baterías, debido a desbalance de voltaje oscilante (normal 27 VDC), sobre voltaje o falla en la alimentación auxiliar (Debido a la ausencia de voltaje AC se disipa al restaurarse el suministro eléctrico AC), disparo de breakers del módulo de alimentación de baterías.

En determinados casos que la falla de alimentación de baterías produzca la apertura del Rct enciende el piloto de apertura con el indicador de falla de baterías. En la figura 94 se ilustra la ubicación de los pilotos de estado mencionados



**Figura 94 Falla de batería de controlador ADVc en TCRA**



### 3.15.4 Maniobra cierre/disparo controlado de Reconectores de Alimentador Laguna 01, 02, 03, 04

Cabe mencionar que el modo de operación remota para los 4 reconectores de cabecera de la subestación es el mismo; con la condición que el piloto verde se encuentre encendido (Si, no activarlo directamente en el equipo) de acuerdo al conjunto de operación de cada alimentador. En la figura 95 se ilustra la ubicación del piloto de modo de operación.



**Figura 95 Operación remota de tablero TCRA**

La apertura y cierre del reconector se realiza acorde a los pilotos de estado, es decir; cuando el piloto Rojo de RCT Abierto este encendido se procede a cerrarlo con el pulsador de cierre llamado Cerrar RCT. En la figura 96 se ilustra la ubicación del piloto de estado



**Figura 96 Estado de apertura de RCT en bahía 13.8KV**

Cuando el piloto verde de RCT Cerrado este encendido se procede a abrirlo con el pulsador de apertura llamado Abrir RCT. En la **figura 97** se ilustra la ubicación del piloto de estado.



**Figura 97 Estado de RCT en bahía 13.8KV Laguna 02**

La operación detalla con anterioridad es igual para los demás re conectadores de alimentación, como aporte al operar se debe guiar por el encendido de los pilotos y sus leyendas.

### **3.15.5 Maniobra cierre/disparo bajo falla eléctrica de Reconectores de Alimentador Laguna 01, 02, 03, 04**

Las fallas de cada re conectador son identificadas cuando se enciende el piloto naranja nombrado Falla por SEF, el piloto rojo llamado FALLA BAJA FREC. (Las fallas dependen la ocasión, puede únicamente encenderse una) y el piloto rojo de RCT Abierto.

Al interpretar la situación se puede proceder a cerrarlo normalmente sin inconvenientes

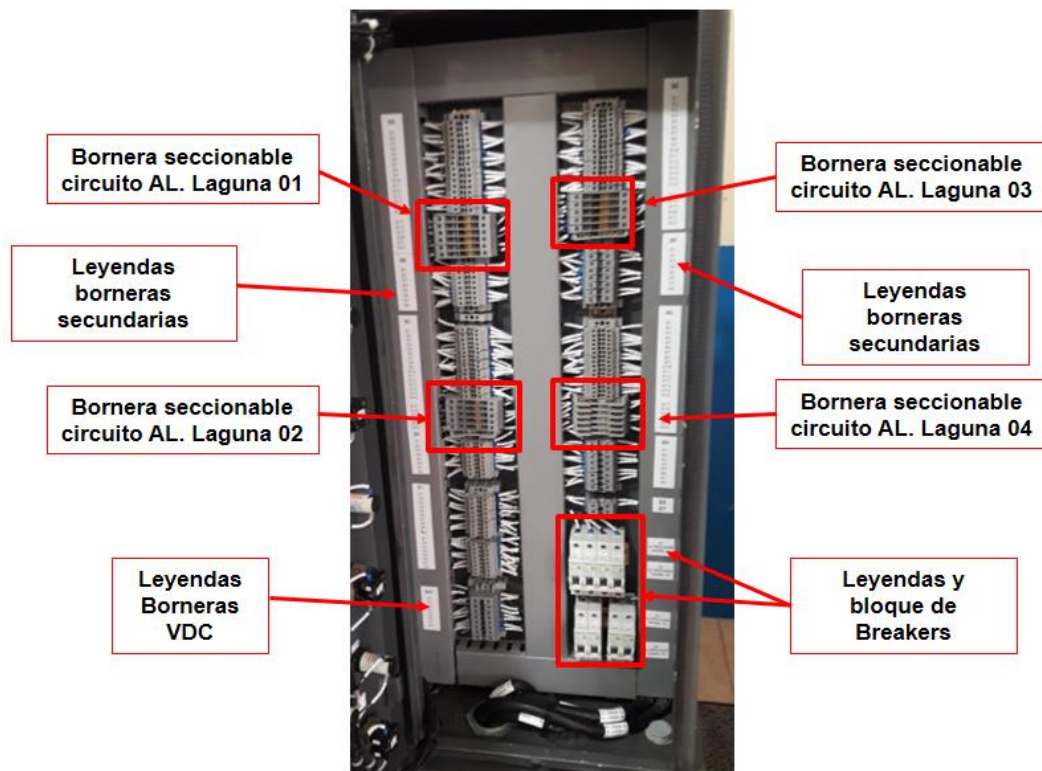
**NOTA:** Debe asegurarse que el conjunto de operación a operarse sea el correcto y su modo de operación remota este activada

## **3.16 Mantenimiento de tablero de control TCRA**

### **3.16.1Mantenimiento preventivo**

Tiene el objetivo de prevenir fallas debido a diversos factores, para el caso de tableros de control; la humedad, vibraciones, modificaciones que perjudican el ajuste de contactos de borneras, manipulación normal entre otras es recomendable incluir los procedimientos de termografía, reajuste de contactos y prueba de todos los pilotos de estado entre ellos el método más común de inspección visual general de los equipos y sistemas en los que se incluyen los pormenores más relevantes, en la figura 98 se ilustra los componentes del tablero que requieren, mayor consideración



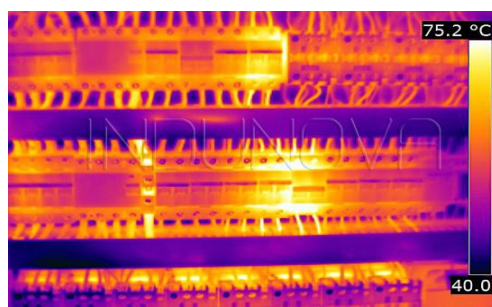


**Figura 98 consideraciones de inspección visual para mantenimiento preventivo**

### 3.16.2 Termografía

Esta permite encontrar puntos calientes en la circuitería del tablero, su interpretación es acorde a los niveles normales de operación estos se realizan según el procedimiento establecido por la empresa.

La finalidad de este proceso es encontrar aquellos puntos que aumentan la resistividad del sistema que aumentan el consumo energético y a su vez permiten determinar la solución efectiva en lugares específicos como se muestra en la figura 99



**Figura 99 Termografía de borneras de tableros de control**

### 3.16.3 Reajuste mecánico

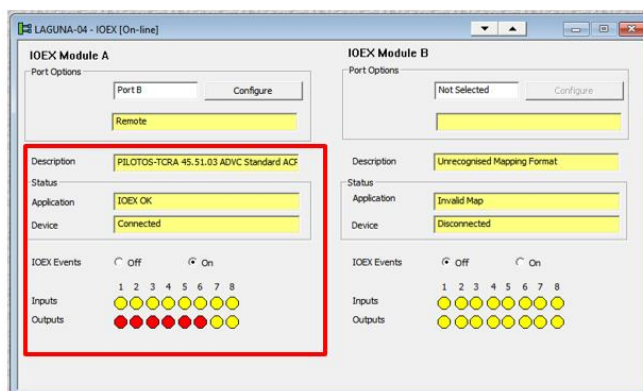
El reajuste es realizado en todos los puntos de conexión eléctrica, siendo estos borneras de control, borneras seccionadoras, borneras de breakers, bornes de pulsadores, bornes de luces piloto, bornes de señales de entradas y salidas IOEX que por defectos ajenos estos tienden a aflojarse por el tiempo.

### 3.16.4 Verificación de pilotos de estado

Consiste en comprobar el buen funcionamiento de todas las luces piloto; estas pueden ser realizadas por:

- La interfaz WSOS cargando una programación IOEX que activen todas las salidas de la tarjeta. Como se muestra en la figura 100 (Se comprueba la efectividad de los contactos internos de la tarjeta)
- In situ se logra cerrando las borneras seccionales de cada circuito; para el efecto se cuenta con borneras seccionadas específicamente entre la 17 y 22 de cada conjunto de borneras (Figura 98)

**NOTA:** Los dos métodos descritos describe la solución de fallas al tratarse de pilotos en mal estado, o falla de contactos de tarjeta IOEX. Al finalizar siempre verificar que las borneras de test de luces siempre estén seccionadas para funcionamiento normal del TCRA.



**Figura 100 Test de luces por Software para controlador ADVC**

### 3.17 Limpieza y cuidado

Este debe ser realizado bajo inspección visual, con el objeto de encontrar cables sueltos, marquillas despegadas, presencia de polvo, presencia de sarro, ruidos, humedad y demás agente nocivos que pueden afectar el funcionamiento del tablero.

### 3.18 Mantenimiento eléctrico

El mismo consiste en realizar pruebas de campo en sí de disparo y cierre controlado, para ello se puede aislar el Reconectador por medio de Bypass con el objeto de evitar posibles fallas del tablero.

En otra parte para comprobar las señales de falla se debe realizar ensayos de inyección primaria a razón de 400 A con el fin de simular una falla y comprobar la generación de salidas de la tarjeta ADV-IOEX. La misma puede ser realizada con el equipo eléctrico TRAX-MEGGER como se ha realizado en el presente proyecto (Figura 101)



**Figura 101 Pruebas de inyección de corriente primaria**

### 3.19 Mantenimiento electrónico

El mismo es realizado bajo inspección visual de la tarjeta ADV-IOEX, esta se encuentra en la bandeja del controlador ADV-IOEX; pese al grado de protección del mismo este se expone a alta temperatura, humedad propia del ambiente de la zona, a más de vibraciones producidas por la operación continua del reconectador. En la figura 102 se muestra los puntos especiales que requieren mayor atención.

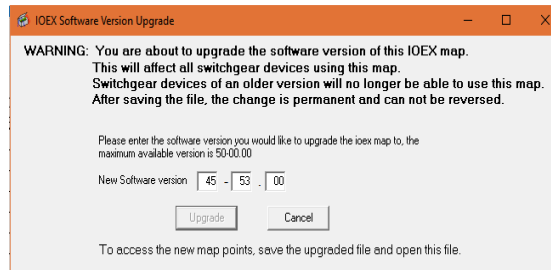


**Figura 102 Borneras de tarjeta IOEX**

### 3.20 Mantenimiento lógico computacional

El mismo consiste en realizar actualizaciones de firmware que activan nuevas funciones al controlador ADVC y permite realizar mejoras en los mapas de programación IOEX.

**Nota:** en caso de realizarse la actualización y no reconocer el mapa de programación IOEX se debe subir la versión de programación IOEX hasta la misma versión del firmware subido y posterior debe cargarse la programación normalmente. La misma puede ser realizada en la ventana de programación siguiente (Figura 103)



**Figura 103 Configuración de versión de programación Ioex**

### 3.21 Análisis y seguimiento del sistema de control remoto implementado

#### 3.21.1 Inspección del sistema en niveles normales de operación

Primero se revisó los estándares de funcionamiento del comando remoto por software y posteriormente se acudió a la subestación eléctrica para constatarlo y en coordinación con el operador de turno se constató que la operación del tablero es efectiva y se ha cumplido con los objetivos planteados en el proyecto entre ellos reducir los tiempos de maniobra y mejorar la seguridad del personal operativo. En la figura 104 se ilustra el estado normal

del sistema de distribución (4 Alimentadores funcionando) y operación del tablero de control remoto activa.



**Figura 104 Inspección de estado de tablero TCRA**



**Figura 105 Verificación de estado de RCTS**

## CAPITULO IV

### 4.1 CONCLUSIONES

- El análisis de la situación y operación actual a nivel 13.8 KV de la Subestación Celso Castellano, permitió realizar la programación IOEX Mapping satisfactoriamente, obteniendo los datos necesarios para el mismo, justificando su carga, sus tramos extensos, y factores ambientales que la envuelven.
- La reconfiguración del sistema de control de los reconectores por Tarjeta ADVC-IOEX planteada, vuelve la restauración del sistema de distribución más versátil; el control de los equipos desde el cuarto de control agiliza la reposición de fallas, compensando el tiempo de operación del mismo.
- El sistema de comando remoto de reconectores por operación remota 1 (Por tablero TCRA), cumple la función de respaldar las funciones de maniobra del sistema SCADA (Remoto 2), con un sistema totalmente diferente; para así lograr la reposición del sistema de distribución, independientemente si el sistema SCADA llegara a fallar.
- La implementación y desarrollo del proyecto en la empresa ha permitido mejorar la seguridad, la confiabilidad, la rapidez, el respaldo de maniobra en la bahía de 13.8 KV, reduciendo la exposición del personal técnico a peligros potenciales de la Subestación Electrica Celso Castellano.

### 4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer inspecciones in-situ, solicitar información al personal técnico de la subestación, examinar la topología, el sistema de protecciones, sistema de control para determinar las variables y proceder con la programación de los equipos (Etapa inicial del Proyecto)
- Los reconectores de alimentación se ubican en el patio de maniobras de 13.8 KV; por tanto, es recomendable ejecutar las 5 reglas de oro, emplear equipos de protección personal, coordinar y mantener comunicación con centro de control (SCADA) durante el desarrollo de trabajos.

- Para la construcción del tablero es necesario, diseñar los planos mecánicos y eléctricos con el fin de especificar todos los materiales, adecuaciones, y modificaciones en la subestación que se podrían necesitar sino; se realizaran sobredimensionamientos e instalación innecesaria.
- Capacitar al personal técnico involucrado en el sistema de distribución; para realizar un adecuado uso del sistema de comando remoto de alimentadores, maximizar la vida útil del mismo, prevenir y solucionar fallas futuras.
- Se recomienda a la empresa Cnel EP Sucumbíos, aplicar el sistema de control remoto del presente proyecto, a los demás alimentadores de las Subestaciones Sacha y Tarapoa que cuentan con reconectores de alimentación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(2014). Obtenido de CONELEC.

Adamiak, M. (s.f.). Obtenido de ISSU:  
[https://issuu.com/ebsarevista/docs/manual\\_sube\\_61](https://issuu.com/ebsarevista/docs/manual_sube_61)

Capella, R. (Noviembre de 2000). Aparamenta de proteccion en maniobras de MT .  
 Merlín.

CNEL EP. (2016). *Manual de operacion y mantenimiento de subestaciones electricas*.  
 Lago Agrio.

ELECTROGENOS, T. G. (07 de FEBRERO de 2012). Obtenido de TECNIS CARPI:  
<https://www.tecniscarpi.com/es/diferentes-conexiones-del-alternador/>

EMSA. (25 de 12 de 2010). Obtenido de EMSA:  
<https://barriolospinos.blogspot.com/2010/12/emsa-inspeccion-de-tableros-de.html>

Fuentes, A. (1989). *Perturbaciones mas habituales en un sistema electrico*.

KLAUS-PETER. (2003). *Substation Automation Handbook*. Alemania: Utility  
 Automation Consulting Lohman.

Lara, I. E. (2017). Obtenido de CNEL EP.

McDONALD. (Abril de 2003). *Substation & Automation Scada and Comunicatons. se*.  
 Quito-Ecuador.

MONIER, J. (Agosto de 2017). U-SERIES THREE- PHASE RECLOSER. *Medium  
 Voltaje Distribution*.

Mora, J. (s.f.). *GERS*. Obtenido de Alternativas para automatizar sistemas de distribucion:  
[www.gers.com.co](http://www.gers.com.co)

Moralez, I. E. (2017). Obtenido de CNEL EP.



NU-LEC Industries. (Enero de 2005). U-SERIES SOLID DIELECTRIC. AUSTRALIA.

Obtenido de [www.nulec.com.au](http://www.nulec.com.au)

NULEC-Industries. (Agosto de 2002). U-SERIES-OPERATION. Australia.

ON, M. P. (2018). Obtenido de MEGGER POWER ON:  
<https://es.megger.com/promociones/transformadores/trax/investigando-la-multifuncionalidad-en-el-diagnosti>

ORTEGA, J. (DICIEMBRE de 2016). Enlace de reconectores a sistema SCADA. CUENCA .

Perdomo, F. (Marzo de 2010). Distribution & Automtion Recloser Schneider.

Perdomo, F. (Marzo de 2010). Solutions & Maintenance ADVC 2.

PULLOQUINGA, D. (Julio de 2018). Proyecto TCRA-SECC. *Comando Remoto mediante Tarjeta ADVC-IOEX*. Lago Agrio, Sucumbios, Ecuador.

SCHNEIDER. (11 de Septiembre de 2002). U-SERIES V27 Technical manual.

SCHNEIDER ELECTRIC. (16 de Octubre de 2008). U-SERIES- ACR with ADVC Controller .

SCHNEIDER ELECTRIC. (2009). *RECLOSER SOLUTION SCHNEIDER*. Obtenido de [www.schneider-electric.com.co](http://www.schneider-electric.com.co)

SCHNEIDER ELECTRIC. (2009). *USB Protocolo Connectivity Guide*. Australia: eagle farm.

SCHNEIDER ELECTRIC. (28 de MAYO de 2010). ADVC CONTROLLER RANGE. Pty Ltd. Obtenido de ADVC CONTROLLER RANGE: [www.schneider-electric.com](http://www.schneider-electric.com)

SCHNEIDER ELECTRIC. (2010). IOEX Database for Automatic Circuit with ADVC. Australia.

SCHNEIDER ELECTRIC. (2010). IOEX installation guide. Australia.

SCHNEIDER ELECTRIC. (2012). CONFIGURABLE IOEX TOOL. Australia. Obtenido de [www.schneider-electric.com.au](http://www.schneider-electric.com.au)

SCHNEIDER ELECTRIC. (2013). *BATTERY HEATER INSTALLATION FOR THE ADVC*. AUSTRALIA: EAGLE FARM.

SCHNEIDER ELECTRIC SAS. (2017). Windows Switchgear Operating System 5. Francia.

Than, A. M. (2002). Obtenido de GALEON: <http://www.galeon.com/hamd/pdf/scada.pdf>

Vergara, E. (2010). Sistema para Ensayos de Subestaciones . Quito, Ecuador.

VILLALBA, M. A. (DICIEMBRE de 2004). *Sistema de comunicaciones para sistema SCADA*.

Zapata, E. (Enero de 2015). Obtenido de Modos de operacion de aparatos electricos: [https://books.google.com.ec/books?id=\\_FL7FJ2ffukC&pg=PA137&lpg=PA137&dq=modos+de+operacion+nivel+0&source=bl&ots=x\\_TuDyF2Mn&sig=9xt4CeNRzkpmM53kpmDdxiVc2o&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiN7N-90bDaAhUxWN8KHWRLBYMQ6AEIOzAC#v=onepage&q=modos%20de%20operacion%20n](https://books.google.com.ec/books?id=_FL7FJ2ffukC&pg=PA137&lpg=PA137&dq=modos+de+operacion+nivel+0&source=bl&ots=x_TuDyF2Mn&sig=9xt4CeNRzkpmM53kpmDdxiVc2o&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiN7N-90bDaAhUxWN8KHWRLBYMQ6AEIOzAC#v=onepage&q=modos%20de%20operacion%20n)

# ANEXOS

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Barraje 69KV / 13.8 KV

ANEXO B: Descripción arquitectónica de elementos electromecánicos

ANEXO C: Diagrama unifilar de uso general para control remoto de alimentadores

ANEXO D: Diagrama de control multifilar de Alimentador Laguna 01

ANEXO E: Diagrama de control multifilar de Alimentador Laguna 02

ANEXO F: Diagrama de control multifilar de Alimentador Laguna 03

ANEXO G: Diagrama de control multifilar de Alimentador Laguna 04

ANEXO H: Presentación general de borneras y marquillas de cables

ANEXO I: Ubicación de borneras y descripción de marquillas lado izquierdo

ANEXO J: Ubicación de borneras y descripción de marquillas lado derecho

ANEXO K: Descripción de marquillas principales e IOEX

ANEXO L: Caja de control NOJA (De reutilización)

ANEXO M: Soporte de tablero de control

ANEXO N: Ensamble puerta principal con elementos de supervisión y control

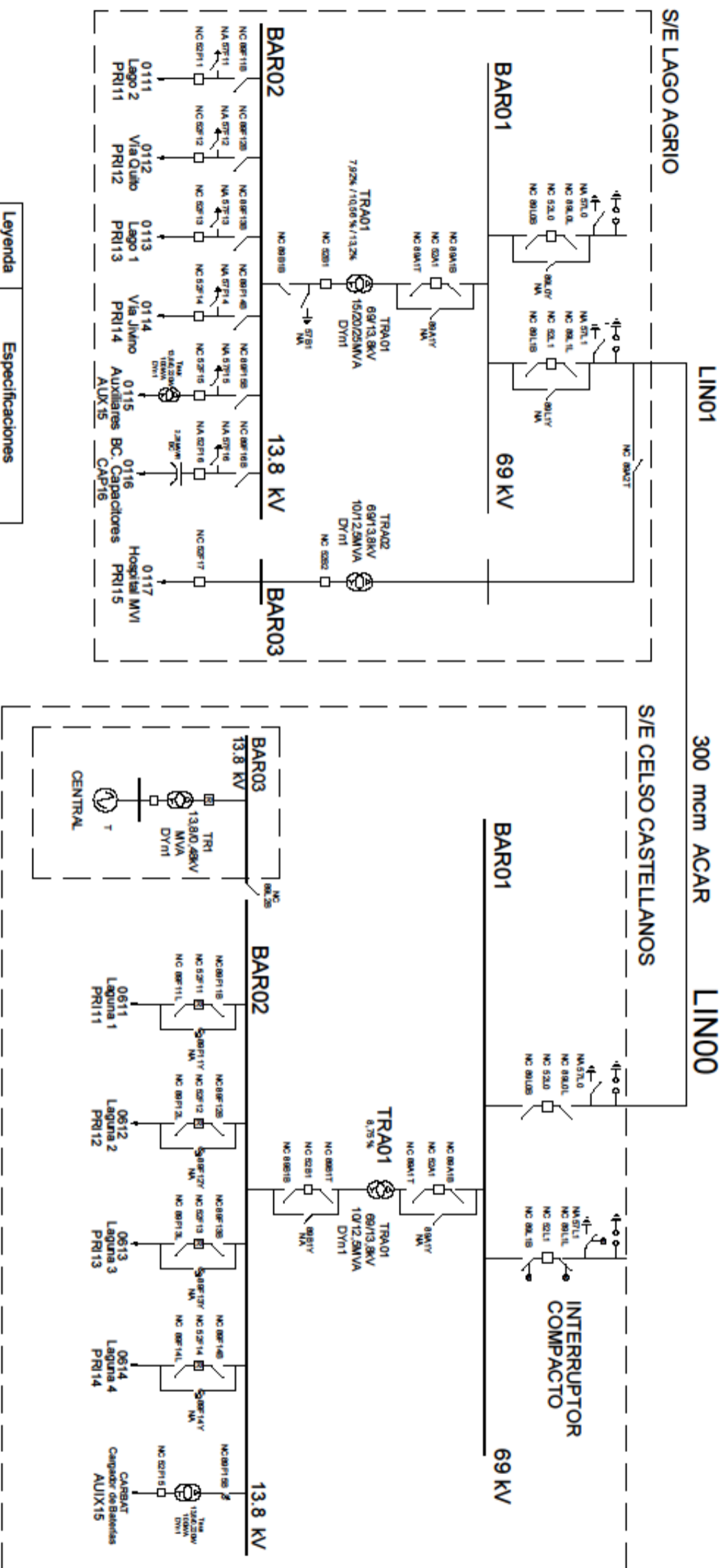
ANEXO O: Elementos eléctricos de supervisión y control

ANEXO P: Doble fondo

ANEXO Q: Diseño final de tablero TCRA

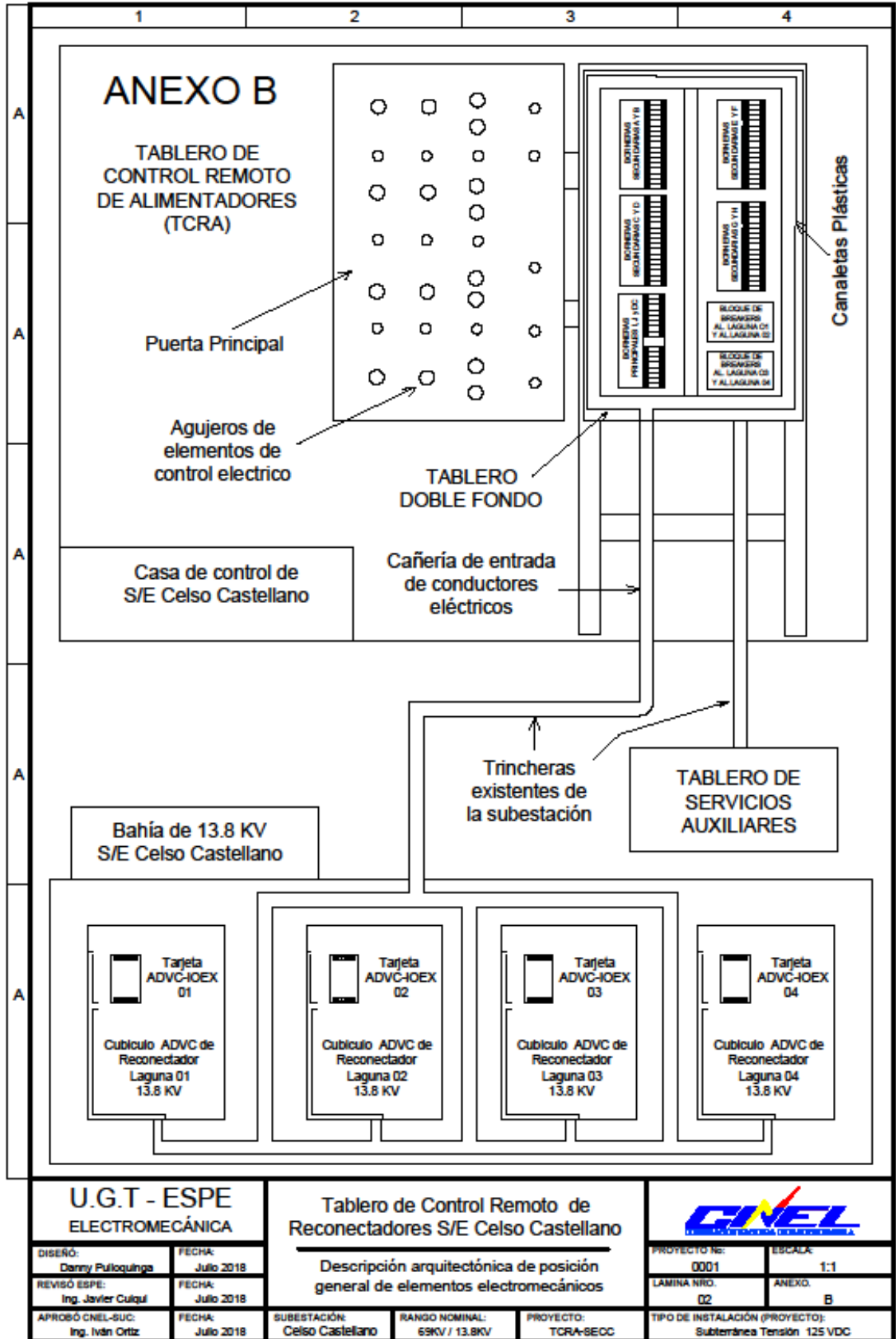
# ANEXO A

## DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO 2 PUNTOS RECEPCIÓN CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO SUCUMBÍOS



Leyenda	Especificaciones
NC	Normalmente cerrado
NA	Normalmente Abierto
PRI	Primario
57	Puesta a tierra
52	Interruptor VCA
89	Seccionador de línea
TRA	Trafo de potencia
Taux	Trafo de servicios auxiliares
R	Reconector

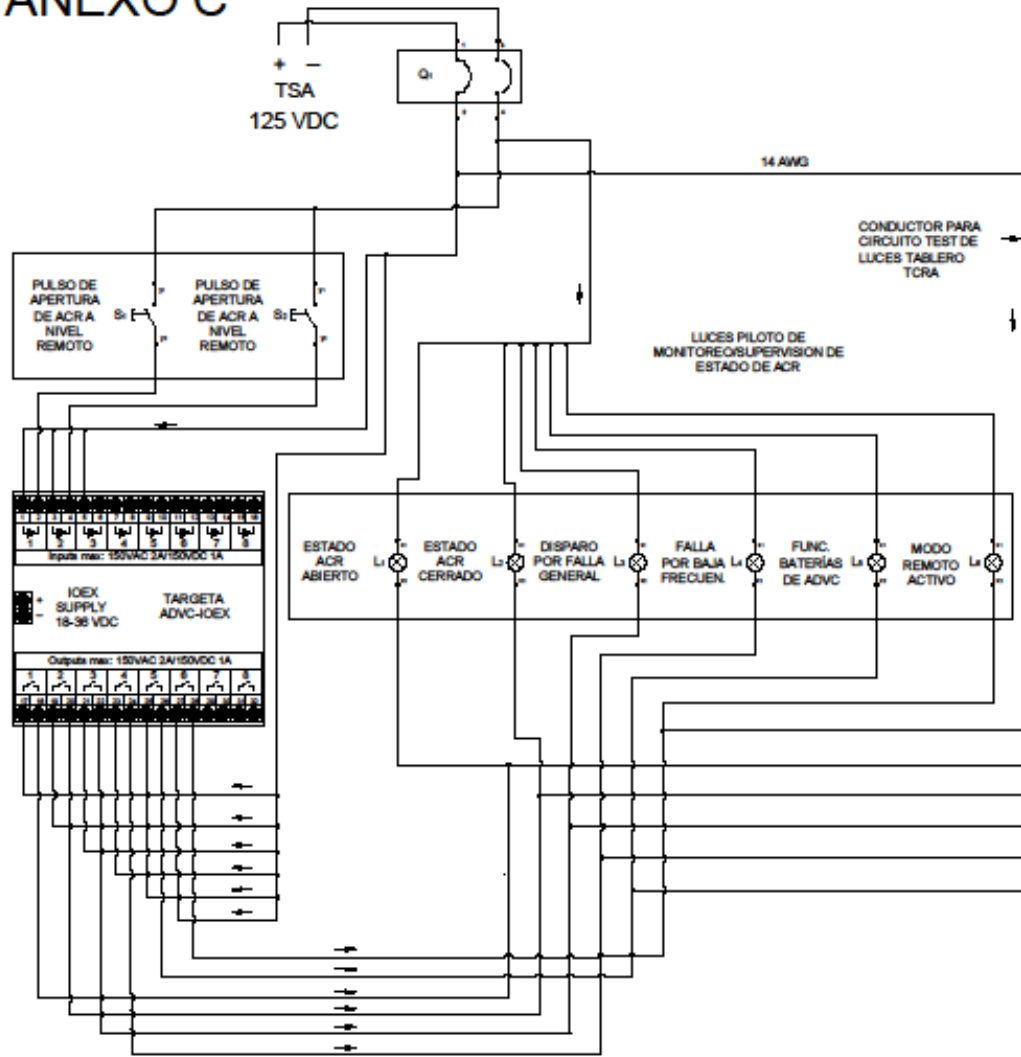
<b>U.G.T - ESPE</b> <b>ELECTROMECHANICA</b>		<b>Diagrama Unifilar de la S/E Celso Castellano y S/E Lago Agrario CNEL EP Sucumbios</b>	
Diseñado: Dany Pulegines FECHA: Julio 2018	Revisado ESPE: Ing. Javier Culeid FECHA: Julio 2018	Subestacion: Rancho Normal 69kV / 13.8kV	Proyecto: TCRA-SECC
Aprobado CNEL-SUC: Ing. Ivan Ortiz	FECHA: Julio 2018	Tipo de Instalación Proyecto: Subestacion Transform. 125 VDC	Proyecto No: 0001 ESCALA: 1:1



1    2    3    4

## TABLERO DE CONTROL REMOTO DE RECONECTADORES DIAGRAMA ELÉCTRICO UNIFILAR DE CONTROL REMOTO DE ALIMENTADORES DE 13.8 KV

### ANEXO C

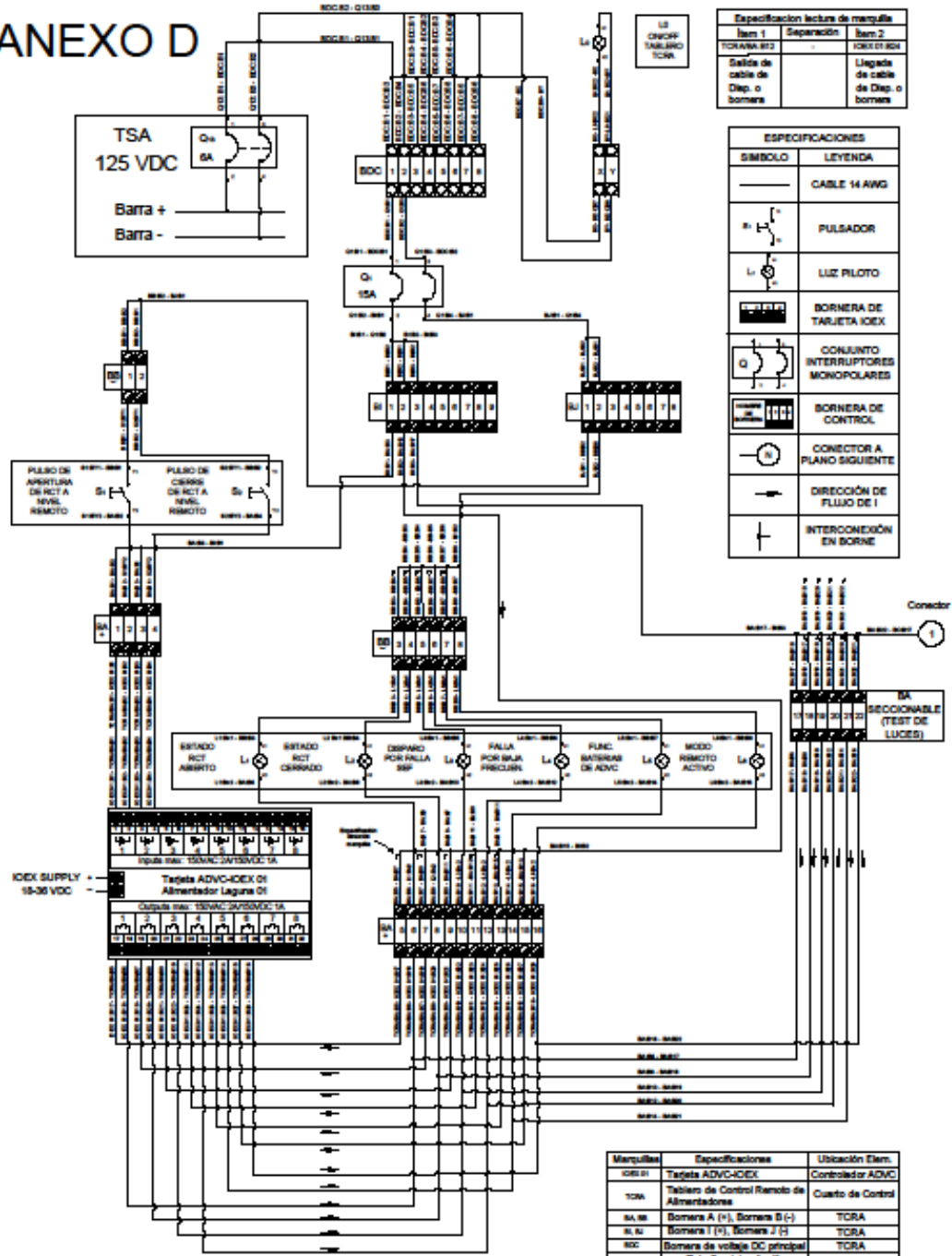


SIMBOLOGÍA Y ESPECIFICACIONES									
SÍMBOLO	LEYENDA	SÍMBOLO	LEYENDA	SÍMBOLO	LEYENDA	SÍMBOLO	LEYENDA	SÍMBOLO	LEYENDA
	PULSADOR		INTERCONEXIÓN		LUZ PILOTO		BORNERA DE TARJETA IOEX		CONJUNTO INTERRUPTORES MONOPOLARES (2)

<b>U.G.T - ESPE ELECTROMECAÁNICA</b>		<b>Tablero de Control Remoto de Reconectores S/E Celso Castellano</b>					
DISEÑO: Darry Pulloquinga	FECHA: Julio 2018	<b>Diagrama unifilar de uso general para control remoto de Alimentadores</b>				PROYECTO No: 0001	ESCALA: 1:1
REVISÓ ESPE: Ing. Javier Cuiqui	FECHA: Julio 2018	SUBESTACIÓN: Celso Castellano				LAMINA NRO. 01 DE 05	ANEXO: C
APROBÓ CNEL-SUC: Ing. Iván Ortiz	FECHA: Julio 2018	RANGO NOMINAL: 65KV / 13.8KV	PROYECTO: TCRA-BECC	TIPO DE INSTALACIÓN (PROYECTO): Subtensión Tensión 125 VDC			

# Diagrama de Control Multifilar de Alimentador Laguna 01

## ANEXO D



**U.G.T - ESPE**  
ELECTROMECAÁNICA

Tablero de Control Remoto de Reconectores S/E Celso Castellano



DISEÑO: **Danny Pulloquinga** FECHA: **Julio 2018**

REVISÓ ESPE: **Ing. Javier Cuiqui** FECHA: **Julio 2018**

APROBÓ CINEL-SUC: **Ing. Iván Ortiz** FECHA: **Julio 2018**

Diagrama de Control Multifilar de Alimentador Laguna 01

SUBESTACIÓN: **Celso Castellano**

RANGO NOMINAL: **69KV / 13.8KV**

PROYECTO: **TCRA-SECC**

PROYECTO No: **0001** ESCALA: **1:1**

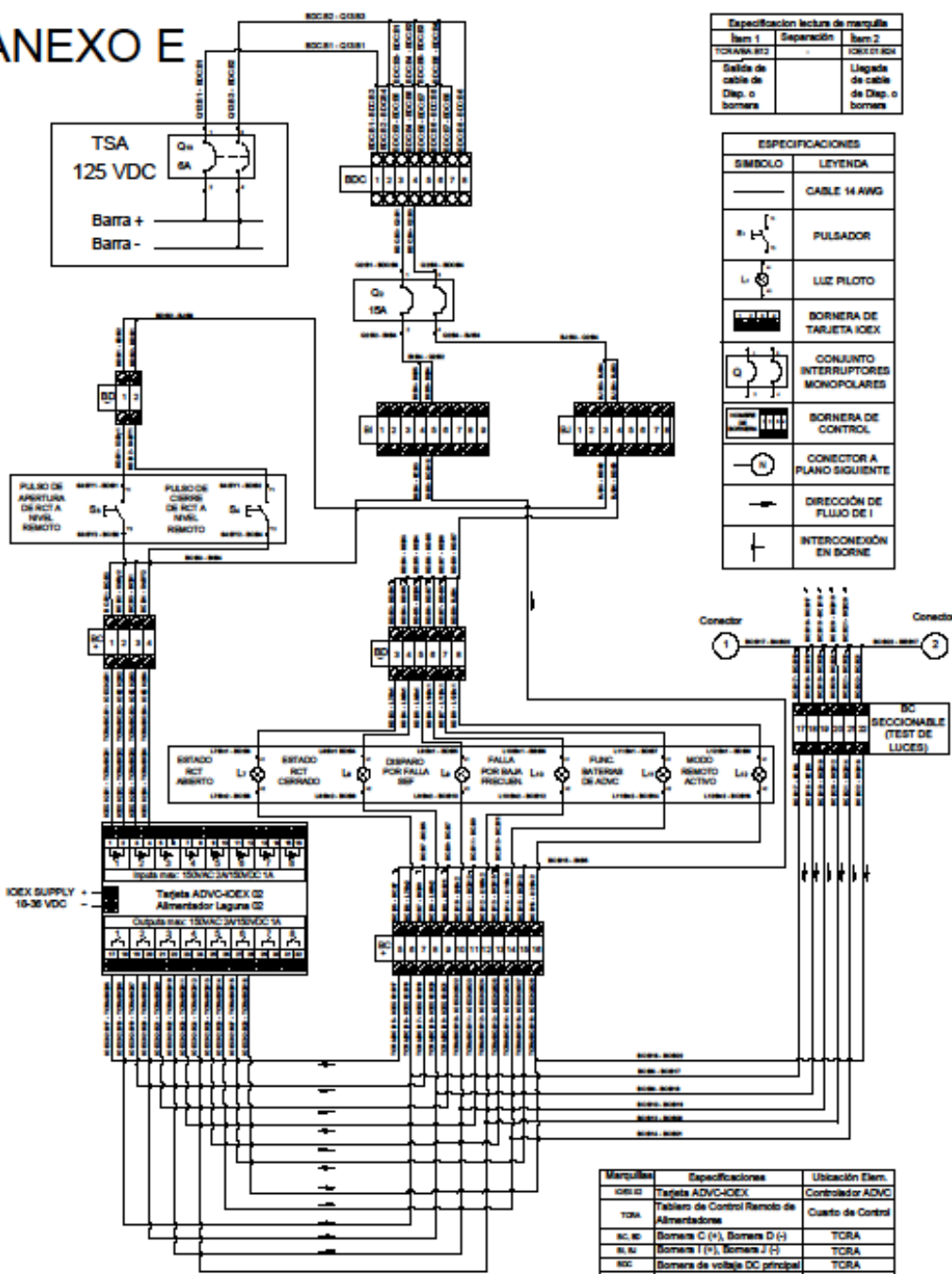
LAMINA NRO. **Q2 DE Q5** ANEXO: **D**

TIPO DE INSTALACIÓN (PROYECTO): **Subtensión Tensión 125 VDC**



# Diagrama de Control Multifilar de Alimentador Laguna 02

## ANEXO E



Especificación lectura de manija		
Item 1	Separación	Item 2
TK04A.070		TK02.01.001
Salida de cable de Disp. o bornera		Llegada de cable de Disp. o bornera

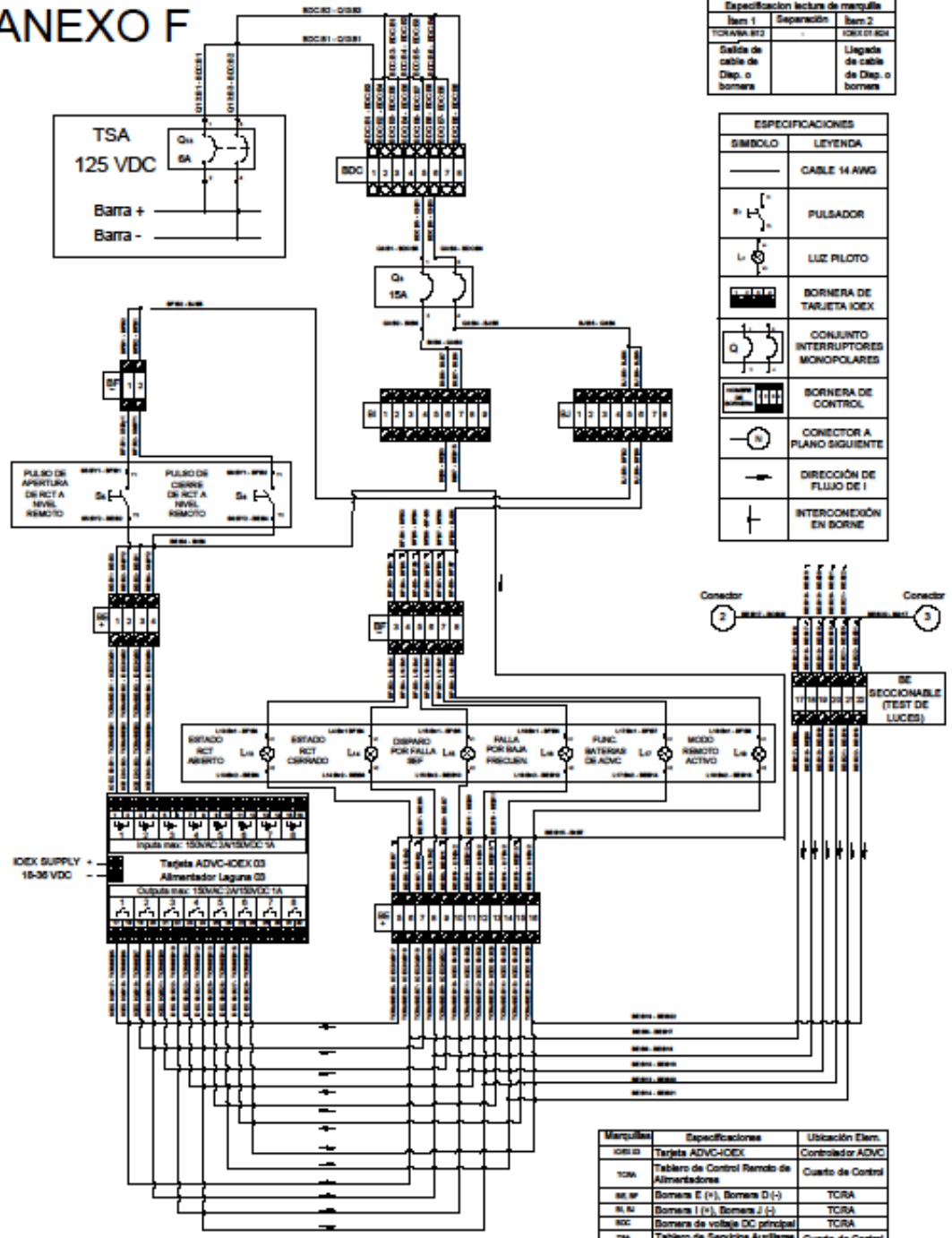
ESPECIFICACIONES	
SÍMBOLO	LEYENDA
	CABLE 14 AWG
	PULSADOR
	LUZ PILOTO
	BORNERA DE TARJETA IOEX
	CONJUNTO INTERRUPTORES MONOPOLARES
	BORNERA DE CONTROL
	CONECTOR A PLANO SIGUIENTE
	DIRECCIÓN DE FLUJO DE I
	INTERCONEXIÓN EN BORNE

Manija	Especificaciones	Ubicación Elem.
IOEX 02	Tarjeta ADVC-IOEX	Controlador ADVC
TOA	Tablero de Control Remoto de Alimentadores	Cuarto de Control
BC 02	Bornera C (+), Bornera D (-)	TORA
BC 01	Bornera I (+), Bornera J (-)	TORA
BDC	Bornera de voltaje DC principal	TORA
TSA	Tablero de Servicios Auxiliares	Cuarto de Control

<b>U.G.T - ESPE ELECTROMECAÁNICA</b>		<b>Tablero de Control Remoto de Reconectores S/E Celso Castellano</b>			
DISEÑO: Danny Pulioquinga	FECHA: Julio 2018	Diagrama de Control Multifilar de Alimentador Laguna 02		PROYECTO No: 0001	ESCALA: 1:1
REVISÓ ESPE: Ing. Javier Cuzuf	FECHA: Julio 2018			LAMINA NRO. 03 DE 05	ANEXO: E
APROBÓ CNEL-SUC: Ing. Iván Ortiz	FECHA: Julio 2018	SUBESTACIÓN: Celso Castellano	RANGO NOMINAL: 69KV / 13.8KV	PROYECTO: TCRA-SECC	TIPO DE INSTALACIÓN (PROYECTO): Subterránea Tensión 125 VDC

# Diagrama de Control Multifilar de Alimentador Laguna 03

## ANEXO F

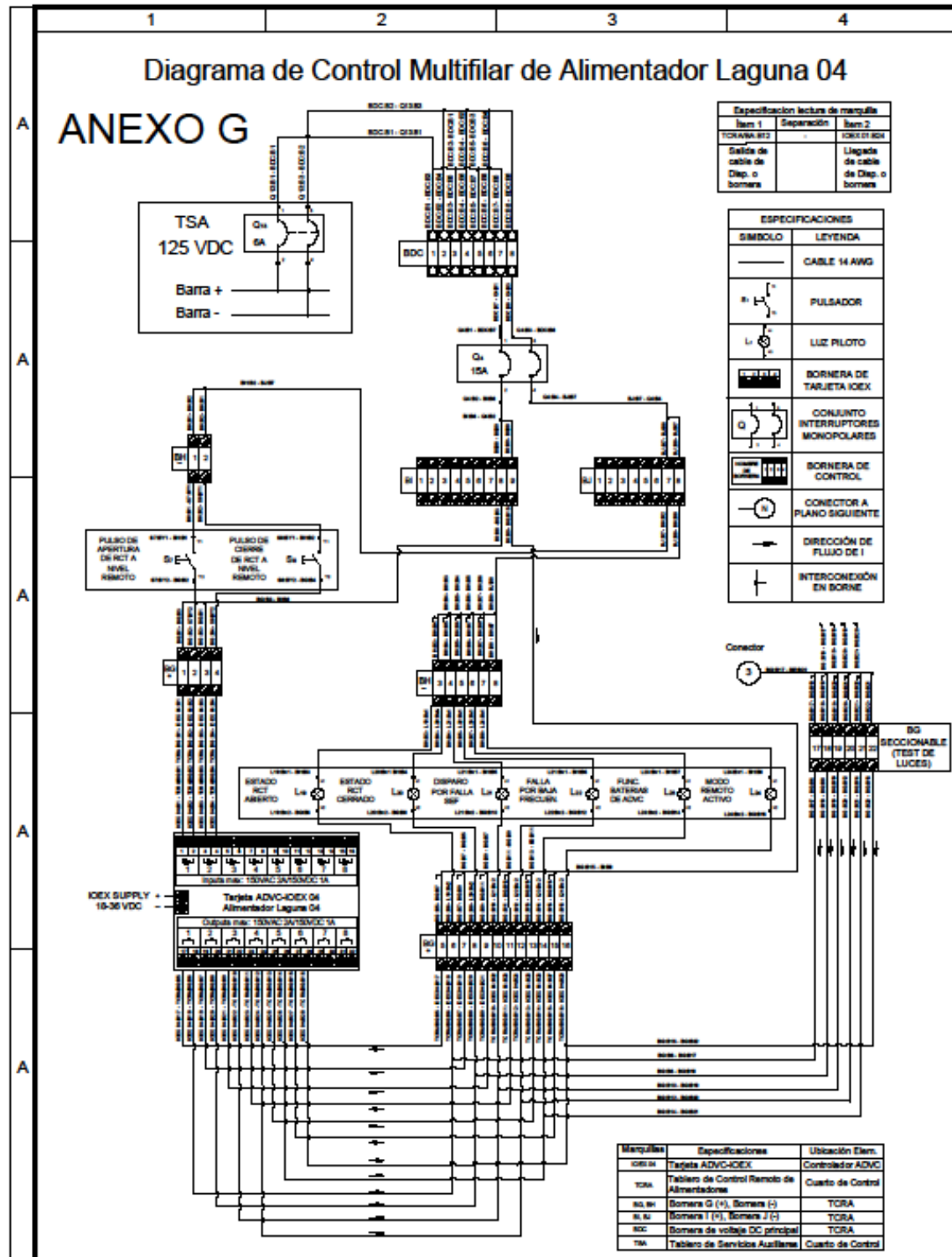


Item 1	Separación	Item 2
TCRAVA-012	-	IOEX-01-004
Salida de cable de Dep. o bornera		Llegada de cable de Dep. o bornera

ESPECIFICACIONES	
SIMBOLO	LEYENDA
	CABLE 14 AWG
	PULSADOR
	LUZ PILOTO
	BORNERA DE TARJETA IOEX
	CONJUNTO INTERRUPTORES MONOPOLARES
	BORNERA DE CONTROL
	CONECTOR A PLANO SIGUIENTE
	DIRECCIÓN DE FLUJO DE I
	INTERCONEXIÓN EN BORNE

Marquilla	Especificaciones	Ubicación Elem.
IOEX-01	Tarjeta ADVC-IOEX	Controlador ADVC
TCRA	Tablero de Control Remoto de Alimentadores	Cuarto de Control
AL-01	Bornera E (+), Bornera D (-)	TCRA
AL-02	Bornera I (+), Bornera J (-)	TCRA
BDC	Bornera de voltaje DC principal	TCRA
TA	Tablero de Servicios Auxiliares	Cuarto de Control

<b>U.G.T - ESPE</b> ELECTROMECAÁNICA		Tablero de Control Remoto de Reconectores S/E Celso Castellano			
DISEÑO: Danny Pulloquina	FECHA: Julio 2018	Diagrama de Control Multifilar de Alimentador Laguna 03		PROYECTO No: 0001	ESCALA: 1:1
REVISÓ ESPE: Ing. Javier Culqui	FECHA: Julio 2018			LAMINA NRO. 04 DE 05	ANEXO: F
APROBÓ CNEL-SUC: Ing. Iván Ortiz	FECHA: Julio 2018	SUBESTACIÓN: Celso Castellano	RANGO NOMINAL: 69KV / 13.8KV	PROYECTO: TCRA-SECC	TIPO DE INSTALACIÓN (PROYECTO): Subterránea Tensión 125 VDC



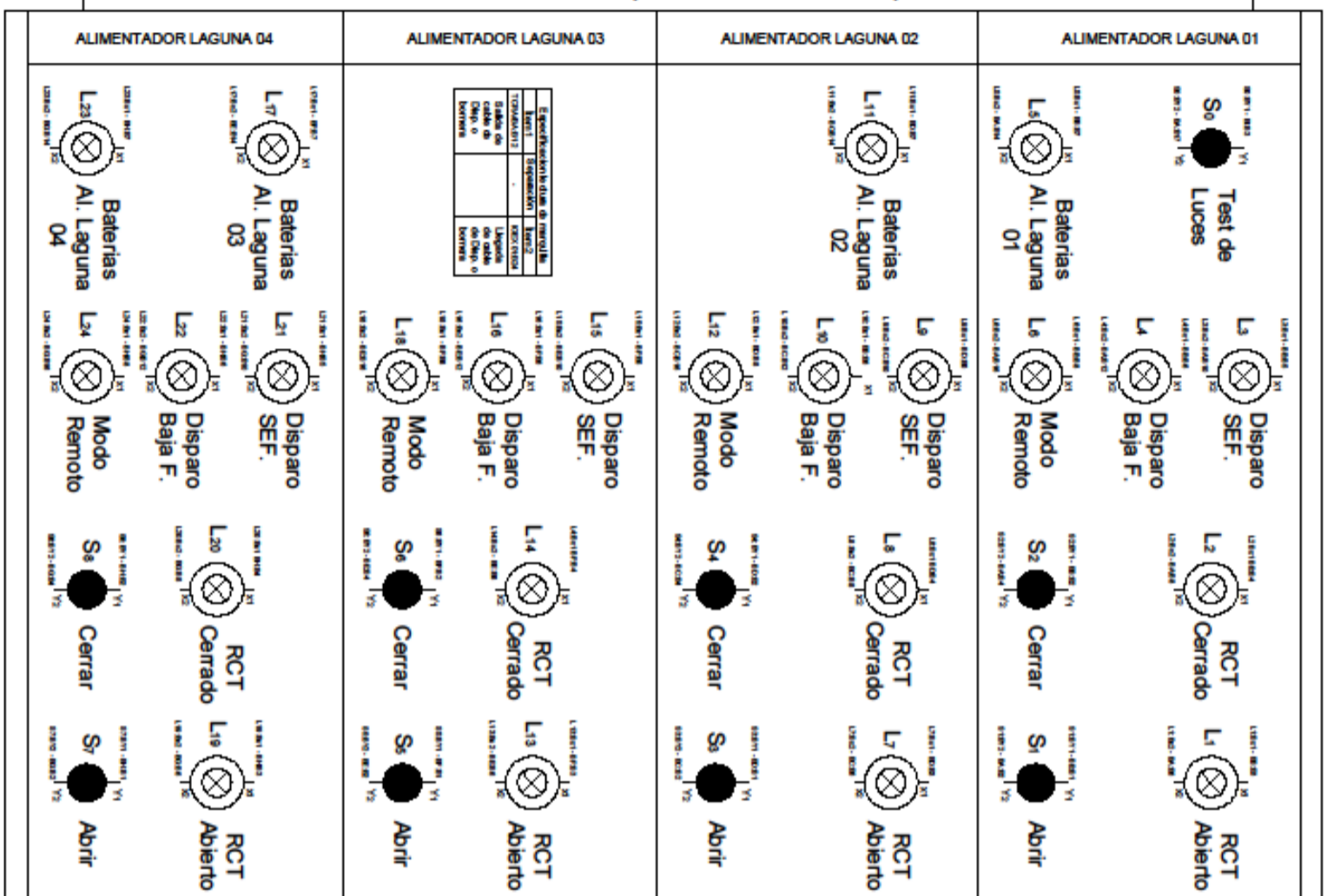
<b>U.G.T - ESPE</b> ELECTROMECAÁNICA		<b>Tablero de Control Remoto de Reconectores S/E Celso Castellano</b>			
Diagrama de Control Multifilar de Alimentador Laguna 04		PROYECTO No: 0001		ESCALA: 1:1	
Lamina No: 05 DE 05		ANEXO: G		TIPO DE INSTALACIÓN (PROYECTO): Subterránea Tensión 125 VDC	
DISEÑO: Danny Puloquina	FECHA: Julio 2018	SUBESTACIÓN: Celso Castellano	RANGO NOMINAL: 69KV / 13.8KV	PROYECTO: TCRA-SECC	
REVISÓ ESPE: Ing. Javier Cuiqui	FECHA: Julio 2018				
APROBÓ CNEL-SUC: Ing. Iván Ortiz	FECHA: Julio 2018				



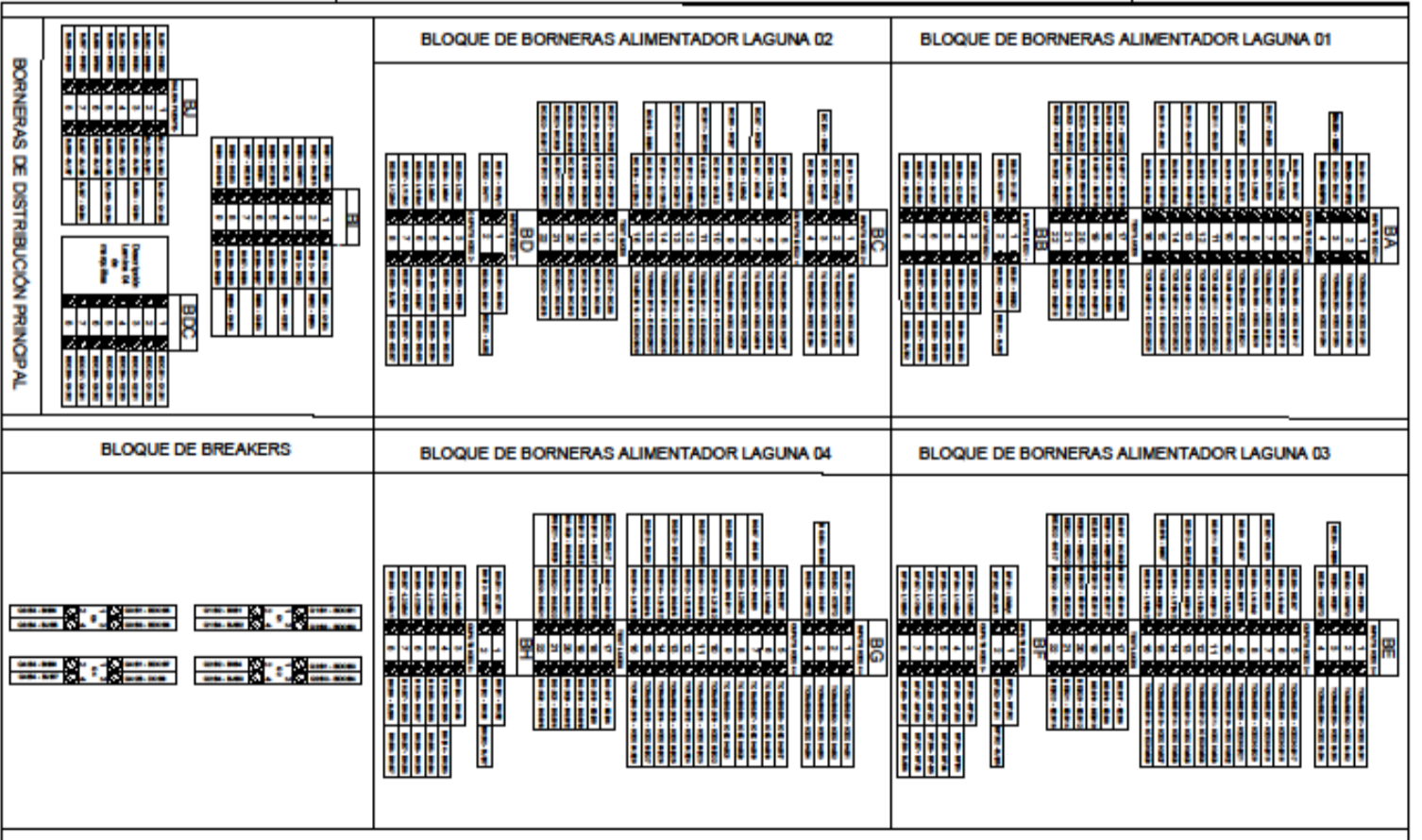
# ANEXO G

## TABLERO DE CONTROL REMOTO DE RECONECTADORES S/E CELSO CASTELLANO MARQUILLAS DE CABLES

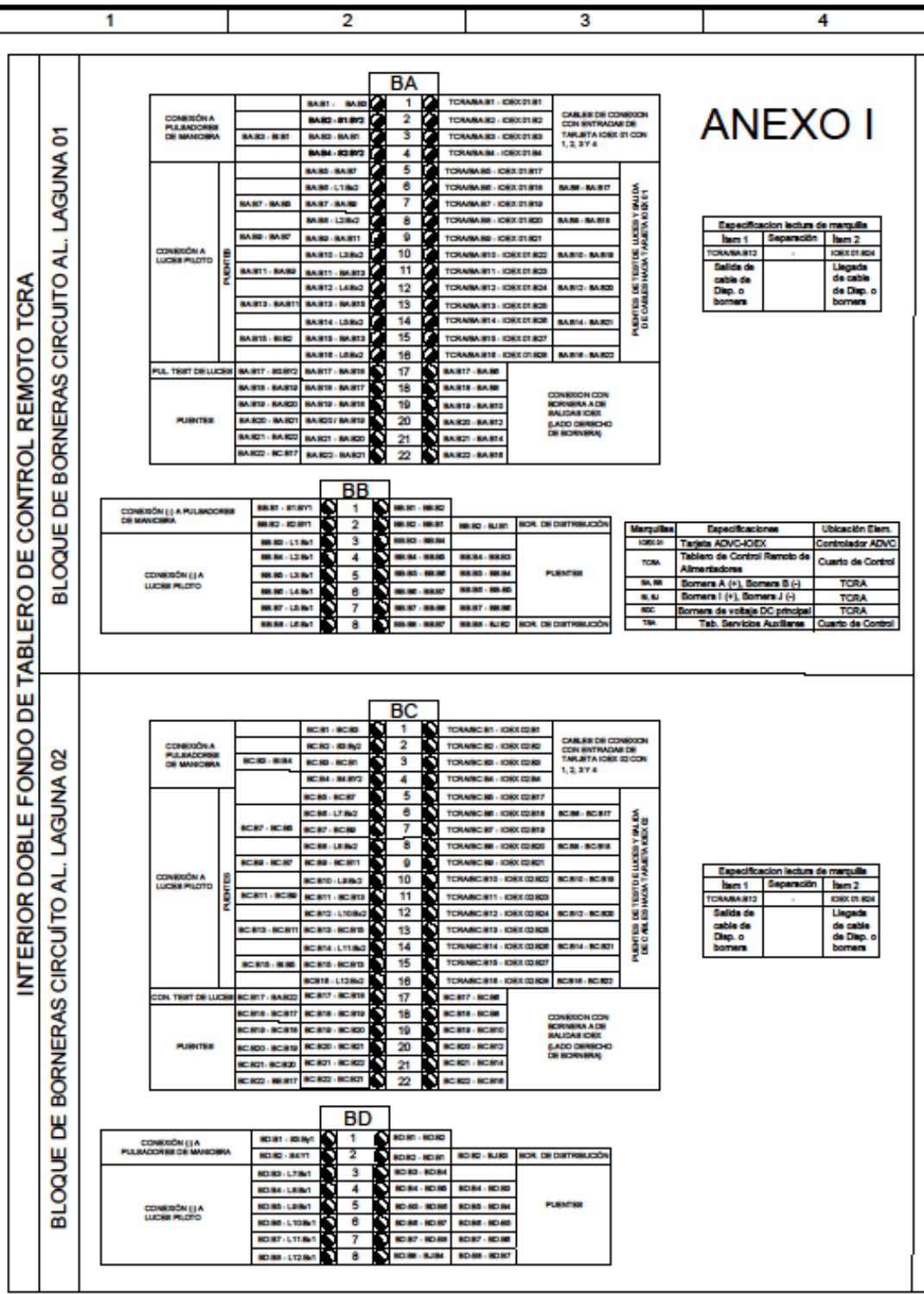
### TAPA PRINCIPAL (PARTE INTERIOR) DE TCRA



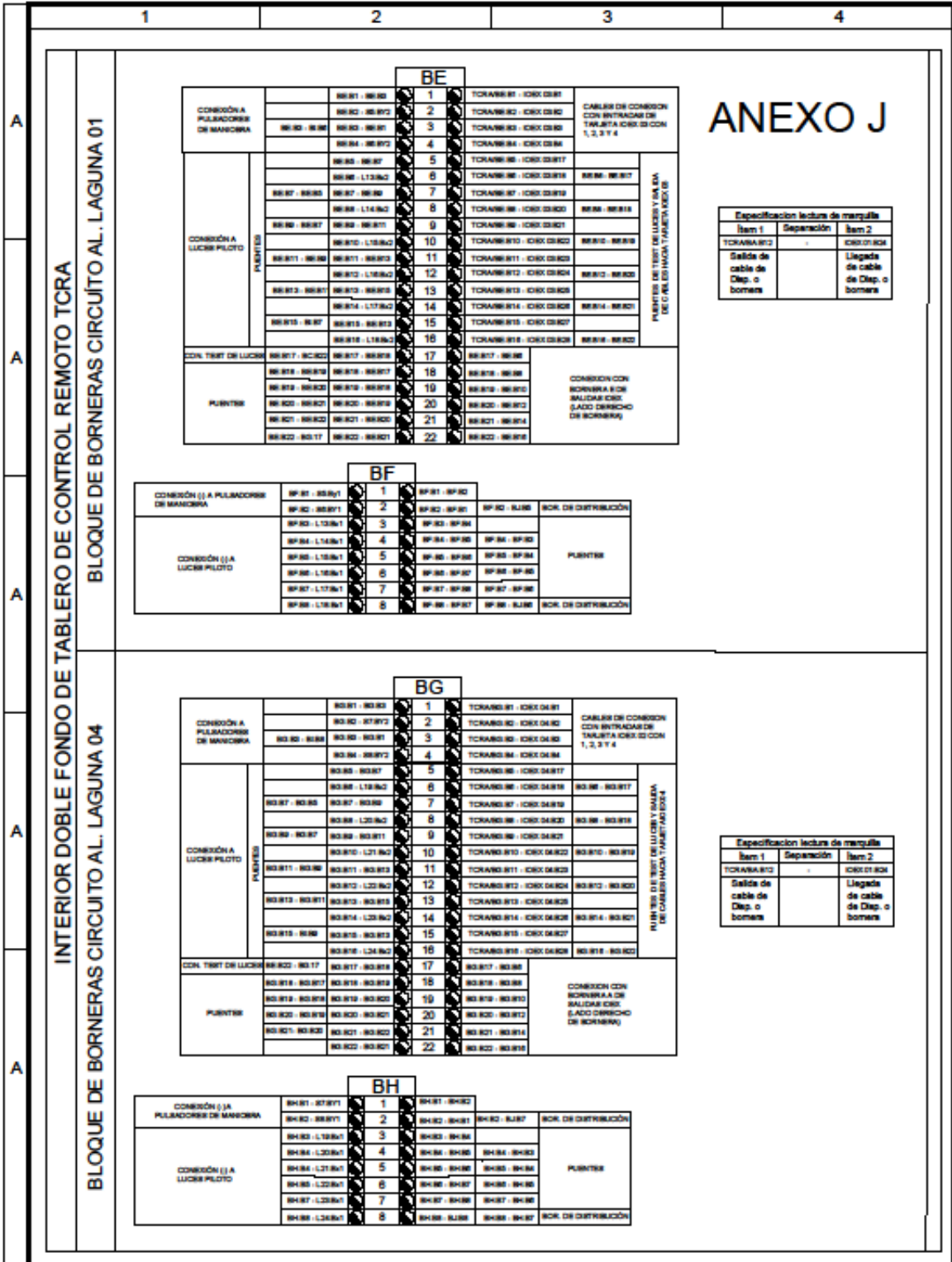
### INTERIOR DE TABLERO DE CONTROL REMOTO DE RECONECTADORES



<b>U.G.T - ESPE</b>		<b>ELECTROMECHANICA</b>	
DISEÑO:	Dany Pabloguiza	FECHA:	Julio 2018
REVISÓ ESPE:	Mig Ángel Ojeda	FECHA:	Julio 2018
APROBÓ OJEDA-SJC:	Ing. Iván Ortiz	FECHA:	Julio 2018
<b>Tablero de Control Remoto de Reconectores S/E Celso Castellano</b>		<b>Presentación General de Borneras y Marquillas de cables</b>	
PROYECTO Nº: 0001		ESCALA: 1:1	
LÁMINA Nº: 01 DE 04		MATERIAL: H	
TIPO DE INSTALACIÓN (PROYECTO):		PROYECTO: TCRA-SECC	
Subestación Teruel 125 VDC			

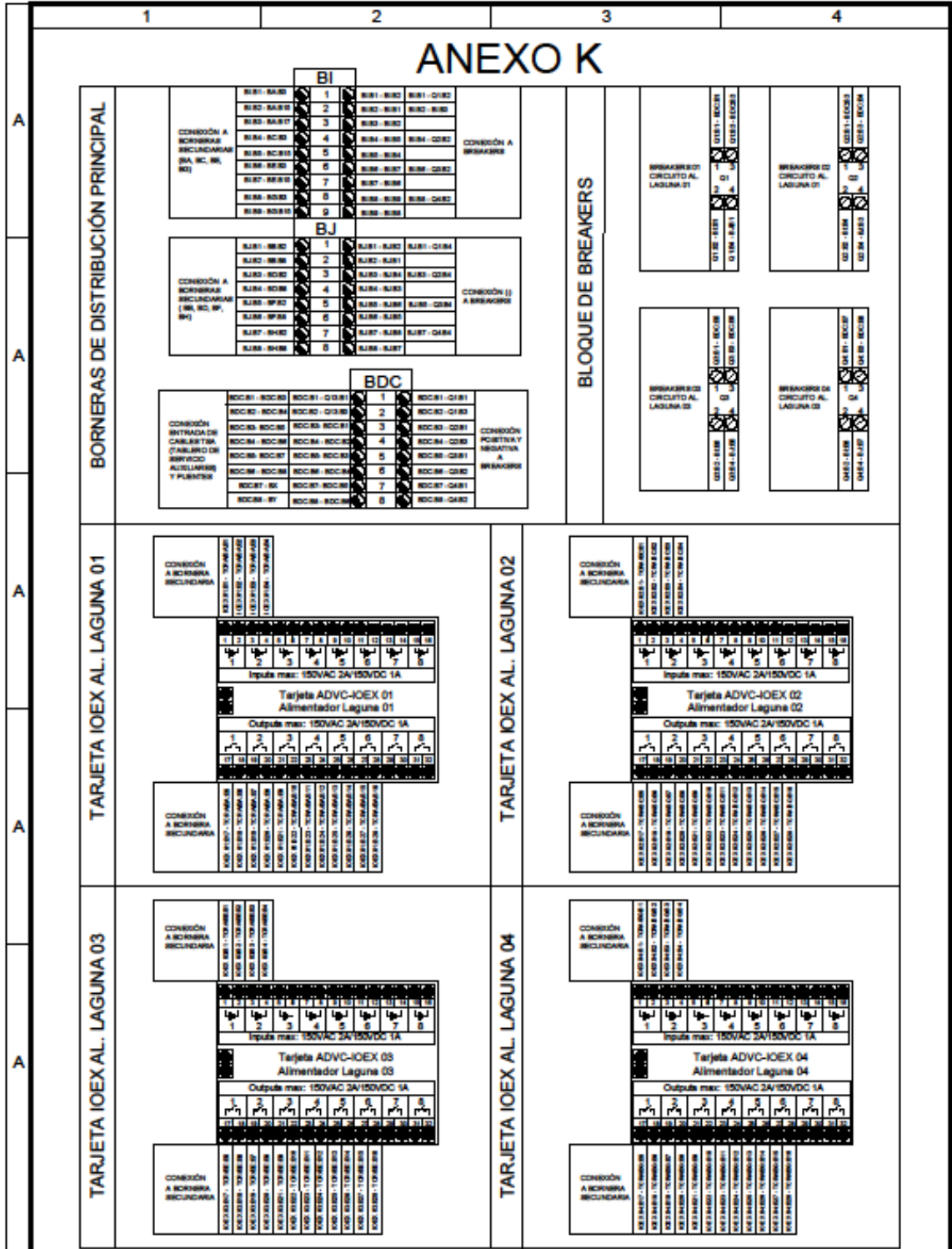


<b>U.G.T - ESPE</b> ELECTROMECAÁNICA		<b>Tablero de Control Remoto de</b> <b>Reconectores S/E Celso Castellano</b>			
DISEÑO: Darry Pulloquina	FECHA: Julio 2018	Ubicación de bornes y descripción de marquillas lado izquierdo.		PROYECTO No: 0001	ESCALA: 1:1
REVISÓ ESPE: Ing. Javier Cuiquil	FECHA: Julio 2018			LAMINA NRO. 02 DE 04	ANEXO. I
APROBÓ CNEL-SUC: Ing. Iván Ortiz	FECHA: Julio 2018	SUBESTACIÓN: Celso Castellano	RANGO NOMINAL: 69KV / 13.8KV	PROYECTO: TCRA-SECC	TIPO DE INSTALACIÓN (PROYECTO): Subterránea Tensión 125 VDC

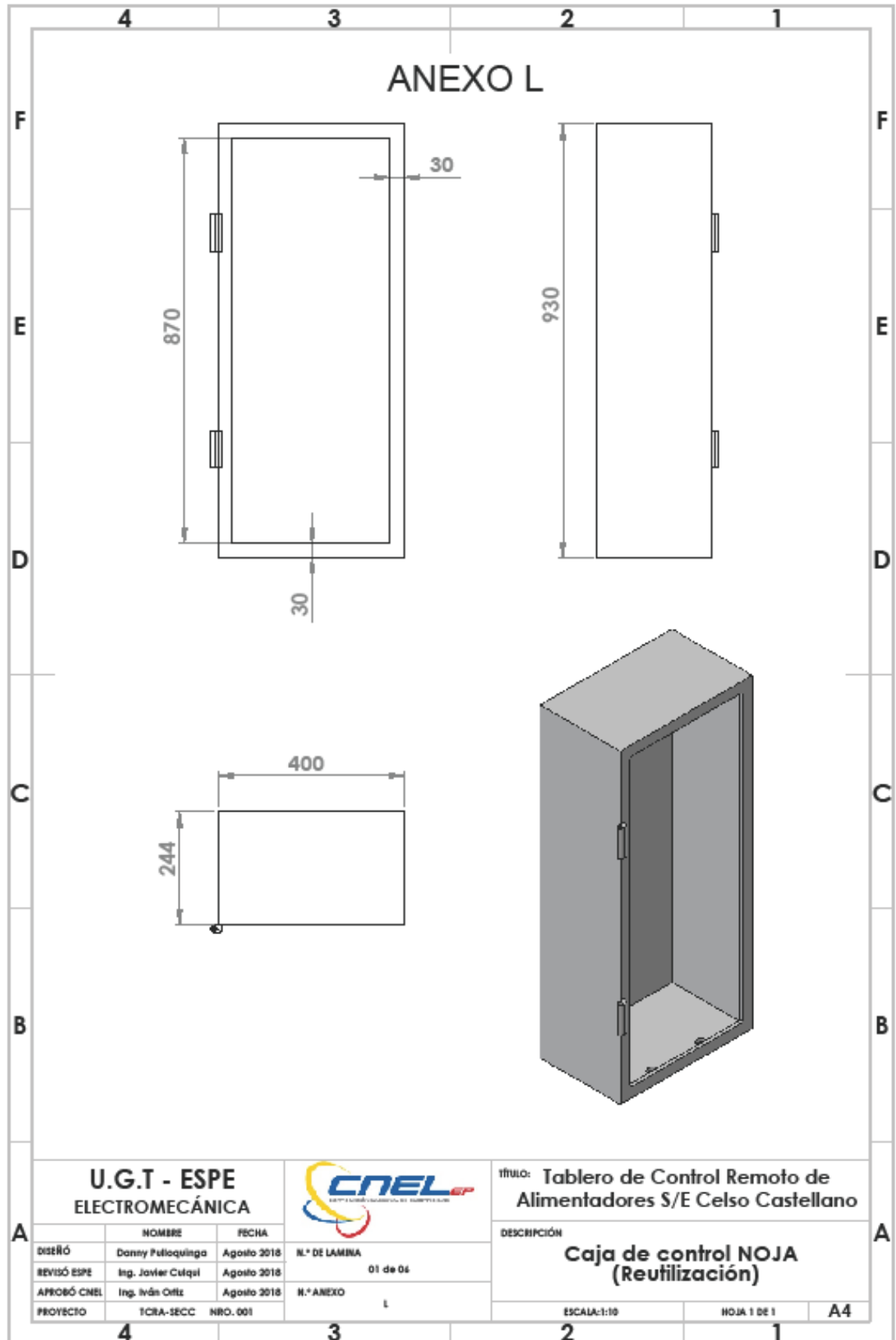


<b>U.G.T - ESPE</b> ELECTROMECAÁNICA		Tablero de Control Remoto de Reconectores S/E Celso Castellano			
DISEÑO: Danny Pulloquina	FECHA: Julio 2018	Ubicación de borneras y descripción de marquillas lado derecho.		PROYECTO NRO: 0001	ESCALA: 1:1
REVISÓ ESPE: Ing. Javier Cuiqui	FECHA: Julio 2018			LAMINA NRO. 03 DE 04	ANEXO. J
APROBÓ CNEL-SUC: Ing. Iván Ortiz	FECHA: Julio 2018	SUBESTACIÓN: Celso Castellano	RANGO NOMINAL: 69KV / 13.8KV	PROYECTO: TCRA-SECC	TIPO DE INSTALACIÓN (PROYECTO): Subterránea Tensión 125 VDC





<b>U.G.T - ESPE</b> ELECTROMECAÁNICA		Tablero de Control Remoto de Reconectores S/E Celso Castellano			
DISEÑO: Darry Pulloquina	FECHA: Julio 2018	Descripción de marquillas de borneras principales e IOEX		PROYECTO No: 0001	ESCALA: 1:1
REVISÓ ESPE: Ing. Javier Cuiquil	FECHA: Julio 2018			LAMINA No. 04 DE 04	ANEXO: K
APROBÓ CINEL-SUC: Ing. Iván Ortiz	FECHA: Julio 2018	SUBESTACIÓN: Celso Castellano	RANGO NOMINAL: 69KV / 13.8KV	PROYECTO: TCRA-SECC	TIPO DE INSTALACIÓN (PROYECTO): Subterránea Tensión 125 VDC



**U.G.T - ESPE  
ELECTROMECAÁNICA**



**TÍTULO: Tablero de Control Remoto de  
Alimentadores S/E Celso Castellano**

	NOMBRE	FECHA
DISEÑO	Donny Pulloquinga	Agosto 2018
REVISÓ ESPE	Ing. Javier Cuzqui	Agosto 2018
APROBÓ CNEL	Ing. Iván Ortiz	Agosto 2018
PROYECTO	TCRA-SECC	HRO. 001

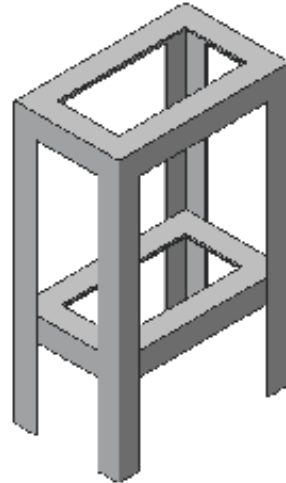
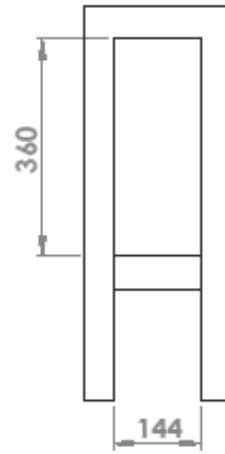
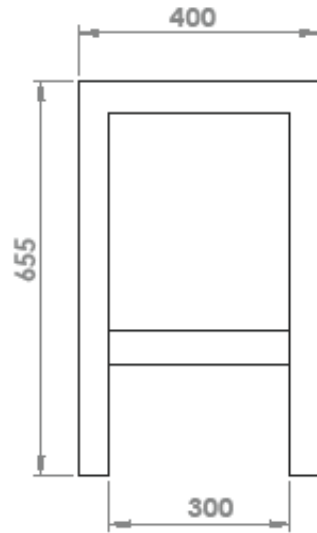
N.º DE LAMINA	01 de 04
N.º ANEXO	L

**DESCRIPCIÓN**  
**Caja de control NOJA  
(Reutilización)**

ESCALA: 1:10      HOJA 1 DE 1      A4



# ANEXO M



**U.G.T - ESPE  
ELECTROMECAÁNICA**



**TÍTULO: Tablero de Control Remoto de  
Alimentadores S/E Celso Castellano**

	NOMBRE	FECHA
DISEÑO	Donny Pelloquinga	Agosto 2018
REVISÓ ESPE	Ing. Javier Cuzqi	Agosto 2018
APROBÓ CNEL	Ing. Iván Ortiz	Agosto 2018
PROYECTO	TCRA-SECC	NRO. 001

N.º DE LAMINA	02 de 04
N.º ANEXO	M

DESCRIPCIÓN

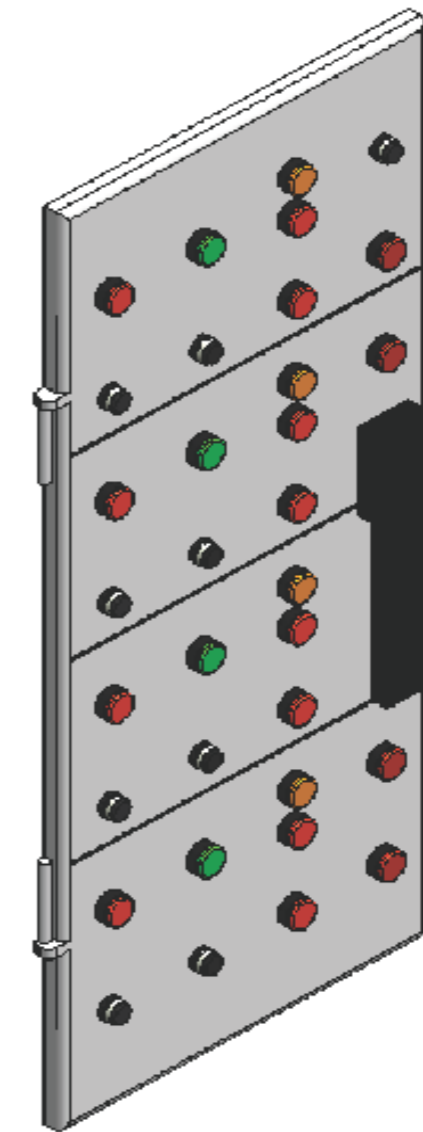
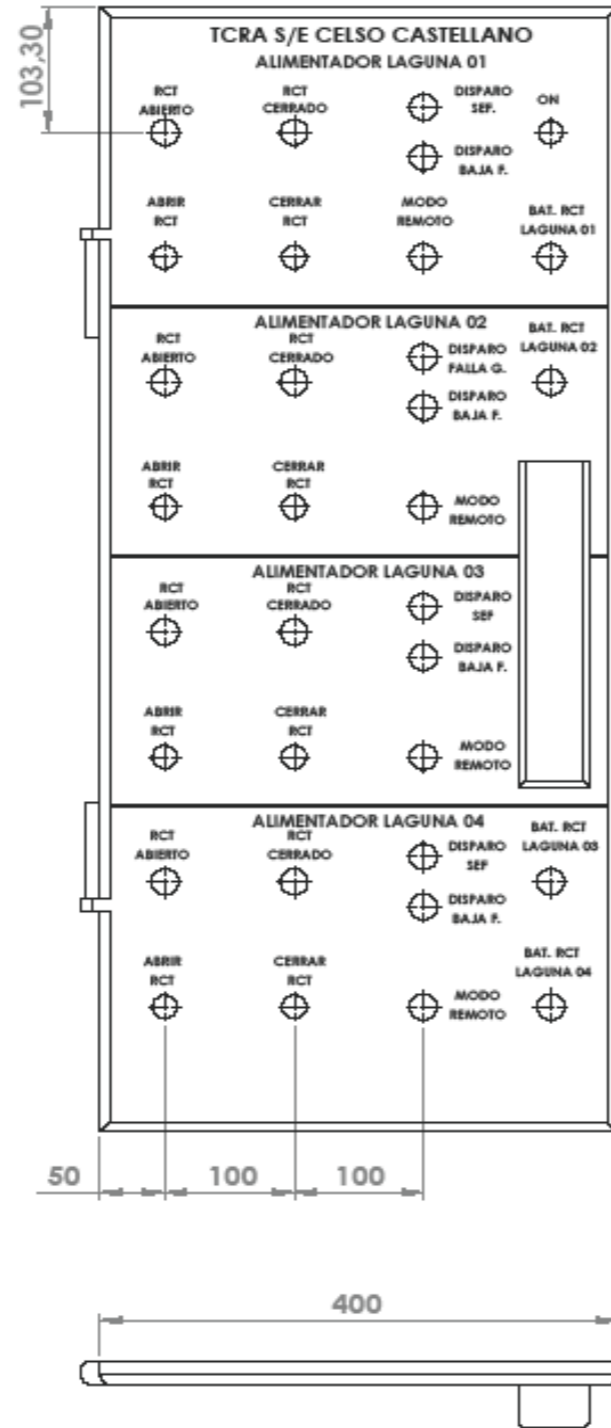
**Soporte de tablero de control**

ESCALA:1:10

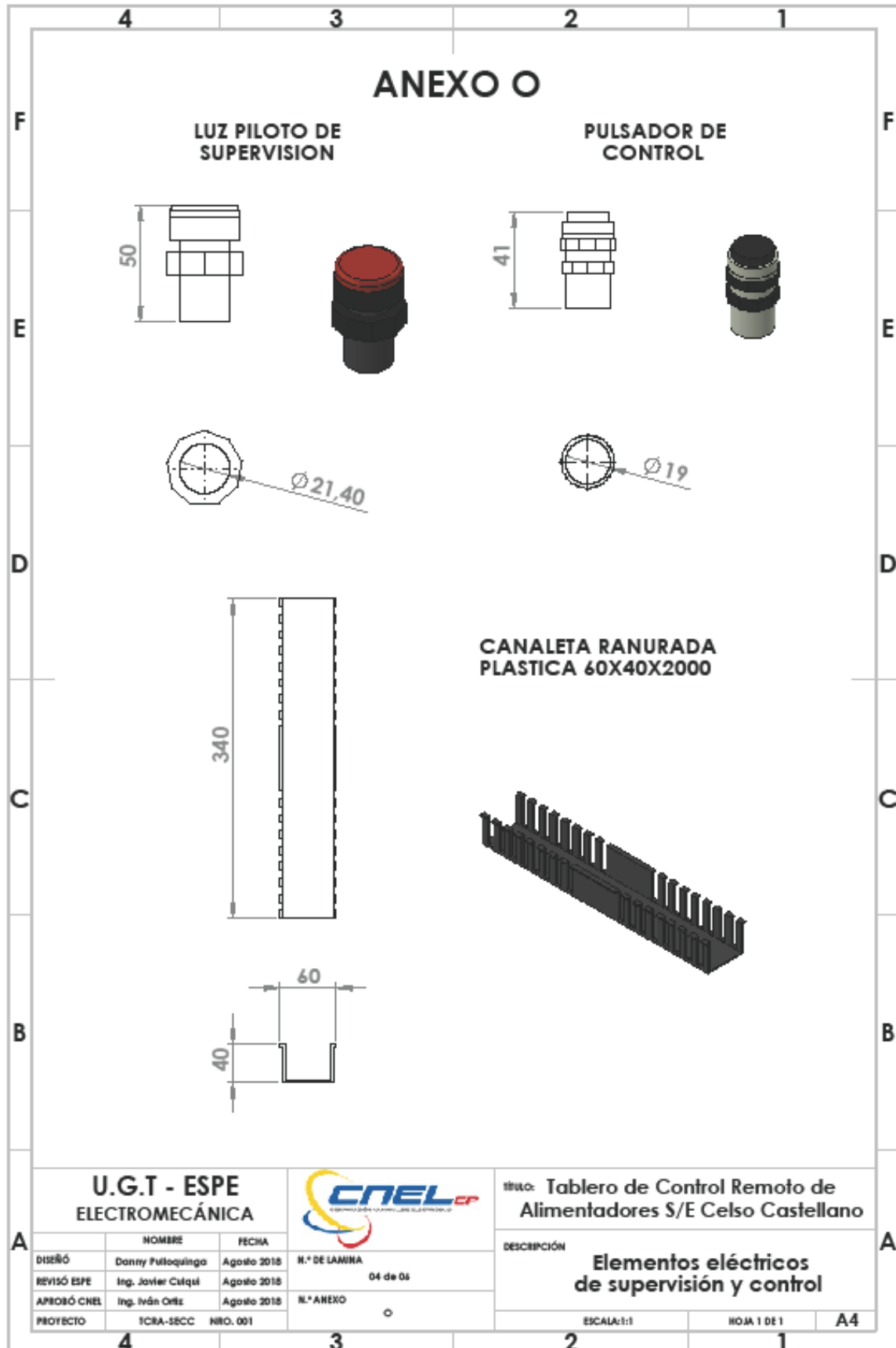
HOJA 1 DE 1

A4

# ANEXO N



<b>U.G.T - ESPE</b>				TITULO: Tablero de Control Remoto de Alimentadores S/E Celso Castellano	
ELECTROMECAÁNICA				DESCRIPCIÓN	
DISEÑO	Nombre: Danny Pulloquinga	FECHA	Agosto 2018	Ensamble de puerta principal con elementos de supervisión y control	
REVISÓ ESPE	Ing. Javier Cutqui	Agosto 2018	N.º DE LAMINA	03 DE 04	
APROBÓ CNEL	Ing. Iván Ortiz	Agosto 2018	N.º ANEXO	N	
PROYECTO	TCRA-SECC	NRO. 001	ESCALA: 1:10		HOJA 1 DE 1
					A3



<b>U.G.T - ESPE ELECTROMECAÁNICA</b>		
NOMBRE	FECHA	
DISEÑO Donny Pulloquingo	Agosto 2018	
REVISÓ ESPE Ing. Javier Cutqui	Agosto 2018	
APROBÓ CNEL Ing. Iván Ortiz	Agosto 2018	
PROYECTO TCBA-SECC NRO. 001		

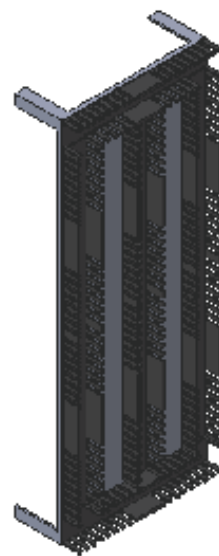
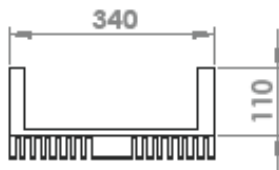
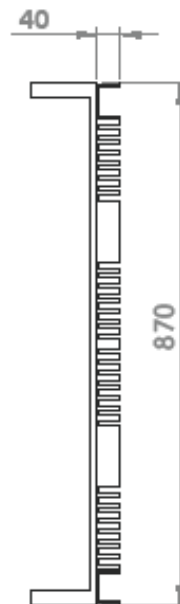
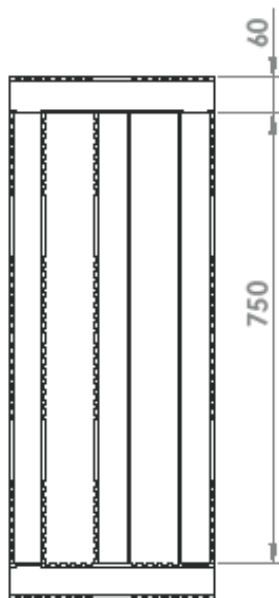


TÍTULO: Tablero de Control Remoto de Alimentadores S/E Celso Castellano

DESCRIPCIÓN: **Elementos eléctricos de supervisión y control**

ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1	A4
-------------	-------------	----

# ANEXO P



**U.G.T - ESPE**  
**ELECTROMECAÁNICA**



TÍTULO: Tablero de Control Remoto de  
Alimentadores S/E Celso Castellano

	NOMBRE	FECHA
DISEÑO	Danny Pelloquinga	Agosto 2018
REVISÓ ESPE	Ing. Javier Cutqui	Agosto 2018
APROBÓ CNEL	Ing. Iván Ortiz	Agosto 2018
PROYECTO	TCRA-SECC	NRO. 001

N.º DE LAMINA  
05 de 05

N.º ANEXO  
P

DESCRIPCIÓN

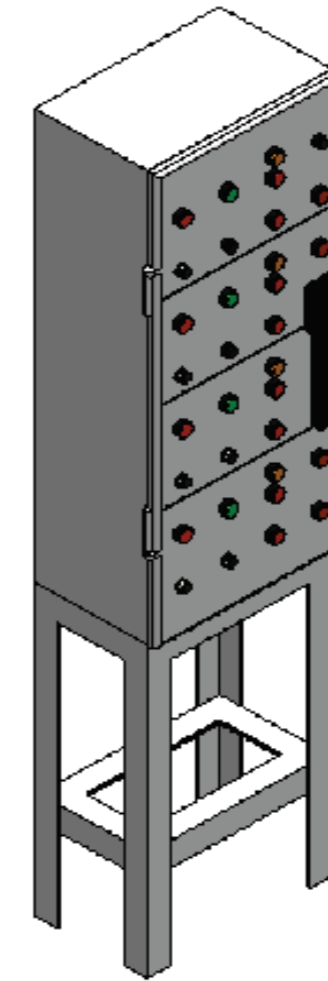
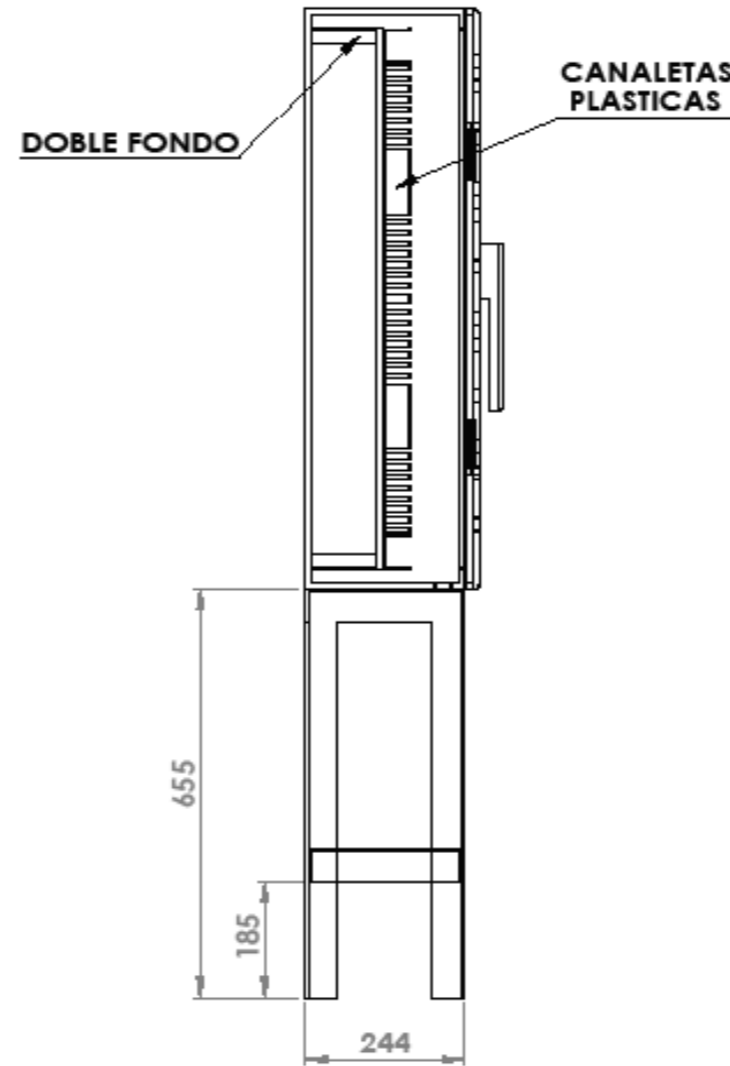
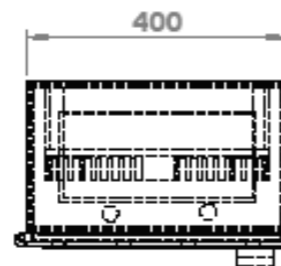
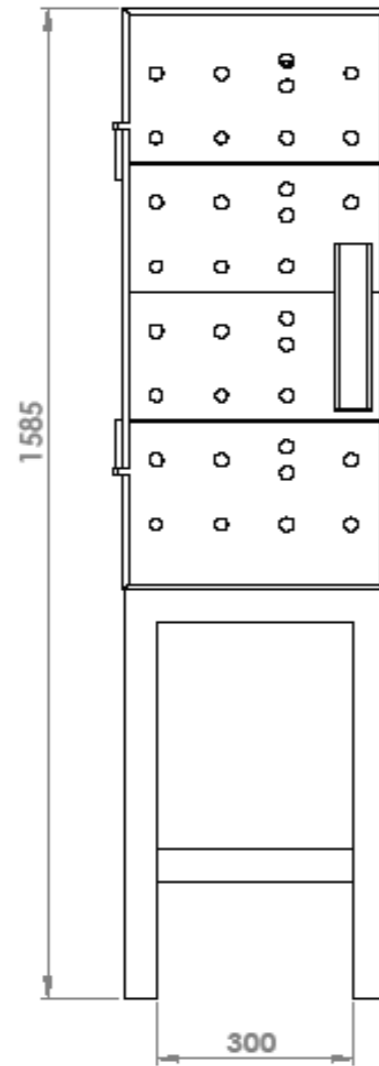
**Doble fondo**

ESCALA: 1:10

HOJA 1 DE 1

A4

## ANEXO Q



### U.G.T - ESPE ELECTROMECAÁNICA



TÍTULO: Tablero de Control Remoto de Alimentadores S/E Celso Castellano

	NOMBRE	FECHA
DISEÑO	Darmy Pelloqínqa	Agosto 2018
REVISÓ ESPE	Ing. Javier Cuiqui	Agosto 2018
APROBÓ CNEL	Ing. Iván Ortiz	Agosto 2018
PROYECTO	TCRA-SECC NRO. 001	

N.º DE LAMINA  
05 de 05

N.º ANEXO  
Q

DESCRIPCIÓN

Diseño final de tablero TCRA

ESCALA: 1:20

HOJA 1 DE 1

A3

## **HOJA DE VIDA**

### **DATOS PERSONALES:**

Nombres y Apellidos: Pulloquina Quimbita Danny Xavier

Lugar y Fecha de Nacimiento: Latacunga, 01 de julio de 1995

Estado civil: Soltero

Dirección personal: Latacunga, Barrio San Martín

Número de teléfono de teléfono: 0983768184

Dirección de correo electrónico: dannypulloquina@gmail.com



### **FORMACIÓN ACADÉMICA:**

2006 educación Básica

Latacunga –Cotopaxi Escuela Dr. Isidro Ayora

2013 Técnico Industrial en Electromecánica Automotriz

Cotopaxi – Latacunga Colegio Técnico Industrial Ramón Barba Naranjo

2019 Tecnología Electromecánica

Cotopaxi - Latacunga Universidad de las Fuerza Armadas ESPE

Idiomas:

Español: Natal

Inglés: Medio

### **EXPERIENCIA PROFESIONAL:**

**Junio 2016** CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD SUCUMBIOS

Lago Agrio, Ecuador Pasante en el área de diseño y construcción

**Marzo - abril 2017** CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD SUCUMBIOS

Lago Agrio, Ecuador Pasante en el área de Alumbrado General y Subestaciones Electricas.

**Abril - junio 2018** CORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD SUCUMBIOS

Lago Agrio, Ecuador Pasante en el área de Subestaciones y Subtransmisión

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
“ESPE”**

**UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**HOJA DE LEGALIZACION DE FIRMAS**

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN  
SE RESPONSABILIZA EL AUTOR**

---

**PULLOQUINGA QUIMBITA DANNY XAVIER**

**CC. 0504430463**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA**

---

**ING. CULQUI TIPÁN JAVIER FERNANDO**

**CC. 0503006454**

Latacunga, 14 de febrero del 2019