

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Automatización del sistema de control de la celda  
MT 6.6KV en la Planta Cementera Unacem  
Condorcocha, 2023**

Robert Michell Salazar Salcedo

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental  
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

# TSP - SALAZAR SALCEDO ROBERT MICHELL

## INFORME DE ORIGINALIDAD

32%

INDICE DE SIMILITUD

31%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
3	<a href="http://dspace.ups.edu.ec">dspace.ups.edu.ec</a> Fuente de Internet	4%
4	<a href="http://upcommons.upc.edu">upcommons.upc.edu</a> Fuente de Internet	3%
5	<a href="http://www.epm.com.co">www.epm.com.co</a> Fuente de Internet	2%
6	<a href="http://www.areatecnologia.com">www.areatecnologia.com</a> Fuente de Internet	2%
7	<a href="http://es.wikipedia.org">es.wikipedia.org</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="http://repositorio.unac.edu.pe">repositorio.unac.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%

10	<a href="http://www.osinergmin.gob.pe">www.osinergmin.gob.pe</a> Fuente de Internet	1 %
11	<a href="http://www.cursosaula21.com">www.cursosaula21.com</a> Fuente de Internet	1 %
12	<a href="http://repository.javeriana.edu.co">repository.javeriana.edu.co</a> Fuente de Internet	1 %
13	<a href="http://minem.gob.pe">minem.gob.pe</a> Fuente de Internet	1 %
14	<a href="http://www.casadomo.com">www.casadomo.com</a> Fuente de Internet	1 %
15	<a href="http://biblioteca.utb.edu.co">biblioteca.utb.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://documentos.arq.com.mx">documentos.arq.com.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://intranet2.minem.gob.pe">intranet2.minem.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co">repositoriodspace.unipamplona.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://www.servelec.mx">www.servelec.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Universidad Católica de Santa María	<1 %



22

[de.scribd.com](https://de.scribd.com)

Fuente de Internet

<1 %

23

[alicia.concytec.gob.pe](https://alicia.concytec.gob.pe)

Fuente de Internet

<1 %

24

[vsip.info](https://vsip.info)

Fuente de Internet

<1 %

25

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

26

[tesis.ucsm.edu.pe](https://tesis.ucsm.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

27

[www.researchgate.net](https://www.researchgate.net)

Fuente de Internet

<1 %

28

[repositorio.cuc.edu.co](https://repositorio.cuc.edu.co)

Fuente de Internet

<1 %

29

[prodapp.seace.gob.pe](https://prodapp.seace.gob.pe)

Fuente de Internet

<1 %

30

[renati.sunedu.gob.pe](https://renati.sunedu.gob.pe)

Fuente de Internet

<1 %

31

Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de Administración de Negocios para Graduados

Trabajo del estudiante

<1 %

32

[repositorio.pascualbravo.edu.co:8080](https://repositorio.pascualbravo.edu.co:8080)

Fuente de Internet

<1 %

33	<a href="http://www.jourlib.org">www.jourlib.org</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://issuu.com">issuu.com</a> Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
38	Submitted to Universidad Tecnologica de Honduras Trabajo del estudiante	<1 %
39	<a href="http://www.fundacionnaturgy.org">www.fundacionnaturgy.org</a> Fuente de Internet	<1 %
40	Centro de Promoción Desarrollo Social y Medio Ambiente - CEPRODESMA. "EIA de la Línea de Transmisión de 66 kV. Ares - Huancarama-IGA0005583", R.D. N° 214-2002-EM/DGAA, 2020 Publicación	<1 %
41	<a href="http://inesco.com">inesco.com</a> Fuente de Internet	<1 %
42	<a href="http://pt.slideshare.net">pt.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %

43	<a href="http://www.socialetic.com">www.socialetic.com</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://www.distriluz.com.pe">www.distriluz.com.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="http://www.grafiati.com">www.grafiati.com</a> Fuente de Internet	<1 %
46	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
47	(Carlinda Leite and Miguel Zabalza). "Ensino superior: inovação e qualidade na docência", Repositório Aberto da Universidade do Porto, 2012. Publicación	<1 %
48	Submitted to Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui Trabajo del estudiante	<1 %
49	<a href="http://dspace.utpl.edu.ec">dspace.utpl.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
50	<a href="http://reliefweb.int">reliefweb.int</a> Fuente de Internet	<1 %
51	<a href="http://repositorioinstitucional.buap.mx">repositorioinstitucional.buap.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
52	<a href="http://www.minem.gob.pe">www.minem.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

[www.theibfr.com](http://www.theibfr.com)

53

<1 %

54

"Open Access and Digital Libraries", Walter de Gruyter GmbH, 2013

Publicación

<1 %

55

Baez Nava Beatriz Adriana, Ibarra Pineda Marco Antonio, Gutierrez Herrera David. "Propuesta de practicas con relevadores digitales para el laboratorio de proteccion de sistemas electricos de potencia", TESIUNAM, 2007

Publicación

<1 %

56

Minauro Sanmiguel Juan Fernando. "Localizacion de la proteina inhibidora en la estructura cuaternaria de la ATP sintasa mitocondrial monomerica y dimerica", TESIUNAM, 2007

Publicación

<1 %

57

SERV.GENER.DE SEGUR.Y ECOLOG.SA. "EIA de la Concesión Definitiva de Generación de la Central Hidroeléctrica Santa Rita-IGA0003125", Memorando N° 2097-97-EM/DGAA, 2021

Publicación

<1 %

58

[community.powerbi.com](https://community.powerbi.com)

Fuente de Internet

<1 %

59

[documents.mx](https://documents.mx)

Fuente de Internet

<1 %

60

[moam.info](http://moam.info)

Fuente de Internet

<1 %

61

[repositorio.upct.es](http://repositorio.upct.es)

Fuente de Internet

<1 %

62

[www.crisisenergetica.org](http://www.crisisenergetica.org)

Fuente de Internet

<1 %

63

[www.energia.org.mx](http://www.energia.org.mx)

Fuente de Internet

<1 %

64

[safetya.co](http://safetya.co)

Fuente de Internet

<1 %

65

[www.normalizacion.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec)

Fuente de Internet

<1 %

66

[qdoc.tips](http://qdoc.tips)

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por iluminarme y enseñarme el buen camino por la vida, teniendo buenas decisiones en los malos momentos en esta vida, que no es nada sencilla y nos da lecciones nuevas cada día, por permitirme tener una buena familia cariñosa y amorosa, siempre comprensibles ante cualquier situación, sea buena o mala, por mi buena salud, así permitirme culminar este proyecto y esta carrera con satisfacción.

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por su amor y su apoyo incondicional, creyendo siempre en mí y así poder concluir con mi carrera profesional, cumpliendo mis metas y sueños, dando lo mejor de mí cada día.

A mi esposa, Guissela, quien siempre se ha preocupado por mi desempeño laboral y académico, brindándome mucha motivación y amor en todo momento, siendo una gran ayuda emocional y psicológica para poder seguir con mi carrera profesional.

## ÍNDICE

<b>Agradecimiento .....</b>	<b>ii</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>iii</b>
<b>Índice.....</b>	<b>iv</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>viii</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>x</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>xii</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>15</b>
<b>ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>15</b>
1.1. Datos generales .....	15
1.2. Actividades principales .....	15
1.3. Reseña histórica de la empresa Electric Solutions & Support .....	15
1.4. Organigrama de la empresa Electric Solutions & Support.....	16
1.5. Visión y misión de la empresa Electric Solutions & Support S. A. C. ....	16
1.5.1. Visión.....	16
1.5.2. Misión .....	17
1.6. Bases legales .....	17
1.6.1. Constitución de la empresa Electric Solutions & Support .....	17
1.7. Descripción del área donde se realizaron las actividades profesionales .....	17
1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa .....	18
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>19</b>
<b>ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>19</b>
2.1. Diagnóstico situacional del proyecto .....	19
2.1.1. Descripción geográfica .....	19
2.1.2. Descripción del proceso cementero .....	20
2.1.3. Producción cementera.....	21
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional .....	22
2.3. Objetivos de la actividad profesional .....	22
2.3.1. Objetivo general.....	22
2.3.2. Objetivos específicos .....	22
2.4. Justificación de la actividad profesional .....	22
2.4.1. Teórica .....	22
2.4.2. Económica .....	23
2.5. Resultados esperados .....	23



<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>24</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>24</b>
3.1. Actividades realizadas en el proyecto .....	24
3.2. Bases teóricas de las actividades realizadas .....	24
3.2.1. Parámetros eléctricos .....	24
3.2.1.1. Definiciones básicas.....	24
3.2.2. Definiciones .....	25
3.2.2.1. Planos eléctricos.....	25
3.2.2.2. Automatización y sistemas de control.....	29
3.2.2.3. Celdas eléctricas de MT.....	30
3.2.2.4. Celdas eléctricas según su forma constructiva.....	30
3.2.2.5. Celdas eléctricas según su funcionalidad.....	31
3.2.2.6. Celda de entrada.....	31
3.2.2.7. Celda de salida .....	31
3.2.2.8. Celda de seccionamiento o corte.....	32
3.2.2.9. Celda de protección general.....	32
3.2.2.10. Celda de protección .....	32
3.2.2.11. Celda de medida .....	33
3.2.2.12. Celda de transformación.....	33
3.2.2.13. Celda de remonte.....	34
3.2.3. Sistemas de aislamiento en celdas de media tensión .....	34
3.2.3.1. Celdas selladas al vacío.....	34
3.2.3.2. Celdas con aislamiento de aire.....	35
3.2.3.3. Celdas SafePlus.....	36
3.3. Sustento académico de la automatización de sistemas de control en celdas eléctricas ....	37
3.3.1. Antecedentes nacionales .....	37
3.3.2. Antecedentes internacionales.....	38
3.4. Labores de automatización y control .....	39
3.4.1. Base legal.....	39
3.4.1.1. Normativa vigente.....	39
3.4.1.2. Normativa complementaria vigente .....	39
3.4.2. Leyes y normas técnicas para la revisión de celdas de media tensión .....	40
3.4.2.1. Definición de la normativa.....	41
3.4.2.2. Espaciado en celdas y tableros.....	43
3.4.3. Aplicación y usos de fuentes de alimentación eléctrica.....	43
3.4.3.1. Descripción de los alcances normativos .....	43
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>46</b>

<b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....</b>	<b>46</b>
4.1. Descripción de actividades profesionales .....	46
4.1.1. Actividad 1: descripción y planificación de actividades a realizar .....	46
4.1.2. Actividad 2: validación de los reportes en los informes de la planta cementera Unacem .....	47
4.1.3. Actividad 3: descripción de actividades referentes a la celda C09-4504AC01 .....	48
4.1.4. Actividad 4: descripción de actividades referentes al transformador_C09- 4510AC01 .....	52
4.1.5. Actividad 5: descripción y actividades eléctrica de la celda de entrada Carpapata 6.6 kV_C09-4512AC01 .....	55
4.1.6. Actividad 6: descripción de actividades de la celda de medición y alarmas C09_4516AC01 .....	58
4.1.7. Actividad 7: Descripción de las actividades del motor de la trituradora TANDEN C09_4520AC01 .....	61
4.1.8. Actividad 8: descripción de actividades del ventilador de tiro C09_4524AC01 ...	64
4.2. Enfoque de las actividades profesionales.....	67
4.2.1. Alcance de las actividades profesionales .....	67
4.2.2. Entregables de las actividades profesionales .....	68
4.3. Aspectos técnicos de la actividad profesional.....	68
4.3.1. Metodologías, técnicas e instrumentos .....	68
4.3.1.1. Método inductivo .....	68
4.3.1.2. Método de investigación .....	68
4.3.1.3. Alcance de la investigación.....	68
4.3.1.4. Técnicas .....	69
4.3.1.5. Técnica de la observación .....	69
4.3.1.6. Técnica de la planificación.....	69
4.3.1.7. Instrumentos.....	69
4.3.2. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades.....	69
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>70</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>70</b>
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas.....	70
5.1.1. En los entregables a Unacem en trabajos adicionales .....	70
5.2. Logros alcanzados.....	71
5.2.1. En la automatización del centro de control de la celda de media tensión.....	71
5.2.2. En el ámbito profesional .....	71
5.2.3. En el ámbito personal.....	72
5.3. Dificultades encontradas .....	72

5.4. Planteamiento de mejoras .....	72
5.4.1. Aportes del bachiller en la empresa .....	73
5.4.1.1. En el aspecto cognoscitivo .....	73
5.4.1.2. En el aspecto actitudinal .....	73
<b>Conclusiones .....</b>	<b>74</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>75</b>
<b>Lista de referencias .....</b>	<b>76</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>77</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución del consumo de energía eléctrica en una planta cementera.....	21
Tabla 2. Tabla de requerimientos de los tiempos de conmutación .....	40
Tabla 3. Capacidad de conducción de corriente en barrajes de cobre de calibre común .....	42
Tabla 4. Distancias mínimas entre las partes energizadas en una celda de media tensión .....	43
Tabla 5. Descripción de los cables en instalaciones con barrajes .....	44
Tabla 6. Descripción de las distancias mínimas de seguridad en base al nivel de tensión .....	44
Tabla 7. Espaciamientos mínimos para el movimiento de equipos en yacimientos mineros ..	45
Tabla 8. Selección de cubiertas para lugares no peligrosos en yacimientos mineros .....	45
Tabla 9. Actividades de la parte de desmontaje de infraestructura actual .....	48
Tabla 10. Actividades referentes al montaje de la nueva placa eléctrica en Unacem.....	49
Tabla 11. Actividades referentes al cableado y peinado de los conductores .....	50
Tabla 12. Actividades referentes al timbrado y amarillado de planos .....	51
Tabla 13. Actividades referentes a los planos eléctricos y la puesta en marcha .....	51
Tabla 14. Actividades referentes a los planos eléctricos y la puesta en marcha .....	52
Tabla 15. Actividades referentes al montaje de placas nuevas .....	53
Tabla 16. Actividades referentes al conexionado de conductores del transformador .....	54
Tabla 17. Actividades referentes al timbrado de conductores referentes al TRAFO.....	54
Tabla 18. Actividades referentes a los planos referentes al TRAFO .....	55
Tabla 19. Actividades referentes al timbrado de conductores en la celda de MT.....	55
Tabla 20. Actividades referentes al montaje de la nueva placa eléctrica de la celda en MT ...	56
Tabla 21. Actividades referentes al peinado de conductores de la celda en MT .....	57
Tabla 22. Actividades referentes al timbrado de planos de la celda en MT .....	57
Tabla 23. Actividades referentes a la actualización de planos de la celda en MT .....	58
Tabla 24. Actividades referentes al desmontaje de equipos existentes en la celda de medición .....	58
Tabla 25. Actividades referentes al montaje de la nueva placa en la celda de medición.....	59
Tabla 26. Actividades referentes al cableado y conexionado general en la celda de medición60	
Tabla 27. Actividades referentes al timbrado de planos en la celda de medición.....	60
Tabla 28. Actividades referentes a la actualización de planos en la celda de medición .....	61
Tabla 29. Actividades referentes al desmontaje de equipos actuales de la trituradora TANDEN .....	61
Tabla 30. Actividades referentes a la nueva placa de la trituradora TANDEN .....	62
Tabla 31. Actividades referentes al peinado y conexionado del cableado de la trituradora TANDEN.....	63
Tabla 32. Actividades referentes a las pruebas funcionales de la trituradora TANDEN.....	63

Tabla 33. Actividades referentes a la actualización de planos de la trituradora TANDEN. ....	64
Tabla 34. Actividades referentes al desmontaje del cableado de la ventiladora de tiro.....	64
Tabla 35. Actividades referentes al montaje de la placa nueva de la ventiladora de tiro.....	65
Tabla 36. Actividades referentes al peinado y conexionado de conductores de la ventiladora de tiro .....	66
Tabla 37. Actividades referentes al timbrado de planos de la ventiladora de tiro .....	66
Tabla 38. Actividades referentes a la actualización de planos de la ventiladora de tiro.....	67
Tabla 39. Entregables adicionales correspondientes a la puesta en marcha de los circuitos ...	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama general de la empresa Electrical Solutions & Support .....	16
Figura 2. Proceso productivo típico - industria cementera .....	20
Figura 3. Descripción de la distribución de energía en la industria cementera.....	21
Figura 4. Representación clásica de un esquema unifilar .....	26
Figura 5. Representación clásica de un esquema multifilar .....	27
Figura 6. Representación clásica de un esquema funcional .....	28
Figura 7. Representación clásica de un esquema topográfico.....	28
Figura 8. Diagrama básico de un sistema de automatización industrial .....	29
Figura 9. Celda eléctrica de media tensión para sincronismo.....	30
Figura 10. Simbología para la representación de esquemas .....	31
Figura 11. Celda de llegada de línea, sin y con autoválvula.....	32
Figura 12. Celda de seccionamiento y celda de remonte, respectivamente .....	32
Figura 13. Celdas de protección.....	33
Figura 14. Celdas de medida.....	33
Figura 15. Celda de media tensión sellada al vacío .....	35
Figura 16. Celda de media tensión con aislamiento al aire.....	36
Figura 17. Celda de media tensión SafePlus.....	37
Figura 18. Planta cementera Unacem - Condorcocha.....	48
Figura 19. Retiro del cableado actual y desmontaje .....	49
Figura 20. Montaje de placa y adecuación de la puerta .....	50
Figura 21. Tagueado y peinado de conductores en la celda de media tensión.....	51
Figura 22. Actualización del plano .....	51
Figura 23. Desmontaje y desconexión de placas y accesorios.....	52
Figura 24. Montaje del relé y placa.....	53
Figura 25. Conexión de cables y control de placas .....	54
Figura 26. Timbrado y amarillado de circuito .....	55
Figura 27. Desconectado y desmontaje de las placas existentes en la celda de MT .....	56
Figura 28. Desconectado y desmontaje de las placas existentes en la celda de MT .....	56
Figura 29. Cableado y conexión de Smith y accesorios en la celda de MT.....	57
Figura 30. Timbrado de conductores según el plano de control en la celda de MT .....	58
Figura 31. Desconexión y montaje de placa en celdas de medición .....	59
Figura 32. Montaje de medidor nuevo y accesorios de resanado .....	59
Figura 33. Cableado y conexión de accesorios en la celda de medición.....	60
Figura 34. Prueba de funcionamiento y señales de fusibles.....	60
Figura 35. Actualización de planos en AutoCAD de la celda de medición.....	61

Figura 36. Desconectado y desmontaje de la placa de la trituradora TANDEN.....	62
Figura 37. Montaje de placa y resanado de puerta de la trituradora TANDEN.....	62
Figura 38. Conexión de los conductores de la trituradora TANDEN .....	63
Figura 39. Pruebas de señales y secuencia del arrancador de la trituradora TANDEN .....	64
Figura 40. Desmontaje de la placa antigua de la ventiladora de tiro .....	65
Figura 41. Montaje de la placa nueva de la ventiladora de tiro .....	66
Figura 42. Timbrado de planos de la ventiladora de tiro .....	67
Figura 43. Modificación del circuito eléctrico de control en la celda de MT.....	71
Figura 44. Enclavamiento y configuración general del tablero de control de la celda de MT.	71
Figura 45. Desarrollo de planos de ingeniería.....	81
Figura 46. Montaje de aparamenta y cableado de placas en taller.....	82
Figura 47. Habitación y embalado para transporte a planta.....	83
Figura 48. Equipo de trabajo.....	83
Figura 49. Cambio de placas habilitadas previamente.....	84
Figura 50. Resanado y pintado de celdas intervenidas .....	84
Figura 51. Pruebas de celdas automatizadas .....	85
Figura 52. Segregación en centro de acopio RAE (residuos y artefactos eléctricos).....	85
Figura 53. Formato para impresión de TAG de cables .....	90

## RESUMEN

La continuidad de la operación de los sistemas eléctricos de transmisión y alimentación son de vital importancia para las industrias y el desarrollo de un país en su conjunto, en aras de alcanzar una máxima eficiencia productiva que se refleje en ganancias representativas para empresas y los usuarios finales en el consumo de la energía eléctrica. En el Perú, se están buscando y promoviendo nuevas tecnologías que apuntalen a tales expectativas industriales que calen en alcanzar eficiencia y productividad, que se ven reflejados en procesos de automatización industrial y en la red troncal de alimentación que se focaliza, precisamente, en estos ítems. Los beneficios de sistemas de control en celdas es uno de tales ítems, cuando los sistemas de control industrial son implementados y controlados, se disminuye la cantidad de errores que pueden haber dentro del sistema, se reemplaza la mano de obra por manufactura digital más eficiente y con capacidad de respuesta inmediata, de modo tal que, la automatización posibilita las labores operativas de este elemento tecnológico que es vital para la continuidad del sistema de alimentación, como lo son las celdas eléctricas.

En la actualidad, es necesario el proceso de automatización de los elementos electromecánicos de la red de alimentación, puesto que, como se menciona en líneas anteriores, estos proveen de eficiencia en las labores operativas, asegurando la continuidad del servicio al disminuir la posibilidad de errores de origen humano en el mismo puesto que aumenta la capacidad de respuesta ante contingencias. En virtud de lo anterior, es importante establecer los parámetros necesarios para operación no solo de los factores eléctricos que influyen en el funcionamiento de estas celdas y el funcionamiento lógico programable que siguen los equipos industriales, sino también, los técnicos que están ligados a los mismos, por lo que el estudio presente se centra en automatización del sistema de control de la celda M. T. de 66 kV en la planta cementera Unacem, Condorcocha, 2023.



## INTRODUCCIÓN

El informe aquí presente enmarca mi desempeño profesional como egresado de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica, vengo laborando en la empresa *Electric Solutions & Support S. A. C.* con el objetivo de realizar la automatización del sistema de control de la celda de media tensión de 6.6 kV en la planta cementera Unacem, Condorcocha, 2023, cumpliendo con los estándares eléctricos nacionales vigentes.

El presente trabajo de suficiencia profesional se encuentra dividido en 5 capítulos en los que se enmarcan aspectos relevantes de la data obtenida y los parámetros energéticos de operación y montaje referentes a la automatización de celdas de control, las celdas de control en sí y la planta cementera Unacem.

En el capítulo I se hace énfasis en el *know how* adquirido en la empresa donde vengo desempeñando mis labores como profesional en la ingeniería eléctrica y, asimismo, un marco descriptivo de las actividades que vengo desarrollando en mi centro de trabajo.

En el capítulo II se hace énfasis en un diagnóstico situacional y el estado actual de conocimiento de la planta cementera Unacem, y de la empresa *Electric Solutions & Support S. A. C.*, cabe resaltar que dicho diagnóstico debe ser ejecutado por un profesional de la ingeniería eléctrica, con el análisis crítico y cognitivo para la maniobrabilidad y análisis de la data a obtener.

El capítulo III se enfoca en la teoría correspondiente que sienta las bases del presente documento de suficiencia profesional, donde nos enfocamos en temas legales, normativos y teóricos que dan la característica de suficiencia profesional.

En el capítulo IV se hace énfasis de las actividades concisas que se hacen para la obtención de la data referente a la funcionalidad eléctrica de la operación y montaje referente a una propuesta de automatización a una celda eléctrica de media tensión, así como, la validación respectiva acorde a los parámetros eléctricos de funcionamiento, donde, acorde a un exhaustivo análisis crítico delimitado por el marco normativo vigente, actualmente, se verificará la veracidad de los datos y la implicancia de estos en el presente trabajo de suficiencia profesional.

En el capítulo V se interioriza y describen los resultados que se obtienen y el tratamiento respectivo a esta data. Donde, haciendo uso de herramientas de jerarquización de datos, se profundiza y enmarca el aporte que tendrá este trabajo en la aplicación práctica y predictiva que

es el fin de esta investigación y, por ende, se evidencia el aporte como profesional en la ingeniería eléctrica.

Finalmente, el trabajo de suficiencia profesional concluye en la aplicación práctica de los resultados obtenidos y el análisis respectivo, donde una vez más, se detalla la importancia de la ingeniería eléctrica y los profesionales que se dedican a dar solución a los problemas que se suscitan en campo y en práctica, siempre respetando la normativa vigente actual que es la base de todo trabajo relacionado a la ingeniería eléctrica y los procedimientos que se enmarcan en las líneas siguientes.

## **CAPÍTULO I**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1. Datos generales**

Razón social: *Electric Solutions & Support S. A. C.*

RUC: 20600073681

Dirección en Perú: Jr. Perene N.º 164

Sede principal: Junín, Perú

Teléfono: 986165376

#### **1.2. Actividades principales**

La empresa *Electric Solutions & Support S. A. C.* se enfoca en la actividad comercial del montaje, instalación, automatización y operación de celdas eléctricas, subestaciones eléctricas y distribución en baja, media y alta tensión, donde vengo desempeñado mis actividades profesionales referente al área técnica de ingeniería eléctrica en campo.

#### **1.3. Reseña histórica de la empresa *Electric Solutions & Support***

La empresa *Electric Solutions & Support S. A. C.* fue fundada el 22 de enero del 2015 por Jorge Luis Benavides Hernández, inicialmente como una empresa que se enfocaba en celdas de baja tensión y distribución eléctrica. Su actual gerente general es el mismo fundador de la empresa.

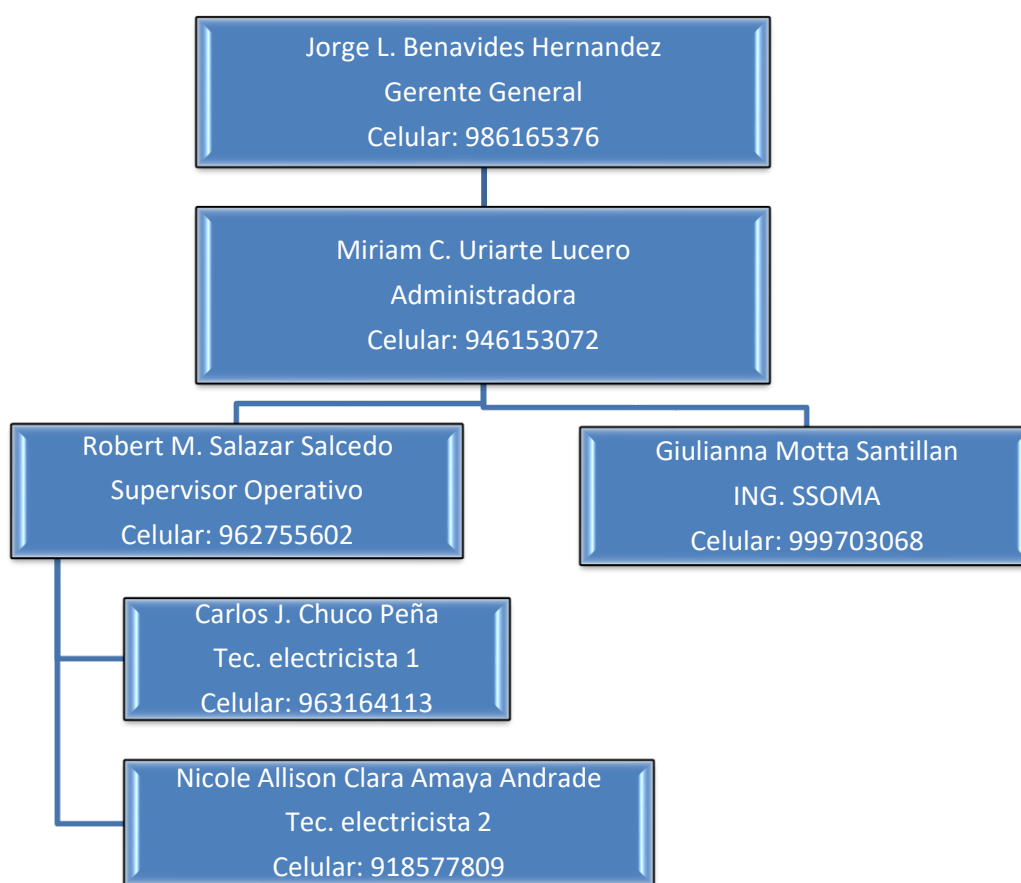
La empresa *Electric Solutions & Support S. A. C.* está actualmente empadronada en el Registro Nacional de Proveedores para hacer contrataciones con el Estado peruano, es decir, que tiene validez funcional como organización para el desempeño de las labores eléctricas

establecidas en la razón social con la que está inscrita en el registro

Los servicios que brinda están relacionados en la actualidad con pruebas eléctricas y automatización de celdas industriales para baja, media y alta tensión; en distribución, se enfoca en la fabricación de tableros eléctricos, protección, medición, control y montaje de equipos en patios de llave.

#### 1.4. Organigrama de la empresa *Electric Solutions & Support*

El organigrama de la empresa *Electric Solutions & Support S. A. C.* se resume en las siguientes líneas.



*Figura 1. Organigrama general de la empresa Electric Solutions & Support*

#### 1.5. Visión y misión de la empresa *Electric Solutions & Support S. A. C.*

##### 1.5.1. Visión

Posicionarnos en la zona centro y a nivel nacional, como la mejor alternativa en servicios especializados de la industria eléctrica, garantizando en todo momento la satisfacción total de nuestros clientes.

### **1.5.2. Misión**

Somos una empresa en todo el ámbito eléctrico, que asegura la satisfacción de nuestros servicios, mediante la preparación y desarrollo de nuestro capital humano, así como el uso y aplicación de tecnologías de vanguardia, cumpliendo los estándares señalados en las normatividades y reglamentaciones vigentes en aspectos de tecnología, medio ambiente y seguridad industrial.

## **1.6. Bases legales**

### **1.6.1. Constitución de la empresa *Electric Solutions & Support***

Con respecto a la normativa eléctrica esta se constituyó y está supeditada bajo el régimen de la Ley General de Electricidad N.º 23406 y su reglamento D. S. N.º 031-82-EM/VM del 4 de octubre de 1982, mediante Resolución Ministerial N.º 319-83-EM/DGE del 21 de diciembre de 1983.

## **1.7. Descripción del área donde se realizaron las actividades profesionales**

Las labores encomendadas como Técnico supervisor de campo lo realicé en la empresa *Electric Solutions & Support S. A. C.* que realiza contrataciones con distintas empresas en el área de proyecto y mantenimiento eléctrico en subestaciones de media y alta tensión; dedicándose al:

- Mantenimiento preventivo, correctivo y programado de celdas de media y alta tensión.
- Planeación y proyectos de mejoras eléctricas en subestaciones de media y alta tensión.
- Soporte de ingeniería en proyectos eléctricos a distintas empresas.
- Pruebas primarias en los distintos equipos de patio de llaves como interruptores de potencia, transformadores de tensión, transformadores de corriente, transformadores de potencia, seccionadores y relés de protección.

Estas actividades se realizaron como una subcontrata de la Empresa de Servicios de Ingeniería S. A. C. que es la empresa que posee un contrato marco con la planta cementera Unacem en el área de mantenimiento acorde a la política de seguridad y salud en el trabajo de la empresa, también cumpliendo con las normas legales y sus reglamentos internos. Con el cargo de Técnico supervisor de campo, mis labores comprendían la planificación, coordinación y ejecución de los trabajos encomendados, con el fin de lograr terminar con satisfacción los proyectos o servicios que se realizan en distintos lugares y empresas; por lo que, apliqué los conocimientos adquiridos en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Continental.

### **1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa**

En mis labores en la empresa *Electric Solutions & Support S. A. C.* me desarrollé en el cargo de Técnico supervisor de campo, donde era responsable de:

- Coordinación de trabajos con los superiores de cada área donde se realizarán las distintas labores.
- Asignación y control de actividades diarias.
- Monitoreo del cumplimiento de seguridad y salud en el trabajo con el personal técnico a cargo.
- Supervisión de los trabajos en campo de acuerdo con el procedimiento escrito de trabajo.
- Supervisar y verificar la calidad del trabajo según se va desarrollando.
- Identificar y comunicar los eventos de emergencia surgidos el área de trabajo.
- Desarrollo y revisión de planos eléctricos de las distintas actividades.
- Analizar y solucionar problemas en los circuitos eléctricos.
- Apoyo a los especialistas en pruebas eléctricas primarias en transformadores de potencia, interruptores de potencia, transformadores de corriente, transformadores de tensión y seccionadores.
- Apoyo en la elaboración de procedimientos de trabajo, plan de trabajo y protocolos de pruebas.
- Elaborar, reportar y emitir informes de actividades diarias de los trabajos realizados diariamente.
- Elaboración y emisión de borrador de informe de trabajo final, para su revisión y entrega final.

## **CAPÍTULO II**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **2.1. Diagnóstico situacional del proyecto**

Uno de los problemas más comunes con las operaciones de celdas de media tensión en cualquiera de los niveles de tensión normalizados es el que se presenta en tratar de maniobrar y operar estos sistemas en circunstancias de corte eléctrico o mantenimiento, debido a otras razones como los regímenes de mantenimiento, fallas operativas de origen humano e ineficiencia operativa de estos equipos, así como también, hay otros factores operativos como la calidad de la energía y las normas legales vigentes, condiciones que pueden afectar las finanzas y ganancias netas, suponiendo pérdidas económicas tanto a los clientes, a *Electric Solutions & Support S. A. C.* como a la empresa en cuestión, dificultando también el entorno laboral. Actualmente, existen excelentes oportunidades de desarrollo en el campo de la ingeniería que se enfocan en mejorar la productividad, utilizando métodos de investigación aplicados, herramientas tales como técnicas de automatización y maniobras de las celdas de remonte y control de subestaciones para sector industrial y empresas relacionadas con el sector eléctrico, ayudando así a analizar y reducir este tipo de problemas; en el contexto del presente trabajo se enmarcan las operaciones de la planta cementera Unacem.

El centro de operaciones de la planta cementera de Unacem está en Condorcocha donde las labores se enfocan en el suministro de alimentación eléctrica en tales niveles de tensión.

##### **2.1.1. Descripción geográfica**

Condorcocha se encuentra en Tarma, en el departamento de Junín, Perú. Se encuentra en los 3900 metros sobre el nivel del mar y es la sede de la planta cementera

Unacem en esa zona.

### 2.1.2. Descripción del proceso cementero

La industria cementera procesa como materia prima para obtener el cemento, piedra caliza, arcilla y hierro; las que se mezclan, chancan, trituran y muelen. Se homogeniza la mezcla molida y se la lleva a un proceso de precalcinación en un intercambiador de calor en contracorriente. La mezcla precalcificada ingresa a un horno rotativo, en el que se desarrollan reacciones fisicoquímicas, calcinándose la mezcla hasta el punto fundente, dando origen al *clinker*. El *clinker* se somete a un proceso de enfriamiento rápido y luego se muele agregando una pequeña proporción de yeso (sulfato de calcio), con la molienda se obtiene el cemento como un producto finamente pulverizado. Luego, vienen los procesos de almacenado, envasado, paletizado y despacho. En la figura 2 se observa que la electricidad está presente en cada una de las etapas de consolidación del cemento y, por ende, se enmarca la justificación operativa que se redactó en las líneas siguientes.

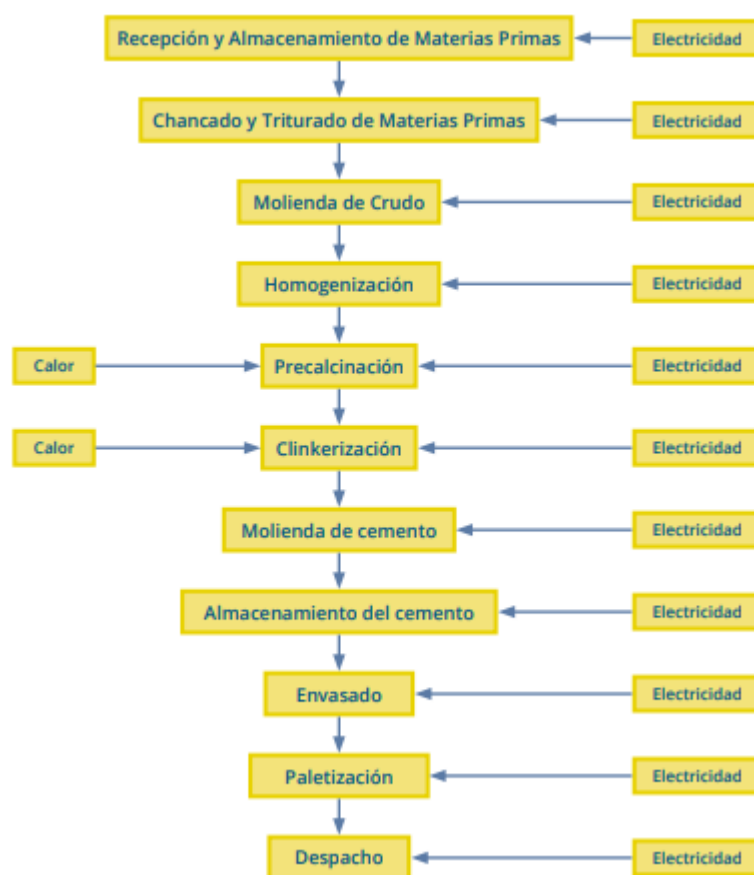
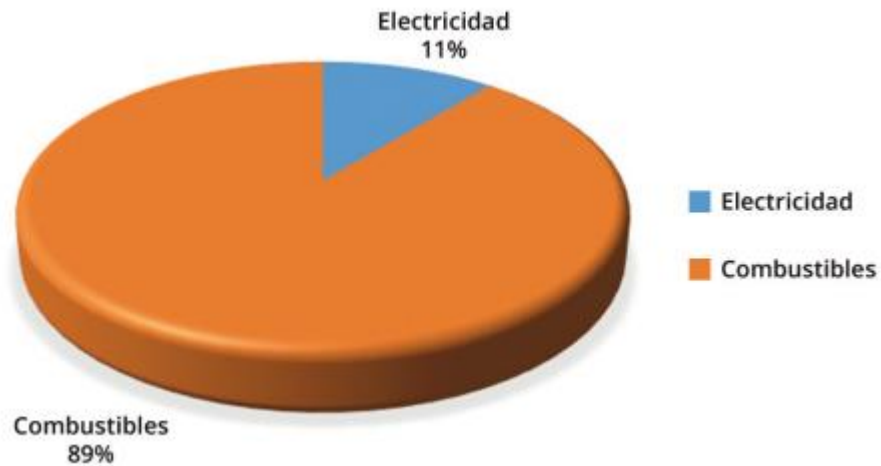


Figura 2. Proceso productivo típico - industria cementera



### 2.1.3. Producción cementera

En la industria cementera se utiliza electricidad y combustibles como fuentes de energía para el proceso productivo y áreas auxiliares. En la figura 3 se presenta la distribución porcentual del consumo de energía eléctrica y térmica en una planta típica.



*Figura 3. Descripción de la distribución de energía en la industria cementera*

En la tabla 1 se muestra la distribución porcentual del consumo de energía eléctrica en una planta cementera.

**Tabla 1. Distribución del consumo de energía eléctrica en una planta cementera**

Ítem	Proceso	Consumo de energía eléctrica (%)
1	Preparación de las materias primas	3
2	Chancado, triturado y molienda del crudo	32
3	Homogenización, precalcinado y <i>clickerización</i>	21
4	Molienda de cemento, envasado	41
5	Servicios generales	2
6	Iluminación	1

*Fuente: UPME*

Por lo cual, en virtud de las condiciones anteriormente mencionadas y tratando de buscar mayor productividad y eficiencia en la consolidación de los trabajos en la planta cementera y teniendo en cuenta que la energía eléctrica es vital para los procesos productivos, se concluye que, el servicio de alimentación juega un papel sumamente importante, por lo que, como base se emplean las siguientes estrategias:

- Análisis situacional de la alimentación y niveles de tensión de Unacem
- Análisis de los circuitos de protección y mando de la celda de remonte y celda de control.
- Establecer un procedimiento basado en las condiciones de operación de los

niveles de tensión y circuitos de control para la automatización de la celda de control.

Con la ejecución de las estrategias de análisis y procedimientos basados en los manuales y condiciones de operación asociados al accionamiento mecánico y eléctrico de las maquinarias, se establecieron las recomendaciones y sugerencias de evaluación, para la justificación de su instalación y correcto funcionamiento.

## **2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional**

Como identificación de la oportunidad se tiene en cuenta dos puntos básicos que se presentan a continuación:

- Que para la empresa *Electric Solutions & Support S. A. C.* es primordial asegurar la continuidad de la operación del proceso cementero en Unacem, Condorcocha.
- Que el servicio de alimentación eléctrica juega un papel fundamental para la continuidad de las labores en la planta cementera Unacem, Condorcocha.

## **2.3. Objetivos de la actividad profesional**

### **2.3.1. Objetivo general**

Automatizar el sistema de control de la celda de media tensión 6.6 kV en la planta cementera Unacem, Condorcocha, 2023.

### **2.3.2. Objetivos específicos**

- Identificar las condiciones de operación de la barra de derivación para la alimentación eléctrica y sus características para la automatización de la celda de remonte y control en la planta cementera Unacem, Condorcocha, 2023.
- Identificar las condiciones de operación, parámetros energéticos y mecánicos de la celda de control en media tensión en la planta cementera Unacem, Condorcocha, 2023.
- Identificar la influencia que tiene la automatización de la celda de media tensión 6.6 kV en la planta cementera Unacem, Condorcocha, 2023 y el grado de eficiencia asociado.

## **2.4. Justificación de la actividad profesional**

### **2.4.1. Teórica**

El objetivo de la automatización eléctrica es garantizar el funcionamiento de los equipos y maniobras para asegurar el proceso operativo propio de la planta

cementera Unacem, para así cumplir con los parámetros operativos como eficiencia del nivel de productividad; en virtud de lo anterior, el presente trabajo se justifica en el aspecto teórico porque aplica los principios previamente mencionados y, así mismo, se aplican en cuestiones prácticas como es el proceso continuo de la empresa.

#### **2.4.2. Económica**

Con la automatización de la celda de remonte y control propuesta se enmarca una mejora en el nivel de producción, por lo que los índices de eficiencia aumentarían, por ende, el presente trabajo se justifica en el campo económico en base a este aspecto; asimismo, unas mejoras en la eficiencia eléctrica producto de la automatización predicen menos incidencias de fallas por origen humano y aumento de la capacidad de respuesta de los sistemas eléctricos.

#### **2.5. Resultados esperados**

Con la automatización, el sistema de control de la celda de media tensión 6.6 kV en la planta cementera Unacem, Condorcocha, 2023 se predice los siguientes resultados enfocados en la productividad y continuidad de operaciones.

- Incremento de la confiabilidad de las celdas de control de los niveles de tensión 6.6 kV con facilidad de respuesta ante contingencias eléctricas y mecánicas.
- Incremento de la productividad de la planta cementera, así como mejora de los índices de interrupción eléctrica.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Actividades realizadas en el proyecto**

Este capítulo se enmarca en las bases matemáticas, empíricas y teóricas que se aplican al análisis de alimentación eléctrica y conocimientos en accionamiento mecánico - eléctrico y principios de automatización eléctrica y celdas de remonte y control, que está sustentado en la ley de concesiones eléctricas y su reglamento vigente hasta la actualidad, así como, se hace énfasis a los conocimientos teóricos que se ha venido aplicando y conociendo en la universidad, que se detallan en conjunto en las líneas siguientes.

#### **3.2. Bases teóricas de las actividades realizadas**

##### **3.2.1. Parámetros eléctricos**

###### **3.2.1.1. Definiciones básicas**

###### **A) Tensión**

Se define como la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, su unidad de medida es el voltio y se representa con el símbolo (V).

###### **B) Corriente**

Se define como el flujo de electrones en un circuito eléctrico, su unidad de medida es el amperio y se representa con el símbolo (A).

###### **C) Potencia**

Se define como la cantidad de trabajo desarrollado en un determinado tiempo, su unidad de medida es el watt y se representa con el símbolo (W).

## **D) Frecuencia**

Se define como la magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico, su unidad de medida es el Hertz y se representa con (Hz).

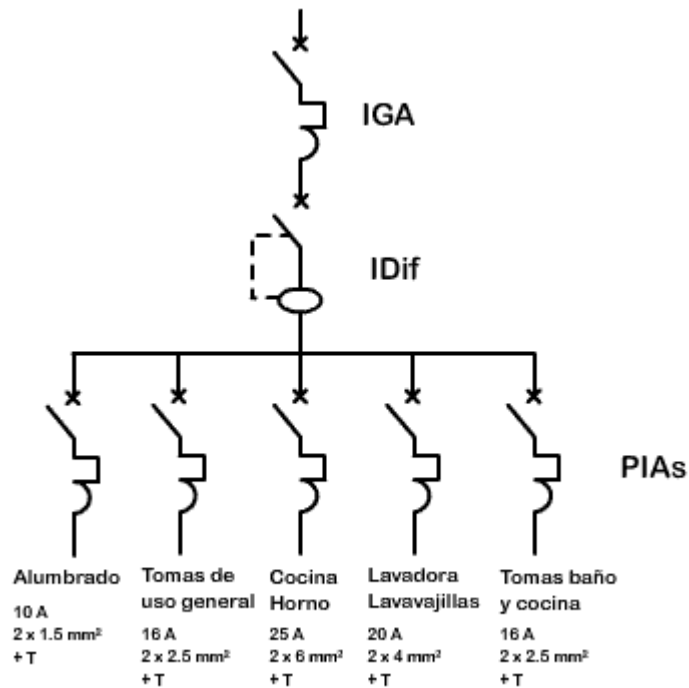
### **3.2.2. Definiciones**

#### **3.2.2.1. Planos eléctricos**

Se definen a los planos eléctricos como la representación gráfica de los diferentes circuitos que componen y definen las características de una instalación eléctrica y donde se detallan las particularidades de los materiales y dispositivos existentes. Para representar estos planos pueden utilizarse diferentes tipos de esquemas eléctricos normalizados y estandarizados, entendiendo como esquema eléctrico el conjunto de conexiones y relaciones eléctricas coherentes mediante símbolos de los componentes de un sistema eléctrico. En la confección de un plano o un esquema se suelen utilizar símbolos y figuras, así como, marcas o referencias. Los símbolos se utilizan para representar máquinas, partes de una instalación, dispositivos y demás componentes. Para representar estos planos eléctricos se utilizan los siguientes esquemas:

#### **Esquema unifilar**

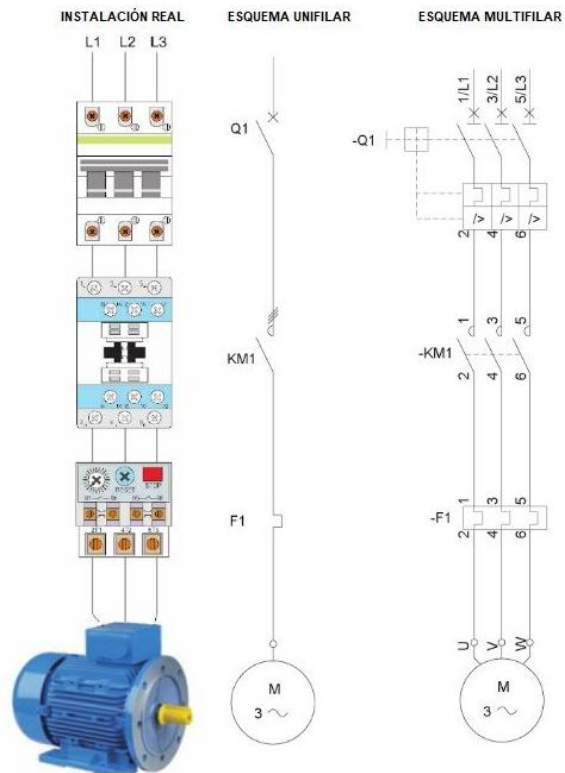
En este tipo de esquemas eléctricos, cada circuito se representa por una única línea en la que se incluyen todos los conductores. El número de conductores del circuito se representa por un número o por trazos oblicuos a 45° sobre la línea que representa el circuito, un trazo por cada conductor. El conductor neutro también puede ir representado en los esquemas unifilares con una línea de trazo discontinuo paralela a los conductores que representan los conductores activos (fases).



*Figura 4. Representación clásica de un esquema unifilar*

### **Esquema multifilar**

En estos tipos de esquemas se representan todos los conductores. Su uso tiene la finalidad de hacer más sencillo entender el funcionamiento y montaje de los circuitos, pero a veces su elaboración es muy complicada y en esquemas muy grandes puede llevar a confusión por tener demasiadas líneas asociadas al esquematizado de la red a diseñar en cuestión. Este tipo de esquemas se utiliza sobre todo en esquemas de maniobra y automatismos donde es necesario conocer de forma exacta el borne en el que debe conectarse cada conductor, identificando debidamente el conductor neutro y cada una de las fases.



*Figura 5. Representación clásica de un esquema multifilar*

### **Esquema funcional**

Representa todos los componentes de la instalación con la conexión eléctrica entre ellos y da información sobre cómo funciona el circuito. Es de observación y comprensión más rápida comparada con los otros tipos de esquema. Es un esquema puramente práctico para el técnico que tiene que hacer el montaje o la reparación, pero muy utilizado en electricidad.

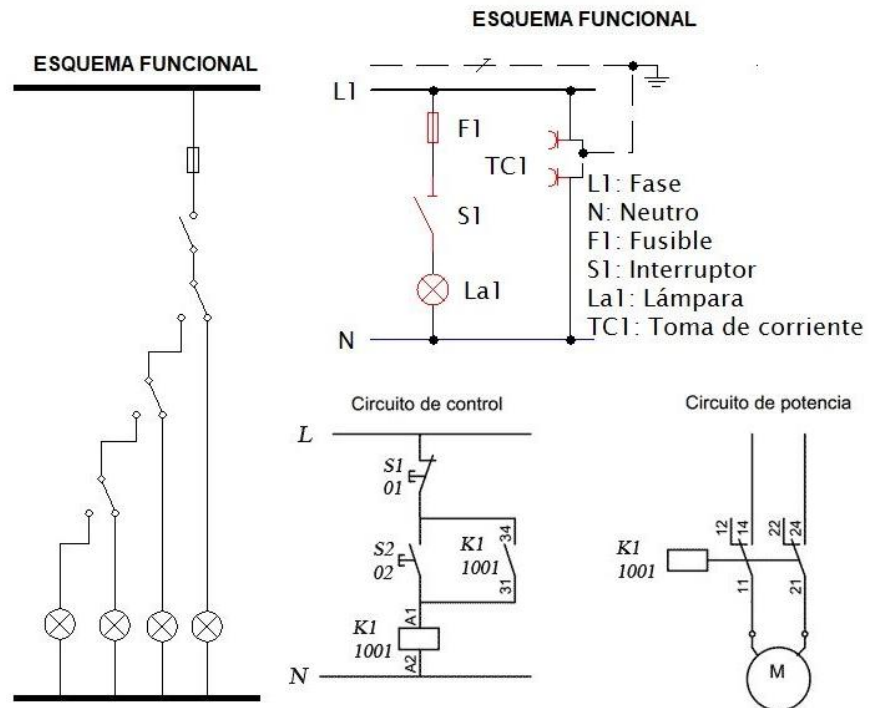


Figura 6. Representación clásica de un esquema funcional

### Esquema topográfico

Es un esquema donde se realiza un dibujo en perspectiva del local con la situación de los elementos que conforman la instalación. Este esquema suele representarse en 3D y con el circuito eléctrico en unifilar. Realmente, se puede considerar un plano, ya que representa también el local donde está situada la instalación y la ubicación exacta donde se colocan los componentes del circuito eléctrico donde se presentan los diagramas de punto por punto del conexionado también se le suele llamar plano topográfico.

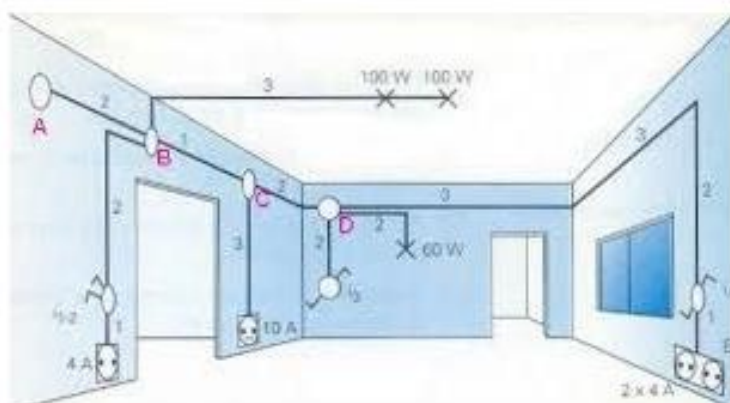


Figura 7. Representación clásica de un esquema topográfico



### 3.2.2.2. Automatización y sistemas de control

La automatización hace referencia al uso de sistemas de control, como ordenadores, autómatas programables y configurables, robots y tecnologías de la información y gestión de data para manejar diferentes procesos productivos, maquinarias y maniobrabilidad en las industrias y empresas, eliminando al máximo la intervención de la mano de obra humana y reemplazando las operaciones de ensamblaje peligrosas por operaciones automatizadas que conllevan beneficios económicos a las empresas que apliquen estos criterios.

La automatización es una evolución de la mecanización en la industria a nivel mundial, que utiliza dispositivos de alta capacidad de control para lograr procesos de fabricación o producción eficientes.

Debido a los rápidos avances tecnológicos, los sistemas de procesamiento industrial con la llamada industria 4.0 o cuarta revolución industrial están cambiando la forma de producir de las compañías y empresas. El control informatizado de la producción para aumentar la precisión, calidad, y rendimiento de los procesos industriales se ha convertido en el actor principal de las empresas de fabricación y producción.

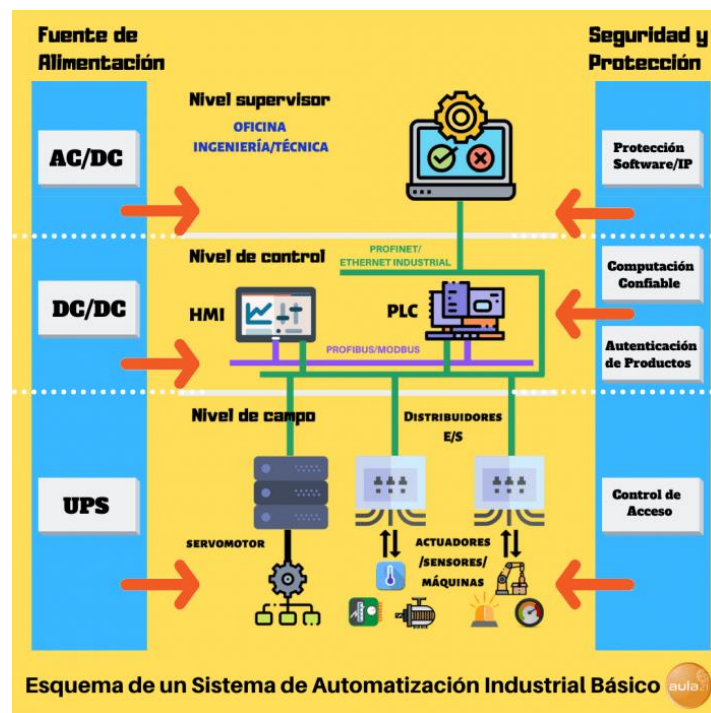


Figura 8. Diagrama básico de un sistema de automatización industrial

### 3.2.2.3. Celdas eléctricas de MT

Las celdas son unidades normalizadas para distribuir la energía eléctrica con un nivel de tensión de MT, se clasifican según su forma constructiva y según la función que desempeñen y el tipo de utilidad que se le dará en una determinada red eléctrica.



*Figura 9. Celda eléctrica de media tensión para sincronismo*

### 3.2.2.4. Celdas eléctricas según su forma constructiva

Excepto a las celdas de intemperie (sobre poste), los diversos elementos que lo constituyen como interruptores, seccionadores y demás equipos que se instalan en el interior de celdas, permiten independizar unas partes de las otras y facilitar los trabajos y la seguridad a la hora de realizar maniobras.

En función de su forma constructiva se encuentran los siguientes tipos:

- Celdas convencionales: que son construidas mediante tabiques de obra y con protecciones de chapa en la parte frontal.
- Celdas modulares prefabricadas: que son construidas de chapa de acero, totalmente cerradas y que el fabricante suministra montadas en su totalidad, es decir, con la aparamenta correspondiente incorporada. Solo se deben ensamblar y realizar las conexiones.

De estas existen dos tipos:

- Celdas modulares con aislamiento de aire: que son módulos metálicos que disminuyen el coste de instalación y montaje.
- Celdas modulares con SF6: donde la aparamenta de estas celdas se encuentra en el interior de un envoltorio de gas SF6, con unas

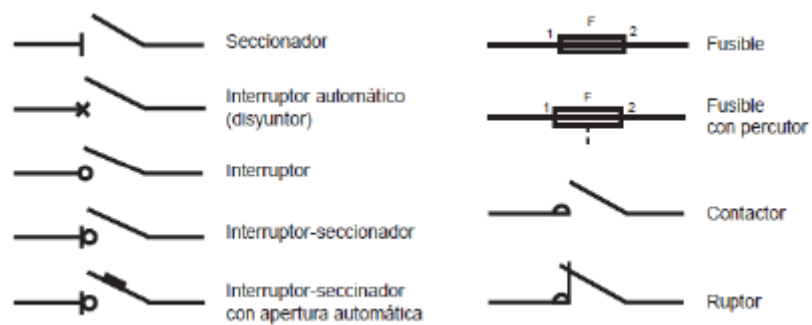
excelentes propiedades aislantes y térmicas que permite la reducción considerable de las dimensiones de las celdas.

- Celdas compactas: que son todas las celdas que componen el CT, forman un único módulo completo, siendo la envolvente de este, de chapa de acero.

### 3.2.2.5. Celdas eléctricas según su funcionalidad

Normalmente en cada celda se agrupan los elementos correspondientes a cada uno de los circuitos del CT. El número de celdas y el tipo de estas, depende de cada CT en particular.

Los símbolos utilizados para representar la aparamenta de las celdas de MT son los siguientes:



*Figura 10. Simbología para la representación de esquemas*

### 3.2.2.6. Celda de entrada

Se define como una tipología de celda eléctrica que es también conocida como celda de alimentación o celda de línea. Es por donde se produce la entrada de la línea de MT al centro de transformación que alimenta. La aparamenta característica de dichas celdas suele ser un interruptor-seccionador, un seccionador de puesta a tierra y unos pilotos luminosos, que indican la presencia de tensión.

### 3.2.2.7. Celda de salida

Se define como una tipología de celda eléctrica desde donde parten las líneas de MT hacia otros CT. Está equipada con un interruptor-seccionador, un seccionador de puesta a tierra y pilotos luminosos indicadores de la presencia de tensión eléctrica, igual que la celda de entrada, ya que, en realidad son celdas de línea, las dos.

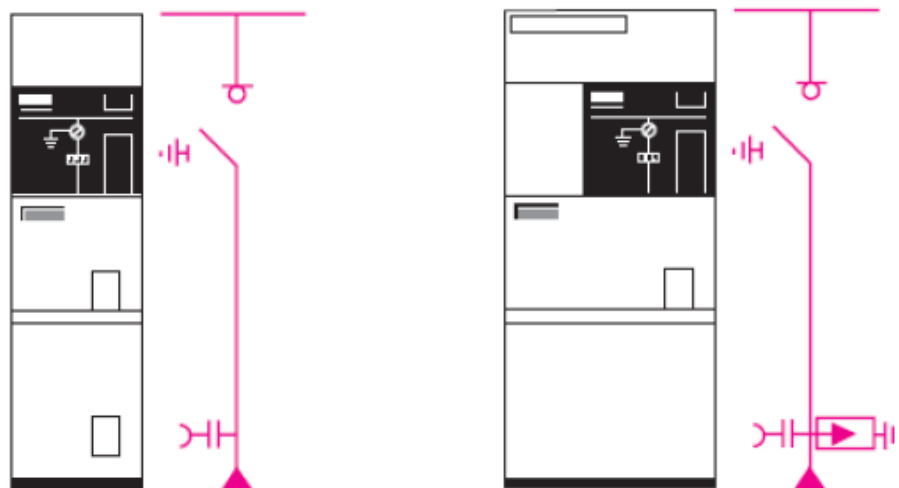


Figura 11. Celda de llegada de línea, sin y con autoválvula

### 3.2.2.8. Celda de seccionamiento o corte

Se define como aquella celda eléctrica con la que se deja fuera de servicio la zona del CT, propiedad del cliente, pero dejando que otros CT se puedan seguir alimentando de este. Está equipada con un seccionador.

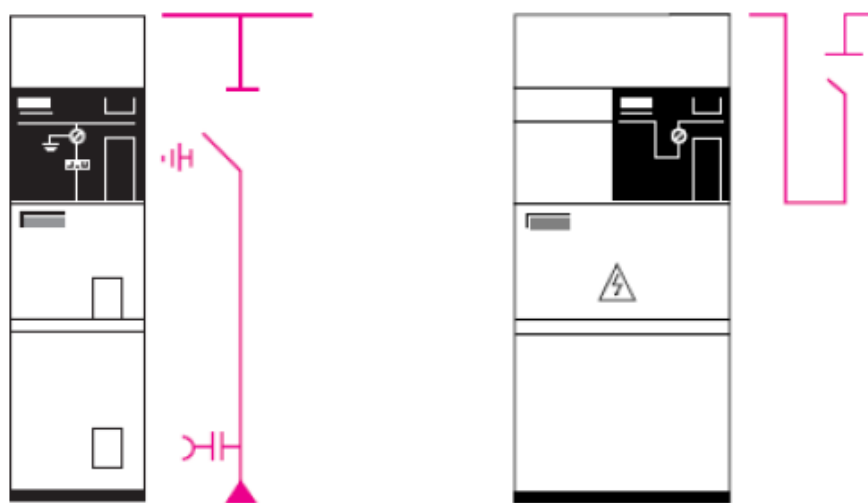


Figura 12. Celda de seccionamiento y celda de remonte, respectivamente

### 3.2.2.9. Celda de protección general

Se define como una celda eléctrica que en un centro de transformación con más de un transformador, permite dejar sin servicio al CT en su totalidad. Contiene un interruptor automático.

### 3.2.2.10. Celda de protección

Se define como aquella celda eléctrica donde se sitúan los dispositivos de corte y protección para cada transformador del CT. Contiene un interruptor

automático.

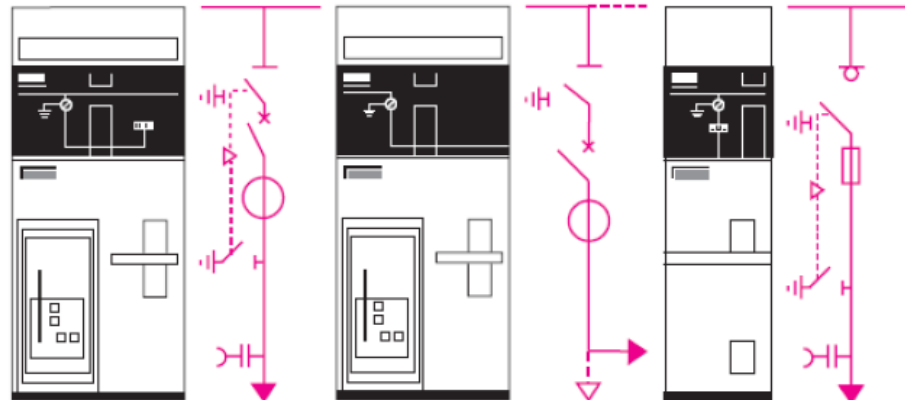


Figura 13. Celdas de protección

### 3.2.2.11. Celda de medida

Se define como aquella celda eléctrica que está formada por un conjunto de transformadores de tensión e intensidad que comunican con los aparatos de medida de tensión y corriente, situados fuera de la celda. Este tipo de celda solo se encuentra en los CT de cliente y solo podrá tener acceso a ella la compañía suministradora. Los aparatos de medida estarán fuera de la celda, en armarios cerrados y precintados.

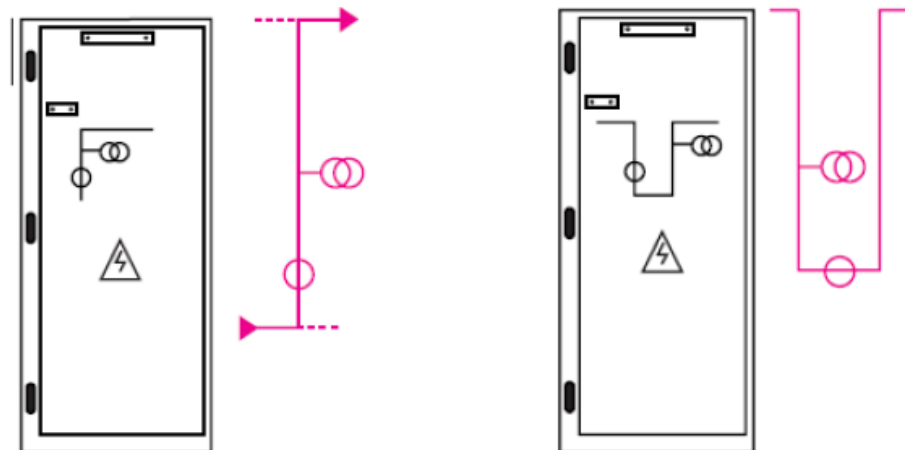


Figura 14. Celdas de medida

### 3.2.2.12. Celda de transformación

Se define como aquella celda eléctrica donde se sitúa el transformador de potencia. Deberá estar suficientemente ventilada para disipar el calor producido por las pérdidas en el cobre y en el hierro.

### **3.2.2.13. Celda de remonte**

Se define como aquella celda eléctrica que se utiliza para unir celda con distinta procedencia de los terminales, o bien en el final para adecuar la salida de cables por donde sea más oportuno en cada caso.

## **3.2.3. Sistemas de aislamiento en celdas de media tensión**

### **3.2.3.1. Celdas selladas al vacío**

Se define como aquellas celdas eléctricas que se consideran ecológicas, ya que están libres de SF<sub>6</sub>, poseen la capacidad de operar de manera adecuada en corrientes nominales de carga y corrientes de corto circuito, para incrementar el medio eléctrico se agrega un material encapsulado de resina epóxica. Las características fundamentales que se pueden valorar en este tipo de celdas eléctricas son:

- Seguridad: al poseer sistemas de detección de voltaje para la verificación del aislamiento.
- Confiabilidad: diseño completo que cumple las normas IEC.
- Sustentables: menor cantidad de elementos con un diseño ecológico libre de SF<sub>6</sub>, utilizando materiales reciclables.
- Libre de mantenimiento: al ubicar las partes en un ambiente cerrado y resistente a efectos del medio ambiente.
- Bajo costo de instalación: no es necesario comprobar la presión del SF<sub>6</sub>, no tiene la necesidad del canal de extinción de arco externo.

Dentro de los compartimientos de las celdas, el elemento de protección principal sellado al vacío es el interruptor, incorporando contactos auxiliares e indicadores mecánicos por medio de ventanas de inspección y verificación.

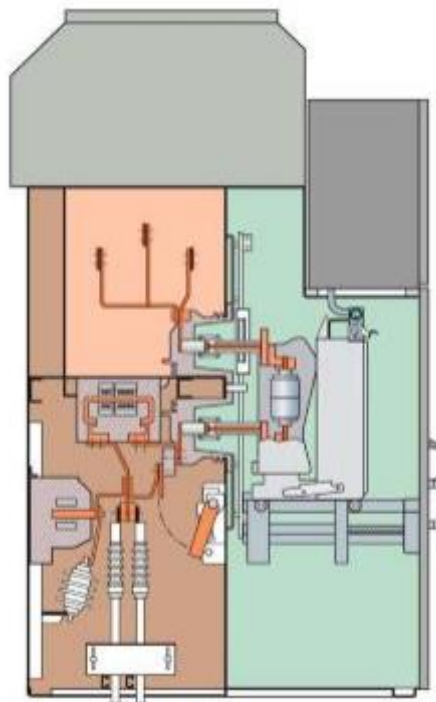


*Figura 15. Celda de media tensión sellada al vacío*

### **3.2.3.2. Celdas con aislamiento de aire**

Se define como aquella celda eléctrica de media tensión en la que su estructura metalmecánica está formada por divisiones de acero unidos, en la estructura se fijan dispositivos de seccionamiento y de puesta a tierra, la celda puede incorporar enclavamientos de seguridad apropiados entre los actuadores eléctricos del interruptor y seccionador, en el caso de las celdas AIS, los interruptores son tipo extraíbles suministrados con una bobina de cierre y dos bobinas de apertura, que se pueden accionar por comandos locales o remotos. Entre las características que se presentan en las celdas AIS están:

- Interruptor extraíble
- Las condiciones ambientales pueden afectar el aislamiento
- Puesta a tierra independiente



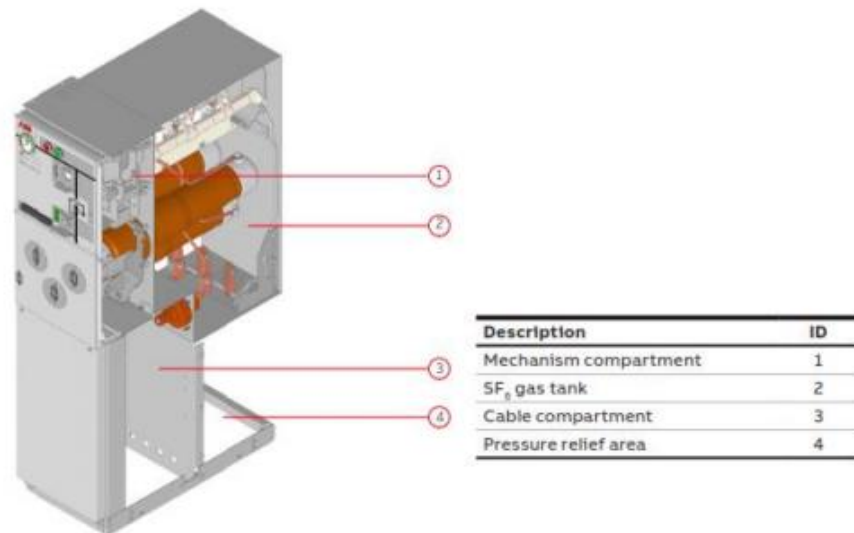
*Figura 16. Celda de media tensión con aislamiento al aire*

### **3.2.3.3. Celdas *SafePlus***

Se definen como aquellas celdas eléctricas de media tensión que fueron desarrolladas por ABB para la distribución de la red secundaria de 12/24 kV que se insertaron en el mercado en el año 2000. Creadas para sustituir el gas SF6 como medio de aislamiento de tipo completo, para utilizarlo como alternativa, incorporando el gas en un tanque con barras colectoras dentro de un módulo del compartimiento de las celdas. *SafePlus* posee un sistema flexible de equipos compactos con la capacidad de coordinar las configuraciones modulares y semimodulares, en su construcción se cuenta con un sistema completamente sellado en una meta mecánica de acero inoxidable que engloba las piezas activas y las funciones de conmutación eléctrica. Las ventajas que ofrece las celdas *SafePlus*, son:

- Alta fiabilidad y seguridad
- Gama amplia de unidades funcionales
- Dimensiones compactas y modulares
- Partes vivas sin exposición
- Independencia climática y factores ambientales
- Seguridad y facilidad para los operadores al realizar mantenimiento preventivo y correctivo





*Figura 17. Celda de media tensión SafePlus*

### 3.3. Sustento académico de la automatización de sistemas de control en celdas eléctricas

#### 3.3.1. Antecedentes nacionales

En la tesis «*Diseño y simulación de un sistema de protección en celdas de media tensión con monitoreo SCADA en subestaciones eléctricas*» (1). Se presenta el diseño del sistema de protección en base a un caso de análisis en una subestación eléctrica de distribución, dentro de celdas de media tensión se desarrolla una moderna configuración en cuanto a control, protección, medición y comunicación con el fin de asegurar la correcta operación del SEP al usuario.

Se presentan dos estudios: El primero, basado en el diseño de la estructura interna del circuito con componentes que van a permitir realizar esta función, simulando el diagrama de control en operación continua del sistema, frente a la exposición de fallas eléctricas; por consiguiente, se realiza el diagrama de la red de comunicación SCADA para el control y supervisión de las celdas de media tensión, diseñando la arquitectura de comunicación y evaluando las señales de alerta y monitoreo de modo remoto. Los resultados indican el nivel de fiabilidad del modelo desarrollado ante el tiempo de respuesta frente a fallas eléctricas y la arquitectura de red para la comunicación remota al usuario (1).

En la tesis «*Automatización por telemando de las redes eléctricas en media tensión para el mejoramiento de la calidad de servicio de alimentadores, en la región Callao – provincia constitucional del Callao*» (2). Se presenta la experiencia técnica adquirida por cada uno de los participantes, planteándose en la zona norte de la

provincia constitucional del Callao, se contó con el apoyo del personal técnico del concesionario local. Este trabajo relacionado a las redes eléctricas de media tensión en la provincia constitucional del Callao, cuenta con la aplicación de sistemas de automatización y telemando, reduciendo la participación de equipos y operadores, con la actuación oportuna ante operaciones programadas y ante fallas.

La señal de haber operado estos equipos, mejorando la operación de los alimentadores, es recibida en el centro de operación en tiempo real, por lo que, se denominó automatización por telemando de las redes eléctricas en media tensión para el mejoramiento de la calidad de servicio de alimentadores, en la región Callao – provincia constitucional del callao (2).

### **3.3.2. Antecedentes internacionales**

En la tesis «*Ampliación del sistema SCADA para telecontrol de subestaciones eléctricas en una planta del sector industrial*» (3). Se presenta la implementación de un sistema SCADA para telecontrol de subestaciones eléctricas en una planta industrial de la ciudad de Cartagena de Indias D. T. y C., que no cuenta con un sistema SCADA para monitoreo y control de su sistema eléctrico interno, que está conformado actualmente por 5 subestaciones eléctricas. La compañía adelanta los diseños para una nueva subestación eléctrica y requiere las especificaciones de diseño para que esta sea incluida en el SCADA eléctrico.

En la tesis «*Automatización de una subestación eléctrica utilizando el protocolo IEC 61850 y el ICCP para el envío de datos*» (4). Se hace un enfoque en el proceso de automatización de subestaciones eléctricas, con el objetivo principal de integración en sistemas SCADA para equipos eléctricos encargados de la operación dentro de las subestaciones, estos dispositivos tienen diferentes protocolos de comunicación, después del sistema SCADA de la subestación de información de concentración, el siguiente paso a realizar es el envío de datos al organismo regulador que está en una ubicación remota lejos de la subestación, esto se logra utilizando protocolos de comunicación diseñados para esta función. Todo este proceso requiere una optimización de los tiempos de respuesta a cualquier evento que pueda ocurrir en las subestaciones y con esto una optimización en operación de generación, distribución y transformación de energía eléctrica.

En la tesis «*Automatización de un sistema de energía renovable basado en celdas de combustible PEM de baja potencia*» (5). Se presenta una solución para

automatizar un sistema de celdas de combustible PEM de baja potencia. Con base en experimentos realizados con el sistema de celdas de combustible, se evidencia que es posible modificar su comportamiento cuando hay variación de flujo de hidrógeno entrante. Teniendo en cuenta que, el flujo de hidrógeno es generado por un electrolizador, se propone una solución poco convencional, que consiste en manipular la energía eléctrica que pasa a través del electrolizador, con el objetivo de modificar la producción de hidrógeno y así, controlar el suministro del gas.

### **3.4. Labores de automatización y control**

#### **3.4.1. Base legal**

##### **3.4.1.1. Normativa vigente**

La empresa *Electric Solutions & Support S. A. C.* acorde a la disposición de la norma IEC 61499 «La norma de automatización industrial para la portabilidad que permite aprovechar las ventajas de la Industria 4.0» se relaciona a las actividades de automatización industrial bajo estándares internacionales, cuyo desarrollo constituye soporte para gran parte de la industria eléctrica en los alcances de dicha normativa. No adoptar los estándares de automatización industrial de la era digital que sean verdaderamente abiertos es caro en todos los aspectos: gastos innecesarios, retrasos en la implementación de diseños innovadores de plantas de fabricación y pérdida de oportunidades comerciales. El estándar IEC 61499 establece una base para la portabilidad de aplicaciones de automatización industrial que crea una amplia gama de beneficios, incluida una más fácil convergencia de sistemas de TI / OT, un mejor retorno de la inversión en aplicaciones de software que pueden ejecutarse independientemente de cualquier plataforma de hardware y eficiencia de diseño de ingeniería que acelera drásticamente el tiempo de comercialización de nuevos productos.

##### **3.4.1.2. Normativa complementaria vigente**

La empresa *Electric Solutions & Support S. A. C.* acorde a la disposición de la norma IEC 61850 que es un estándar para la automatización de subestaciones está delimitada a los trabajos y maniobras en centros de control, celdas eléctricas y estructuras nodales. Esta normativa es parte del Comité Técnico 57 (TC57) de la *International Electrotechnical Commission* (IEC) . La totalidad de la norma se divide en 10 partes, en las que se abordan aspectos relacionados con requerimientos generales del sistema, gestión de los proyectos de ingeniería y requerimientos de comunicaciones. A

partir de ello, propone un modelo de datos sobre el que describe las capacidades de los IED. Dicho modelo se describe a través del Lenguaje para Descripción de Subestaciones (SCL). La funcionalidad estándar de una subestación se modela a partir de los denominados Nodos Lógicos (LN), que a su vez se forman a partir de *Common Data Classes* y *Common Data Attributes*, siguiendo una abstracción a objetos. Junto con estos objetos, la norma define un conjunto de servicios en lo que se denomina *Abstract communication service interface* (ACSI). La norma explica cómo se mapean estos objetos y servicios en términos de protocolos concretos, particularmente MMS (ISO/IEC9506-1 and ISO/IEC 9506-2, GOOSE y *Sampled Values*). El último apartado de la norma trata sobre las pruebas de conformidad que debe superar un equipo o una arquitectura para ser homologado según el estándar.

Esta normativa establece los tiempos de conmutación requeridos en los servicios que se presentan y explican en la tabla 2.

**Tabla 2. Tabla de requerimientos de los tiempos de conmutación**

Comunicaciones entre participantes de una red IEC 61650	Servicio	To/Ti	T
SCADA a IED->Cliente-Servidor	IEC 61850-8-1	800 m	400 m
IED aIED ->Enclavamientos	IEC 61850-8-1	12 m (con T <sub>minconf</sub> en 4 m)	4 m
IED aIED ->Revertir bloqueo	IEC 61850-8-1	12 m (con T <sub>minconf</sub> en 4 m)	4 m
Disparo de protección ->excluyendo la diferencial de barras	IEC 61850-8-1	8 m	4 m
Protección diferencial de barras	IEC 61850-9-2 en el bus de estación	<1 m	Conmutación instantánea
<i>Sampled Values</i>	IEC 61850-9-2 en el bus de proceso	Menor a dos muestras consecutivas	Conmutación instantánea

*Fuente: información tecnológica*

### 3.4.2. Leyes y normas técnicas para la revisión de celdas de media tensión

*Electric Solutions & Support S. A. C.* se supedita a las normativas constructivas y de revisión de las normas técnicas que describe las características que deben tener las celdas y los tableros que van a encerrar equipos de protección, transformadores de potencia, seccionadores de media tensión, capacitores e interruptores de baja tensión, entre otros. Para conocer las especificaciones de tableros de medida de baja tensión hay que remitirse a la norma EPMRA8012. Para las características del doble tiro y seccionador remitirse a la norma EPM RA8010 y RA8014.

#### **3.4.2.1. Definición de la normativa**

Celda eléctrica: estructura construida para instalarse de manera autoportada y destinada a encerrar transformadores de potencia, transformadores de corriente, de potencial y equipos de seccionamiento de media tensión, tales como interruptores y seccionadores.

Barrajes: es la barra de cobre electrolítico, de dimensiones y características debidamente especificadas, de acuerdo con las normas técnicas de EPM o normas NTC, que se utilizan para las partes energizadas, el neutro y la tierra. Estos barrajes según norma están restringidos en base a la capacidad de corriente de conducción que se especifica en la tabla 3.

**Tabla 3. Capacidad de conducción de corriente en barrajes de cobre de calibre común**

Ancho de los barrajes		Espesor de los barrajes, mm (pulgada)											
		3/64	0.051	1/16	0.064	5/64	0.081	3/32	1/8	5/32	3/16	7/32	1/4
Pulgada (mm)		(1.2)	(1.3)	(1.6)	(1.63)	(2.0)	(2.06)	(2.4)	(3.2)	(4.0)	(4.8)	(5.6)	(6.4)
3/8	(9.5)	18	19	23	24	29	30	35	47	59	70	82	94
7/16	(11,1)	21	22	27	28	34	35	41	55	68	82	96	109
1/2	(12.7)	23	26	31	32	39	41	47	63	78	94	109	125
9/16	(14,3)	26	29	35	36	44	46	53	70	88	105	123	141
5/8	(15,9)	29	32	39	40	49	51	59	78	98	117	137	156
11/16	(17.5)	32	35	43	44	54	56	64	86	108	129	150	172
3/4	(19,1)	35	38	47	48	59	61	70	94	117	141	164	188
7/8	(22,2)	41	45	55	56	68	71	82	109	137	164	191	219
1	(25.4)	47	51	63	64	78	81	94	125	156	188	219	250
1-1/8	(28,6)	53	57	70	72	88	91	105	141	176	211	246	281
1-1/4	(31,8)	59	64	78	80	98	101	117	156	195	234	273	313
1-3/8	(34.9)	64	70	86	88	102	111	129	172	205	258	301	344
1-1/2	(38.1)	70	77	94	96	117	122	141	188	235	281	328	375
1-3/4	(44,5)	82	89	109	112	137	142	164	219	273	328	383	438
2	(50,8)	94	102	125	128	156	162	188	250	313	375	438	500
2-1/4	(57.2)	105	115	141	144	176	182	211	281	352	422	492	563
2-1/2	(63.5)	117	128	156	160	185	203	234	313	391	469	547	625

Fuente: EPM – RA

### 3.4.2.2. Espaciado en celdas y tableros

Tablero de baja tensión: los espacios libres dentro de los tableros deben ser lo suficientemente amplios para la distribución de los conductores dentro de ellos y para la separación entre las partes energizadas de los dispositivos y equipos montados en su interior. Se debe cumplir con las distancias mínimas para radios de curvatura según lo establecido en la sección 3736-b) y 384 de la norma NTC2050.

Celdas de media tensión: en el interior de las celdas de media tensión se deberán disponer de elementos para el amarre y fijación de los cables. La separación mínima entre las partes energizadas sin aislamiento (conductores o barras) y entre esas partes y las superficies adyacentes puestas a tierra, no debe ser menor a los valores especificados en la tabla 4. Los valores de la tabla son las distancias mínimas entre partes energizadas (no aisladas) y las partes aterrizadas. Estas distancias se deben aumentar si los conductores se mueven por la acción de un medio externo o bajo condiciones de servicios desfavorables.

**Tabla 4. Distancias mínimas entre las partes energizadas en una celda de media tensión**

Tensión nominal (kV) (fase - fase o fase - tierra según la disposición)	Distancia mínima en centímetros			
	Fase a fase		Fase a tierra	
	Interior	Exterior	Interior	Exterior
24- 4.16	11	18	8	15
72	14	18	10	15
138	19	30	13	18
144	23	30	17	18
23	27	38	19	25
345	32	38	24	25
46	46	46	33	33

*Fuente: EPM- RA*

### 3.4.3. Aplicación y usos de fuentes de alimentación eléctrica

#### 3.4.3.1. Descripción de los alcances normativos

Teniendo en cuenta la normativa vigente detallada en líneas anteriores se detalla la normativa relativa a los equipos y conductores que se utilizan en labores de energización de celdas y barrajes. La tabla 5 hace referencia al calibre de los conductores y cables que se utilizan en la mina.

**Tabla 5. Descripción de los cables en instalaciones con barrajes**

<b>Tipo de cable</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tensión</b>
<b>SHC-GC</b>	Multiconductor con conductores de tierra, un conductor de chequeo de tierra y un apantallado total	2 000 V o menos
<b>SHD</b>	Con conductores de potencia apantallados individualmente y conductores de tierra	25 000 V o menos
<b>SHD-GC</b>	Con conductores de potencia apantallados individualmente y conductores de tierra y, un conductor de chequeo de tierra	25 000 V o menos

**Fuente: EPM – RA**

Por otra parte, también se tiene en consideración la distancia mínima que puede haber entre los conductores por fase para la instalación de circuitos energizados, estas distancias de aislamiento mínimas son aplicables de acuerdo con los niveles de tensión normalizados con los que se cuenta en el sistema a alimentar.

**Tabla 6. Descripción de las distancias mínimas de seguridad en base al nivel de tensión**

<b>Valor eficaz máximo de la tensión de funcionamiento U (entre fases)</b>	<b>Distancia de aislamiento mínima (mm)</b>
Menor o igual a 1 kV	1000
Desde 1 kV a valores menores que 30 kV	2 300
Desde 30 kV a valores menores que 60 kV	2 500
Desde 60 kV a valores menores que 138 kV	3 000
Desde 138 kV a valores menores o iguales que 220 kV	4 000

**Fuente: EPM – RA**

Asimismo, otro criterio que se tiene en cuenta son los espaciamientos mínimos para el movimiento de equipos que se detallan en la tabla 7, cabe resaltar que las distancias deberán incrementarse en un 3 % por cada 300 m de exceso sobre los 1000 m sobre el nivel del mar en el lugar donde se hace la instalación, cuando las instalaciones se ubican por encima de este valor se hace uso del factor de corrección por altura. También se menciona la selección de cubierta para lugares no peligrosos relacionados al calibre del apantallamiento de los conductores.



**Tabla 7. Espaciamientos mínimos para el movimiento de equipos en yacimientos mineros**

Clase de tensión kV	Espaciamiento mínimo m
0 a 1	1
1 a 50	3
50 a 90	5
90 a 120	10
sobre 120	15

*Fuente: EPM – RA*

**Tabla 8. Selección de cubiertas para lugares no peligrosos en yacimientos mineros**

Provee un grado de protección contra las siguientes condiciones ambientales	Tipo de cubierta					
	Uso de interiores			Uso de interiores/exteriores		Inmersión
	IP21	IP22	IP55	IP24	IP45	
Contacto accidental con partes vivas	X	X	X	X	X	X
Caída de polvo y suciedad	X	X	X	X	X	X
Goteo y salpicadura ligera de líquidos no corrosivos		X	X	X	X	X
Circulación de polvo, pelusa, fibras en suspensión				X	X	X
Precipitación de polvo, pelusa y fibras en suspensión			X	X	X	X
Caída de mangueras y salpicadura de agua				X	X	X
Corrosión					X	X
Inmersión temporal ocasional						X
Inmersión prolongada ocasional						X
Filtración, rociado o salpicado de aceites y refrigerantes			X			
Lluvia, nieve y formación externa de hielo				X		
Formación externa de hielo				X	X	X
Polvareda				X	X	X

*Fuente: EPM – RA*

## **CAPÍTULO IV**

### **DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES**

#### **4.1. Descripción de actividades profesionales**

##### **4.1.1. Actividad 1: descripción y planificación de actividades a realizar**

En esta actividad, en mi calidad de Técnico electricista supervisor de campo de la empresa *Electric Solutions & Support S. A. C.* en la planta cementera Unacem en Condorcocha, teniendo en cuenta el objetivo de automatizar el centro de control de la celda de media tensión en 6.6 kV en la planta cementera Unacem, se detalla el presente informe corresponde a las actividades paso a paso de reemplazo de circuito control y protección de la celda de media tensión 6.6 kV barra de transformador T1 en la subestación principal 6.6 kV.

Las celdas de la subestación 6.6 kV del T1 perteneciente en su mayoría al horno 3 fueron construidas en los años 80 y 90, con ya más de 30 años de antigüedad y con las modificaciones que tuvo a lo largo de ese periodo, como la modernización eléctrica del horno 3, los cambios de relés de protección, implementación de señales a tablero de periferia, modernización del circuito de arrancadores paso a paso, etc. El circuito sufrió muchos cambios, así como, las versiones en los planos eléctricos que en algunos casos no se ubican o se encuentran extraviados.

Dentro de las celdas de la subestación 6.6 kV también se encuentra con alimentaciones auxiliares de 110 VDC y 220 VAC de tableros antiguos o no se tiene conocimiento, por ello, se cambiarán las tensiones auxiliares de un tablero de servicios auxiliares que implementaron recientemente (C09-4745KH04) (C09-4745KH04), También se cambiaron los accesorios antiguos como contactores, llaves

termomagnéticas, borneras de paso, borneras de tensión, borneras de corriente, accesorios de alumbrado y tomacorriente.

Para este objetivo se plantean los siguientes desgloses de trabajo donde nos enfocamos en los siguientes factores:

- Labores de reingeniería aplicados a las instalaciones previas al trabajo de reemplazo, actualización y operación de la celda de M. T. 6.6 kV.
- Reemplazo del circuito control y protección dentro de los tiempos estimados durante la parada de planta de procesos del horno 3.
- Modernizar y actualizar el circuito eléctrico de control y protección según plano de ingeniería eléctrica de acuerdo con las modificaciones e implementaciones que se hicieron anteriormente.
- Minimizar los accesorios y el exceso de cables el circuito funcional, haciéndolo más ordenado y eficaz.
- Evitar los retrasos en búsquedas de fallas en el circuito de control y protección, con los cables bien *tagados* y claros, se puede identificar rápidamente el punto que se busque.
- Actualizar los planos eléctricos y que cumpla la lógica de funcionamiento y sus protecciones, si se presenta con alguna duda se hará la consulta inmediata al cliente.

Durante la verificación de la documentación y planteamiento de objetivos entregada a la empresa y acorde a la normativa vigente se verifica el cumplimiento de las exigencias establecidas en las bases integradas de la licitación correspondiente con la empresa Unacem.

#### **4.1.2. Actividad 2: validación de los reportes en los informes de la planta cementera Unacem**

En esta etapa se verifica la información registrada por la planta cementera Unacem, su estructura topológica y detalle. La extracción de los datos corresponde a los siguientes ítems:

- Datos de la alimentación actual utilizada
- Datos de los parámetros energéticos de la celda de la planta cementera Unacem.



*Figura 18. Planta cementera Unacem - Condorcocha*

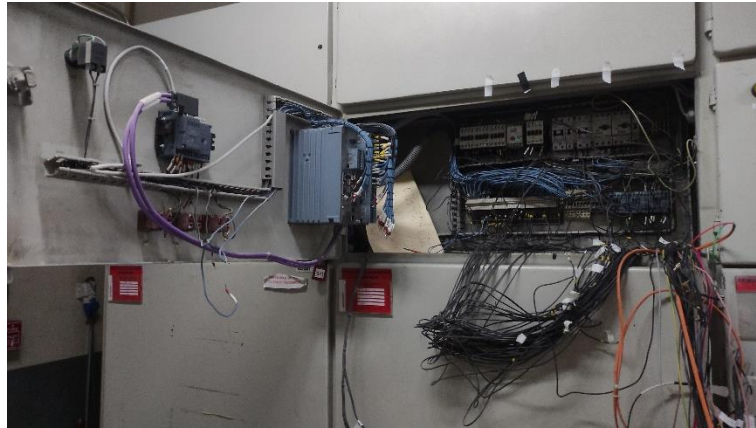
#### **4.1.3. Actividad 3: descripción de actividades referentes a la celda C09-4504AC01**

Como Supervisor Electricista en la empresa *Electrical Solutions & Support S.*

A. C. estuve a cargo de las siguientes actividades que se enmarcan en la tabla 9:

**Tabla 9. Actividades de la parte de desmontaje de infraestructura actual**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
1	Desalambrado y desmontaje de equipos existentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de cables de campo como protecciones de arrancador, señales de seccionador de barra, interruptor de potencia, señales de transformador de tensión, señales de transformador de corriente, señales del tablero periferia, tensiones auxiliares 110 VDC y 220 VAC.</li> <li>• Desconexión de señales identificados de campo y de celda, con los cables debidamente aislados como precaución de algún retorno de energía.</li> <li>• Desconectado y desmontaje de accesorios existentes.</li> <li>• Desmontaje de relé de protección y medidor antiguos.</li> <li>• Desmontaje de placa existente.</li> </ul>



*Figura 19. Retiro del cableado actual y desmontaje*

**Tabla 10. Actividades referentes al montaje de la nueva placa eléctrica en Unacem**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
2	Montaje de la placa eléctrica nueva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje de placa nueva, armado y habilitado previamente en taller.</li> <li>• Montaje de relé de protección y demás accesorios nuevos.</li> <li>• Fijación de soporte de riel DIN y canaleta de cables ranurada de 60 mm x 60 mm en celda y canaleta ranurada de 40 mm x 60 mm para puerta.</li> <li>• Montaje de accesorios de alumbrado y tomacorriente 220 VAC.</li> <li>• Montaje de botoneras y lámpara de señalización nuevas.</li> <li>• Retiro de cables antiguos y obsoletos de la celda.</li> <li>• Calado y adecuación de puerta para el montaje de relé de protección y demás accesorios eléctricos.</li> <li>• Resanado de puerta con masilla plástica automotriz.</li> <li>• Pintado de tapas de celda resanada</li> </ul>



**Figura 20. Montaje de placa y adecuación de la puerta**

**Tabla 11. Actividades referentes al cableado y peinado de los conductores**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
3	Cableado, peinado y conexionado general.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Tageado</i> de cables, borneras, equipos en general, borneras y grupo de borneras.</li> <li>• Cableado y peinado de relé de protección hacia borneras de celda.</li> <li>• Cableado y peinado de medidor multifunción, botoneras y lámpara de señalización hacia borneras de celda.</li> <li>• Conexionado de cables de campo (señales del arrancador, señales a mcc1, señales a PLC).</li> <li>• Conexionado de cables de control y protección en borneras de nueva placa.</li> <li>• Cableado, <i>tageado</i>, conexionado en transformador de tensión por cables cortos.</li> <li>• Conexionado de cables de señales de transformador de tensión que están cosidas entre todas las celdas, así como las alimentaciones de 110 VDC y 220 VAC.</li> <li>• Cableado y conexionado para señales de seccionador de barra</li> <li>• Cableado, <i>tageado</i>, conexionado de alumbrado de celda 220 VAC y tomacorriente.</li> </ul>



**Figura 21. Tagueado y peinado de conductores en la celda de media tensión**

**Tabla 12. Actividades referentes al timbrado y amarillado de planos**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
4	Timbrado y amarillado de plano y pruebas funcionales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Timbrado y amarillado de cables según plano eléctrico de celda</li> <li>• Timbrado y amarillado de señales de arrancador y tablero de periferia PLC</li> <li>• Prueba de señales a panel de alarmas</li> <li>• Pruebas funcionales de circuito simulando posiciones de seccionadores de barra</li> <li>• Prueba de disparos de relé de protección y campo</li> <li>• Prueba de apertura y cierre de interruptor de potencia desde tablero de periferia y arrancador</li> <li>• Pruebas de orden hacia arrancador y secuencia de arrancador</li> </ul>

**Tabla 13. Actividades referentes a los planos eléctricos y la puesta en marcha**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
5	Actualización de planos y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualización de planos eléctricos según el amarillado y timbrado, los dibujos serán realizados en AutoCAD 2020 con la fecha de término de servicio, para luego ser entregados al cliente.</li> </ul>



**Figura 22. Actualización del plano**

#### 4.1.4. Actividad 4: descripción de actividades referentes al transformador\_C09-4510AC01

Como Supervisor Electricista en la empresa *Electrical Solutions & Support S. A. C.* estuve a cargo de las siguientes actividades que se enmarcan en las siguientes líneas referentes al transformador de la planta cementera Unacem.

**Tabla 14. Actividades referentes a los planos eléctricos y la puesta en marcha**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
6	Desalambrado y desmontaje de equipos existentes.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificación de cables de campo como protecciones propias de transformador, señales de seccionador de barra, señales de seccionador de tierra, interruptor de potencia, señales de transformador de tensión, señales de transformador de corriente, señales del tablero de periferia PLC, tensiones auxiliares 110 VDC y 220 VAC.</li><li>• Desconexión de señales identificados de campo y de celda, con los cables debidamente señalizados y aislados como precaución de algún retorno de energía.</li><li>• Desconectado y desmontaje de accesorios existentes</li><li>• Desmontaje de relé de protección y medidor antiguos</li><li>• Desmontaje de placa existente</li></ul>



*Figura 23. Desmontaje y desconexión de placas y accesorios*



**Tabla 15. Actividades referentes al montaje de placas nuevas**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
7	Montaje de placa eléctrica nueva.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Montaje de placa nueva, armado y habilitado previamente en taller</li><li>• Montaje de relé de protección sin extensión y demás accesorios nuevos</li><li>• Fijación de soporte de riel DIN y canaleta de cables ranurado de 60 mm x 60 mm en celda y canaleta ranurado de 40 mm x 60 mm para puerta</li><li>• Montaje de accesorios de alumbrado y tomacorriente 220 VAC</li><li>• Montaje de botoneras y lámpara de señalización nuevas</li><li>• Retiro de cables antiguos y obsoletos de la celda</li><li>• Resanado de puerta con masilla plástica automotriz</li><li>• Pintado de tapas de celda resanada</li></ul>



**Figura 24. Montaje del relé y placa**

**Tabla 16. Actividades referentes al conexionado de conductores del transformador**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
8	Cableado, peinado y conexionado general.	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Tageado</i> de cables, borneras, equipos en general, borneras y grupo de borneras</li><li>• Cableado y peinado de relé de protección hacia borneras de celda</li><li>• Cableado y peinado de medidor multifunción, botoneras y lámpara de señalización hacia borneras de celda</li><li>• Conexionado de cables de campo (transformador de potencia de MCC)</li><li>• Conexionado de cables de control y protección en borneras de nueva placa</li><li>• Conexionado de cables de señales de transformador de tensión que están cosidas entre todas las celdas, así como las alimentaciones de 110 VDC y 220 VAC</li><li>• Tendido de cables, <i>tageado</i> y conexionado para señales de seccionador de barra y seccionador de tierra</li><li>• Cableado <i>tageado</i>, conexionado de alumbrados de celda 220 VAC y tomacorriente.</li></ul>



**Figura 25. Conexionado de cables y control de placas**

**Tabla 17. Actividades referentes al timbrado de conductores referentes al TRAF0**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
9	Timbrado, amarillado de plano y pruebas funcionales.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Timbrado y amarillado de cables según plano eléctrico</li><li>• Prueba de señales a panel de alarmas</li><li>• Pruebas funcionales de circuito, simulando posiciones de seccionadores de barra, seccionador de tierra y posiciones de interruptor de potencia</li><li>• Prueba de apertura y cierre de interruptor con botoneras, prueba de disparos de relé de protección</li></ul>



Figura 26. Timbrado y amarillado de circuito

**Tabla 18. Actividades referentes a los planos referentes al TRAF0**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
10	Actualización de plano eléctrico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualización de planos eléctricos según el amarillado y timbrado, los dibujos serán realizados en AutoCAD 2020 con la fecha de término de servicio, para luego ser entregados al cliente.</li> </ul>

#### 4.1.5. Actividad 5: descripción y actividades eléctrica de la celda de entrada Carpapata 6.6 kV\_C09-4512AC01

Como Supervisor Electricista en la empresa *Electrical Solutions & Support S. A. C.* estuve a cargo de las siguientes actividades que se enmarcan en las siguientes líneas referentes a la celda de transformación en media tensión de la planta cementera Unacem.

**Tabla 19. Actividades referentes al timbrado de conductores en la celda de MT**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
11	Desalambrado y desmontaje de equipos existentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de cables de campo (relé diferencial del T1 de SUBESTACIÓN 138 kV y protecciones propias de transformador T1), señales de seccionador de barra, interruptor de potencia, tensiones 110 VDC y 220 VAC</li> <li>Desconexión de señales identificados de campo y de celda, con los cables debidamente aislados como precaución de algún retorno de energía</li> <li>Desconectado y desmontaje de switch de comunicación existente</li> <li>Desmontaje de relé de protección y accesorios antiguos</li> <li>Desmontaje de placa existente</li> </ul>



*Figura 27. Desconectado y desmontaje de las placas existentes en la celda de MT*

**Tabla 20. Actividades referentes al montaje de la nueva placa eléctrica de la celda en MT**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
12	Montaje de la placa eléctrica nueva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje de placa nueva, armado y habilitado previamente en taller</li> <li>• Montaje de relé de protección y demás accesorios nuevos</li> <li>• Fijación de soporte de riel DIN y canaleta de cables ranurado de 60 mm x 60 mm en celda y canaleta ranurado de 40 mm x 60 mm para puerta</li> <li>• Montaje de accesorios de alumbrado y tomacorriente 220 VAC</li> <li>• Montaje de botoneras y lámpara de señalización nuevas</li> <li>• Montaje de switch de comunicación, se usó su misma llave termomagnética y se integró al plano eléctrico</li> <li>• Retiro de cables antiguos y obsoletos de la celda</li> <li>• Resanado de puerta con masilla plástica automotriz</li> <li>• Pintado de tapas de celda resanada</li> </ul>



*Figura 28. Desconectado y desmontaje de las placas existentes en la celda de MT*

**Tabla 21. Actividades referentes al peinado de conductores de la celda en MT**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
13	Cable peinado y conexionado general	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Tageado</i> de cables, borneras, equipos en general, borneras y grupo de borneras</li><li>• Cableado y peinado de relé de protección hacia borneras de celda</li><li>• Cableado y peinado de medidor multifunción.</li><li>• Botoneras y lámpara de señalización hacia borneras de celda</li><li>• Conexión de cables de campo (relé diferencial del T1 de subestación 138 kV y protecciones propias de transformador T1)</li><li>• Conexión de cables de control y protección en borneras de nueva placa</li><li>• Conexión de cables de señales de transformador de tensión que están cosidas entre todas las celdas, así como, las alimentaciones de 110 VDC y 220 VAC</li><li>• Conexión de switch de comunicación, también se repuso sus cables Ethernet de comunicación</li><li>• Tendido de cables para señales de seccionador de barra</li><li>• Cableado <i>tageado</i>, conexasión de alumbrados de celda 220 VAC y tomacorriente</li></ul>



**Figura 29. Cableado y conexasión de Smith y accesorios en la celda de MT**

**Tabla 22. Actividades referentes al timbrado de planos de la celda en MT**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
14	Timbrado amarillado de planos y pruebas funcionales.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Timbrado y amarillado de cables según plano eléctrico</li><li>• Prueba de señales hacia campo (relé diferencial del T1 de subestación 138 kV y protecciones propias de transformador T1)</li><li>• Pruebas funcionales de circuito, simulando posiciones de seccionadores de barra</li><li>• Prueba de apertura y cierre de interruptor, prueba de disparos de relé de protección –F21 de celda y con relé diferencia de la S. E. P. 138 kV</li></ul>





Figura 30. Timbrado de conductores según el plano de control en la celda de MT

**Tabla 23. Actividades referentes a la actualización de planos de la celda en MT**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
15	Actualización de planos y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualización de planos eléctricos según el amarillado y timbrado, los dibujos serán realizados en AutoCAD 2020 con la fecha de término de servicio, para luego ser entregados al cliente</li> <li>Prueba de apertura y cierre de interruptor, prueba de disparos de relé de protección –F21 de celda y con relé diferencia de la S. E. P. 138 kV</li> </ul>

#### 4.1.6. Actividad 6: descripción de actividades de la celda de medición y alarmas C09\_4516AC01

Como Supervisor Electricista en la empresa *Electrical Solutions & Support S. A. C.* estuve a cargo de las siguientes actividades que se enmarcan en las siguientes líneas referentes a la celda de medición y alarmas de la planta cementera Unacem.

**Tabla 24. Actividades referentes al desmontaje de equipos existentes en la celda de medición**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
16	Desalambrado y desmontaje de equipos existentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de cables de campo, llegada de señales de transformador de tensión y de corriente, tensiones 110 VDC y 220 VAC que llegan de las celdas de TSA (C09-4745KH04) (C09-4745KH04)</li> <li>Desconexión de señales identificados de campo y de celda, con los cables debidamente aislados como precaución de algún retorno de energía</li> <li>Desconectado y desmontaje de relés mecánicos inoperativos</li> <li>Desmontaje de panel de alarmas, selector y accesorios antiguos</li> <li>Desmontaje de placa existente</li> </ul>



*Figura 31. Desconexión y montaje de placa en celdas de medición*

**Tabla 25. Actividades referentes al montaje de la nueva placa en la celda de medición.**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
17	Montaje de placa eléctrica nueva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje de placa nueva, armado y habilitado previamente en taller</li> <li>• Habilitación de puerta de celda, calado para panel nuevo, medidor existente y demás accesorios</li> <li>• Fijación de soporte de riel DIN y canaleta de cables ranurado de 60 mm x 60 mm en celda y canaleta ranurado de 40 mm x 60 mm para puerta</li> <li>• Montaje de accesorios de alumbrado y tomacorriente 220 VAC</li> <li>• Montaje de botoneras y lámpara de señalización nuevas</li> <li>• Montaje de nuevo panel de alarmas de 20 señales visuales marca Mikro AN120</li> <li>• Retiro de cables antiguos y obsoletos de la celda</li> <li>• Resanado de puerta con masilla de fondo automotriz</li> <li>• Pintado de tapas de celda resanada</li> </ul>



*Figura 32. Montaje de medidor nuevo y accesorios de resanado*

**Tabla 26. Actividades referentes al cableado y conexionado general en la celda de medición**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
18	Cableado peinado y conexionado general.	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Tageado</i> de cables, borneras, equipos en general, borneras y grupo de borneras</li><li>• Cableado y peinado de panel de señalización Mikro AN120 hacia borneras de celda</li><li>• Cableado y peinado de medidor multifunción, borneras seccionales de prueba tensión y corriente, botoneras y lámpara de señalización hacia borneras de celda</li><li>• Conexionado de cables de campo de transformador de tensión</li><li>• Conexionado de cables de medición, alarmas y tensiones auxiliares en borneras de nueva placa</li><li>• Conexionado de cables alimentaciones de 110 VDC y 220 VAC de celdas (C09-4745KH04) (C09-4745KH04)</li><li>• Cableado <i>tageado</i>, conexionado de alumbrados de celda 220 VAC y tomacorriente</li></ul>



**Figura 33. Cableado y conexionado de accesorios en la celda de medición**

**Tabla 27. Actividades referentes al timbrado de planos en la celda de medición**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
19	Timbrado, amarillado de plano y pruebas funcionales.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Timbrado y amarillado de cables según plano eléctrico</li><li>• Prueba de energía de llegada y de salidas distribuidas</li><li>• Pruebas funcionales de entradas de señales alarmas y disparos de todas las celdas</li><li>• Pruebas de posiciones de fusibles de protección en barra de 6.6 kV</li></ul>



**Figura 34. Prueba de funcionamiento y señales de fusibles**



**Tabla 28. Actividades referentes a la actualización de planos en la celda de medición**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
20	Actualización de plano y puesta en servicio.	<ul style="list-style-type: none"><li>Actualización de planos eléctricos según el amarillado y timbrado, los dibujos serán realizados en AutoCAD 2020 con la fecha de término de servicio, para luego ser entregados al cliente</li></ul>



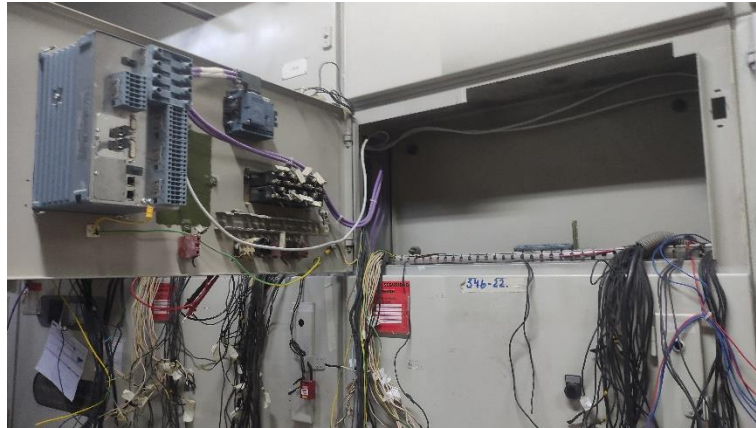
**Figura 35. Actualización de planos en AutoCAD de la celda de medición**

#### **4.1.7. Actividad 7: Descripción de las actividades del motor de la trituradora TANDEN C09\_4520AC01**

Como Supervisor Electricista en la empresa *Electrical Solutions & Support S. A. C.* estuve a cargo de las siguientes actividades que se enmarcan en las siguientes líneas referentes al motor de la trituradora TANDEN de la planta cementera Unacem.

**Tabla 29. Actividades referentes al desmontaje de equipos actuales de la trituradora TANDEN**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
21	Desmontaje de equipos existentes.	<ul style="list-style-type: none"><li>Identificación de cables de campo como protecciones de arrancador, señales de seccionador de barra, interruptor de potencia, señales de transformador de tensión, señales de transformador de corriente, señales del tablero periferia, tensiones auxiliares 110 VDC y 220 VAC</li><li>Desconexión de señales identificados de campo y de celda, con los cables debidamente marcados y aislados como precaución de algún retorno de energía</li><li>Desconectado y desmontaje de accesorios existentes</li><li>Desmontaje de relé de protección y medidor antiguos</li><li>Desmontaje de placa existente</li></ul>



**Figura 36. Desconectado y desmontaje de la placa de la trituradora TANDEN**

**Tabla 30. Actividades referentes a la nueva placa de la trituradora TANDEN**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
22	Montaje de placa eléctrica nueva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje de placa nueva, armado y habilitado previamente en taller</li> <li>• Montaje de relé de protección y demás accesorios nuevos</li> <li>• Fijación de soporte de riel DIN y canaleta de cables ranurada de 60 mm x 60 mm en celda y canaleta ranurada de 40 mm x 60 mm para puerta</li> <li>• Montaje de accesorios de alumbrado y tomacorriente 220 VAC</li> <li>• Montaje de botoneras y lámpara de señalización nuevas</li> <li>• Retiro de cables antiguos y obsoletos de la celda</li> <li>• Calado y adecuación de puerta para el montaje de relé de protección y demás accesorios eléctricos</li> <li>• Resanado de puerta con masilla plástica automotriz</li> <li>• Pintado de tapas de celda resanada</li> </ul>



**Figura 37. Montaje de placa y resanado de puerta de la trituradora TANDEN**

**Tabla 31. Actividades referentes al peinado y conexionado del cableado de la trituradora TANDEN**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
23	Cableado, peinado y conexionado general	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Tageado</i> de cables, borneras, equipos en general, borneras y grupo de borneras</li><li>• Cableado y peinado de relé de protección hacia borneras de celda</li><li>• Cableado y peinado de medidor multifunción, botoneras y lámpara de señalización hacia borneras de celda</li><li>• Conexionado de cables de campo (señales del arrancador, señales a mcc1, señales a PLC)</li><li>• Conexionado de cables de control y protección en borneras de nueva placa</li><li>• Cableado, <i>tageado</i>, conexionado en transformador de tensión por cables cortos</li><li>• Conexionado de cables de señales de transformador de tensión que están cosidas entre todas las celdas, así como las alimentaciones de 110 VDC y 220 VAC.</li><li>• Cableado y conexionado para señales de seccionador de barra</li><li>• Cableado, <i>tageado</i>, conexionado de alumbrado de celda 220 VAC y tomacorriente</li></ul>



**Figura 38. Conexionado de los conductores de la trituradora TANDEN**

**Tabla 32. Actividades referentes a las pruebas funcionales de la trituradora TANDEN**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
24	Timbrado, amarillado y pruebas funcionales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Timbrado y amarillado de cables según plano eléctrico de celda</li><li>• Timbrado y amarillado de señales de arrancador y tablero periferia PLC</li><li>• Prueba de señales a panel de alarmas</li><li>• Pruebas funcionales de circuito, simulando posiciones de seccionadores de barra</li><li>• Prueba de disparos de relé de protección y campo</li><li>• Prueba de apertura y cierre de interruptor de potencia desde tablero periferia y arrancador</li><li>• Pruebas de orden hacia arrancador y secuencia de arrancador</li></ul>



**Figura 39. Pruebas de señales y secuencia del arrancador de la trituradora TANDEN**

**Tabla 33. Actividades referentes a la actualización de planos de la trituradora TANDEN.**

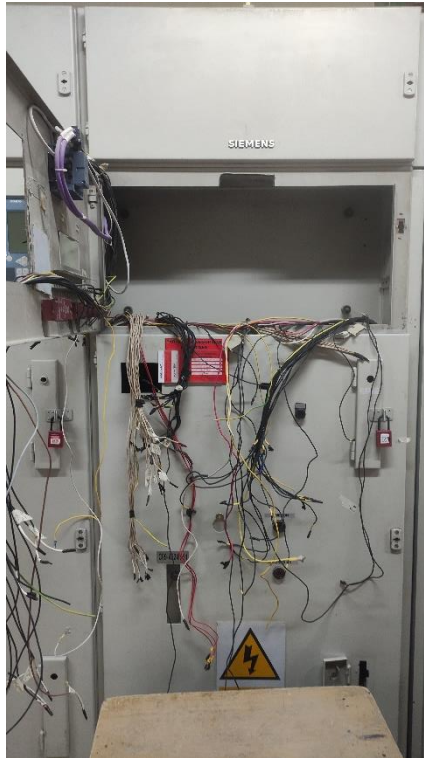
N.º	Nombre de la actividad	Actividades
25	Actualización de planos y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualización de planos eléctricos según el amarillado y timbrado, los dibujos serán realizados en AutoCAD 2020 con la fecha de término de servicio, para luego ser entregados al cliente</li> </ul>

#### **4.1.8. Actividad 8: descripción de actividades del ventilador de tiro C09\_4524AC01**

Como Supervisor Electricista en la empresa *Electrical Solutions & Support S. A. C.* estuve a cargo de las siguientes actividades que se enmarcan en las siguientes líneas referentes al sistema de refrigeración y ventilación de la planta cementera Unacem.

**Tabla 34. Actividades referentes al desmontaje del cableado de la ventiladora de tiro**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
26	Desalambrado y desmontaje de equipos existentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de cables de campo como protecciones de arrancador, señales de seccionador de barra, interruptor de potencia, señales de transformador de tensión, señales de transformador de corriente, señales del tablero periferia, tensiones auxiliares 110 VDC y 220 VAC</li> <li>Desconexión de señales identificados de campo y de celda, con los cables debidamente marcados y aislados como precaución de algún retorno de energía</li> <li>Desconectado y desmontaje de accesorios existentes</li> <li>Desmontaje de relé de protección y medidor antiguos</li> <li>Desmontaje de placa existente</li> </ul>



**Figura 40. Desmontaje de la placa antigua de la ventiladora de tiro**

**Tabla 35. Actividades referentes al montaje de la placa nueva de la ventiladora de tiro**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
27	Montaje de la placa eléctrica nueva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje de placa nueva, armado y habilitado previamente en taller</li> <li>• Montaje de relé de protección y demás accesorios nuevos</li> <li>• Fijación de soporte de riel DIN y canaleta de cables ranurada de 60 mm x 60 mm en celda y canaleta ranurada de 40 mm x 60 mm para puerta</li> <li>• Montaje de accesorios de alumbrado y tomacorriente 220 VAC</li> <li>• Montaje de botoneras y lámpara de señalización nuevas</li> <li>• Retiro de cables antiguos y obsoletos de la celda</li> <li>• Calado y adecuación de puerta para el montaje de relé de protección y demás accesorios eléctricos</li> <li>• Resanado de puerta con masilla plástica automotriz</li> <li>• Pintado de tapas de celda resanada</li> </ul>





**Figura 41. Montaje de la placa nueva de la ventiladora de tiro**

**Tabla 36. Actividades referentes al peinado y conexionado de conductores de la ventiladora de tiro**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
28	Peinado y conexionado de los conductores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Tageado</i> de cables, borneras, equipos en general, borneras y grupo de borneras</li> <li>• Cableado y peinado de relé de protección hacia borneras de celda</li> <li>• Cableado y peinado de medidor multifunción, botoneras y lámpara de señalización hacia borneras de celda</li> <li>• Conexionado de cables de campo (señales del arrancador, señales a mcc1, señales a PLC)</li> <li>• Conexionado de cables de control y protección en borneras de nueva placa</li> <li>• Cableado, <i>tageado</i>, conexionado en transformador de tensión por cables cortos</li> <li>• Conexionado de cables de señales de transformador de tensión que están cosidas entre todas las celdas, así como las alimentaciones de 110 VDC y 220 VAC</li> <li>• Cableado y conexionado para señales de seccionador de barra</li> <li>• Cableado, <i>tageado</i>, conexionado de alumbrado de celda 220 VAC y tomacorriente</li> </ul>

**Tabla 37. Actividades referentes al timbrado de planos de la ventiladora de tiro**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
29	Timbrado y pruebas eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Timbrado y amarillado de cables según plano eléctrico de celda</li> <li>• Timbrado y amarillado de señales de arrancador y tablero periferia PLC</li> <li>• Prueba de señales a panel de alarmas</li> <li>• Pruebas funcionales de circuito, simulando posiciones de seccionadores de barra</li> <li>• Prueba de disparos de relé de protección y campo</li> <li>• Prueba de apertura y cierre de interruptor de potencia desde tablero periferia y arrancador</li> <li>• Pruebas de orden hacia arrancador y secuencia de arrancador</li> </ul>



*Figura 42. Timbrado de planos de la ventiladora de tiro*

**Tabla 38. Actividades referentes a la actualización de planos de la ventiladora de tiro**

N.º	Nombre de la actividad	Actividades
30	Actualización de planos y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualización de planos eléctricos según el amarillado y timbrado, los dibujos serán realizados en AutoCAD 2020 con la fecha de término de servicio, para luego ser entregados al cliente</li> </ul>

#### **4.2. Enfoque de las actividades profesionales**

Las actividades profesionales ejecutadas corresponden a la evaluación, implicancias, planificar y corregir factores eléctricos y las disposiciones legales de Ley de concesiones eléctricas correspondiente a los diseños eléctricos de fuentes de auxiliares, por consiguiente, se analiza las celdas eléctricas, cableado respectivo y las pruebas de marcha.

Asimismo, plasmando y aplicando la teoría aprendida en la universidad es que se logran estos objetivos de control y reposición de contingencias ante la ocurrencia de las fallas, en el campo laboral convergen los aprendizajes empíricos y teóricos, de modo tal que, la formación profesional se ve afianzada en cada uno de estos aspectos.

##### **4.2.1. Alcance de las actividades profesionales**

El alcance de mis actividades profesionales es a nivel nacional donde se involucre la aplicación de técnicas y electrotecnia en estudios de perfiles predictivos, correctivos y preventivos que involucren circuitos eléctricos, teniendo como sustento legal las leyes y disposiciones emitidas por el Ministerio de Energía y Minas, la Dirección General de Electricidad, Osinermin, entre otras entidades, que son de

cumplimiento obligatorio en todas las empresas del sector eléctrico a nivel nacional; en tal sentido, son de vital importancia las actividades ejecutadas, puesto que, permiten la mejora del proceso de transferencia energética en todos los componentes del sistema interconectado nacional, la optimización del uso de recursos, equipos y dispositivos que afiancen su funcionamiento, por lo que, mediante este tipo de trabajos se contribuye a la mejora constante y el monitoreo de los componentes electromecánicos.

#### **4.2.2. Entregables de las actividades profesionales**

En la ejecución de las actividades profesionales se tuvo la siguiente estructura de entregas documentarias.

- Entregable 1: reporte de operatividad
- Entregable 2: fichas de trabajo en campo y revisión de fichas técnicas de seguimiento de maniobras
- Entregable 3: informe técnico de maniobras y estado actual de conocimiento
- Entregable 4: acta de conformidad

#### **4.3. Aspectos técnicos de la actividad profesional**

##### **4.3.1. Metodologías, técnicas e instrumentos**

Los métodos que se han empleado en la ejecución de mis actividades profesionales fueron los siguientes:

###### **4.3.1.1. Método inductivo**

Las soluciones que se identificaron en el desarrollo de las actividades se replicaron y remitieron al personal que labora en campo a fin de afianzar y sincronizar el trabajo en equipo.

###### **4.3.1.2. Método de investigación**

El trabajo presentado se aproxima a la estructura referente a la metodología de investigación cuantitativa, puesto que, se manejan números y la incidencia que tienen estos en los resultados.

###### **4.3.1.3. Alcance de la investigación**

Se identificó como alcance de la investigación al estudio descriptivo, puesto que, se centró la investigación en la descripción del fenómeno y el evento, definirlo y posteriormente detallarlo.



#### **4.3.1.4. Técnicas**

Las técnicas utilizadas en el desempeño de mis actividades profesionales son las siguientes y están descritas a partir del aprendizaje empírico desarrollado.

#### **4.3.1.5. Técnica de la observación**

Consiste en la observación minuciosa del evento, contextualizando, se aplicó este método en la visita a campo y la inspección visual del estado operativo de la celda de meda tensión y equipos asociados.

#### **4.3.1.6. Técnica de la planificación**

Se debe establecer un orden secuencial de las actividades a realizar a fin de tener un objetivo y un proceso, con el que se pueda afianzar las metas estrategias, que en el caso de mis labores como profesional es de asegurar la continuidad y eficiencia del sistema de energización de la planta cementera Unacem.

#### **4.3.1.7. Instrumentos**

En la consolidación de los trabajos de campo necesarios para llevar a cabo el presente trabajo de medición se utilizaron los siguientes instrumentos.

- Documentos de archivo
- Lecturas de informes
- Inspección visual

#### **4.3.2. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades**

Los equipos que se utilizan en la ejecución de las actividades profesionales son:

- Laptop
- Celular inteligente
- Escáner
- Servidor de comunicaciones
- Servidor de base de datos
- Impresoras

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

#### 5.1. Resultados finales de las actividades realizadas

De lo expuesto en líneas anteriores y atendiendo a la necesidad de la automatización del centro de control de la celda de media tensión de 6.6 kV se detallan los siguientes resultados reflejados a manera de documentos de operatividad como entregables adicionales.

##### 5.1.1. En los entregables a Unacem en trabajos adicionales

Como se menciona en líneas anteriores para concretizar mi trabajo como Supervisor de campo se detallan los entregables adicionales correspondientes a las pruebas que se realizan con la puesta en marcha del equipo dividido en celdas.

**Tabla 39. Entregables adicionales correspondientes a la puesta en marcha de los circuitos**

Pruebas adicionales	Tipología
Celda +B17 _ C03-4615ME01 molino de crudo 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas, tangente delta de cables fuerza, 2 ternas</li> </ul>
Celda C09-4504AC01_C08 ventilador de tiro 442-60 WT1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificaciones y acondicionamiento de señales de Rmax, Parr1, tem100°, tem130° de circuito arrancador C04-4260AR01 hacia relé de protección.</li> <li>• Conexionado de señales en tablero</li> <li>• Acondicionamiento y calado de puerta para extensión de relé de protección</li> <li>• Montaje de módulo, extensión relé de protección</li> </ul>
Celda C09-4522AC01_C17 ventilador de tiro 442-75A _ 4to piso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación, cableado de señales de temperatura 100° y 130°, señal para panel de alarmas, resorte de carga interruptor</li> <li>• Implementación de señales de salida. Falla carga de resorte, alarma de temperaturas</li> <li>• Configuración y pruebas funcionales</li> <li>• Resanado y pintado de puerta de celda</li> </ul>
Celda C09-4524AC01_18 ventilador de tiro WT1 nivel 0 442-75BME01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de logo PLC Siemens 230RCE en arrancador C04-4275BAR01</li> <li>• Reprogramación de lógica, logo y cargado de programa</li> <li>• Pruebas funcionales y actualización de planos</li> </ul>



*Figura 43. Modificación del circuito eléctrico de control en la celda de MT*



*Figura 44. Enclavamiento y configuración general del tablero de control de la celda de MT*

## **5.2. Logros alcanzados**

### **5.2.1. En la automatización del centro de control de la celda de media tensión**

Con respecto a los resultados de la automatización de la celda de control y conforme a los documentos de puesta en marcha refiere que, se logró el objetivo de control automático de los sistemas eléctricos de mando y control de la planta cementera Unacem, la configuración de los diagramas de bloques refiere una puesta en marcha respetando las normativas y estándares de calidad como así lo refieren los entregables.

### **5.2.2. En el ámbito profesional**

En cuanto al ámbito profesional, el desarrollo de mis actividades profesionales en la empresa *Electrical Solutions & Support S. A. C.*, específicamente, en la planta cementera Unacem en Condorcocha me dieron el conocimiento empírico necesario para el tratamiento de los datos y la relevancia que tiene cada uno de estos en el modelamiento de los sistemas circuitales de alimentación y energización de equipos.

Asimismo, la experiencia adquirida en mi centro laboral me permite gestionar la data para innovar en eficiencia en equipos que requieran nuevas tecnologías, con el fin supremo de garantizar la confiabilidad y mejoras en el proceso de producción en aras de automatizar los procesos industriales.

### **5.2.3. En el ámbito personal**

En el ámbito personal, el trabajo colaborativo en la empresa *Electrical Solutions & Support S. A. C.*, específicamente, en la planta cementera Unacem en Condorcocha me permitió percibir distintos puntos de vista y soluciones empíricas a problemas no solo relacionados al control y monitoreo y supervisión de la energía eléctrica y circuitos eléctricos de mando y control de celdas eléctricas, si no a la gestión del personal y su motivación, que sirven para enriquecer mi proceder ante percances, no solo de origen laboral, sino también de origen social y emocional.

### **5.3. Dificultades encontradas**

Las dificultades encontradas es la deficiencia de personal capacitado para la gestión de la data que se obtiene de los censos de la productividad y avance que se tiene y la predisposición al conocimiento empírico de la prueba y error. Parte de la gestión de la data trata de predecir eventos futuros, para que, de esta manera, optimizar al máximo los recursos con los que se cuenta y partir de dichos conocimientos y mejorar para alcanzar la eficiencia energética.

El trabajo bajo presión es realmente una limitante en la toma de decisiones, sobre todo, para el personal que no está constantemente en este rubro del sector eléctrico y es que el fin supremo de todo trabajo es continuar y asegurar la productividad para no generar perjuicios económicos a los clientes y siempre, desde el punto de vista de gestión, priorizar a los *stakeholders*.

### **5.4. Planteamiento de mejoras**

Las mejoras que se plantean para la mejora continua de las labores realizadas no solo por mí, si no por las personas que componemos en la empresa *Electrical Solutions & Support S. A. C.*, específicamente, en la planta cementera Unacem en Condorcocha es la capacitación constante sujeta a actualizaciones de la información actual y la información nueva para los continuos procesos de retroalimentación y transmisión del *know how* consolidado sobre automatización industrial y electricidad de control.

La aplicación de los protocolos y procedimientos a la alimentación eléctricas en plantas cementeras y, así mismo, conocimientos de circuitos eléctricos guardan mucha relación con el tiempo de vida y eficiencia de los equipos y maquinarias con la que se cuenta. Por ende, se propone capacitaciones de estadística inferencial para poder predecir futuros cambios abruptos al sistema.

#### **5.4.1. Aportes del bachiller en la empresa**

##### **5.4.1.1. En el aspecto cognoscitivo**

En el aspecto cognoscitivo, se aportaron los conocimientos obtenidos y desarrollados en las materias de la Universidad Continental, como son:

- Sistemas Eléctricos de Potencia 1 y 2, asignaturas dirigidas por el Ing. Dennys Garay Aquino.
- Circuitos Eléctricos y Electrónicos, asignatura obligatoria dictada por el Ing. Aliaga Aauto.
- Estabilidad, asignatura dirigida por el Ing. Jezzy James Huamán Rojas.

##### **5.4.1.2. En el aspecto actitudinal**

En el aspecto actitudinal, se aportaron los valores adquiridos en la Universidad Continental, como:

- Integridad
- Compromiso social
- Responsabilidad
- Humanismo
- Solidaridad
- Honestidad

## CONCLUSIONES

- Las actividades que desempeñé como supervisor de campo me permitió consolidar el aprendizaje empírico y práctico en la automatización del centro de control de la celda eléctrica de media tensión de la planta cementera Unacem en Condorcocha, acorde a los parámetros eléctricos y las condiciones de operaciones de los distintos equipos con los que se cuenta en dicha planta, proporciona satisfactoriamente la energización adecuada para su funcionamiento con mayores índices de eficiencia y menos pérdidas producto del control automatizado.
- La capacitación y la adquisición previa del *know how* en campo es vital para la toma de decisiones y planes de acción en las evaluaciones continuas de sistemas eléctricos y circuitos para la mejora de la calidad y eficiencia en equipos electromecánicos de la planta cementera de Unacem.
- La eficiencia energética y la disminución de pérdidas son parámetros fundamentales en la elección de equipos, una vez terminada la instalación del nuevo circuito de control y medición se determina su buen funcionamiento, el simplificado de circuito, el orden en los accesorios y cables.
- Con la actualización del circuito nuevo se puede apreciar el correcto *tagado* de cada hilo de cable, donde se encuentra el punto de conexión y el punto de origen, facilitando así un buen seguimiento de circuito ante alguna intervención o emergencia.
- Las señales de seccionador de barra ya no se encuentran en serie con el circuito eléctrico, ahora se encuentran a las entradas del relé de protección quien lo tomará como una condición de arranque.
- Las señales de seccionador de barra ya no se encuentran en serie con el circuito eléctrico, ahora se encuentran a las entradas del relé de protección quien lo tomará como una condición de arranque.

## **RECOMENDACIONES**

- Tener los planos impresos en un archivador en la biblioteca y en la guardia eléctrica del cliente para evitar que se extravíe y tengan los planos actualizados ante cualquier emergencia o modificación más adelante.
- Tener los planos impresos en un archivador en la biblioteca y en la guardia eléctrica del cliente para evitar que se extravíe y tengan los planos actualizados ante cualquier emergencia o modificación más adelante.
- Tener los planos impresos en un archivador en la biblioteca y en la guardia eléctrica del cliente para evitar que se extravíe y tengan los planos actualizados ante cualquier emergencia o modificación más adelante.

## LISTA DE REFERENCIAS

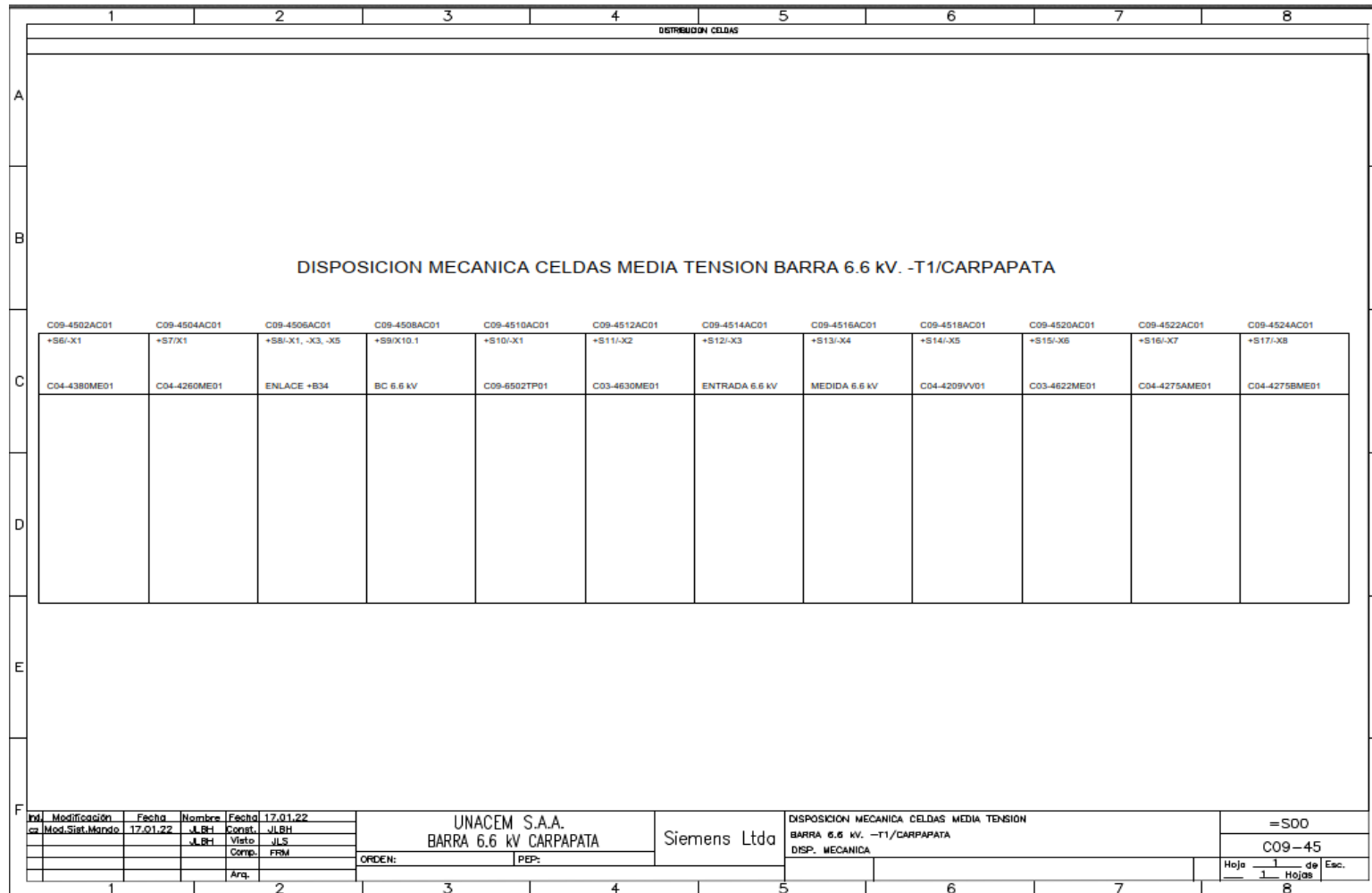
1. **HUAYRA SANCHEZ, G.** *Influencia del sistema de protección ante fallas a tierra en la subestación de distribución de 10 kV – Chilete – Cajamarca 2018.* Universidad Continental. 2021. Tesis de grado.
2. **AGUILAR BONIFACIO, R.; HILARIO PÉREZ, J.** *Propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento de subestaciones de transmisión en una empresa de distribución de energía eléctrica.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2015.
3. **GÓMEZ ALIAGA, V.** *Identificación y localización de fallas en sistemas de distribución con medidores de calidad del servicio de energía eléctrica,* 2012. Tesis de grado.
4. **NIENTO GONZALES, J. P.; CASTAÑÓN GARZA, L.** *Diagnóstico de fallas múltiples en sistemas eléctricos de potencia con cambios de carga dinámicos utilizando redes neuronales probabilísticas.* 2009. Tesis de grado.
5. **CORTES CALDERON, J.** *Análisis de localización de fallas en sistemas eléctricos de distribución con generación distribuida.* 2017. Tesis de grado.
6. **MUÑOZ OBLITAS, J.** *Análisis de calidad de energía eléctrica en el sistema eléctrico de la empresa agrícola Pampa Baja SAC Olmos - Tierras Nuevas.* 2019. Tesis de grado.
7. **ACOSTA VARGAS, M.** *Diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica y caracterización energética en la empresa Alimentos Cárnicos S. A. S., sede Barranquilla.* 2013. Tesis de grado.



## **ANEXOS**

## Anexo 1

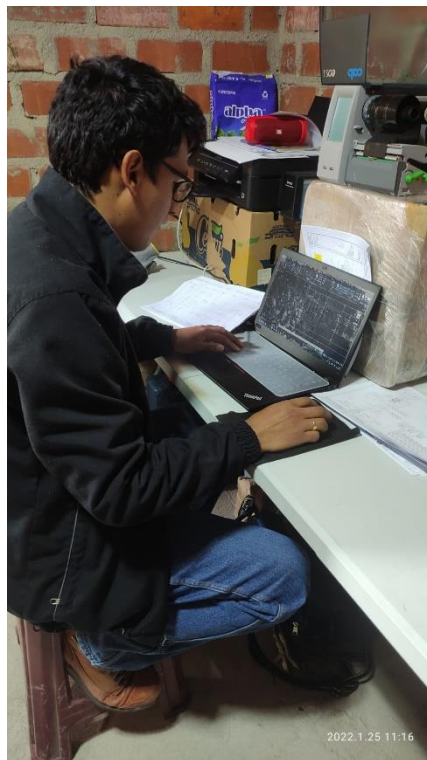
### Enclavamiento y configuración general del tablero de control de la celda de MT



APARAMENTA MODERNIZACION CELDAS HORNO 3									
ITEM	CELDA	UBICACIÓN TECNICA	DESCRIPCION	APARAMENTA	CONTACTOS UTILIZADOS		CANTIDAD	DENOMINACION	
					NO	NC			
1	C09-4632AC01	C03-4615ME01	MOTOR TRANSMISION CRUDO2	SOLO MODIFICACION, CIRCUITOS CABLEADO Y TAGEADO celda +B17 BARRA 2.3 KV. - T2					
2	C09-4504AC01	C04-4260ME01	MOTOR VENTILADOR NIVEL "0" WT1	-K31D	2	2	1	3RH2122-1BF40	
				-K315	1	1	1	3RH2122-1BF40	
				-K0	1	1	1	3RH2122-1BF40	
				-K33	1	1	1	3RH2122-1BF40	
				-F11			1	5SY4302-7	
				-F12			1	5SY4302-7	
				-F51			1	5SY5204-7	
				-F31			1	5SY5202-7	
				-F002			1	5SY5202-7	
				BORNERA CORRIENTE			12		
				BORNERA DE TENSION			8		
				BORNERA DE PASO			120		
				AUX. INT.	1	1	4	5ST3010	
				-S31	1	1	1		
				-H3			1	110VDC (AMARILLO)	
				SWITCH ALUM.			1	220VAC	
				TOMACORRIENTE			1	220VAC	
LAMPARA LED			1	220VAC					
3	C09-4510AC01	TRANSFORMADOR S.E. 3.1	TRANSFORMADOR S.E. 3.1 (MCC1)	-K31D	2	2	1	3RH2122-1BF40	
				-K315	1	1	1	3RH2122-1BF40	
				-K0	1	1	1	3RH2122-1BF40	
				-K33			1	3RH2122-1BF40	
				-F11			1	5SY4302-7	
				-F12			1	5SY4302-7	
				-F51			1	5SY5204-7	
				-F31			1	5SY5202-7	
				-F002			1	5SY5202-7	
				BORNERA CORRIENTE			12		
				BORNERA DE TENSION			8		
				BORNERA DE PASO			90		
				AUX. INT.	1	1	4	5ST3010	
				-S31	1	1	1		
				-S0	1		1		
				-S1	1		1		
				-H3			1	110VDC (AMARILLO)	
SWITCH ALUM.			1	220VAC					
TOMACORRIENTE			1	220VAC					
LAMPARA LED			1	220VAC					
4	C09-4512AC01	C03-4630ME01	MOTOR VENTILADOR TIRO CRUDO 2	-K31D	2	2	1	3RH2122-1BF40	
				-K315	1	1	1	3RH2122-1BF40	
				-K0	1	1	1	3RH2122-1BF40	
				-K33	1	1	1	3RH2122-1BF40	
				-F11			1	5SY4302-7	
				-F12			1	5SY4302-7	
				-F51			1	5SY5204-7	
				-F31			1	5SY5202-7	
				-F002			1	5SY5202-7	
				BORNERA CORRIENTE			12		
				BORNERA DE TENSION			8		
				BORNERA DE PASO			120		
				AUX. INT.	1	1	4	5ST3010	
				-S31	1	1	1		
				-H3			1	110VDC (AMARILLO)	
				SWITCH ALUM.			1	220VAC	
				TOMACORRIENTE			1	220VAC	
LAMPARA LED			1	220VAC					
5	C09-4514AC01	CELDA ENTRADA 6.6 KV	CELDA ENTRADA 6.6 kv	-K31D	2	2	1	3RH2122-1BF40	
				-K315	1	1	1	3RH2122-1BF40	
				-K33			1	3RH2122-1BF40	
				-K35	1	1	1	3RH2122-1BF40	
				-K36	1	1	1	3RH2122-1BF40	
				-F31			1	5SY5202-7	
				-F41			1	5SY5202-7	
				-F002			1	5SY5202-7	
				BORNERA CORRIENTE			18		
				BORNERA DE TENSION			4		
				BORNERA DE PASO			66		
				AUX. INT.	1	1	2	5ST3010	
				-S31	1	1	1		
				-S0	1		1		
				-S1	1		1		
				-H3			1	110VDC (AMARILLO)	
				SWITCH ALUM.			1	220VAC	
TOMACORRIENTE			1	220VAC					
LAMPARA LED			1	220VAC					

APARAMENTA MODERNIZACION CELDAS HORNO 3												
ITEM	CELDA	UBICACIÓN TÉCNICA	DESCRIPCION	APARAMENTA	CONTACTOS UTILIZADOS		CANTIDAD	DENOMINACION				
					NO	NC						
6	C09-4516AC01	CELDA DE MEDICION BARRA 6.6 KV	CELDA DE MEDICION BARRA 6.6 KV	-K36	1	1	1	3RH2122-1BF40				
				-K37	1	1	1	3RH2122-1BF40				
				-F14			1	5SY4304-7				
				-F15			1	5SY4304-7				
				-98M1			1	5SY4304-7				
				-F21			1	5SY5204-7				
				-F002			1	5SY5202-7				
				BORNERA DE TENSION				8				
				BORNERA DE PASO				60				
				AUX. INT.	1	1	1	5ST3010				
				SWITCH ALUM.			1	220VAC				
				TOMACORRIENTE			1	220VAC				
				LAMPARA LED			1	220VAC				
				7	C09-4518AC01	C04-4209ME01	MOTOR PRINCIPAL H3	-K31D	2	2	1	3RH2122-1BF40
-K315	1	1	1					3RH2122-1BF40				
-K0	1	1	1					3RH2122-1BF40				
-K33			1					3RH2122-1BF40				
-F11			1					5SY4302-7				
-F12			1					5SY4302-7				
-F51			1					5SY5204-7				
-F31			1					5SY5202-7				
-F002			1					5SY5202-7				
BORNERA CORRIENTE								12				
BORNERA DE TENSION								8				
BORNERA DE PASO								90				
AUX. INT.	1	1	4					5ST3010				
-S31	1	1	1									
-S0	1		1									
-S1	1		1									
-H3			1					110VDC (AMARILLO)				
SWITCH ALUM.			1					220VAC				
TOMACORRIENTE			1					220VAC				
LAMPARA LED			1					220VAC				
8	C09-4520AC01	C03-4622ME01	MOTOR TANDEM CRUDO 2					-K31D	2	2	1	3RH2122-1BF40
				-K315	1	1	1	3RH2122-1BF40				
				-K0	1	1	1	3RH2122-1BF40				
				-K33	1	1	1	3RH2122-1BF40				
				-F11			1	5SY4302-7				
				-F12			1	5SY4302-7				
				-F51			1	5SY5204-7				
				-F31			1	5SY5202-7				
				-F002			1	5SY5202-7				
				BORNERA CORRIENTE				12				
				BORNERA DE TENSION				8				
				BORNERA DE PASO				120				
				AUX. INT.	1	1	4	5ST3010				
				-S31	1	1	1					
				-H3			1	110VDC (AMARILLO)				
				SWITCH ALUM.			1	220VAC				
				TOMACORRIENTE			1	220VAC				
				LAMPARA LED			1	220VAC				
				9	C09-4524AC01	C04-4275BME01	MOTOR VENTILADOR NIVEL "0" WT2	-K31D	2	2	1	3RH2122-1BF40
								-K315	1	1	1	3RH2122-1BF40
								-K0	1	1	1	3RH2122-1BF40
-K33	1	1	1					3RH2122-1BF40				
-F11			1					5SY4302-7				
-F12			1					5SY4302-7				
-F51			1					5SY5204-7				
-F31			1					5SY5202-7				
-F002			1					5SY5202-7				
BORNERA CORRIENTE								12				
BORNERA DE TENSION								8				
BORNERA DE PASO								120				
AUX. INT.	1	1	4					5ST3010				
-S31	1	1	1									
-H3			1					110VDC (AMARILLO)				
SWITCH ALUM.			1					220VAC				
TOMACORRIENTE			1					220VAC				
LAMPARA LED			1					220VAC				

RESUMEN GENERAL DE APARAMENTA A SUMINISTRAR					
APARAMENTA	CONTACTOS UTILIZADOS		CANTIDAD	TOTAL	DENOMINACION
	NO	NC			
-F51			6		
-F21			1	7	5SY5204-7
-F41			1		
-F31			7	16	5SY5202-7
-F002			8		
-F15			1		
-F14			1	3	5SY4304-7
-98M1			1		
-F12			6	12	5SY4302-7
-F11			6		
AUX. INT.	1	1	27	27	5ST3010
-K37	1	1	1		
-K36	1	1	2		
-K35	1	1	1	31	3RH2122-1BF40
-K33	1	1	7		
-K31S	1	1	7		
-K31D	2	2	7		
-K0	1	1	6		
SWITCH ALUM.			8	8	220VAC
LAMAPARA LED			8	8	220VAC
-H3			7	7	110VDC (AMARILLO)
-S31	1	1	7	7	
-S1	1		3	3	
-S0	1		3	3	
BORNERA DE TENSION			60	60	
BORNERA DE PASO			786	786	
BORNERA CORRIENTE			90	90	



*Figura 45. Desarrollo de planos de ingeniería*



*Figura 46. Montaje de aparamenta y cableado de placas en taller*



**Figura 47. Habitación y embalado para transporte a planta**



**Figura 48. Equipo de trabajo**





*Figura 49. Cambio de placas habilitadas previamente*

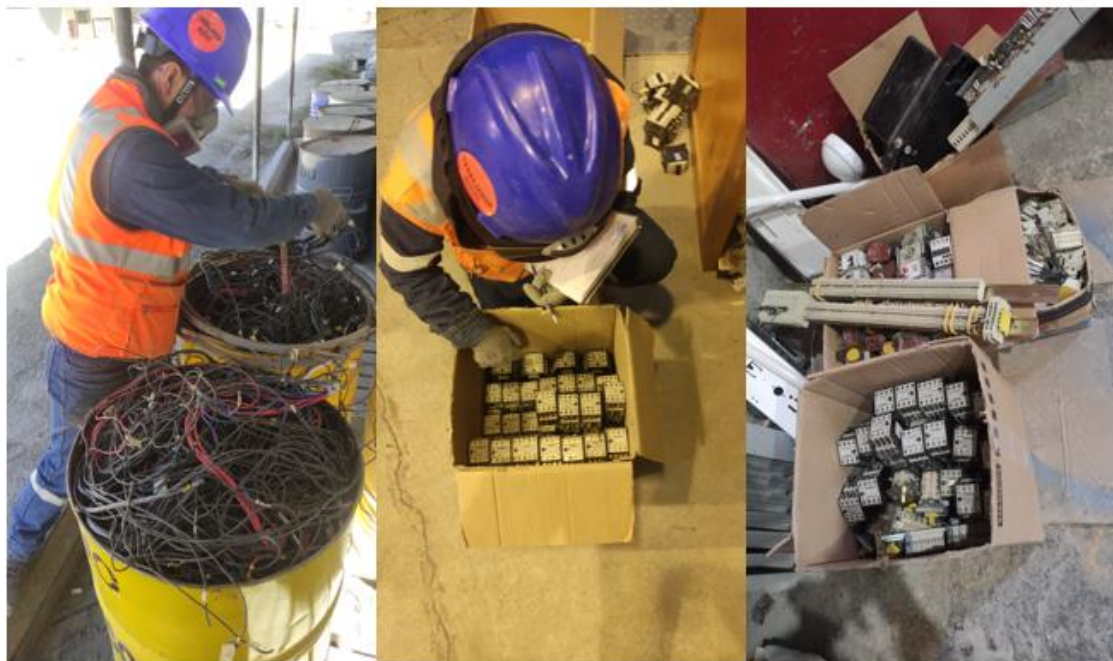


*Figura 50. Resanado y pintado de celdas intervenidas*

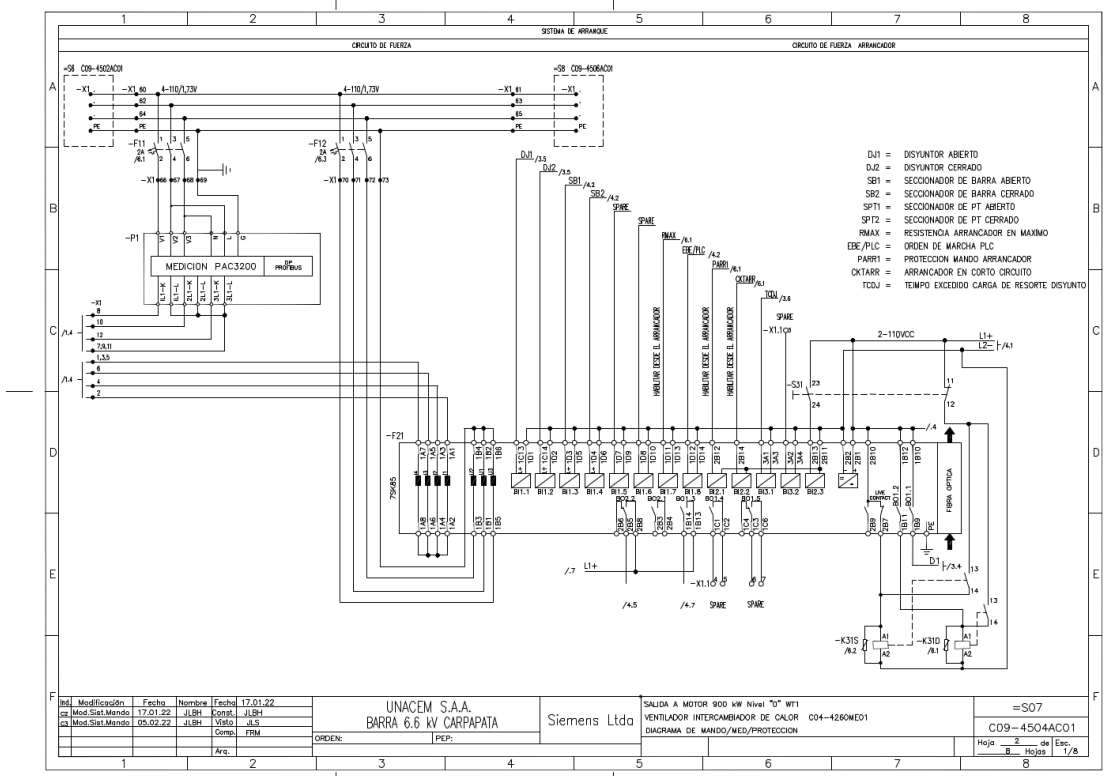
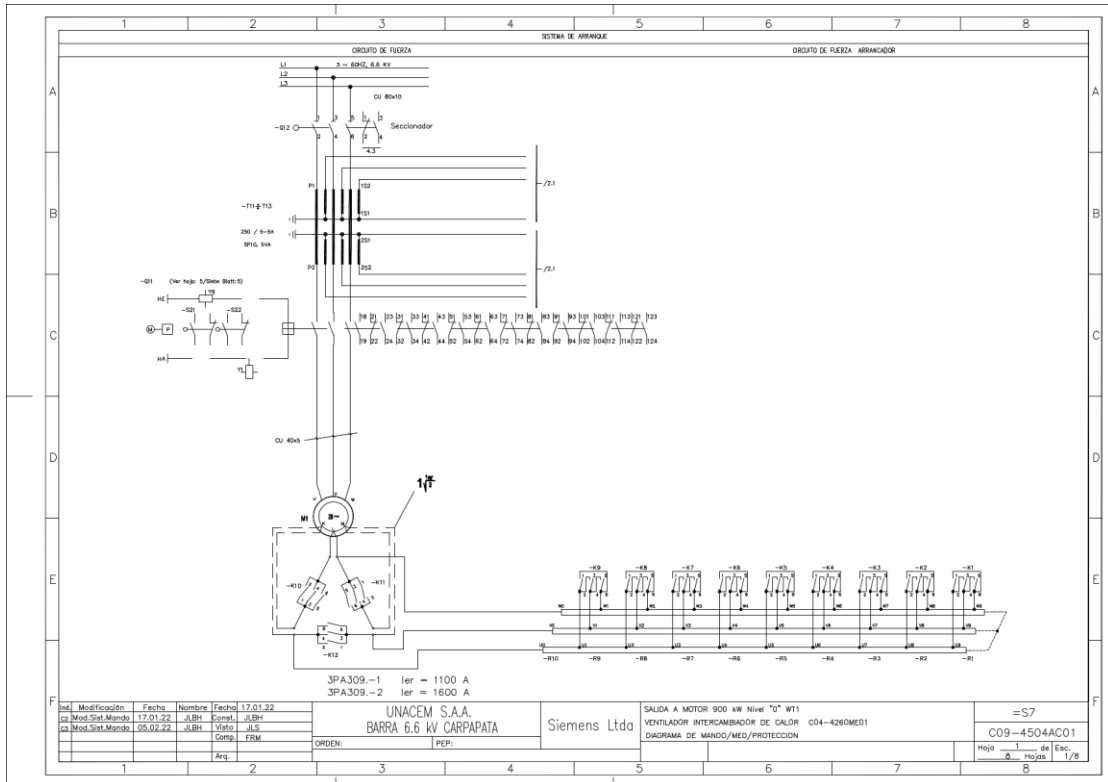


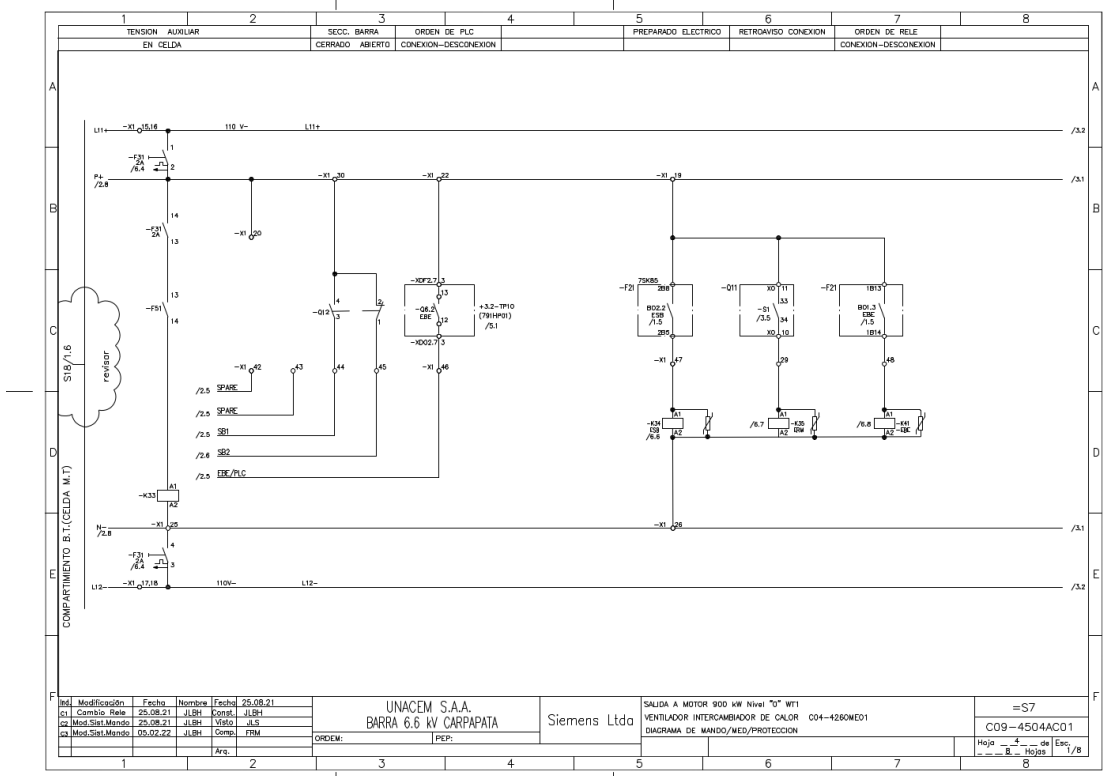
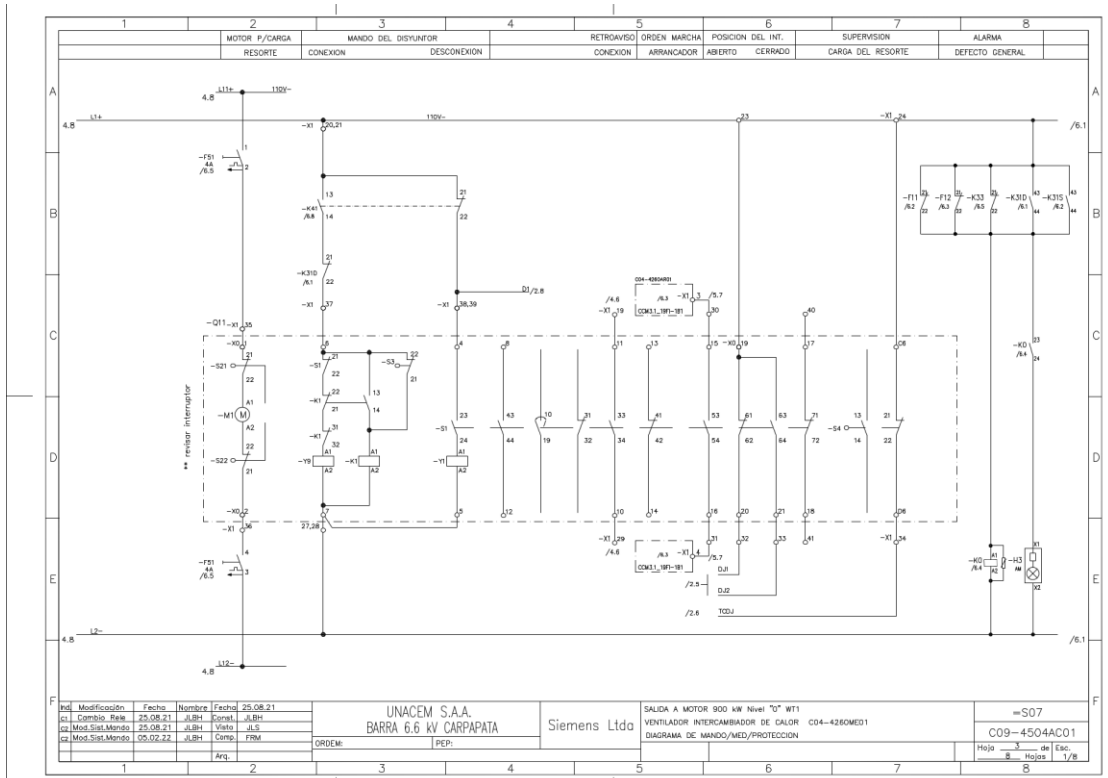


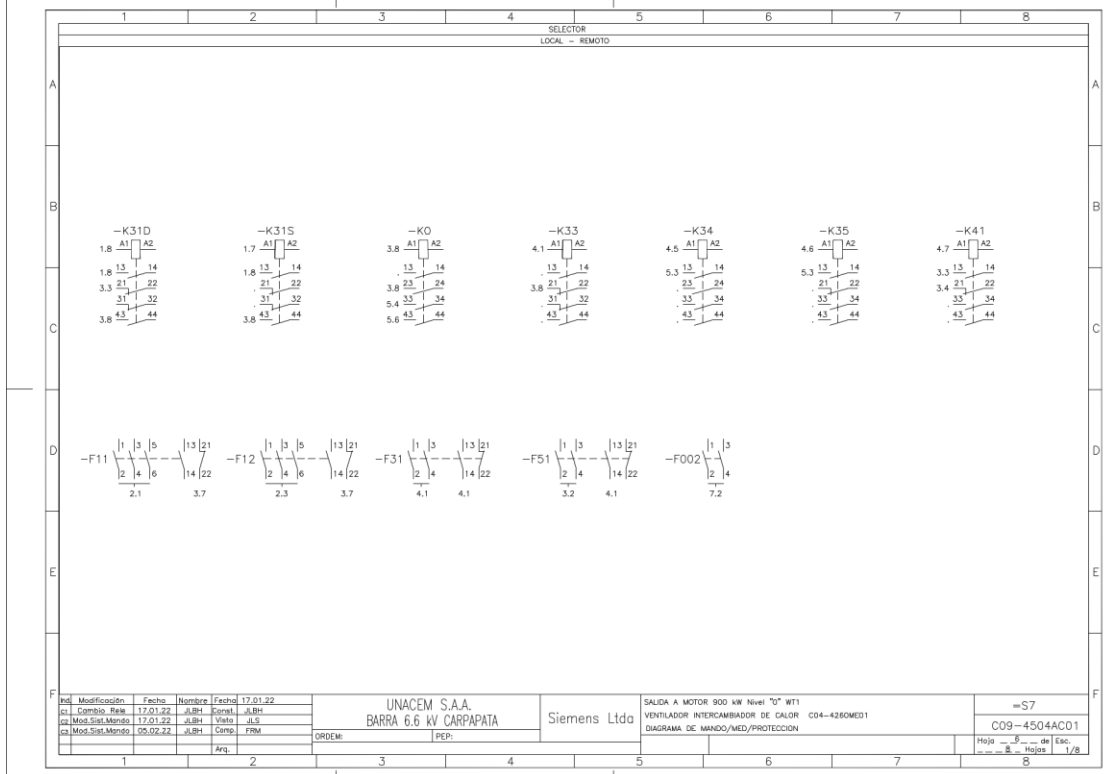
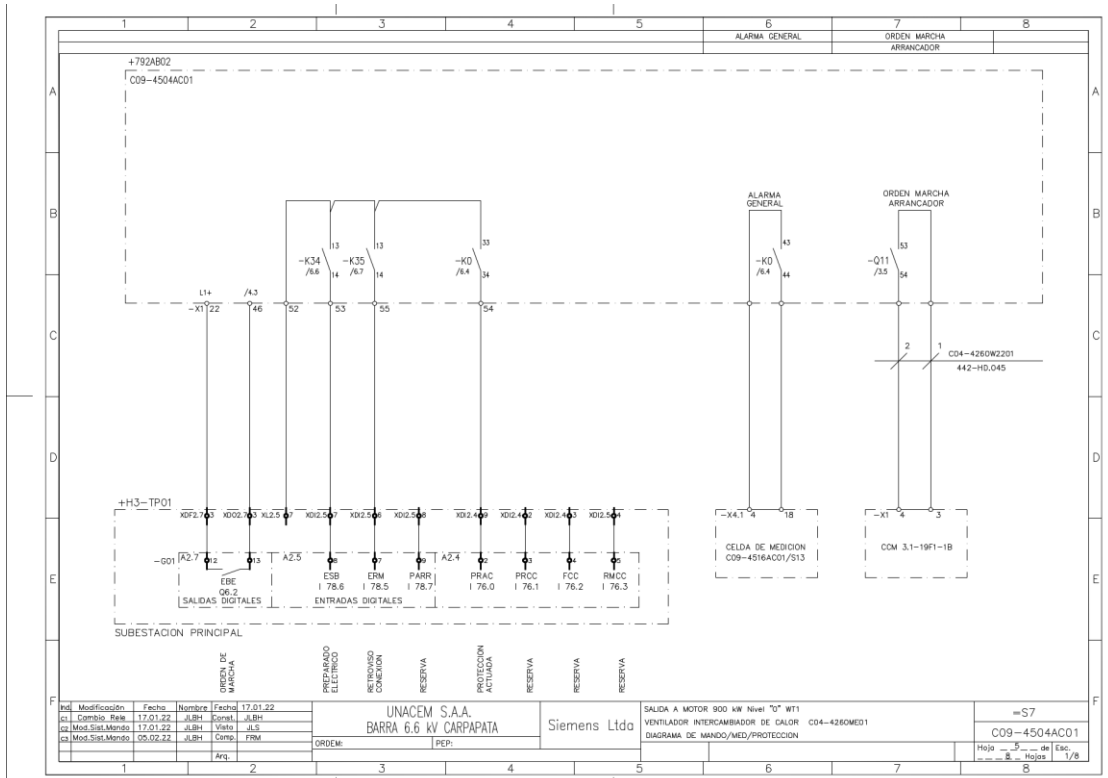
*Figura 51. Pruebas de celdas automatizadas*

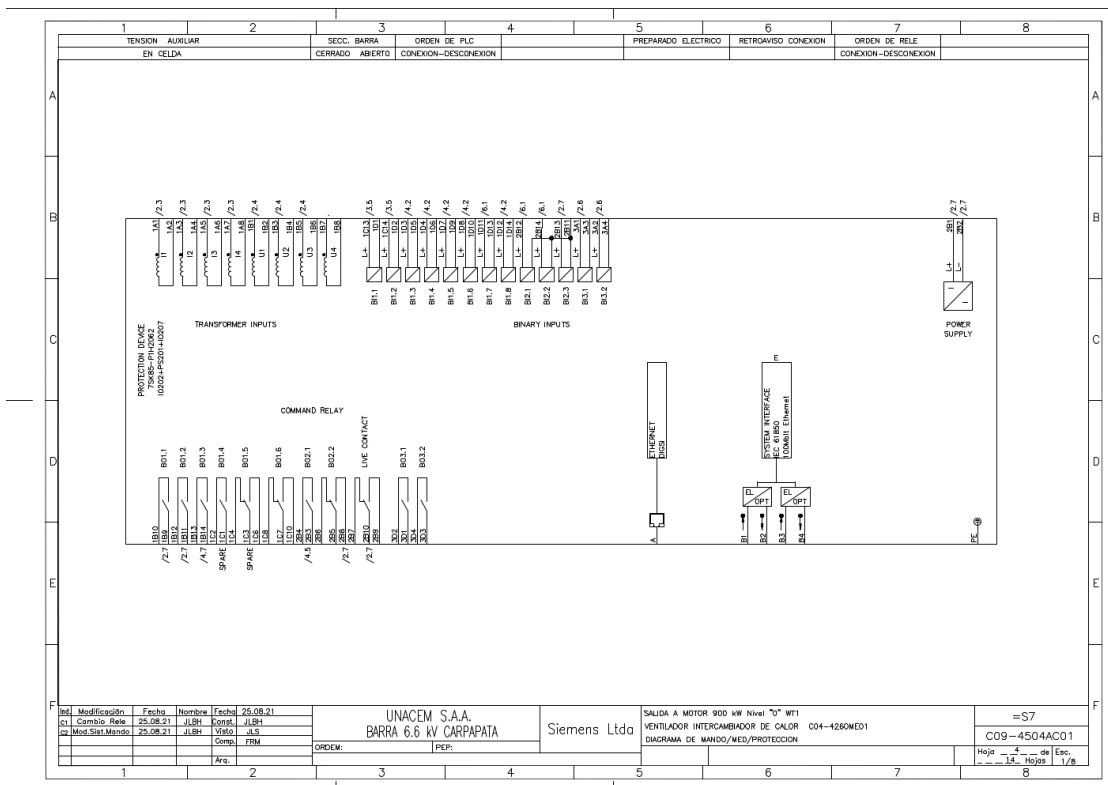
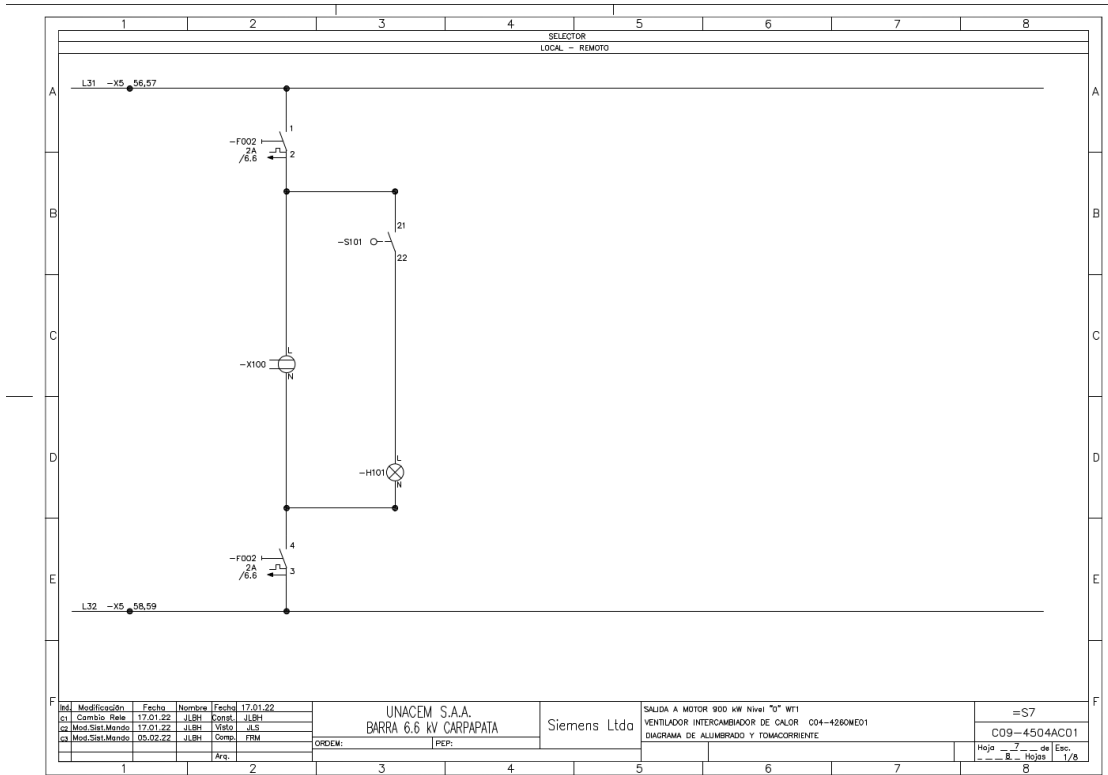


*Figura 52. Segregación en centro de acopio RAE (residuos y artefactos eléctricos)*









	A	B	C	D
1	<b>fila 1</b>	<b>fila2</b>	<b>fila 1</b> <b>fila2</b>	<b>fila2</b> <b>fila 1</b>
2	PONER FILA 1	PONER FILA 2	PONER FILA 1 PONER FILA 2	PONER FILA 2 PONER FILA 1
3	-X1:60	-F11:1	-X1:60 -F11:1	-F11:1 -X1:60
4	-X1:62	-F11:3	-X1:62 -F11:3	-F11:3 -X1:62
5	-X1:64	-F11:5	-X1:64 -F11:5	-F11:5 -X1:64
6	-PE	-X1:69	-PE -X1:69	-X1:69 -PE
7	-F11:1	-F12:1	-F11:1 -F12:1	-F12:1 -F11:1
8	-F11:3	-F12:3	-F11:3 -F12:3	-F12:3 -F11:3
9	-F11:5	-F12:5	-F11:5 -F12:5	-F12:5 -F11:5
10	-F11:2	-X1:66	-F11:2 -X1:66	-X1:66 -F11:2
11	-F11:4	-X1:67	-F11:4 -X1:67	-X1:67 -F11:4
	-F11:6	-X1:68	-F11:6	-X1:68



*Figura 53. Formato para impresión de TAG de cables*