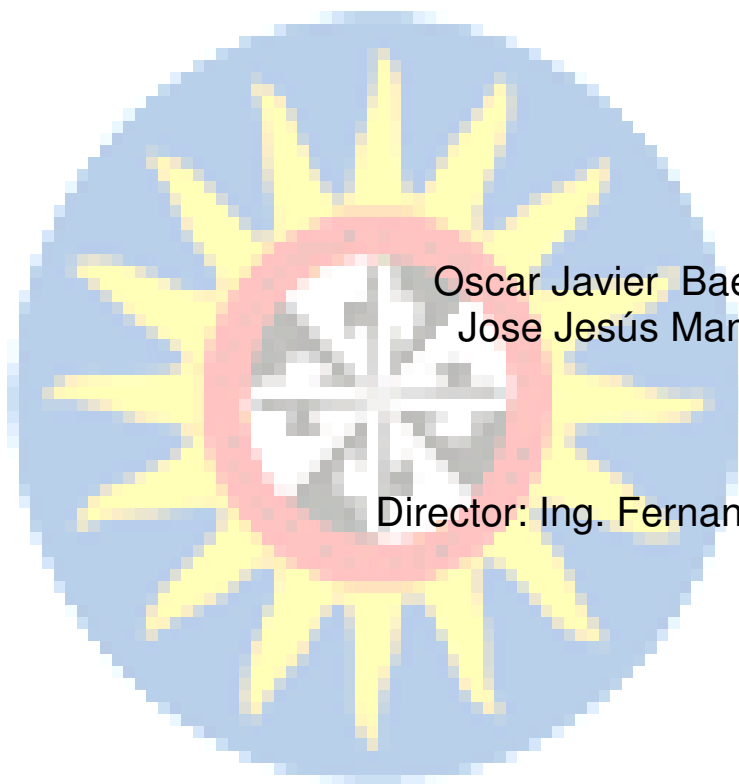




ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

**DISEÑO, SUMINISTRO, IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN
MARCHA DEL SISTEMA DE CONTROL LOCAL Y
SUPERVISIÓN SCADA DEL EMBALSE SAN RAFAEL
PROPIEDAD DEL ACUEDUCTO DE BOGOTÁ.**



Oscar Javier Baez Urbano
Jose Jesús Mancipe Soto

Director: Ing. Fernando Rivera

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRONICA
ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN
ELÉCTRICA
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DICIEMBRE DE 2012**



TABLA DE CONTENIDO

1	CASO DE NEGOCIO.....	10
1.1	ANTECEDENTES	10
1.2	JUSTIFICACION	11
2	OBJETO DEL PROYECTO	11
2.1	PROBLEMA	11
2.2	DESCRIPCION DE LA SOLUCION	12
3	ALCANCE DEL PROYECTO	12
4	INGENIERIA CONCEPTUAL	12
4.1	MARCO TEORICO.....	12
	SISTEMA DE CONTROL.....	15
4.2	REQUERIMIENTOS TECNICOS DEL PRODUCTO	19
4.3	REQUERIMIENTOS TECNICOS DE CALIDAD	22
4.4	REQUERIMIENTOS LEGALESY DE CONTRATACION	23
4.5	RIESGOS.....	24
4.6	REQUERIMIENTOS.....	24
4.6.1	ORGANIZACIONAL.....	25
4.6.2	LEGAL.....	27
4.6.3	FINANCIERO.	27
4.6.4	INFRAESTRUCTURA.	28
5	DISEÑO DE LA SOLUCION.....	29
5.1	DISEÑO BASICO SISTEMA DE CONTROL.....	29
5.2	DESCRIPCION DEL PROCESO.....	31
5.3	INSTRUMENTACION DE PROCESO	33
5.4	SISTEMA DE CONTROL DE CONTROL EXISTENTE.....	38
5.5	ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL PROPUESTA.....	40
5.6	REDES DE DATOS	41
5.7	GABINETES.....	41
5.7.1	TCU1.....	42
5.7.2	GABINETE 1GIOR1	42



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.7.3	GABINETE 1GIOR2	43
5.7.4	GABINETE 1GIOR3	43
5.7.5	TCU2.....	43
5.7.6	GABINETE 2GIOR1	44
5.7.7	GABINETE 2GIOR2	44
5.7.8	GABINETE 2GIOR3	44
5.7.9	TCU3.....	45
5.7.10	GABINETE 3GIOR1	45
5.7.11	GABINETE 3GIOR2	46
5.7.12	GABINETE 3GIOR3	46
5.7.13	TCU4.....	46
5.7.14	GABINETE 4GIOR1	47
5.7.15	GABINETE 4GIOR2	47
5.7.16	GABINETE 4GIOR3	47
5.7.17	IED	47
5.7.18	TCAC	48
5.7.19	GIORVM.....	48
5.7.20	TCSE.....	49
5.7.21	TCVF.....	49
5.7.22	GEO1	50
5.7.23	GEO2	50
5.7.24	GEO3	50
5.7.25	GABINETES PARA SERVIDORES TIPO RACK	50
5.8	PLANO DE DISTRIBUCION DE EQUIPOS	51
5.8.1	GABINETE TCAC.....	51
5.8.2	GABINETE I/O AUXILIARES.....	52
5.8.3	GABINETE TCSE	53
5.8.4	GABINETE BORNAS SUBESTACION	54
5.8.5	GABINETE TCU1	55
5.8.6	GABINETE 1GIOR1	56
5.8.7	GABINETE 1GIOR2	57
5.8.8	GABINETE 1GIOR3	58
5.8.9	GABINETE TCU2	59
5.8.10	GABINETE 2GIOR1	60
5.8.11	GABINETE 2GIOR2	61
5.8.12	GABINETE 2GIOR3	62
5.8.13	GABINETE TCU3.....	63
5.8.14	GABINETE 3GIOR1	64
5.8.15	GABINETE 3GIOR2	65
5.8.16	GABINETE 3GIOR3	66
5.8.17	GABINETE TCU4	67
5.8.18	GABINETE 4GIOR1	68
5.8.19	GABINETE 4GIOR2	69
5.8.20	GABINETE 4GIOR3	70
5.8.21	GABINETE TCVF	71
5.9	PLANOS DE UBICACIÓN DE TABLEROS.....	72
5.9.1	CUARTO DE VALVULAS DE DESCARGA DE FONDO	72
5.9.2	CUARTO DE CONTROL SAN RAFAEL	73
5.9.3	Nivel -3 SAN RAFAEL	74
5.9.4	Nivel -5 SAN RAFAEL	75



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.9.5	Cuarto de Control Wiesner	76
5.10	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE CONTROL 77	
5.10.1	FUENTES DE ALIMENTACIÓN	77
5.10.2	PLCS DE NIVEL 3 DE CONTROL.....	77
5.10.3	MÓDULOS DE COMUNICACIONES.....	78
5.10.4	PROTECCION DE SOBRE CORRIENTE.....	79
5.10.5	Base Para Modulos I/O Y Comunicacion	80
5.10.6	MÓDULOS ENTRADA SALIDA.....	81
5.10.7	SWITCHES DE COMUNICACIÓN.....	84
5.10.8	SERVIDORES DEL SISTEMA SCADA.....	84
5.10.9	ESTACIONES DE OPERACIÓN E INGENIERÍA.....	85
5.10.10	PANTALLAS HMI.....	87
5.11	LISTADO DE ELEMENTOS	88
5.12	HERRAMIENTAS	91
5.13	VEHICULOS	92
5.14	SOFTWARE Y LICENCIAS.....	92
5.15	MUEBLES Y ENCERES.....	93
6	PLAN DE TRABAJO - PROYECTO SAN RAFAEL	95
7	PROCURA.....	97
7.1	PROVEEDORES.....	97
7.2	PRECOMISSIONING	100
7.3	DESPACHO	100
7.4	SECUENCIA DE ACTIVIDADES.....	103
8	ADECUACION.....	104
8.1	DIAGRAMA ARQUITECTONICO Y LOCALIZACION DE EQUIPOS. 104	
8.1.1	CUARTO DE VALVULAS DE DESCARGA DE FONDO	104
8.1.2	CUARTO DE CONTROL SAN RAFAEL	105
8.1.3	Nivel -3 SAN RAFAEL	106
8.1.4	Nivel -5 SAN RAFAEL	107
8.1.5	Cuarto de Control Wiesner	108
8.2	OBRAS CIVILES, REMODELACIONES, ACOMETIDAS Y REDES..	109
8.3	SECUENCIA DE ACTIVIDADES.....	109
9	MONTAJE	110
9.1	FLUJOGRAMA.....	110
9.2	SECUENCIA DE ACTIVIDADES.....	111
10	ARRANQUE	112



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

10.1	FLUJOGRAMA	112
10.2	SECUENCIA DE ACTIVIDADES.....	113
11	PUESTA EN SERVICIO.....	114
11.1	FLUJOGRAMA	114
11.2	SECUENCIA DE ACTIVIDADES.....	115
11.3	FLUJOGRAMA	116
11.4	SECUENCIA DE ACTIVIDADES.....	116
11.5	ACTIVIDADES PARA LA GARANTÍA.	117
11.6	SOPORTE	117
11.7	CAPACITACION	118
11.8	DOCUMENTACION	118
12	PLANIFICACION DE LA CALIDAD.....	120
12.1	CHECK LIST MONTAJE	120
	<i>SIN ENERGIZACIÓN.....</i>	120
12.2	CHECK LIST ARRANQUE	126
	ENERGIZACIÓN.....	126
12.3	CHECK LIST ARRANQUE	130
12.4	CHECK LIST PUESTA EN SERVICIO	131
12.5	CHECK LIST ENTREGA	131
12.6	TERMINOS DE GARANTIA	132
12.7	TERMINOS DE CAPACITACION.....	133
12.8	TERMINOS DE DOCUMENTACION.....	134



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista lateral domo Estacion San Rafael	14
Figura 2. Diagrama de flujo sistema de bombeo embalse San Rafael	14
Figura 3. Organigrama Proyecto San Rafael	25
Figura 4. Mapa de Ubicación Estación San Rafael.	29
Figura 5. Diagrama de distribución Sistema de control San Rafael.....	30
Figura 6. Diagrama de bloques Arquitectura de Control preliminar. Estación San Rafael.	31
Figura 7. Diagrama de Flujo Proceso principal- Estacion San Rafael	31
Figura 8. P&ID Embalse San Rafael.	33
Figura 9. P&ID Múltiple de Succión Unidades principales.....	34
Figura 10. P&ID Detalle Unidad 1	35
Figura 11. P&ID Detalle Unidad 2	35
Figura 12. P&ID Detalle Unidad 3	36
Figura 13. P&ID Detalle Unidad 4	36
Figura 14. P&ID Múltiple de descarga.....	37
Figura 15. P& Sistemas Auxiliares	38
Figura 16. Arquitectura de Control Propuesta	41
Figura 17. Plano de distribución de equipos – Gabinete TCAC.....	51
Figura 18. Plano de distribución de equipos – Gabinete I/O Auxiliares Comunes	52
Figura 19. Plano de distribución de equipos – Gabinete TCSE.....	53
Figura 20. Plano de distribución de equipos – Gabinete Bornas Subestacion.....	54
Figura 21. Plano de distribución de equipos – Gabinete TCU1	55
Figura 22. Plano de distribución de equipos – Gabinete 1GIOR1	56
Figura 23. Plano de distribución de equipos – Gabinete 1GIOR2	57
Figura 24. Plano de distribución de equipos – Gabinete 1GIOR3	58
Figura 25. Plano de distribución de equipos – Gabinete TCU2	59
Figura 26. Plano de distribución de equipos – Gabinete 2GIOR1	60
Figura 27. Plano de distribución de equipos – Gabinete 2GIOR2	61
Figura 28. Plano de distribución de equipos – Gabinete 2GIOR3	62
Figura 29. Plano de distribución de equipos – Gabinete TCU3	63
Figura 30. Plano de distribución de equipos – Gabinete 3GIOR1	64
Figura 31. Plano de distribución de equipos – Gabinete 3GIOR2	65



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Figura 32. Plano de distribución de equipos – Gabinete 3GIOR3	66
Figura 33. Plano de distribución de equipos – Gabinete TCU4	67
Figura 34. Plano de distribución de equipos – Gabinete 4GIOR1	68
Figura 35. Plano de distribución de equipos – Gabinete 4GIOR2	69
Figura 36. Plano de distribución de equipos – Gabinete 4GIOR3	70
Figura 37. Plano de distribución de equipos – Gabinete TCVF	71
Figura 38. Plano de ubicación de tableros – Válvulas de descarga de fondo.....	72
Figura 39. Plano de ubicación de tableros – Cuarto de Control San Rafael	73
Figura 40. Plano de ubicación de tableros – Nivel -3 Estación San Rafael	74
Figura 41. Plano de ubicación de tableros – Nivel -5 Estación San Rafael	75
Figura 42. Plano de ubicación de tableros – Cuarto de Control Wiesner.....	76
Figura 43. PDT Proyecto – San Rafael Parte 1.....	95
Figura 44. PDT Proyecto – San Rafael Parte 2.....	96
Figura 45. Secuencia de Actividades - Procura.....	103
Figura 46. Plano de ubicación de tableros – Válvulas de descarga de fondo.....	104
Figura 47. Plano de ubicación de tableros – Cuarto de Control San Rafael.....	105
Figura 48. Plano de ubicación de tableros – Nivel -3 Estación San Rafael	106
Figura 49. Plano de ubicación de tableros – Nivel -5 Estación San Rafael	107
Figura 50. Plano de ubicación de tableros – Cuarto de Control Wiesner.....	108
Figura 51. Flujograma – Etapa de Montaje	110
Figura 52. Flujograma – Etapa de Arranque	112
Figura 53. Flujograma – Etapa de Puesta en Servicio	114
Figura 54. Flujograma – Entrega	116



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Equipos de control PLC TCU1	42
Tabla 2. Equipos del ADAM 1	43
Tabla 3. Equipos del ADAM 2	43
Tabla 4. Equipos del ADAM 3	43
Tabla 5. Equipos de control PLC TCU2	43
Tabla 6. Equipos del ADAM 1	44
Tabla 7. Equipos del ADAM 2	44
Tabla 8. Equipos del ADAM 3	44
Tabla 9. Equipos de control PLC TCU3	45
Tabla 10. Equipos del ADAM 1	45
Tabla 11. Equipos del ADAM 2	46
Tabla 12. Equipos del ADAM 3	46
Tabla 13. Equipos de control PLC TCU4	46
Tabla 14. Equipos del ADAM 1	47
Tabla 15. Equipos del ADAM 2	47
Tabla 16. Equipos del ADAM 3	47
Tabla 17. Equipos de control PLC TCAC	48
Tabla 18. Equipos del 3GIOR3	48
Tabla 19. Equipos de control PLC TCSE	49
Tabla 20. Equipos de control PLC TCVF	49
Tabla 21. Rack de servidores	50
Tabla 22. Especificaciones técnicas VAL-MS 60 ST	79
Tabla 23. Especificaciones técnicas PT 4X1-24DC-ST	79
Tabla 24. Especificaciones técnicas PT 2X2-24DC-ST	79
Tabla 25. Especificaciones técnicas VAL-MS 120 ST	79
Tabla 26. Especificaciones técnicas de ADAM-5000/TCP	80
Tabla 27. Especificaciones técnicas módulo I/O ADAM-5051S	81
Tabla 28. Especificaciones técnicas módulo I/O ADAM-5068	81
Tabla 29. Especificaciones técnicas módulo I/O ADAM-5068	82
Tabla 30. Especificaciones técnicas módulo I/O ADAM-5013	82
Tabla 31. Especificaciones técnicas módulo ADAM-5080	83
Tabla 32. Especificaciones TCP-1780H	85



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Tabla 33. Listado de Elementos.....	88
Tabla 34. Herramientas Requeridas	91
Tabla 35.Vehiculos	92
Tabla 36..Software.....	92
Tabla 37. Muebles y Enceres.....	93
Tabla 38. Listado de Proveedores	97
Tabla 39. Costeo de Materiales	97
Tabla 40. Costeo de Materiales	100
Tabla 41. Secuencia de actividades - Adecuacion	109
Tabla 42. Secuencia de actividades - Montaje.....	111
Tabla 43. Secuencia de actividades - Arranque.....	113
Tabla 44. Secuencia de actividades – Puesta en Servicio	115
Tabla 45. Secuencia de actividades – Entrega	116
Tabla 46. Soporte	117
Tabla 47. Capacitaciones	118
Tabla 48. Documentación	118
Tabla 49. Términos – Garantía Equipos.....	132
Tabla 51. Termino Capacitación	133
Tabla 52. Términos- Documentación	134



1 CASO DE NEGOCIO

1.1 ANTECEDENTES

El suministro de agua potable para ciudad de Bogotá está a cargo de la empresa de servicios públicos ACUEDUCTO DE BOGOTÁ, esta empresa provee de agua a la ciudad mediante sistemas de captación, almacenamiento, conducción, producción, distribución y consumo final.

Los sistemas de almacenamiento son embalses o presas para el almacenamiento de grandes volúmenes de agua.

Los principales embalses son:

- Represa Golillas.
- Embalse la regadera.
- Embalse de chingaza.
- Dársena.
- Embalse San Rafael.
- Embalse de chuza.

El embalse San Rafael es el encargado de proporcionar el 80% del agua que se consume en la ciudad de Bogota y municipios aledaños a la capital. Por este motivo es esencial contar con un alto porcentaje de disponibilidad del sistema de bombeo que allí se tiene.

En la actualidad el sistema de control encargado del bombeo del agua del embalse hacia planta Wiesner tiene aproximadamente veinte (20) años de antigüedad, lo que ha generado un alto deterioro con el pasar del tiempo llevando la operación a un nivel casi manual.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

1.2 JUSTIFICACION

El sistema de control actual presenta un alto nivel de fallas debido a su tecnología antigua. Este sistema no cuenta con ningún tipo de soporte por parte del proveedor debido a que en estos momentos este sistema es obsoleto.

Cualquier tipo de falla de los equipos de control se puede considerar como una falla letal para el bombeo de la estación ya que al no contar con respaldo de los equipos esto impediría un cambio de alguno de ellos en caso de emergencia.

Generando un desabastecimiento de agua en el 80% de la capital y municipios aledaños lo que implicaría perjuicios sociales y económicos a la Empresa de Acueducto.

La Constitución Política de Colombia establece como uno de los fines principales de la actividad del Estado, la solución de las necesidades básicas insatisfechas, entre las que está el acceso al servicio de agua potable, que es fundamental para la vida humana.

El problema no es sólo la calidad del agua; también es importante que la población tenga acceso a una cantidad mínima de agua potable al día.

En promedio una persona debe consumir entre 1,5 y 2 litros de líquido al día dependiendo del peso, de lo contrario se pueden presentar algunos problemas de salud. Por esto es importante que el servicio de acueducto no sólo tenga una cobertura universal, sino que sea continuo

Asumiendo que Bogotá tiene una población de 7,4 millones de habitantes aproximadamente y que el 80% de esta población es abastecido por el embalse San Rafael y conociendo que en promedio un habitante por día consume 79,4 litros y el litro de agua en Bogotá tiene un valor de 2,2 pesos, el acueducto dejaría de recibir ingresos diarios de \$ 1.029.044.351,81 pesos.

Por estos motivos es de suma importancia el cambio del sistema de control del Embalse San Rafael para garantizar el bombeo constante del agua hacia la capital y sus municipios aledaños.

2 OBJETO DEL PROYECTO

2.1 PROBLEMA

Para el Acueducto de Bogotá, el suministro continuo de Agua potable para la población es su objetivo primordial. Debido a esto, la empresa debe contar con equipos de bombeo y control de última tecnología, que le permitan garantizar el permanente suministro de agua potable a sus clientes.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Al contar con un sistema de control de tecnología obsoleta como el que se tiene en la actualidad, le podría generar a la empresa pérdidas de gran factura en caso de presentarse algún tipo de paro en el suministro por falla de algún equipo o por mala operación debido al bajo nivel de automatismo que el Embalse presenta.

2.2 DESCRIPCION DE LA SOLUCION

Para garantizar el suministro continuo de agua potable se propone la implementación de un nuevo sistema de control de última tecnología redundante que ofrezca a la empresa de acueducto un alto margen de disponibilidad.

El sistema de control estará compuesto por un anillo de comunicaciones en fibra óptica formado por switches administrables en donde se conectarán los equipos de monitoreo y control así como los controladores Lógicos Programables (PLC) en configuración hot standby (1) para cada área de proceso. Se recibirán las señales de proceso mediante unidades remotas de entradas y salidas ubicadas en campo lo cual permitirá realizar mantenimientos con mayor facilidad. Estas unidades remotas contarán con comunicación a los PLC's de forma redundante con el objetivo de aumentar la disponibilidad y confiabilidad del sistema.

La instalación del nuevo sistema de control le permitirá a la Empresa de Acueducto de Bogotá contar con un sistema de muy buena tecnología sobre el que se garantizara soporte de cada uno de los equipos que componen el sistema así como capacitación a cada una de las personas encargadas de operar y mantener el sistema luego de estabilizado.

3 ALCANCE DEL PROYECTO

Diseñar, suministrar, implementar y poner en marcha el Sistema de Control local y Supervisión SCADA del Embalse San Rafael propiedad del Acueducto de Bogotá.

4 INGENIERIA CONCEPTUAL

4.1 MARCO TEORICO

El Embalse de San Rafael esta localizado en el municipio de La Calera, a 12 km de Bogotá. Tiene como función suministrar agua a gran parte Bogotá y a sus municipios cercanos como La Calera, Sopó y Guasca con el fin de garantizar el continuo suministro de agua y también garantizarlo en caso de una emergencia. Tiene unas dimensiones de 59.6 m de altura y una longitud de



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

680.36 metros, con una capacidad de 71 millones de metros cúbicos y alberga un área de 371 hectáreas. El embalse consta de un dique auxiliar localizado al norte del embalse y es una estructura con una altura de 15,5 m, longitud de 282 m y un volumen de relleno de 80 mil metros cúbicos y su función es la de cerrar una depresión topográfica en esa zona del embalse.

La Estación de Bombeo de San Rafael está localizada próxima al embalse de San Rafael en el municipio de La Calera. Las condiciones de servicio en el sitio son:

- | | |
|---------------------------------|-------------|
| • Altura sobre el nivel del mar | 2800 metros |
| • Temperatura ambiente máxima | 25°C |
| • Temperatura ambiente mínima | 7°C |
| • Temperatura ambiente media | 12°C |
| • Humedad relativa máxima | 98% |
| • Humedad relativa mínima | 38% |
| • Velocidad máxima del viento | 80 km/h |

El sistema de bombeo de la estación San Rafael está compuesto por cuatro (4) unidades centrifugas instaladas en paralelo encargadas del bombeo del agua del embalse San Rafael a la planta de tratamiento Wiesner. La operación de bombeo inicia cuando el transmisor de nivel del embalse indica al sistema de control un nivel apropiado para poder dar comando de apertura a las compuertas ubicadas a la entrada del múltiple de succión de las bombas.

Su distribución en la edificación es la siguiente:



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

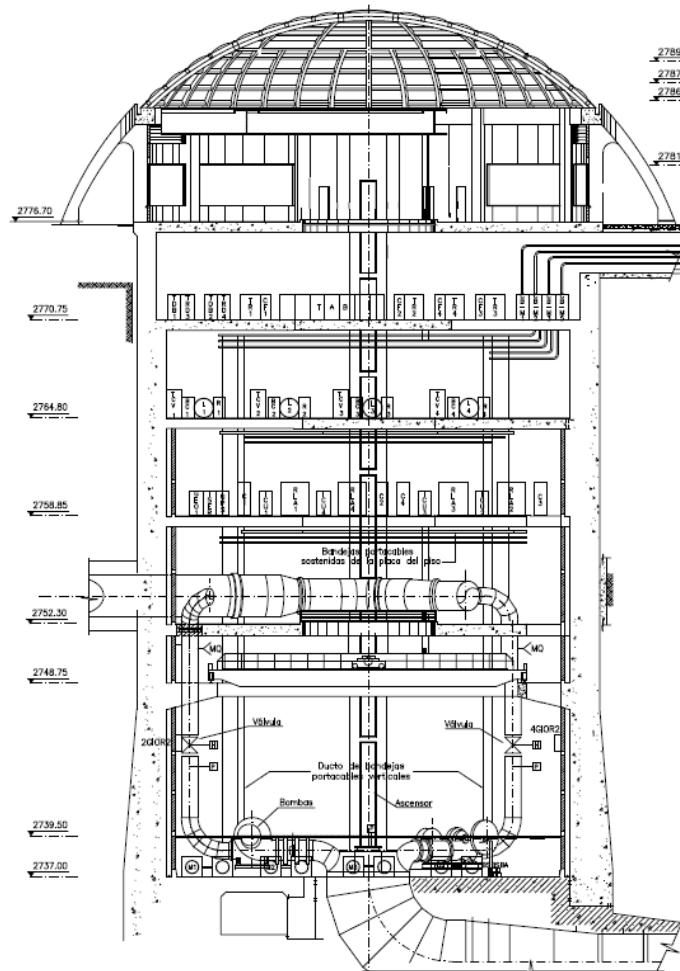


Figura 1. Vista lateral domo Estacion San Rafael

Sistema de bombeo Embalse San Rafael.

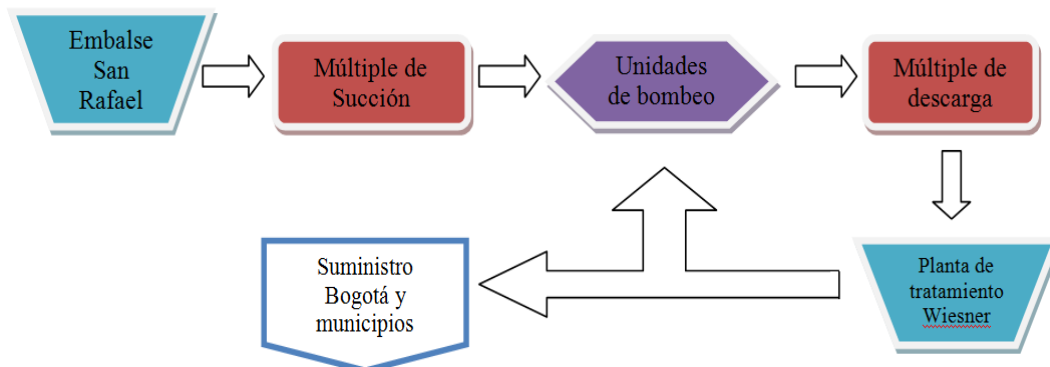


Figura 2. Diagrama de flujo sistema de bombeo embalse San Rafael

La operación del sistema de bombeo, inicia con la coordinación del operador de San Rafael con el operador de planta Wiesner, seguido se da arranque a las unidades de bombeo necesarias según demanda requerida. A continuación se presenta la secuencia de arranque de cada unidad.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Ejecución de preliminares de operación:

- Verificar la disponibilidad de equipos
- Verificar disponibilidad para operación de unidades de bombeo.
- Alinear sistemas
- Alinear Bomba Principal.
- Reposición (Reset) de alarmas en el sistema de control local.
- Entregar sistema disponible para operación y control.

La secuencia de arranque en el sistema de control contempla:

- Sí la unidad presenta algún enclavamiento, se genera la respectiva indicación y/o alarma y vuelve a inicio de secuencia.
- Sí la unidad presenta No disponibilidad, se genera la respectiva indicación y/o alarma y vuelve a inicio de secuencia.
- Sí la unidad presenta pérdida de calidad, se genera la respectiva indicación y/o alarma y vuelve a inicio de secuencia.
- Digitar caudal requerido.
- Aumento de la velocidad de la bomba hasta el punto de alcanzar una presión en la descarga superior a la presión en el múltiple de descarga.
- Apertura de la válvula de descarga.
- Si la válvula de descarga no opera, genera aviso de alarma y para secuencia.
- Ajuste de la velocidad del motor para establecer el caudal programado.
- Fin de secuencia.

SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control de la planta de bombeo San Rafael tiene 4 niveles de control para el bombeo hacia la Planta Wiesner de los cuales en este momento el mas empleado es el nivel dos en cascada.

La planta cuenta con un controlador para los sistemas auxiliares, controlador para las señales eléctricas y uno para las Válvulas de descarga de fondo.

Los niveles de control para las unidades de bombeo son:

Nivel 1 de control.

El nivel 1 de control es manual solo se usa para pruebas de arranque y parada del motor y esta ubicado en el piso -5 del domo en los tableros TCL1 (motor unidad 1), TCL2 (motor unidad 2), TCL3 (motor unidad 3) y TCL4 (motor unidad 4).



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Nivel 2 de control.

El nivel 2 de control usa el sistema de control y se divide en dos:

Control Reóstato

Utiliza un sistema de control ABB Procontic CS 31 que controla el arranque de motor por reóstato en su mayoría este es control manual donde el operador aumenta o disminuye la velocidad del motor a través de una botonera y se tiene un sistema de leds para visualizar las alarmas; se tiene un selector que puede enviar el control del motor al sistema de cascada.

Este controlador está ubicado en el piso -3 en los gabinetes TCS1 (motor unidad 1), TCS2 (motor unidad 2), TCS3 (motor unidad 3) y TCS4 (motor unidad 4).

Control Cascada

Cuando el selector en el gabinete de control por Reóstato esta en modo cascada este le entrega el control al gabinete de control en modo cascada que utiliza un sistema de control ABB Procontic CS 31 el cual recibe el motor a una velocidad nominal después de haber sido arrancado en modo reóstato la llave seleccionadora hace el cambio de reóstato a cascada. El control es manual y el operador aumenta o disminuye la velocidad del motor de forma manual este cambio de velocidad es más suave que en modo reóstato y se tiene más protecciones.

Este controlador está ubicado en el piso -3 en los gabinetes CV1 (motor unidad 1), CV2 (motor unidad 2), CV3 (motor unidad 3) y CV4 (motor unidad 4).

Nivel 3 de control.

El nivel 3 de control utiliza un controlador PM632 de ABB. En este nivel el control de caudal es automático, el operador solo tiene que digitar el caudal que requiere y el controlador aumenta la velocidad del motor para llegar a este valor.

Este controlador está ubicado en el piso -3 en los gabinetes UP1 (motor unidad 1), UP2 (motor unidad 2), UP3 (motor unidad 3), UP4 (motor unidad 4)

Nivel 4 de control.

El nivel 4 de control utiliza el HMI para el control del caudal del embalsé, este tiene estaciones de operación en el piso -3 en el cuarto de control del embalsé y en el cuarto de control de la planta Wiesner.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Para el desarrollo y solución de aplicaciones como la anteriormente descrita, se cuenta en el mercado con las siguientes empresas de desarrollo:

ELECTRO HIDRAULICA S.A

Empresa Colombia fundada el 23 de abril de 1983 con sede en Bogotá D.C, reconocida en la prestación de servicios en las empresas Publicas de Acueducto del país, estando presentes en grandes proyectos ejecutados en las grandes ciudades del país como: Bogotá D.C., Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, Cúcuta, Manizales, Bucaramanga, Pereira, Montería, Pasto, Popayán y Sincelejo.

Dentro de los servicios ofrecidos se tiene:

- Administración y desarrollo de proyectos en los sectores de manejo de aguas, petróleo, eléctrico e industrial en cualquier modalidad que involucre ingeniería, procura, construcción, operación, mantenimiento y la transferencia de los bienes al cliente final.
- Asesoría desde el dimensionamiento de sistemas hidráulicos, eléctricos y mecánicos hasta la selección de equipos e integración de sistemas enfocando nuestros esfuerzos en cumplir con los requisitos y superar expectativas.
- Servicio técnico abarcando campos de la electricidad en: motores, generadores, tableros eléctricos y montajes eléctricos. En el área de control sistemas de comunicaciones industriales, controladores programables PLC's y sistemas de supervisión. Suministro e instalación de instrumentación. Y atención con sistemas mecánicos como: válvulas actuadores eléctricos, bombas, entre otros.
- Montaje asegurando la calidad de los suministros y su adecuada instalación siguiendo fielmente las recomendaciones técnicas de los fabricantes, comprobar las condiciones de instalación con instrumentos debidamente calibrados y certificados, se realizan las pruebas de operación para la puesta en marcha y finalmente se realiza la capacitación del personal que va a operar los equipos.

ADVANCE CONTROLES COLOMBIA LTDA

Organización Latinoamericana dedicada a atender las necesidades de Automatización, Instrumentación e Ingeniería y tratamientos de Agua para los mercados de Gas, Petróleo y la industria en general. Advance Controles Colombia radicada en Bogotá y Zup Integradores en Caracas Venezuela. Ambas se dedican a la prestación de Servicios de Ingeniería en los ámbitos de automatización, control, instrumentación y medición de Gas, agua, para la industria en general.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Dentro de los servicios ofrecidos se tiene:

- Ingeniería conceptual, Ingeniería básica, Ingeniería de desarrollo e Ingeniería de detalle.
- Automatización e Instrumentación Industrial.
- Sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos SCADA.
- Redes de Procesos y Comunicaciones.
- Telemetría, Transmisión de Datos.
- Consultoría.
- Comisionamiento de sistemas de control.
- Sistemas de telemetría.
- Desarrollo de proyectos llave en mano.
- Instalación, conexión, optimización y mantenimiento para sistemas de control.
- Entrenamiento.

SIEMENS

Siemens ha estado en actividad desde 1954 en Colombia, donde participa en los sectores de la industria, energía y salud, mientras que Siemens IT Solutions and Services sirve a los tres sectores.

Dentro de los servicios ofrecidos se tiene:

- Diseño, fabricación, montaje, puesta en marcha, mantenimiento, y suministro de sistemas de control para procesos industriales.
- Montaje y mantenimiento electromecánico para plantas de manejo de hidrocarburos y acueductos.
- Prestación de Servicios de Ingeniería en las áreas de montajes mecánicos, eléctricos y de instrumentación en Plantas Industriales.

IEC INGENIERIA LTDA

Empresa de ingeniería fundada en 2002 la cual se dedica a la prestación de servicios de ingeniería en instrumentación y control de procesos industriales, calidad de energía, eficacia energética.

Dentro de los servicios ofrecidos se tiene:

- Diseño, fabricación, montaje, puesta en marcha, mantenimiento, y suministro de sistemas de control para procesos industriales.
- Prestación de Servicios de Ingeniería para automatización de procesos industriales.



4.2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DEL PRODUCTO

Los PLCs deberán ser modulares, basados en microprocesadores, con módulos de entrada y salida, memorias, unidad de proceso, módulos de comunicaciones y demás componentes para el manejo de las mediciones, indicaciones de estado, alarmas, ejecución de secuencias y comandos.

En cualquier caso donde se utilice un equipo con funciones de control se debe garantizar que en caso de falla en la unidad, el sistema por ésta controlado permanezca o pase a una condición estable y segura de operación.

Las unidades deberán cumplir al menos con las siguientes funciones generales:

- Adquisición, verificación, almacenamiento y procesamiento de la información del sistema asociado;
- Reinicio automático, después de fallas transitorias en la alimentación de energía;
- Comunicaciones e intercambio de información;
- Automatismos que desarrollen las funciones especificadas donde sea necesario

Las unidades deberán constar básicamente de los siguientes elementos:

- Módulo de procesamiento y almacenamiento de datos
- Módulos de comunicaciones
- Módulo de alimentación
- Módulos de entrada y salida

Los equipos deben ser de tipo industrial para trabajo pesado, de arquitectura modular y bloques específicos.

Los controladores, módulos y demás accesorios, deberán cumplir con las características técnicas especificadas en las normas ANSI, NEMA, IEC e IEEE, principalmente las ANSI/NEMA ICS 1 a 6, ANSI/IEEE C37.1 e IEC 61131-3.

Todos los módulos deberán poder ser instalados o retirados sin producir disturbios en las tarjetas adyacentes o en el cableado de campo. Los módulos deberán ser diseñados de manera tal que eviten daños o malas operaciones si son instalados en el sitio equivocado.

Los equipos del sistema de control deberán contar con puertos seriales y/o USB para acceso local a través de un computador portátil para programación



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

del equipo y puerto correspondiente para la conexión de la interfaz hombre - máquina (IHM).

Las Unidades Centrales de Proceso (CPU), deberán estar implementadas con microprocesadores de tecnología reciente, de alta velocidad y deberán tener una capacidad de direccionamiento y un ciclo de instrucción apropiados para cumplir con las funciones solicitadas para los equipos.

El módulo de CPU deberá incluir memorias de EPROM y RAM de acuerdo con las aplicaciones y funciones solicitadas. Las memorias RAM donde se almacenan los programas, parámetros y datos permanentes deberán tener alimentación de respaldo por baterías, con una duración mínima de 5 años y sistemas de detección de baja carga, así como el sistema de supervisión del tipo perro guardián "watchdog", con señalización local en el módulo.

Los controladores deberán contar con señalización a través de LEDs o display, de las siguientes señales:

- Puerto ETHERNET en falla
- Puerto ETHERNET en modo RUN
- Detección de colisión
- Actividad de RX/TX
- Falla de la batería de la RAM
- Alimentación O.K.
- Indicación de cada una de las señales de I/O activas

Todos los controladores, computadores, módulos, equipos de red y demás elementos electrónicos, deberán ser de última tecnología, estar diseñados y fabricados para operar en las condiciones ambientales del proyecto.

Los controladores deberán ser suministrados para montaje sobre riel DIN.

Para la definición, desarrollo programación e implementación del programa lógico de cada controlador el sistema debe aceptar programas lógicos definidos, en cualquier combinación y en conformidad con todos y cada uno de los lenguajes de programación definidos por la norma IEC 61131-3 (Programmable controllers - Part 3: Programming languages).

Módulos de comunicaciones

Cada PLC deberá contar con los módulos de comunicaciones necesarios para:

- Conexión con la red de los niveles inferiores de control con protocolo normalizado.
- Conexión con los módulos remotos de entrada / salida.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

- Conexión con los niveles superiores de control a la red Ethernet en fibra óptica con protocolo normalizado.
- Conexión del equipo portátil de programación y pruebas, por medio de una interfaz normalizada serial

Módulo de alimentación

Cada PLC deberá estar equipado con las fuentes de alimentación internas necesarias para alimentar todos los componentes que la constituyen, con la capacidad suficiente para suministrar la potencia requerida por la unidad. El voltaje disponible para alimentación de las unidades será de 120 V ac $\pm 5\%$, 60 Hz.

Las fuentes de alimentación deberán poseer aislamiento galvánico entre las tensiones de entrada y de salida, tener medio de filtrado y elementos y/o circuitos de protección por sobrecarga, corto circuito y sobre/baja tensión para prevenir daños en el equipo; estos dispositivos deberán incluir alarmas para indicación local y remota.

La unidad deberá tener una fuente de alimentación que produzca los niveles de voltaje usados por sus equipos internos.

El módulo de alimentación deberá ser redundante, con indicación a la unidad de procesamiento de la falla en uno de los módulos.

Módulos de entrada y salida

La unidad deberá ser flexible de fácil modificación y ampliación, las entradas y salidas deberán suministrarse montadas en tarjetas que puedan ser instaladas y removidas fácilmente.

Los módulos de entrada y salida deberán servir de interfaz entre las señales del sistema y el sistema de control. Las características aquí descritas aplican tanto para los módulos de entrada / salida instalados junto con el PLC, como para los módulos remotos de entradas / salidas.

Estos módulos deberán ser de los siguientes tipos:

Entradas digitales

Se utilizarán para la adquisición de señales producidas por el cierre y apertura de contactos y alarmas. Deberán estar aisladas galvánicamente por medio de optoacopladores, acoples magnéticos o relés de interposición. Deberán probarse en el punto de fabricación para demostrar su resistencia dieléctrica de acuerdo con lo especificado en la norma ANSI C 37.90 y deberán



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

tener filtros para suprimir falsas señales por rebote en los contactos. Las señales de cierre y apertura de un mismo contacto deberán tomarse como eventos diferentes.

Los módulos deberán estar en capacidad de detectar alarmas y cambios de estado momentáneo y deberá poseer filtros de tiempo con el fin de prevenir indicaciones dobles o posiciones indefinidas.

Entradas análogas

Se utilizarán para la adquisición de las señales provenientes de los transductores e instrumento de medida que entreguen señales de 4-20 mA. Las entradas análogas deberán estar equipadas con las protecciones adecuadas para garantizar que los transientes y oscilaciones inducidas no dañen los módulos de entrada o los componentes que los integran, de acuerdo con los requerimientos de SWC de la Norma ANSI C37.90.

Salidas digitales

Las salidas digitales deberán ser por pares y con dos gamas ajustables de tiempo de cierre del contacto: una entre 0,1 y 1,0 segundo, y la otra entre 1,0 y 10 segundos. El diseño deberá garantizar que una falla en el módulo de salidas digitales o en la unidad no ocasione operación o señalización incorrecta en las salidas.

Las salidas digitales deberán ser capaces de manejar una corriente de 1 A a 120 V ac. Los contactos deberán ser libres de potencial.

4.3 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE CALIDAD

Las especificaciones bajo las cuales se ejecutara el presente proyecto se enuncian a continuación. Se entiende que se aplicará la última versión o revisión de dichas normas.

En los casos particulares se deben seguir los procedimientos y especificaciones técnicas precisas indicadas en cada caso.

El RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) es de obligatorio cumplimiento.

En los casos no estipulados expresamente en estas especificaciones, se aplicarán como normativas las prescripciones de los códigos y recomendaciones de las siguientes entidades:



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

American Institute of Steel Construction	AISC
American National Standards Institute	ANSI
American Society for Testing and Materials	ASTM
American Society of Mechanical Engineers	ASME
American Welding Society	AWS
American Water Works Association	AWWA
Business and Institutional Furniture Manufacturer's Association	ANSI/BIFMA
Código Eléctrico Colombiano	CEC
Deutsche Institute für Normen	DIN
International Electrotechnical Commission	IEC
Instrument Society of America	ISA
International Standards Organization	ISO
National Electric Code	NEC
National Electrical Manufacturers Association	NEMA
Steel Structures Painting Council	SSPC

4.4 REQUERIMIENTOS LEGALES Y DE CONTRATACION

El contrato contara con las siguientes pólizas:

POLIZA DE CUMPLIMIENTO.

El contrato contara con una póliza de cumplimiento encargada de amparar las obligaciones nacidas del contrato y garantizar la ejecución y cumplimiento de todas y cada una de las obligaciones a cargo del CONTRATISTA. Esta deberá tener una cobertura del 10% del valor del Contrato y una vigencia igual al término de ejecución y tiempo de liquidación del contrato.

POLIZA DE CALIDAD DEL SERVICIO.

El contrato contara con una póliza de calidad de servicio encargada de cubrir los perjuicios que surjan durante y post la ejecución del contrato. Esta deberá tener una cobertura del 10% del valor del Contrato, y una vigencia igual al término de ejecución y tiempo de liquidación del contrato mas dos (2) años.

POLIZA DE MANEJO DEL ANTICIPO.

El contrato contara con una póliza encargada de cubrir el manejo y correcta inversión de los anticipos. Esta deberá tener una cobertura del 10% del valor del Contrato y una vigencia igual al término de ejecución y tiempo de liquidación del contrato.

POLIZA DE PAGO DE SALARIOS.

El contrato contara con una póliza encargada de cubrir el pago de salarios. Esta deberá tener una cobertura del 10% del valor del Contrato y una vigencia igual al término de ejecución mas tiempo de liquidación de mutuo acuerdo.

POLIZA DE CONSTRUCCION Y MONTAJE.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

El contrato contara con una póliza encargada de cubrir todo riesgo de construcción y montaje, pérdida o daño. Esta deberá tener una cobertura del valor igual al valor global estimado del Contrato.

4.5 RIESGOS

Los riesgos asociados al proyecto, están relacionados a lo siguiente:

Riesgo por el no cumplimiento de tiempos en el desarrollo de las tareas que contemplan el proyecto.

Riesgo por la no entrega oportuna de equipos por parte de los proveedores.

Riesgos por atrasos en los tiempos de entrega de la ingeniería.

Riesgos climatológicos que no permitan el avance de obra civil en la estación y atrasen el proyecto.

Riesgos de contratar mano de obra calificada que no continúe en toda la trayectoria del proyecto.

Riesgo de no alcanzar la rentabilidad propuesta desde un principio ya que se entraría en un margen de pérdida.

Como mitigación a los riesgos que podrían encontrarse en el desarrollo del proyecto se realizaran reuniones de seguimiento con el cliente de forma permanente con una periodicidad de ocho (8) días hábiles con el objetivo de identificar de forma oportuna los retrasos que se puedan presentar en el desarrollo de las actividades que componen el proyecto.

Las tareas se programaran de forma que se puedan desarrollar en los tiempos climatológicos apropiados con el fin de minimizar los riesgos de retrasos por el estado del clima.

El proyecto brindara a sus trabajadores condiciones laborales y garantías apropiadas. De esta forma se mitigara el riesgo de que el personal perteneciente al proyecto decida no continuar en el mismo.

4.6 REQUERIMIENTOS

El sistema de control a implementar en la estación de bombeo San Rafael estará compuesto por equipos de última tecnología y bajo estricto cumplimiento y aprobación de entidades aseguradoras de la calidad de los productos como son, UL (underwriter laboratories) y FM (factory mutual).



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

4.6.1 ORGANIZACIONAL.

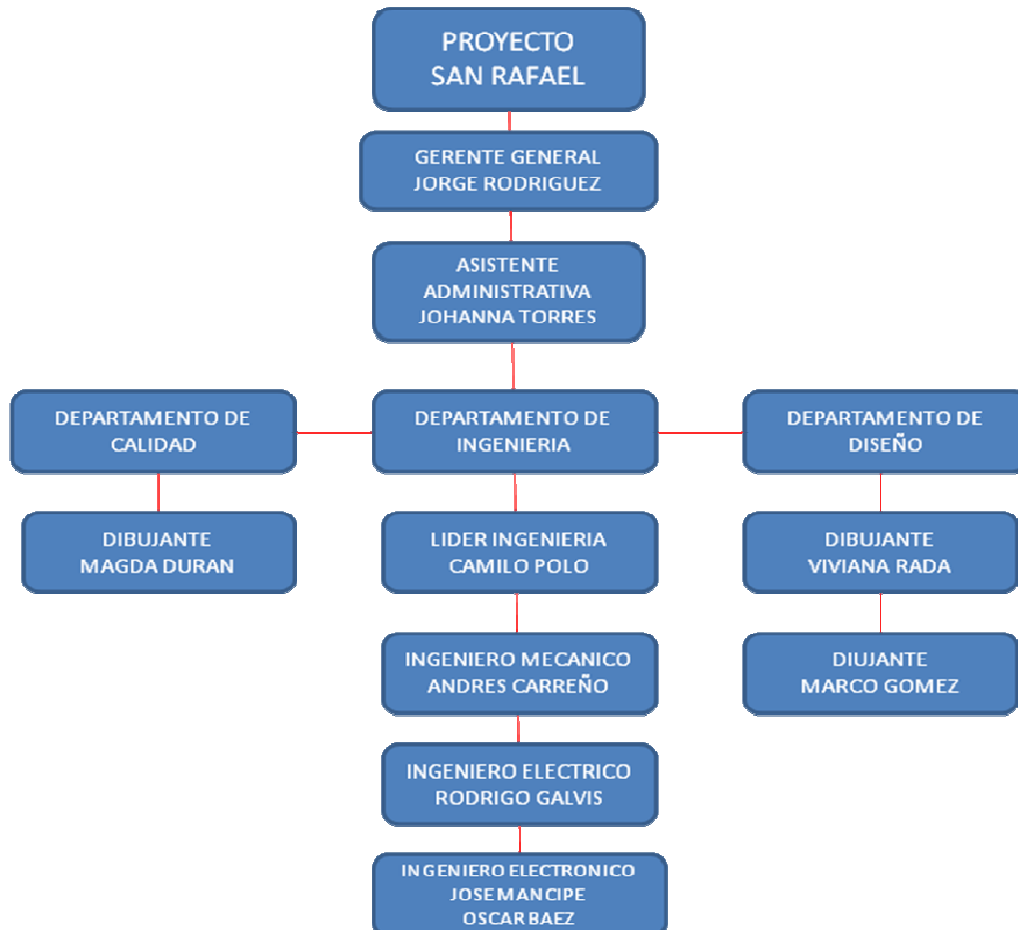


Figura 3. Organigrama Proyecto San Rafael

Para la ejecución de la etapa de desarrollo de ingeniería básica y de detalle se requiere:

Un (1) Gerente de proyecto con conocimiento gerencia de proyectos así como en el campo de la automatización y control.

Una (1) asistente administrativa encargada de la brindar soporte administrativo a los empleados del proyecto.

Un (1) ingeniero líder con Especialista en Instrumentación y control, encargado y responsable del desarrollo, montaje y puesta en funcionamiento del sistema de control.

Un (1) Ingeniero QAQC especialista en diseño de sistemas de control.

Un (1) Ingeniero Mecánico especialista en diseño de gabinetes, sistemas de calefacción y diseño de piezas mecánicas para tableros de control.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Dos (2) Ingenieros Electrónicos con conocimientos en Instrumentación y/o en Automatización y Control. Los cuales contemplaran la instrumentación requerida por el proceso y el sistema con el fin de diseñar un sistema de control confiable y estable. Estos a su vez desarrollaran la documentación para la ingeniería básica y de detalle..

Dos (2) Dibujantes para el desarrollo de los Planos de la Ingeniería.

La etapa de construcción requiere

Un (1) Gerente de proyecto con conocimiento gerencia de proyectos asi como en el campo de la automatización y control.

Una (1) asistente administrativa encargada de la brindar soporte administrativo a los empleados del proyecto.

Un (1) ingeniero líder con Especialista en Instrumentación y control, encargado y responsable del desarrollo, montaje y puesta en funcionamiento del sistema de control.

Dos (2) Ingenieros Electrónicos con conocimientos en Instrumentación y/o en Automatización y Control y configuración. Los cuales se encargaran de la configuración y puesta en servicio del sistema de control.

Un Técnico Electricista, el cual realizara las facilidades eléctricas requeridas para la instrumentación, quien se apoyara con los ingenieros electrónicos para el tendido del cableado eléctrico y de instrumentación.

Un (1) Dibujante para la actualización de los Planos de la Ingeniería.

La etapa de puesta en marcha requiere

Un (1) Gerente de proyecto con conocimiento gerencia de proyectos asi como en el campo de la automatización y control.

Una (1) asistente administrativa encargada de la brindar soporte administrativo a los empleados del proyecto.

Un (1) ingeniero líder con Especialista en Instrumentación y control, encargado y responsable del desarrollo, montaje y puesta en funcionamiento del sistema de control.

Dos (2) Ingenieros Electrónicos con conocimientos en configuración. Los cuales se encargaran de la configuración y puesta en servicio del sistema de control.

Un (1) Dibujante para la actualización de los Planos de la Ingeniería.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

4.6.2 LEGAL.

Para la contratación con la EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ, se acudirá a la Resolución de la E.A.A.B. 315 de 2003 (Manual de Contratación de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá).

Las especificaciones bajo las cuales se ejecutarán las obras objeto de este contrato se citan en los lugares correspondientes. Donde se mencionen especificaciones o normas de diferentes entidades o instituciones se entiende que se aplicará la última versión o revisión de dichas normas.

En los casos particulares se deben seguir los procedimientos y especificaciones técnicas precisas indicadas en cada caso.

El RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) es de obligatorio cumplimiento.

En los casos no estipulados expresamente en estas especificaciones, se aplicarán como normativas las prescripciones de los códigos y recomendaciones de las siguientes entidades:

• Sist de Normalización Técnica del Acueducto de Bogotá	SISTEC.
• Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación	ICONTEC
• American Institute of Steel Construction	AISC
• American National Standards Institute	ANSI
• American Society for Testing and Materials	ASTM
• American Society of Mechanical Engineers	ASME
• Business and Institutional Furniture Manufacturer's Association	ANSI/BIFMA
• Código Eléctrico Colombiano	CEC
• Deutsche Institute für Normen	DIN
• Insulated Cable Engineers Association,	USA ICEA
• International Electrotechnical Commission	IEC
• Institute of Electrical and Electronics Engineers	IEEE
• Instrument Society of America	ISA
• National Electric Code	NEC
• National Electrical Manufacturers Association	NEMA

Si el Contratista desea utilizar normas diferentes a las mencionadas anteriormente, deberá enviar a la EAAB para aprobación, el texto en español o inglés de los artículos específicos de las normas que se propone aplicar. Si el uso de tales normas no es aprobado, el Contratista deberá cumplir con las normas especificadas o indicadas por la EAAB.

4.6.3 FINANCIERO.

De acuerdo a las políticas establecidas por la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, el proyecto **“DISEÑO, SUMINISTRO,**



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE CONTROL LOCAL Y SUPERVISIÓN SCADA DEL EMBALSE SAN RAFAEL PROPIEDAD DEL ACUEDUCTO DE BOGOTÁ. Tendrá un costo de Ochocientos Cincuenta y Seis mil dólares americanos (US 856000) pagaderos al contratista de la siguiente forma:

- Anticipo de 40%.
- 40% del valor de la orden de compra a la aprobación de las pruebas en fábrica (FAT).
- 20% del valor de la orden de compra a la terminación y recibo a satisfacción de la interventoría y del Acueducto de Bogotá.

La empresa cuenta con el capital suficiente para desarrollo de ingeniería, compra y montaje de equipos en tableros para realización de pruebas FAT. Con el capital de la empresa más el valor del anticipo del 40% se logra desarrollar y llegar a pruebas FAT sin ningún percance.

Para la terminación del proyecto será suficiente con las formas de pago que ofrece la Empresa de Acueducto de Bogotá.

4.6.4 INFRAESTRUCTURA.

Se cuenta con una sede en Bogotá, que es la base para el área de ingeniería, además de la parte administrativa y de recursos humanos de la empresa. Esta sede cuenta con una bodega para el almacenamiento de equipos la cual se utilizaría para el desarrollo de las pruebas FAT.



5 DISEÑO DE LA SOLUCION

5.1 DISEÑO BASICO SISTEMA DE CONTROL

La estación de bombeo San Rafael ubicada el municipio de la Calera Cundinamarca se compone del embalse San Rafael, múltiple de succión, cuatro (4) bombas principales centrifugas, múltiple de descarga y válvulas de descarga de fondo. Tiene como función bombear a la planta de tratamiento Wiesner encargada procesamiento del agua y distribución hacia la ciudad de Bogotá y municipios aledaños.



Figura 4. Mapa de Ubicación Estación San Rafael.

El sistema de control dispondrá de un (1) controlador dedicado sobre cada una de las unidades centrifugas, un (1) controlador dedicado para la subestación de la estación San Rafael y un (1) controlador para el automatismo de las válvulas de descarga de fondo.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

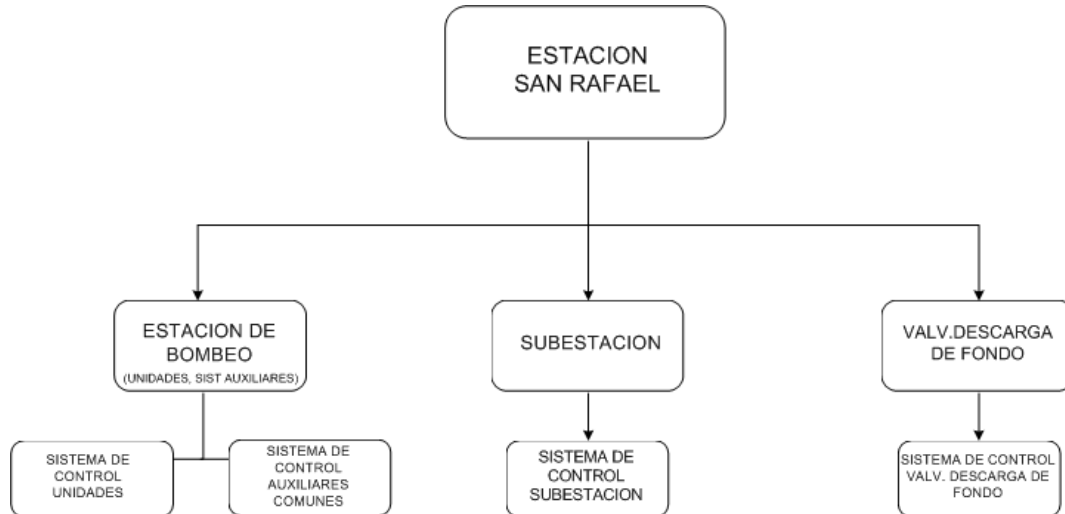
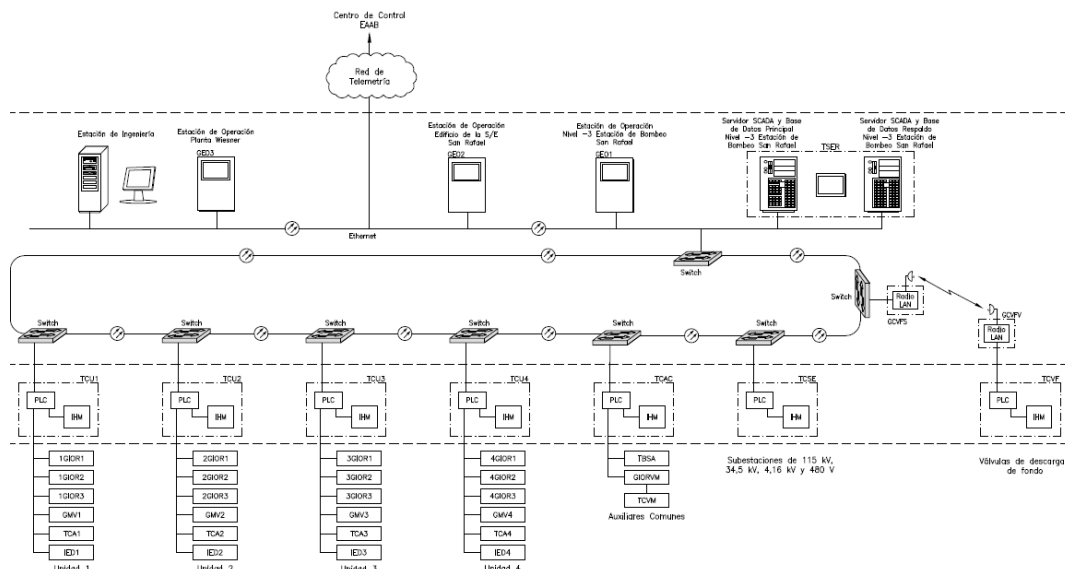


Figura 5. Diagrama de distribución Sistema de control San Rafael

Para las señales provenientes de las unidades, sistemas auxiliares, válvulas, señales eléctricas, se dispondrá de RIO's (remote Input/output) encargadas de reunir las señales de campo e interconectarlas a cada uno de los controladores según corresponda.

El sistema de control contará con una red Ethernet topología anillo encargada de interconectar los controladores con las estaciones de trabajo (Pantallas de operación). Este tipo de topología de red le brindará redundancia y alto nivel de disponibilidad al sistema.

El sistema contará con tres (3) estaciones de operaciones, una (1) estación de ingeniería (equipo dedicado para la configuración del sistema), servidor SCADA y de alarmas redundante.





ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

CONVENCIONES			
xGIOR1	Gabinete de entradas/salidas remotas 1 de la unidad x	GIORVM	Gabinete de entradas/salidas remotas de las válvulas mariposa de descarga
xGIOR2	Gabinete de entradas/salidas remotas 2 de la unidad x	GCVFV	Gabinete del sistema de comunicaciones con las válvulas de descarga de fondo en la cresta de la presa
xGIOR3	Gabinete de entradas/salidas remotas 3 de la unidad x	TCVF	Tablero de control para las válvulas de descarga de fondo
GMVx	Gabinete de monitoreo de vibraciones y temperatura de la unidad x	GCVFS	Gabinete del sistema de comunicaciones con las válvulas de descarga de fondo en San Rafael
TCVM	Tablero de control de las válvulas mariposa de descarga (existente)	IEDx	Dispositivo multifuncional de medida y protección en la celda de 4,16 kV de arranque de la unidad x
TCAC	Tablero de control para auxiliares comunes		
		TCUx	Tablero de control de la unidad x
		TBSA	Tablero de control de las bombas de sentina y achique (existente)
		TCAx	Tablero de control del sistema de arranque de la unidad x
		TCSE	Tablero de control para subestaciones de 115 kV, 4.16kV y 480 V
			Fibra óptica
			Enlace inalámbrico

Figura 6. Diagrama de bloques Arquitectura de Control preliminar. Estación San Rafael.

5.2 DESCRIPCION DEL PROCESO

La Estación de Bombeo de San Rafael está localizada próxima al embalse de San Rafael en el municipio de La Calera.

Su proceso está compuesto por las siguientes áreas: Embalse, múltiple de succión, unidades principales, múltiple de descarga.

El embalse tiene unas dimensiones de 59.6 m de altura y una longitud de 680.36 metros, con una capacidad de 71 millones de metros cúbicos. El embalse consta de un dique auxiliar localizado al norte del embalse y es una estructura con una altura de 15,5 m, longitud de 282 m y un volumen de relleno de 80 mil metros cúbicos y su función es la de cerrar una depresión topográfica en esa zona del embalse.

El área de bombeo se compone de cuatro (4) unidades principales centrifugas UNIDAD 1, UNIDAD 2, UNIDAD 3, UNIDAD 4 las cuales se encuentran conectadas en paralelo con motor eléctrico y variador encargadas de realizar el bombeo hacia planta Wiesner.

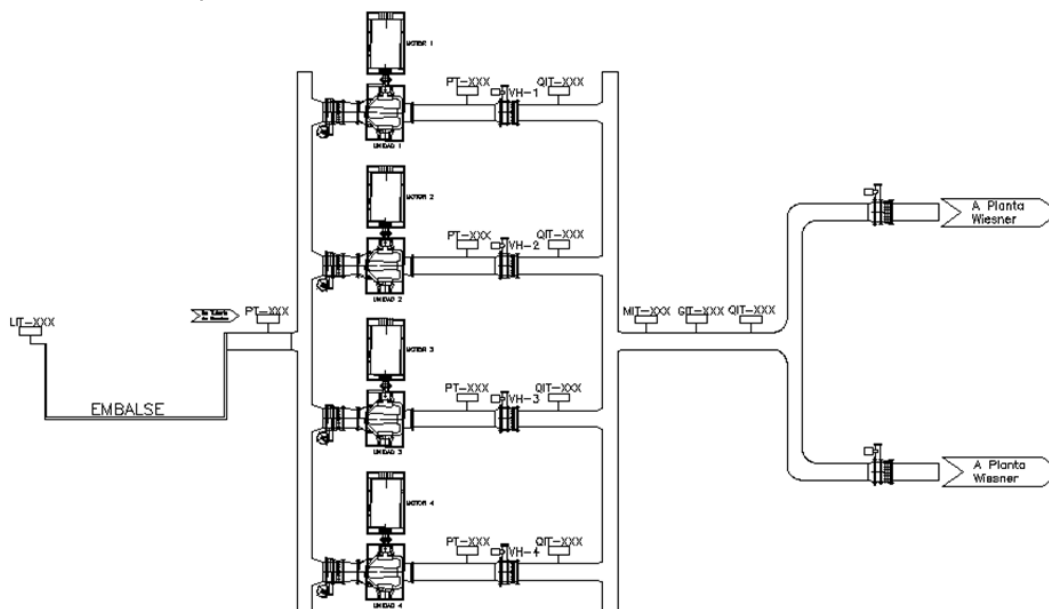


Figura 7. Diagrama de Flujo Proceso principal- Estacion San Rafael



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

El sistema de auxiliares de la estación bombeo de San Rafael consta del sistema desagüe con dos (2) bombas de sentina y una (1) de achique, y de las válvulas mariposa ubicadas a la descarga de las unidades principales.



5.3 INSTRUMENTACION DE PROCESO

A continuación se ilustran los planos de instrumentación de proceso.

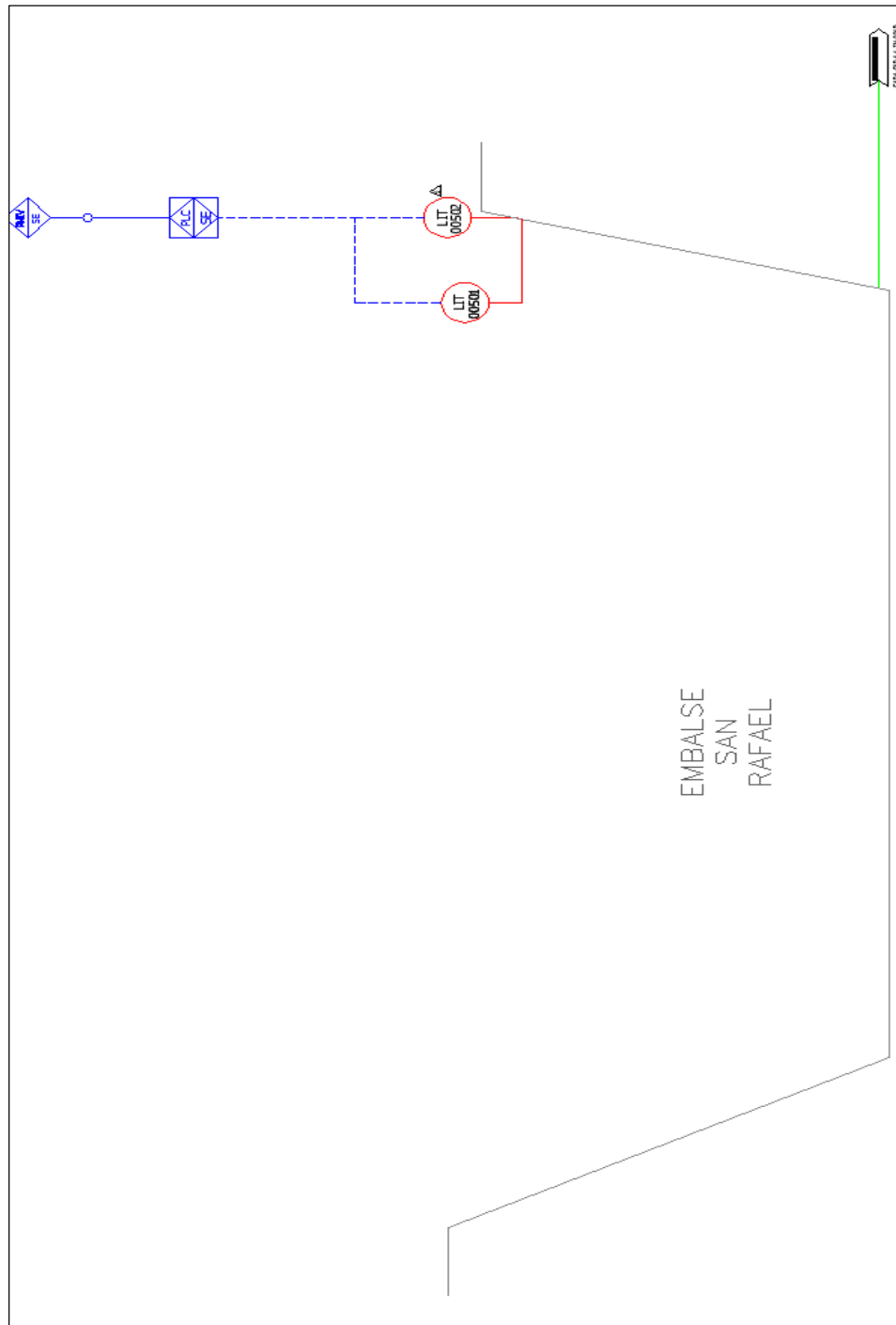


Figura 8. P&ID Embalse San Rafael.

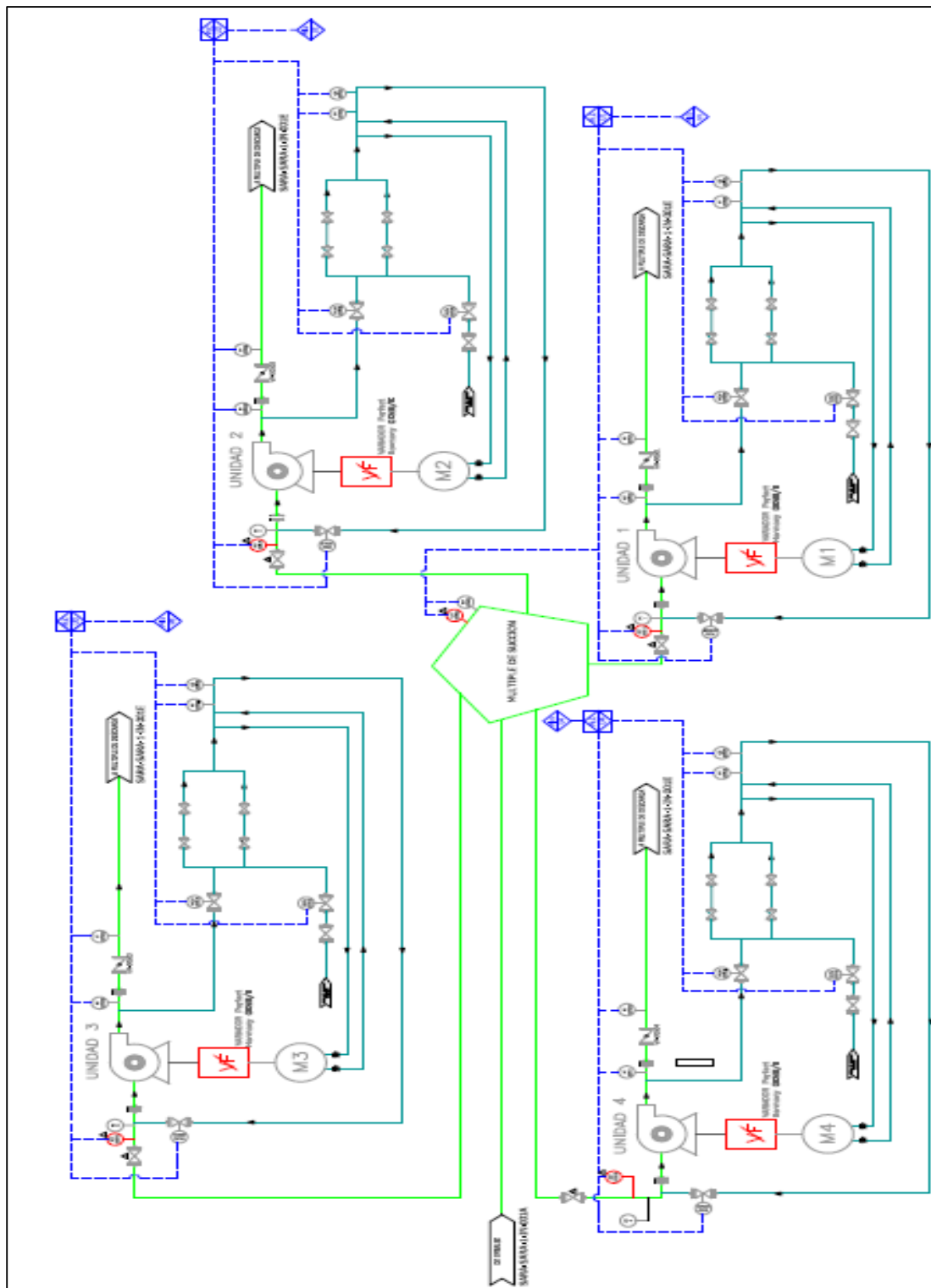


Figura 9. P&ID Múltiple de Succión Unidades principales



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

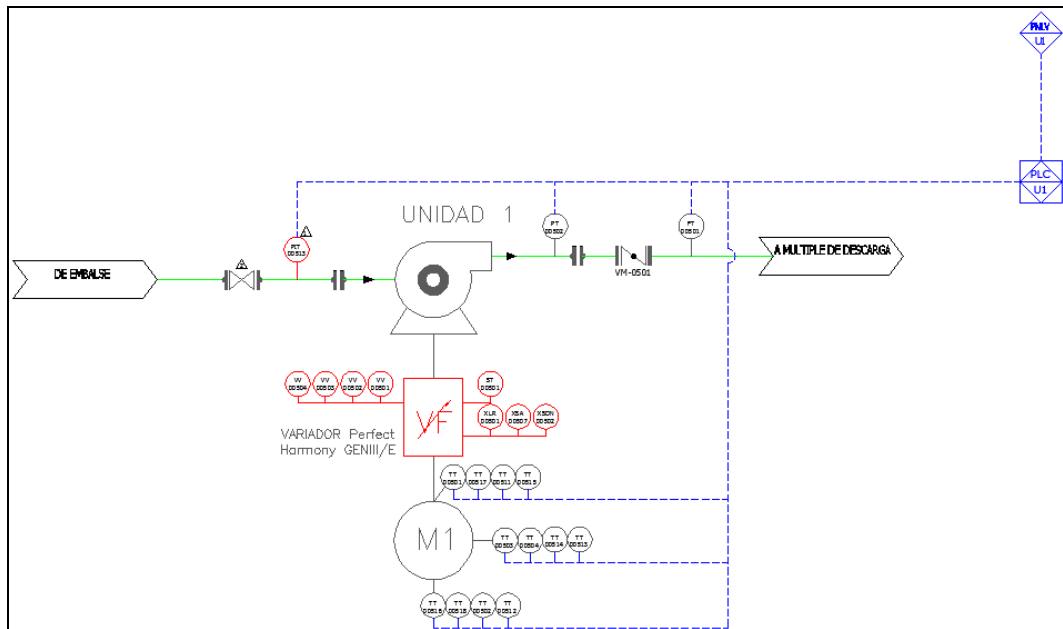


Figura 10. P&ID Detalle Unidad 1

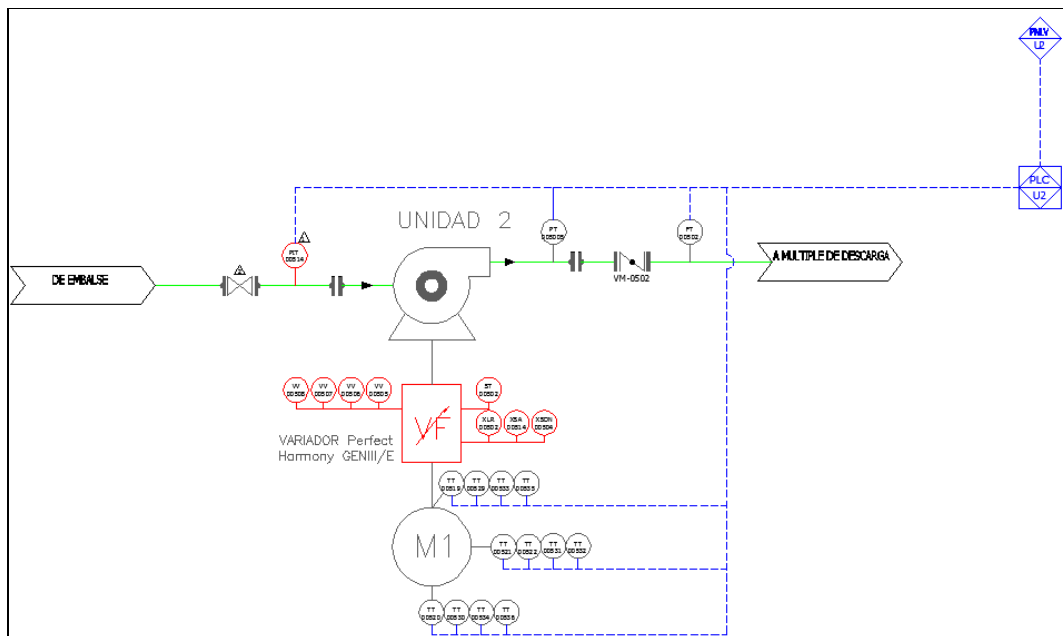
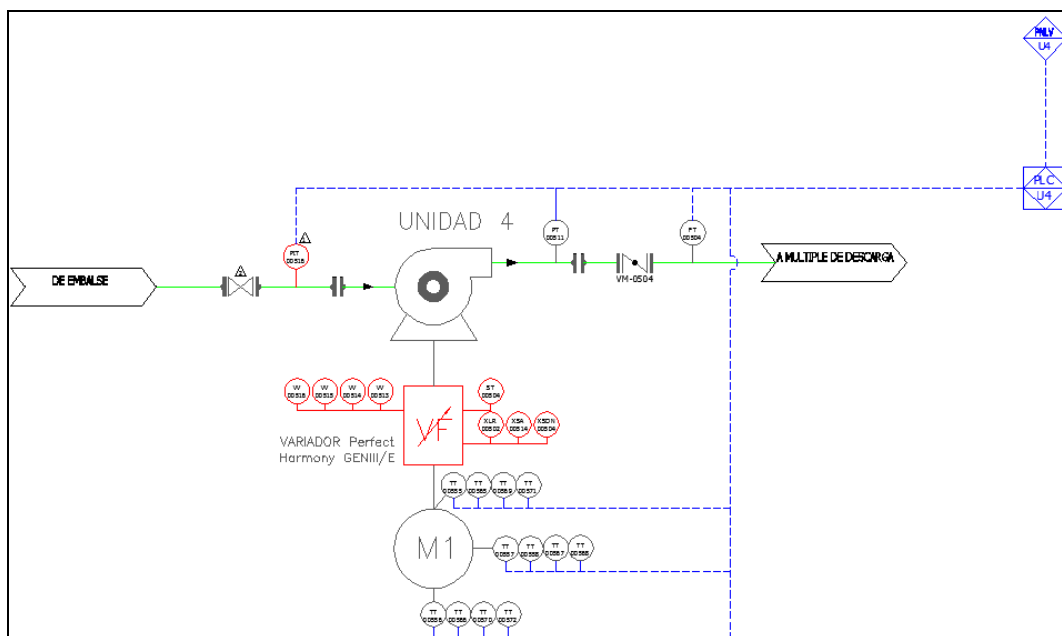
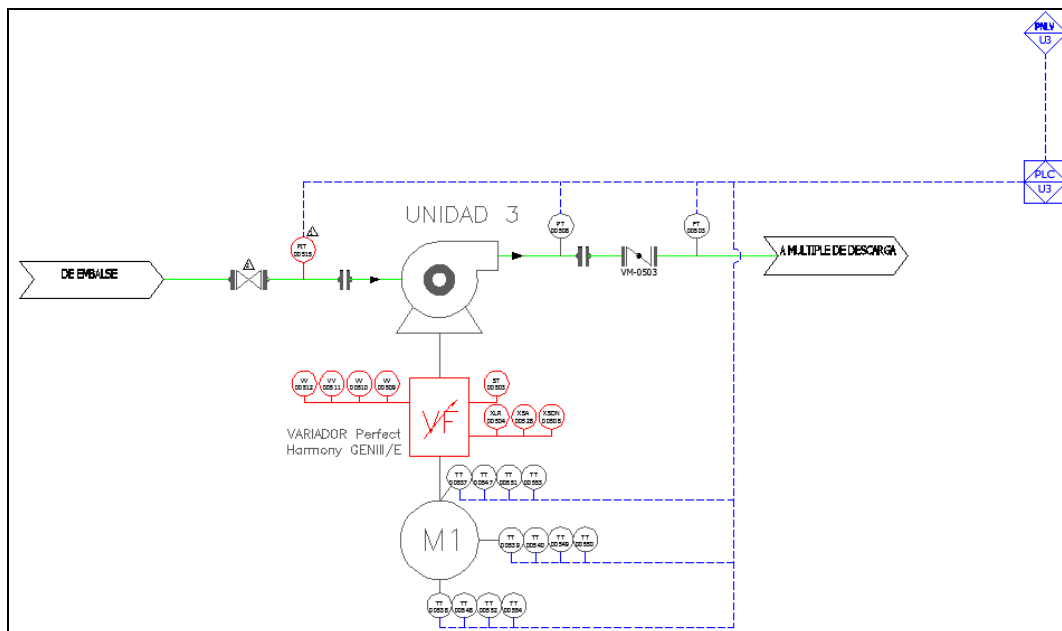


Figura 11. P&ID Detalle Unidad 2





ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

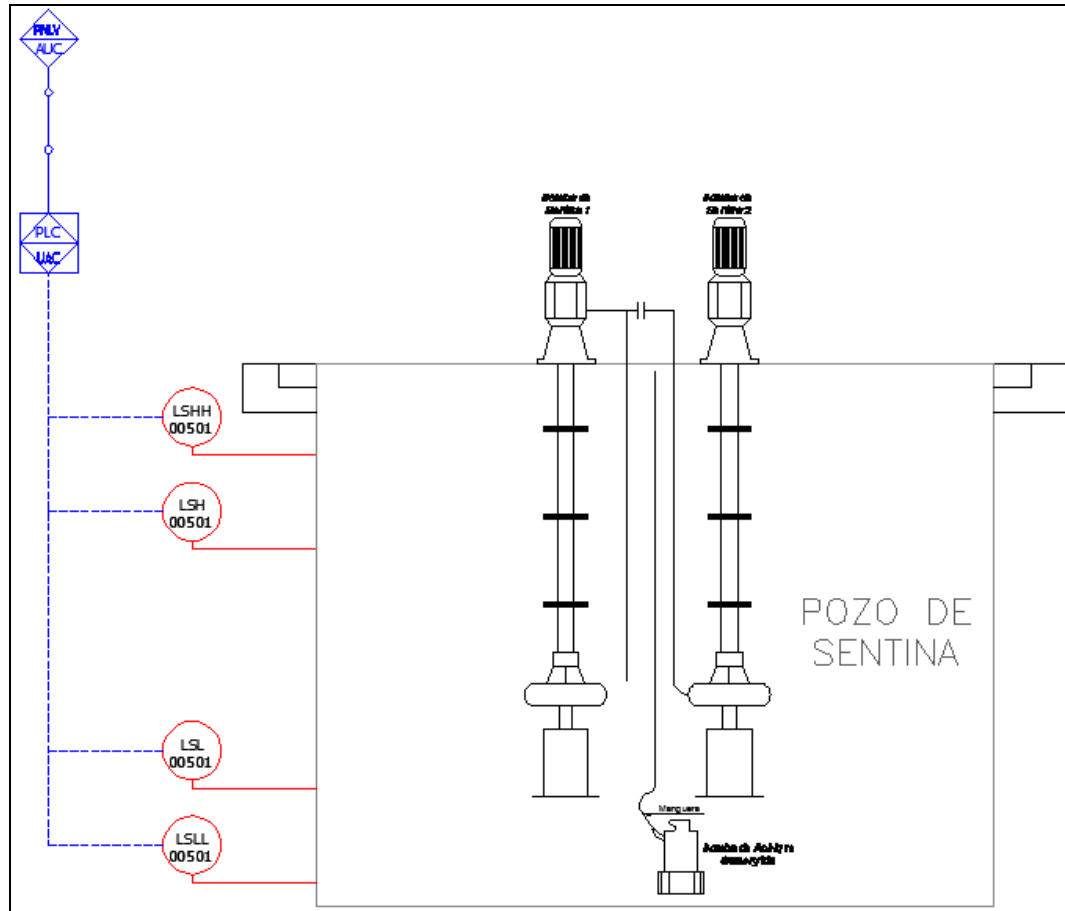


Figura 15. P& Sistemas Auxiliares

5.4 SISTEMA DE CONTROL DE CONTROL EXISTENTE

El sistema de control del embalse San Rafael tiene 5 niveles de control para el bombeo hacia la Planta Wiesner de los cuales en este momento el mas empleado es el nivel dos en cascada, se tiene un controlador para los sistemas auxiliares, controlador para las señales eléctricas y uno para las Válvulas de descarga de fondo.

Sistema de bombeo

Nivel 1 de control.

El nivel 1 de control es manual solo se usa para pruebas de arranque y parada del motor está ubicado en el nivel -5 del domo en los tableros TCL1 (motor unidad 1), TCL2 (motor unidad 2), TCL3 (motor unidad 3) y TCL4 (motor unidad 4)



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Nivel 2 de control.

El nivel 2 de control usa el sistema de control se divide en dos:

Control Reóstato

Utiliza un sistema de control ABB Procontic CS 31 que controla el arranque de motor por reóstato en su mayoría este es control manual donde el operador aumenta o disminuye la velocidad del motor a través de una botonero y se tiene un sistema de leds para visualizar las alarmas; se tiene un selector que puede enviar el control del motor al sistema de cascada.

Este controlador está ubicado en el nivel -3 en los gabinetes TCS1 (motor unidad 1), TCS2 (motor unidad 2), TCS3 (motor unidad 3) y TCS4 (motor unidad 4).

Control Cascada

Cuando el selector en el gabinete de control por Reóstato esta en modo cascada este le entrega el control al gabinete de control en modo cascada que utiliza un sistema de control ABB Procontic CS 31 el cual recibe el motor a una velocidad nominal después de haber sido arrancado en modo reóstato la llave seleccionadora hace el cambio de reóstato a cascada. El control es manual el operador aumenta o disminuye la velocidad del motor de forma manual este cambio de velocidad es más suave que en modo reóstato y se tiene más protecciones.

Este controlador está ubicado en el nivel -3 en los gabinetes CV1 (motor unidad 1), CV2 (motor unidad 2), CV3 (motor unidad 3) y CV4 (motor unidad 4).

Nivel 3 de control.

El nivel 3 de control utiliza un controlador PM632 de ABB en este nivel el control de caudal es automático el operador solo tiene que digitar el caudal que requiere y el controlador aumenta la velocidad de el motor para llegar a este valor.

Este controlador está ubicado en el nivel -3 en los gabinetes UP1 (motor unidad 1), UP2 (motor unidad 2), UP3 (motor unidad 3), UP4 (motor unidad 4).

Nivel 4 de control.

El nivel 4 de control utiliza HMI para el control de el caudal del embalsé, este tiene estaciones de operación en el nivel -3 en el cuarto de control del embalsé



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

y en el cuarto de control de la planta Wiesner en el momento no están funcionando.

Nivel 5 de control.

El nivel 5 de control estaba planeado a futuro y suponía que se le pudiera hacer controlar y supervisar el bombeo desde el centro de control del acueducto en modelia.

Sistema de auxiliares

Los sistemas auxiliares de válvulas mariposa y bombas sentinas actualmente son controlados manualmente y estas ubicados en el nivel -5 en los gabinetes TCVM y TBSA respectivamente.

Señales Eléctricas

Las señales eléctricas del embalsé san Rafael están concentradas en el gabinete UPC ubicado en el cuarto de control del embalsé, el controlador que se utiliza para estas señales es el PM510 de ABB.

Válvulas de descarga de fondo

El gabinete de control de las válvulas de fondo está ubicado en un túnel subterráneo donde están ubicadas las válvulas de descarga de fondo utiliza un controlador PM632 de ABB, el operario tiene una botonera en el frente del gabinete donde manipular las válvulas según las necesidades de la planta esta operación se podía hacer desde la estación de operaciones de la planta pero actualmente está fuera de servicio.

5.5 ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL PROPUESTA

La siguiente es la descripción general de la distribución de los controladores y el sistema de supervisión que se instalará para atender el proceso de bombeo del embalse San Rafael

En la Figura 16 se muestra la arquitectura de control propuesta para el embalse San Rafael.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

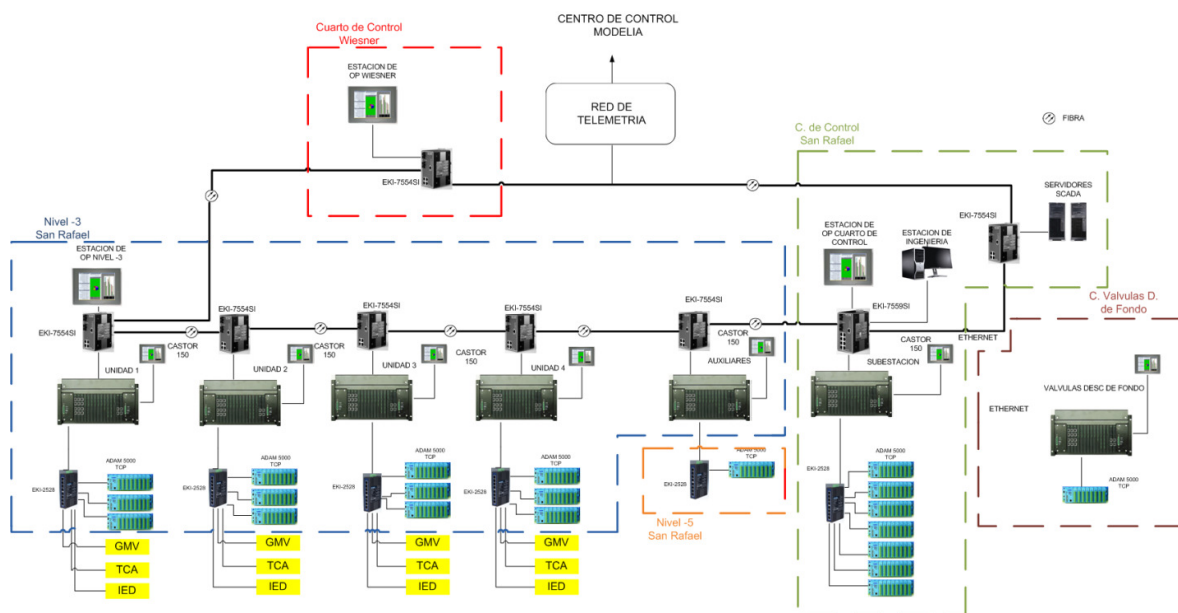


Figura 16. Arquitectura de Control Propuesta

En el embalse San Rafael, Se instalarán controladores redundantes RTP 3100

5.6 REDES DE DATOS

En esta nueva arquitectura de control se dispondrán de las siguientes redes:

Red de supervisión y control (Ethernet y fibra óptica), la cual está configurada en forma de anillo y sobre ella se encuentran los switches que enlazarán los PLCs de cada una de las unidades de bombeo así como de las sistemas auxiliares, Subestaciones y Válvulas de descarga de Fondo

Sobre esta red se conectarán equipos como lo son:

- Tres estaciones de operaciones (nivel -3 San Rafael, cuarto de control San Rafael y cuarto de control Planta Wiesner)

- Dos Servidores de almacenamiento en configuración redundante (Cuarto de control San Rafael).

- Una estación de ingeniería (Cuarto de control San Rafael).

Red de campo (Ethernet), esta red nos permitirá conectar los módulos I/O encargados de alojar la instrumentación proveniente de campo con cada uno de PLCs.

5.7 GABINETES

Todos los controladores que se implementaran serán RTP redundantes, los cuales se alojaran en gabinetes los cuales contarán con sistemas de iluminación, ventilación y protecciones respectivas.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Los módulos I/O que se instalarán serán ADAM 5000 I/O MODULE.

Durante los próximos capítulos se mostrara el detalle de cada uno de los controladores, RÍO's y equipos, necesarios para el sistema de control de bombeo del embalse San Rafael

5.7.1 TCU1

Se instalará un Controlador redundante RTP 3100. El controlador se instalará en el nivel -3 del embalse de San Rafael y tendrá comunicación con módulos I/O vía Modbus TCP.

El PLC-TCU1 tendrá el control de proceso de bombeo de la unidad 1.

La configuración del controlador se presenta a continuación (ver Tabla 1):

Tabla 1. Equipos de control PLC TCU1

MÓDULO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
RTP 3100	1	Controlador en configuración redundante
Modbus TCP communications card	1	Módulo de comunicación Modbus TCP
SD831	2	Módulo de alimentación 24VDC
SS-832	1	Unidad de votación

Se instalara un sistema distribuido DA&C basado en Ethernet (8 slot), donde irán ubicadas las I/O correspondientes a la unidad 1 de la siguiente forma.

GABINETE 1GIOR1 alojara las señales relacionadas al motor de la Unidad 1.

GABINETE 1GIOR2 alojara señales de las válvulas de descarga de la Unidad 1.

GABINETE 1GIOR3 alojara señales relacionadas al sistema de refrigeración Unidad.

Los DA&C de cada uno de estos gabinetes se comunicaran vía modbus TCP con el controlador de la unidad.

Las señales que provengan de campo pasaran por un protector de sobretensiones y luego a los terminales de los módulos ADAM.

5.7.2 GABINETE 1GIOR1

La conformación de la ADAM 1 es (ver Tabla 2):



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Tabla 2. Equipos del ADAM 1

ÍTEM	REFERENCIA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	ADAM 5000/TCP	1	DA&C basado en Ethernet (8 slot)
2	ADAM 5051S	3	Modulo Entradas digitales
3	ADAM 5017H	2	Modulo Entradas analogas
4	ADAM 5068	3	Modulo Salidas digitales

5.7.3 GABINETE 1GIOR2

La conformación del ADAM 2 es (ver Tabla 3):

Tabla 3. Equipos del ADAM 2

ÍTEM	REFERENCIA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	ADAM 5000/TCP	1	DA&C basado en Ethernet (8 slot)
2	ADAM 5013	8	Modulo Entradas AIR
3	ADAM 5080	1	Contador de pulsos

5.7.4 GABINETE 1GIOR3

La conformación del ADAM 3 es (ver Tabla 4 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):

Tabla 4. Equipos del ADAM 3

ÍTEM	REFERENCIA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	ADAM 5000/TCP	1	DA&C basado en Ethernet (8 slot)
2	ADAM 5080	1	Contador de pulsos

5.7.5 TCU2

Se instalará un Controlador redundante RTP 3100. El controlador se instalará en el nivel -3 del embalse de San Rafael y tendrá comunicación con módulos I/O vía Modbus TCP.

El PLC-TCU2 tendrá el control de proceso de bombeo de la unidad 2.

La configuración del controlador se presenta a continuación (ver Tabla 5):

Tabla 5. Equipos de control PLC TCU2

MÓDULO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
RTP 3100	1	Controlador en configuración redundante
Modbus TCP communications card	1	Módulo de comunicación Modbus TCP
SD831	2	Módulo de alimentación 24VDC
SS-832	1	Unidad de votación



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Se instalara un sistema distribuido DA&C basado en Ethernet (8 slot), donde irán ubicadas las I/O correspondientes a la unidad 2 de la siguiente forma.

GABINETE 2GIOR1 alojara las señales relacionadas al motor de la Unidad 2.

GABINETE 2GIOR2 alojara señales de las válvulas de descarga de la Unidad 2.

GABINETE 2GIOR3 alojara señales relacionadas al sistema de refrigeración Unidad.

Los DA&C de cada uno de estos gabinetes se comunicaran vía modbus TCP con el controlador de la unidad.

Las señales que provengan de campo pasaran por un protector de sobretensiones y luego a los terminales de los módulos ADAM.

5.7.6 GABINETE 2GIOR1

Tabla 6. Equipos del ADAM 1

ÍTEM	REFERENCIA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	ADAM 5000/TCP	1	DA&C basado en Ethernet (8 slot)
2	ADAM 5051S	3	Modulo Entradas digitales
3	ADAM 5017H	2	Modulo Entradas analogas
4	ADAM 5068	3	Modulo Salidas digitales

5.7.7 GABINETE 2GIOR2

La conformación del ADAM 2 es (ver Tabla 7):

Tabla 7.Equipos del ADAM 2

ÍTEM	REFERENCIA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	ADAM 5000/TCP	1	DA&C basado en Ethernet (8 slot)
2	ADAM 5013	8	Modulo Entradas AIR
3	ADAM 5080	1	Contador de pulsos

5.7.8 GABINETE 2GIOR3

La conformación del ADAM 3 es (ver Tabla 8):

Tabla 8. Equipos del ADAM 3

ÍTEM	REFERENCIA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	ADAM 5000/TCP	1	DA&C basado en Ethernet (8 slot)
2	ADAM 5080	1	Contador de pulsos



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.7.9 TCU3

Se instalará un Controlador redundante RTP 3100. El controlador se instalará en el nivel -3 del embalse de San Rafael y tendrá comunicación con módulos I/O vía Modbus TCP.

El PLC-TCU3 tendrá el control de proceso de bombeo de la unidad 3.

La configuración del controlador se presenta a continuación (ver Tabla 9):

Tabla 9. Equipos de control PLC TCU3

MÓDULO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
RTP 3100	1	Controlador en configuración redundante
Modbus TCP communications card	1	Módulo de comunicación Modbus TCP
SD831	2	Módulo de alimentación 24VDC
SS-832	1	Unidad de votación

Se instalará un sistema distribuido DA&C basado en Ethernet (8 slot), donde irán ubicadas las I/O correspondientes a la unidad 3 de la siguiente forma.

GABINETE 3GIOR1 alojara las señales relacionadas al motor de la Unidad 3.

GABINETE 3GIOR2 alojara señales de las válvulas de descarga de la Unidad 3.

GABINETE 3GIOR3 alojara señales relacionadas al sistema de refrigeración Unidad.

Los DA&C de cada uno de estos gabinetes se comunicaran vía modbus TCP con el controlador de la unidad.

Las señales que provengan de campo pasaran por un protector de sobretensiones y luego a los terminales de los módulos ADAM.

5.7.10 GABINETE 3GIOR1

La conformación del ADAM 1 es (ver Tabla 10):

Tabla 10. Equipos del ADAM 1

ÍTEM	REFERENCIA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	ADAM 5000/TCP	1	DA&C basado en Ethernet (8 slot)
2	ADAM 5051S	3	Modulo Entradas digitales
3	ADAM 5017H	2	Modulo Entradas analogas
4	ADAM 5068	3	Modulo Salidas digitales



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.7.11 GABINETE 3GIOR2

La conformación del ADAM 2 es (ver Tabla 11):

Tabla 11. Equipos del ADAM 2

ÍTEM	REFERENCIA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	ADAM 5000/TCP	1	DA&C basado en Ethernet (8 slot)
2	ADAM 5013	8	Modulo Entradas AIR
3	ADAM 5080	1	Contador de pulsos

5.7.12 GABINETE 3GIOR3

La conformación del ADAM 3 es (ver Tabla 12):

Tabla 12. Equipos del ADAM 3

ÍTEM	REFERENCIA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	ADAM 5000/TCP	1	DA&C basado en Ethernet (8 slot)
2	ADAM 5080	1	Contador de pulsos

5.7.13 TCU4

Se instalará un Controlador redundante RTP 3100. El controlador se instalará en el nivel -3 del embalse de San Rafael y tendrá comunicación con módulos I/O vía Modbus TCP.

El PLC-TCU4 tendrá el control de proceso de bombeo de la unidad 4.

La configuración del controlador se presenta a continuación (ver Tabla 13):

Tabla 13. Equipos de control PLC TCU4

MÓDULO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
RTP 3100	1	Controlador en configuración redundante
Modbus TCP communications card	1	Módulo de comunicación Modbus TCP
SD831	2	Módulo de alimentación 24VDC
SS-832	1	Unidad de votación

Se instalara un sistema distribuido DA&C basado en Ethernet (8 slot), donde irán ubicadas las I/O correspondientes a la unidad 4 de la siguiente forma.

GABINETE 4GIOR1 alojara las señales relacionadas al motor de la Unidad 4.

GABINETE 4GIOR2 alojara señales de las válvulas de descarga de la Unidad 4.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

GABINETE 4GIOR3 alojara señales relacionadas al sistema de refrigeración Unidad.

Los DA&C de cada uno de estos gabinetes se comunicaran vía modbus TCP con el controlador de la unidad.

Las señales que provengan de campo pasaran por un protector de sobretensiones y luego a los terminales de los módulos ADAM.

5.7.14 GABINETE 4GIOR1

La conformación del ADAM 1 es (ver Tabla 14):

Tabla 14. Equipos del ADAM 1

Ítem	Referencia	cantidad	Descripción
1	ADAM 5000/TCP	1	DA&C basado en Ethernet (8 slot)
2	ADAM 5051S	3	Modulo Entradas digitales
3	ADAM 5017H	2	Modulo Entradas analogas
4	ADAM 5068	3	Modulo Salidas digitales

5.7.15 GABINETE 4GIOR2

La conformación del ADAM 2 es (ver Tabla 15):

Tabla 15. Equipos del ADAM 2

Ítem	Referencia	cantidad	Descripción
1	ADAM 5000/TCP	1	DA&C basado en Ethernet (8 slot)
2	ADAM 5013	8	Modulo Entradas AIR
3	ADAM 5080	1	Contador de pulsos

5.7.16 GABINETE 4GIOR3

La conformación del ADAM 3 es (ver Tabla 16):

Tabla 16. Equipos del ADAM 3

Ítem	Referencia	cantidad	Descripción
1	ADAM 5000/TCP	1	DA&C basado en Ethernet (8 slot)
2	ADAM 5080	1	Contador de pulsos

5.7.17 IED

Cada una de las unidades se conectara, a un sistema propio de protecciones Multilink (Multilink-469). De estos Multilink, se tomaran señales de cada una de las unidades para el sistema de control como lo son: temperaturas, corrientes, voltajes, factores de potencia, etc. La implementación de este sistema en el sistema de control, le permitirá al operador tener el conocimiento de dichas variables en las pantallas de operación.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

La comunicación de este sistema con el sistema de control de realizada por protocolo RS-485, el cual pasara por un conversor de RS-485 a Modbus TCP.

5.7.18 TCAC

Se instalará un Controlador redundante RTP 3100. El controlador se instalará en el nivel -3 del embalse de San Rafael y tendrá comunicación con módulos I/O en campo vía Modbus TCP.

El PLC-TCAC tendrá el control de los auxiliares del proceso de bombeo.

La configuración del controlador se presenta a continuación (ver Tabla 17):

Tabla 17. Equipos de control PLC TCAC

MÓDULO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
RTP 3100	1	Controlador en configuración redundante
Modbus TCP communications card	1	Módulo de comunicación Modbus TCP
SD831	2	Módulo de alimentación 24VDC
SS-832	1	Unidad de votación

5.7.19 GIORVM

Se instalara un sistema distribuido DA&C basado en Ethernet (8 slot), donde irán ubicadas las I/O de la unidad 3

El DA&C se comunicara vía modbus TCP con el controlador de la unidad ubicado en el el gabinete TCAC

Las señales que provengan de campo pasaran por un protector de sobretensiones y luego a los terminales de los módulos ADAM.

La conformación del GIORVM es (ver Tabla 18):

Tabla 18. Equipos del 3GIOR3

Ítem	Referencia	cantidad	Descripción
1	ADAM 5000/TCP	1	DA&C basado en Ethernet (8 slot)
2	ADAM 5051S	3	Modulo Entradas digitales
3	ADAM 5017H	1	Modulo Entradas analogas
4	ADAM 5068	1	Modulo Salidas digitales



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.7.20 TCSE

Se instalará un Controlador redundante RTP 3100. El controlador se instalará en el cuarto de control del embalse de San Rafael y tendrá comunicación con módulos I/O vía Modbus TCP.

El PLC-TCSE tendrá el control de los auxiliares del proceso de bombeo.

Las señales que provengan de campo pasaran por un protector de sobretensiones y luego a los terminales de los módulos ADAM.

La configuración del controlador se presenta a continuación (ver Tabla 19):

Tabla 19. Equipos de control PLC TCSE

MÓDULO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
RTP 3100	1	Controlador en configuración redundante
Modbus TCP communications card	1	Módulo de comunicación Modbus TCP
ADAM 5000/TCP(8 SLOT)	7	Distributed DA&C System Based on Ethernet
ADAM-5051S	32	Modulo de entradas digitales 16 canales
ADAM-5068	15	Modulo de salidas digitales 8 canales
ADAM-5017H	1	Modulo de entradas análogas 8 canales
SD831	2	Módulo de alimentación 24VDC
SS-832	1	Unidad de votación

5.7.21 TCVF

Se instalará un Controlador redundante RTP 3100. El controlador se instalará en el cuarto de control del embalse de San Rafael y tendrá comunicación con módulos I/O vía Modbus TCP.

El PLC-TCSE tendrá el control de los auxiliares del proceso de bombeo.

La configuración del controlador se presenta a continuación (ver Tabla 20):

Tabla 20. Equipos de control PLC TCVF

MÓDULO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
RTP 3100	1	Controlador en configuración redundante
Modbus TCP communications	1	Módulo de comunicación Modbus TCP



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

card		
ADAM 5000/TCP(8 SLOT)	1	Distributed DA&C System Based on Ethernet
ADAM-5051S	2	Modulo de entradas digitales 16 canales
ADAM-5068	1	Modulo de salidas digitales 8 canales
ADAM-5017H	1	Modulo de entradas análogas 8 canales
SD831	2	Módulo de alimentación 24VDC
SS-832	1	Unidad de votación

Las señales que provengan de campo pasaran por un protector de sobretensiones y luego a los terminales de los módulos ADAM.

5.7.22 GEO1

Se instalara un computador industrial TCP-1780H de Advantech con pantalla Touchscreen para la operación desde el cuarto control del Embalse San Rafael

5.7.23 GEO2

Se instalara un computador industrial TCP-1780H de Advantech con pantalla Touchscreen para la operación desde el nivel -3 de el Embalse San Rafael

5.7.24 GEO3

Se instalara un computador industrial TCP-1780H de Advantech con pantalla Touchscreen para la operación desde el cuarto de control de Planta Wiesner.

5.7.25 GABINETES PARA SERVIDORES TIPO RACK

En esta estación se instalara un RACK de Servidores, para alojar los servidores de históricos.

Tabla 21. Rack de servidores

GABINETE N°	SERVICIO	CANTIDAD	UBICACIÓN
TSER	Alojamiento de Servidores	1	CUARTO DE CONTROL



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8 PLANO DE DISTRIBUCION DE EQUIPOS

5.8.1 GABINETE TCAC

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	SWITCH INDUSTRIAL ADVANTECH 4 PUERTOS RAS Y FIBRA	EXI-7564 SI	1
3	CHASIS CONTROLADOR RTP	-	1
4	FUENTE REDUNDANTE CONTROLADOR RTP	-	1
5	MODULO PROCESADOR RTP 3100	-	2
6	MODULO DE COMUNICACION MODBUS TCP	-	1
7	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK-5-HESI	24
8	FUSIBLE 5X20 DE 15 AMPEROS	POR TALLER	12
9	FUSIBLE 5X20 DE 2 AMPEROS	POR TALLER	12
10	CANALERA 80X80	POR TALLER	-
11	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	2
12	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
13	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	USUNG 6 N	2
14	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N	2
15	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N BU	2
16	BREWER ABB 6A	S201-C 6	12
17	BREWER ABB 20A	S252-C 20	2
18	TOMA	POR TALLER	1
19	CALENTADOR DE AMBIENTE	POR TALLER	1
20	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
21	TERMOSTATO	POR TALLER	1
22	PATCH PANEL UTP 16 PUERTOS MARCA QUEST	NPP-1016	1
23	VENTILADOR	POR TALLER	1
24	MONITOR DE 15" TFT FANLESS PANEL	PPC-L15TT	1

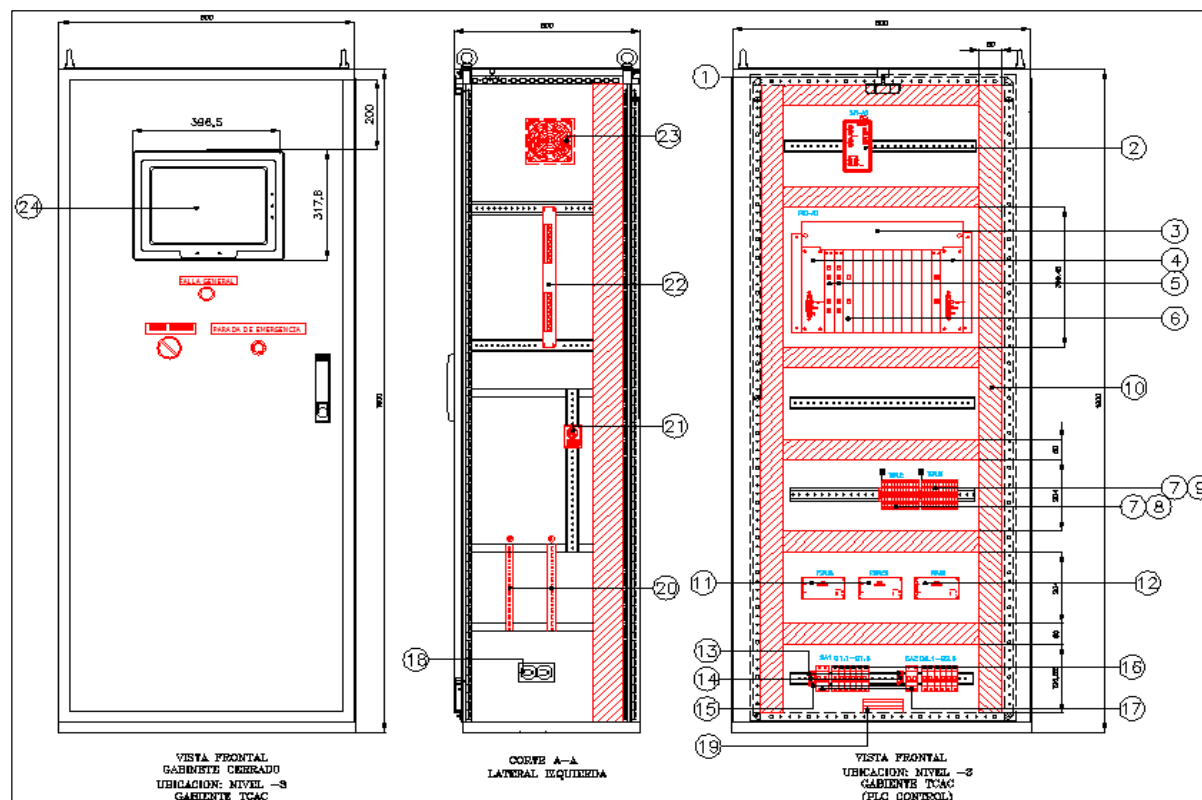


Figura 17. Plano de distribución de equipos – Gabinete TCAC



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.2 GABINETE I/O AUXILIARES

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORUGA	POR TALLER	1
2	SWITCH 8 PUERTOS ETHERNET 2 DE PO	EN-75593	1
3	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK-5-HES	88
4	FUSIBLE 5X20 DE 50mA	POR TALLER	64
5	MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN BASADO EN ETHERNET	ADAM-5000/7EP	1
6	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANALOGA	ADAM-5017H	1
7	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITAL	ADAM-5091S	3
8	MÓDULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-5098	2
9	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYO	1
10	FUSIBLE 5X20 DE 2 AMPERIOS	POR TALLER	24
11	BORNERS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N	2
12	BORNERS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N BU	2
13	BORNERS SENCILLA PHOENIX CONTACT	USUKG 6 N	2
14	BREAKER ABB 20A	S 201 UC-K 20	2
15	BREAKER ABB 6A	S 201 UC-K 6	8
16	TOMA	POR TALLER	-
17	CALENTADOR DE AMBIENTE	POR TALLER	1
18	CAJALERA (M) 80 (H) 80	POR TALLER	-
19	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
20	TERMOSTATO	POR TALLER	1
21	PATCH PANEL UTP 19" 16 PUERTOS MARCA QUEST	NPP-1016	1
22	VENTILADOR	POR TALLER	1
23	SEGMENT PROTECTOR	PT 202-240C-ST	4
24	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UK 6J-HES	8
25	FUSIBLE 6.3X32 50mA	POR TALLER	8
26	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-DD	8
27	SEGMENT PROTECTOR	PT 202-240C-ST	12

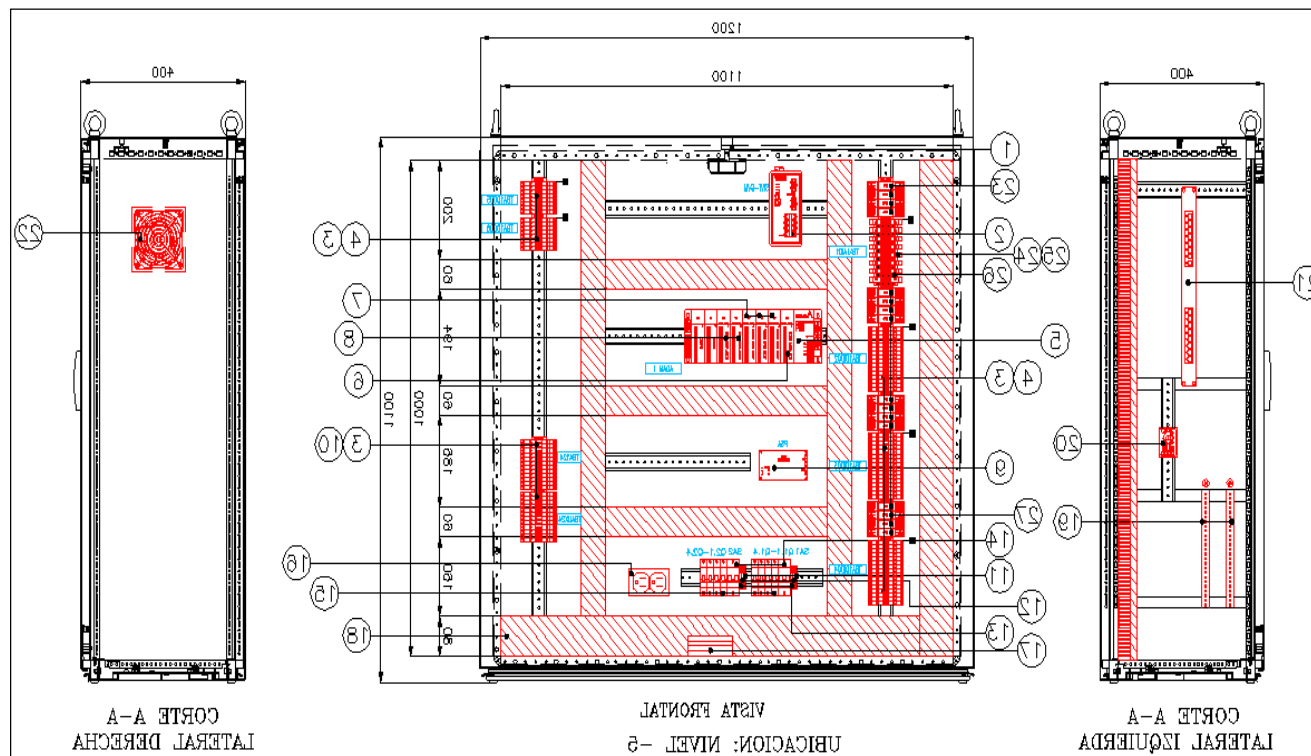


Figura 18.Plano de distribución de equipos – Gabinete I/O Auxiliares Comunes



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.3 GABINETE TCSE

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	CHASIS CONTROLADOR RTP	-	1
3	CHASIS PROCESADOR RTP	-	1
4	FUENTE REDUNDANTE CONTROLADOR RTP	-	1
5	MODO PROCESADOR RTP 3100	-	2
6	MODULO DE COMUNICACION MODBUS TCP	-	1
7	MÓDULO DE DISTRIBUCION BASADO EN ETHERNET	ADAM-5009/10P	7
8	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITAL	ADAM-5051S	32
9	MÓDULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-506B	15
10	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK 5-HESI	108
11	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	98
12	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N	2
13	CANALETIA (W) 100 (H) 80	POR TALLER	-
14	BREAKER ABB 20A	S 2B1 UC-K 20	2
15	TOMA	POR TALLER	1
16	BREAKER ABB 6A	S 2B1 UC-K 6	16
17	CALENTADOR DE AMBIENTE	POR TALLER	1
18	SWITCH INDUSTRIAL ADVANTECH 8 PUERTOS RJ45 2 FIBRA	EKI-7559 SI	1
19	SWITCH 8 PUERTOS ETHERNET	EKI-252B	1
20	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANALOGA	ADAM-5017H	7
21	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	2
22	CANALETIA (W) 60 (H) 60	POR TALLER	-
23	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N BU	2
24	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	USLKG 6 N	2
25	VENTILADOR	POR TALLER	1
26	TERMOSTATO	POR TALLER	1
27	BARRA DE COBRE	POR TALLER	3
28	GABINETE (2200X1700X500)	POR TALLER	1
29	PATCH PANEL UTP 19" 16 PUERTOS MARCA QUEST	NPP-1016	1
30	CANALETIA (W) 60 (H) 80	POR TALLER	-
31	FUSIBLE 5X20 15A	POR TALLER	12
32	SEGMENT PROTECTOR	PT 401-240C-SI	28
33	SEGMENT PROTECTOR	PT 325-140C-SI	128

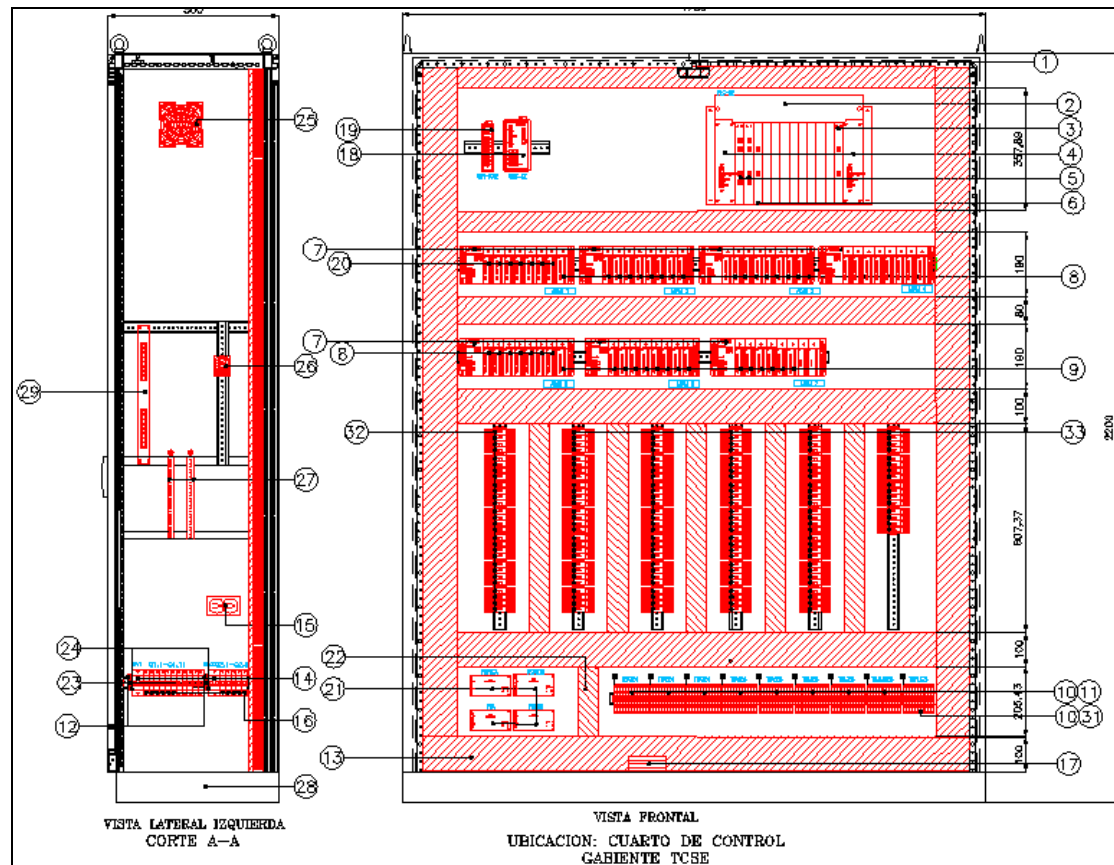


Figura 19.Plano de distribución de equipos – Gabinete TCSE



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.4 GABINETE BORNAS SUBESTACION

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK-5-HESI	696
2	FUSIBLE 5X20 DE 0.5 AMPERIOS	POR TALLER	696
3	CANAleta (W) 40 (H) 80	POR TALLER	—
4	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1

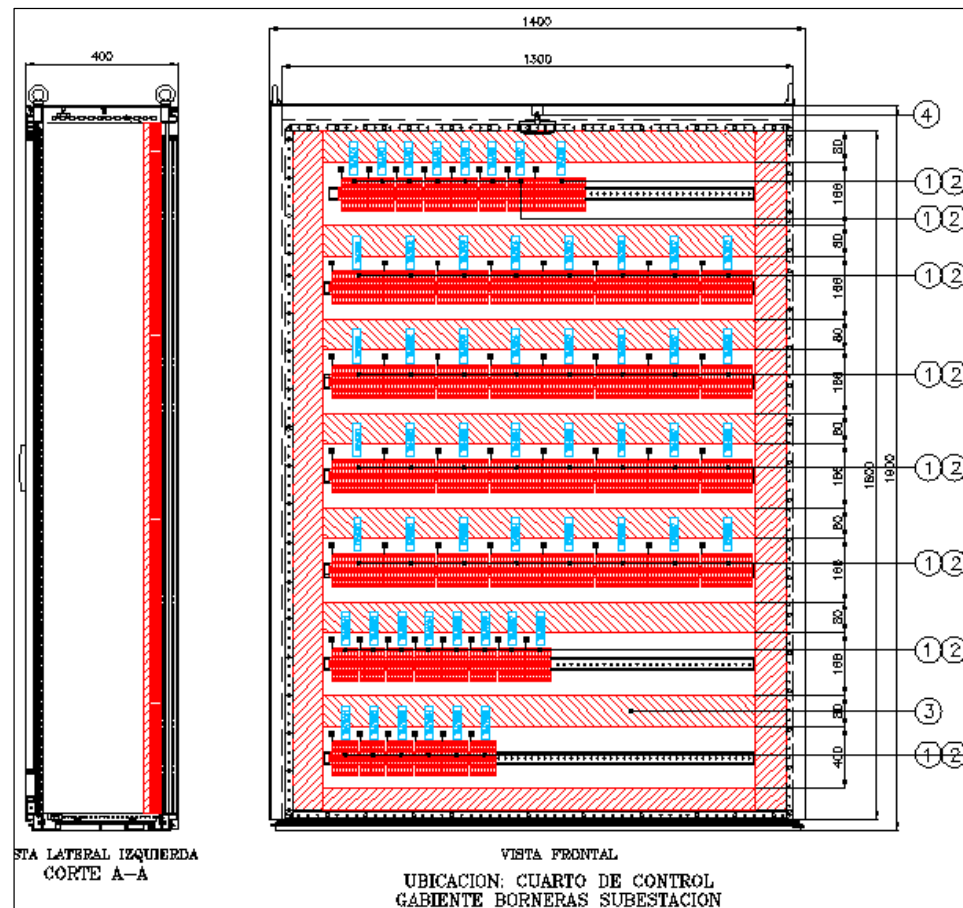


Figura 20. Plano de distribución de equipos – Gabinete Bornas Subestacion



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.5 GABINETE TCU1

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	SWITCH INDUSTRIAL ADVANTECH 8 PUERTOS RJ45 Y FIBRA	EKI-7559 SI	1
3	CHASIS CONTROLADOR RTP	-	1
4	FUENTE REDUNDANTE CONTROLADOR RTP	-	1
5	NODO PROCESADOR RTP 3100	-	2
6	MODULO DE COMUNICACION MODBUS TCP	-	1
7	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK-5-HESI	24
8	FUSIBLE 5X20 DE 15 AMPERIOS	POR TALLER	12
9	FUSIBLE 5X20 DE 2 AMPERIOS	POR TALLER	12
10	CAVALETA 60/60	POR TALLER	-
11	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	2
12	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
13	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	USLKG 6 N	2
14	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N	2
15	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N BU	2
16	BREAKER ABB 6A	S201-C 6	12
17	BREAKER ABB 20A	S252-C 20	2
18	TOMA	POR TALLER	1
19	CALENTADOR DE AMBIENTE	POR TALLER	1
20	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
21	TERMOSTATO	POR TALLER	1
22	PATCH PANEL UTP 19" 16 PUERTOS MARCA QUEST	NPP-1016	1
23	VENTILADOR	POR TALLER	1
24	MONITOR DE 15" TFT FAULLESS PANEL	PPC-L157T	1
25	CONVERSOR RS-485 A MODBUS TCP	ADAM-4572	1
26	CONVERSOR ETHERNET A FIBRA	EKI-2541S	1

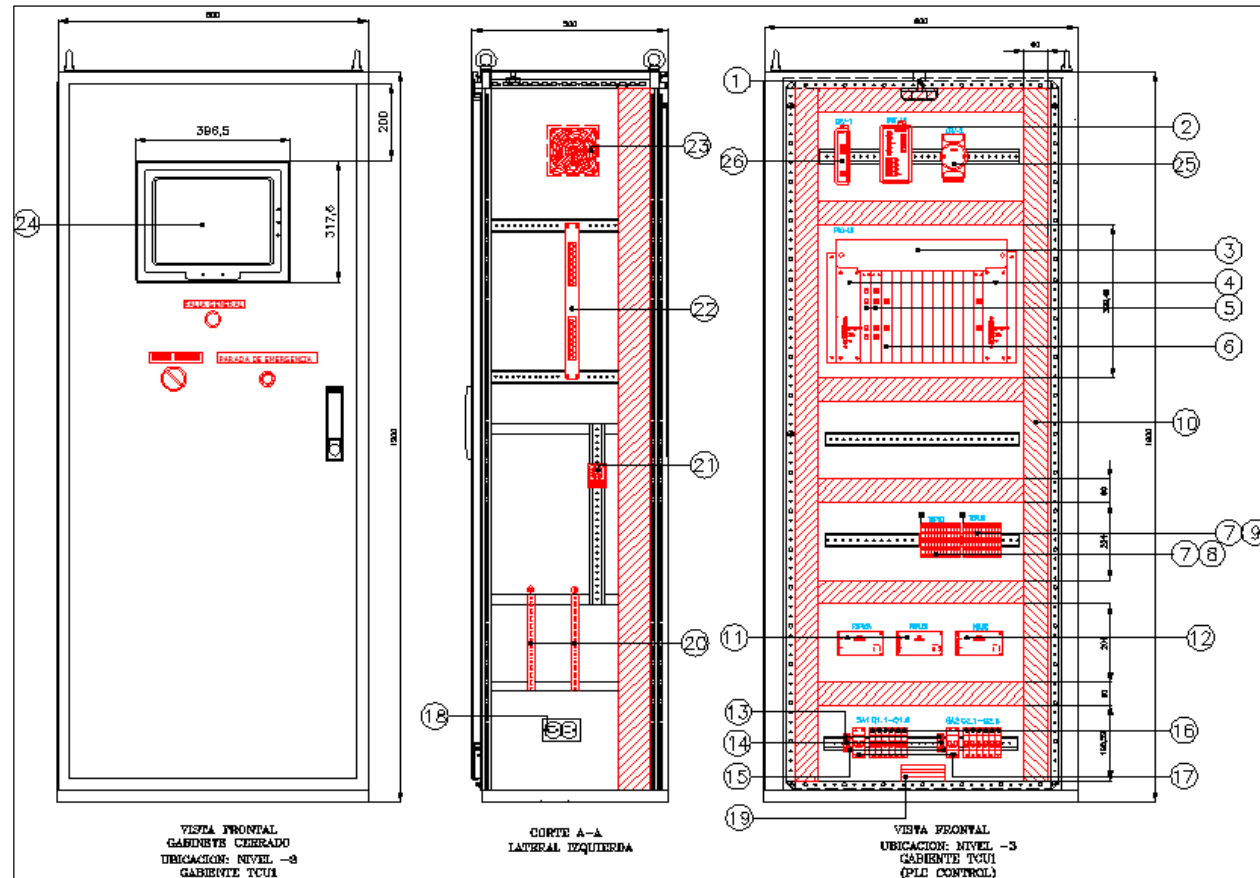


Figura 21. Plano de distribución de equipos – Gabinete TCU1



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.6 GABINETE 1GIOR1

ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	SWITCH 8 PUERTOS ETHERNET 2 DE FD	EKI-7589S	1
3	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANALÓGAS	ADAM-5017H	1
4	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITALES	ADAM-5051S	2
5	MÓDULO DE 3 ENTRADAS RTD	ADAM-5013	4
6	MÓDULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-5068	1
7	MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN BASADO EN ETHERNET	ADAM-5000/TCP	2
8	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-HESI	72
9	FUSIBLE 5X20 50mA	POR TALLER	48
10	BORNERAS 3P DIN 1,5 RTD	DIND 1.5	12
11	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
12	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	USLKG 6 N	2
13	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N BU	2
14	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N	2
15	BREAKER (ABB) 20A	S 282 UC-K 20	2
16	BREAKER (ABB) 6A	S 281 UC-K 6	9
17	TOMA	POR TALLER	1
18	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
19	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	24
20	CANAleta (M) 80 (H) 60	POR TALLER	—
21	MÓDULO DE 4 ENTRADAS DE PULSOS	ADAM-5080	1
22	SEGMENT PROTECTOR	PT 4X1-24DC-ST	8
23	SEGMENT PROTECTOR	PT 2X2-24DC-ST	4
24	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UK 6,3-HESI	8
25	FUSIBLE 6,3X32 50mA	POR TALLER	8
26	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-DIO	8

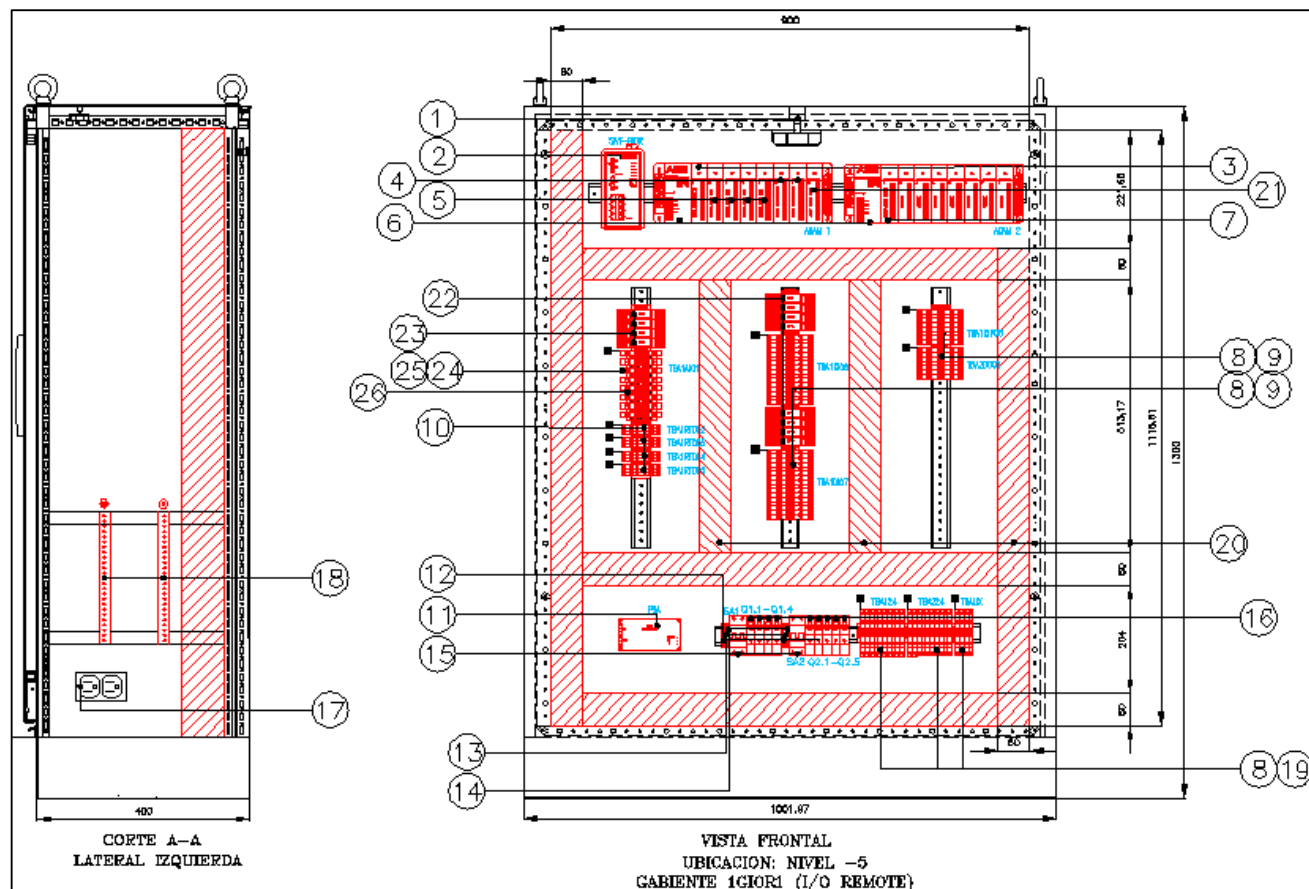


Figura 22. Plano de distribución de equipos – Gabinete 1GIOR1



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.7 GABINETE 1GIOR2

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANALOGAS	ADAM-5017H	1
3	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITALES	ADAM-5051S	1
4	MÓDULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-5058B	1
5	MÓDULO DE DISTRIBUCION BASADO EN ETHERNET	ADAM-5000/TCP	1
6	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK 5-HESI	36
7	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	USLKG 6 N	2
8	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N BU	2
9	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N	2
10	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
11	BREAKER (ABB) 20A	S 282 UC-K 2D	2
12	BREAKER (ABB) 6A	S 281 UC-K 6	9
13	CANALETA (W) 60 (H) 60	POR TALLER	—
14	TOMA	POR TALLER	1
15	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	12
16	FUSIBLE 5X20 50mA	POR TALLER	24
17	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
18	SEGMENT PROTECTOR	PT 2X2-24DC-ST	4
19	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UK 6,3-HESI	8
20	FUSIBLE 6,3X32 50mA	POR TALLER	8
21	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-DIO	8
22	SEGMENT PROTECTOR	PT 4X1-24DC-ST	4

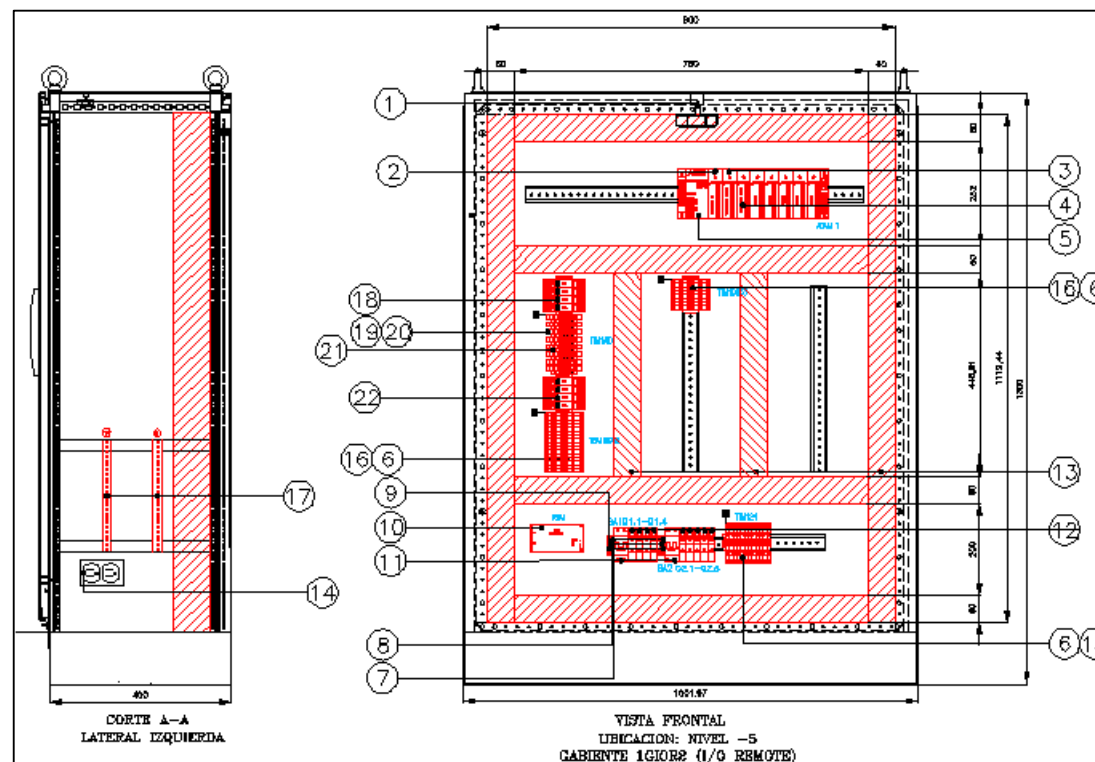


Figura 23. Plano de distribución de equipos – Gabinete 1GIOR2



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.8 GABINETE 1GIOR3

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITALES	ADAM-5051S	2
3	MÓDULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-506B	1
4	MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN BASADO EN ETHERNET	ADAM-5009/7GP	1
5	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANALÓGICAS	ADAM-5017H	1
6	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK 5-HESI	52
7	FUSIBLE 5X20 0.5mA	POR TALLER	40
8	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	USLKG 6 N	2
9	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N BU	2
10	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N	2
11	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
12	BREAKER (ABB) ZDA	S 282 UC-K 20	2
13	BREAKER (ABB) 6A	S 281 UC-K 6	9
14	TOMA	POR TALLER	1
15	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	12
16	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
17	CAVALETA (W) 80 (H) 60	POR TALLER	—
18	SEGMENT PROTECTOR	PT 4X1-24DC-ST	8
19	SEGMENT PROTECTOR	PT 2X2-24DC-ST	4
20	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UK 6,3-HESI	8
21	FUSIBLE 6,3X32 50mA	POR TALLER	8
22	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-DIO	8

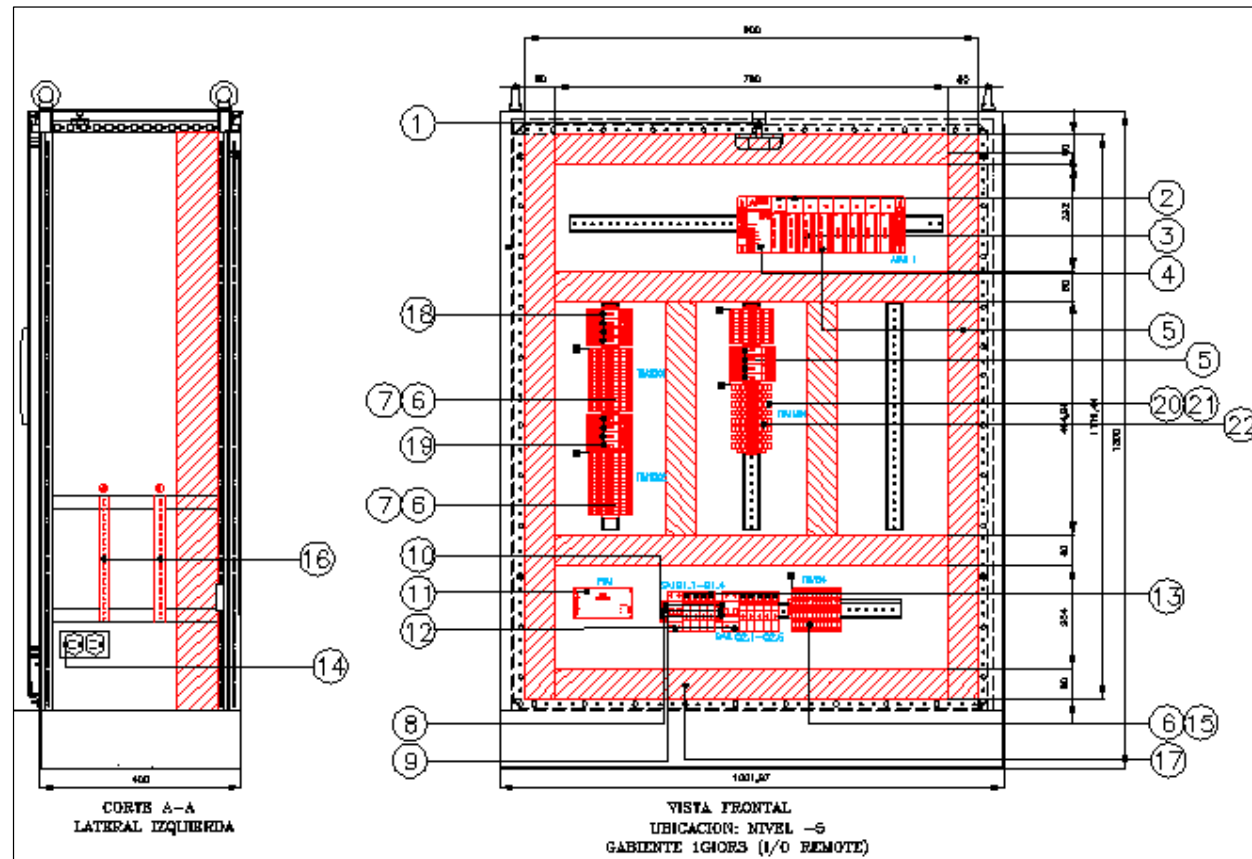


Figura 24. Plano de distribución de equipos – Gabinete 1GIOR3



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.9 GABINETE TCU2

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	SWITCH INDUSTRIAL ADVANTECH 8 PUERTOS RJ45 Y FIBRA	EKI-7559 SI	1
3	CHASIS CONTROLADOR RTP	-	1
4	FUENTE REDUNDANTE CONTROLADOR RTP	-	1
5	NODO PROCESADOR RTP 3100	-	2
6	MODULO DE COMUNICACION MODBUS TCP	-	1
7	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK-5-HESI	24
8	FUSIBLE 5X20 DE 15 AMPERIOS	POR TALLER	12
9	FUSIBLE 5X20 DE 2 AMPERIOS	POR TALLER	12
10	CAVALETA 60/60	POR TALLER	-
11	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	2
12	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
13	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	USLKG 6 N	2
14	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N	2
15	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N BU	2
16	BREAKER ABB 6A	S201-C 6	12
17	BREAKER ABB 20A	S252-C 20	2
18	TOMA	POR TALLER	1
19	CALENTADOR DE AMBIENTE	POR TALLER	1
20	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
21	TERMOSTATO	POR TALLER	1
22	PATCH PANEL UTP 19" 16 PUERTOS MARCA QUEST	NPP-1016	1
23	VENTILADOR	POR TALLER	1
24	MONITOR DE 15" TFT FAULLESS PANEL	PPC-L157T	1
25	CONVERSOR RS-485 A MODBUS TCP	ADAM-4572	1
26	CONVERSOR ETHERNET A FIBRA	EKI-2541S	1

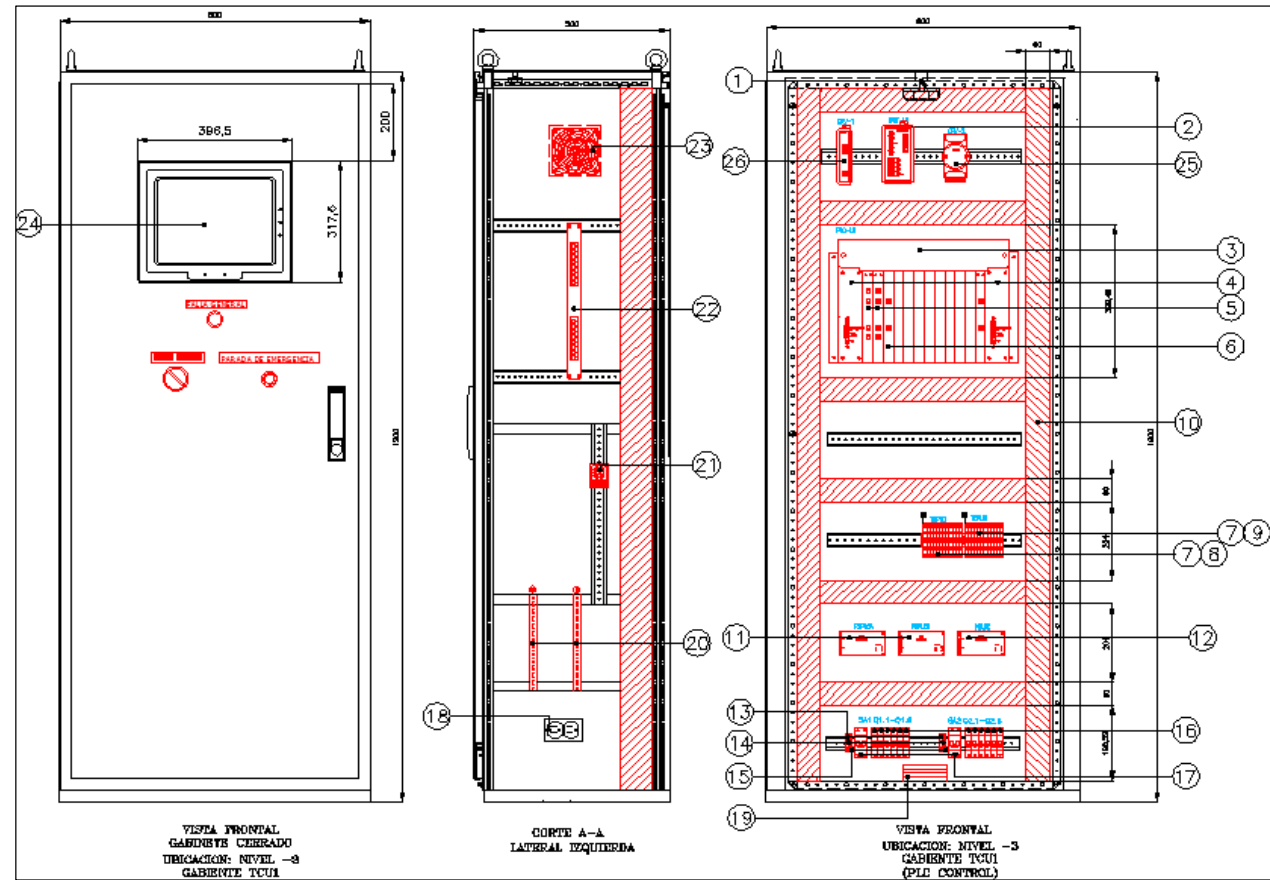


Figura 25. Plano de distribución de equipos – Gabinete TCU2



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.10 GABINETE 2GIOR1

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	SWITCH 8 PUERTOS ETHERNET 2 DE F0	EKI-7559SI	1
3	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANALÓGAS	ADAM-5017H	1
4	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITALES	ADAM-5051S	2
5	MÓDULO DE 3 ENTRADAS RTD	ADAM-5013	4
6	MÓDULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-5055S	1
7	MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN BASADO EN ETHERNET	ADAM-5000/TCP	1
8	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-HESI	72
9	FUSIBLE 5X20 50mA	POR TALLER	48
10	BORNERAS 3P DIKD 1,5 RTD	DIKD 1.5	12
11	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
12	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	USLKG 6 N	2
13	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N BU	2
14	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N	2
15	BREAKER (ABB) 20A	S 282 UC-K 20	2
16	BREAKER (ABB) 6A	S 281 UC-K 6	9
17	TOMA	POR TALLER	1
18	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
19	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	24
20	CAVALETA (W) 60 (H) 60	POR TALLER	—
21	MÓDULO DE 4 ENTRADAS DE PULSOS	ADAM-5080	1
22	SEGMENT PROTECTOR	PT 4X1-24DC-ST	8
23	SEGMENT PROTECTOR	PT 2X2-24DC-ST	4
24	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UK 6,3-HESI	6
25	FUSIBLE 6,3X32 50mA	POR TALLER	8
26	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-DIO	8

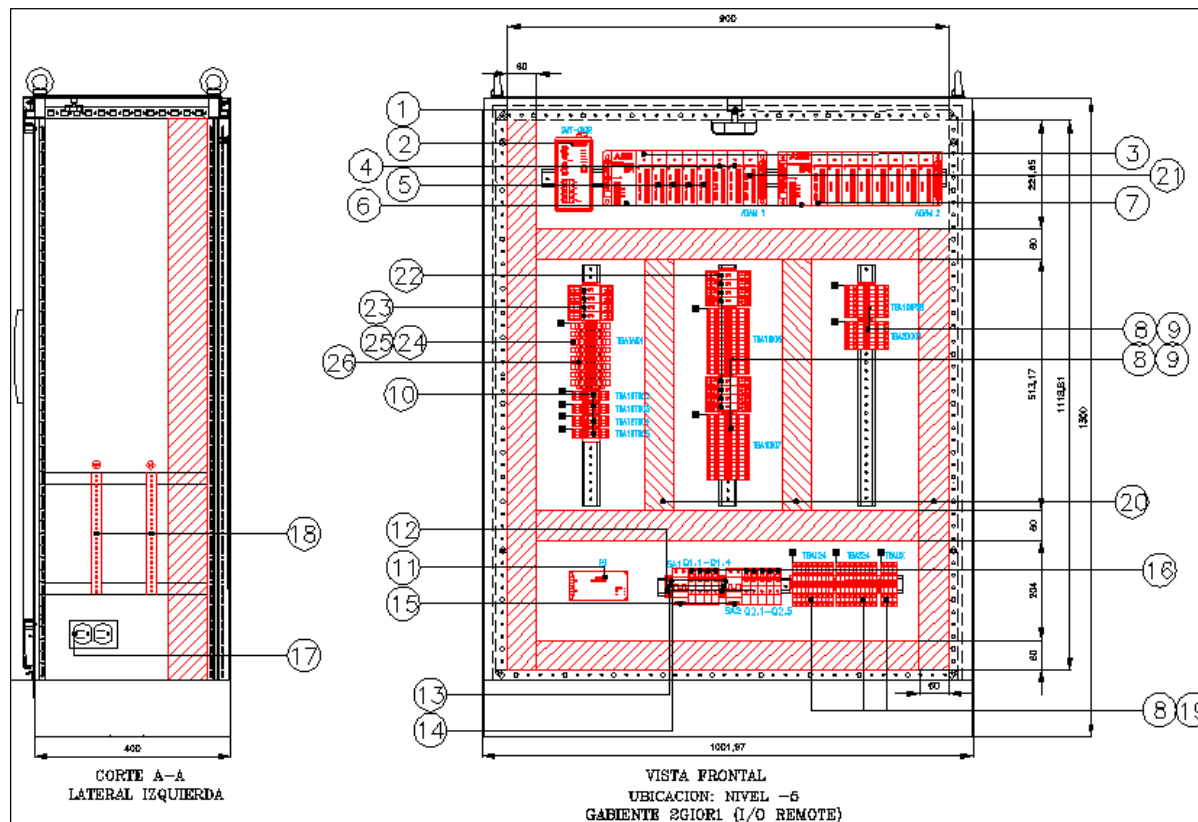


Figura 26. Plano de distribución de equipos – Gabinete 2GIOR1



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.11

GABINETE 2GIOR2

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANALOGAS	ADAM-5017H	1
3	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITALES	ADAM-5051S	1
4	MÓDULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-5066	1
5	MÓDULO DE DISTRIBUCION BASADO EN ETHERNET	ADAM-5000/TOP	1
6	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK 5-HESI	36
7	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	USLKG 6 N	2
8	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N BU	2
9	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N	2
10	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
11	BREAKER (ABB) 20A	S 2B2 UC-K 20	2
12	BREAKER (ABB) 6A	S 2B1 UC-K 6	9
13	CANAleta (W) 60 (H) 60	POR TALLER	-
14	TOMA	POR TALLER	1
15	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	12
16	FUSIBLE 5X20 50mA	POR TALLER	24
17	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
18	SEGMENT PROTECTOR	PT 2X2-24DC-ST	4
19	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UK 6,3-HESI	8
20	FUSIBLE 6,3X32 50mA	POR TALLER	8
21	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-DIO	8
22	SEGMENT PROTECTOR	PT 4X1-24DC-ST	4

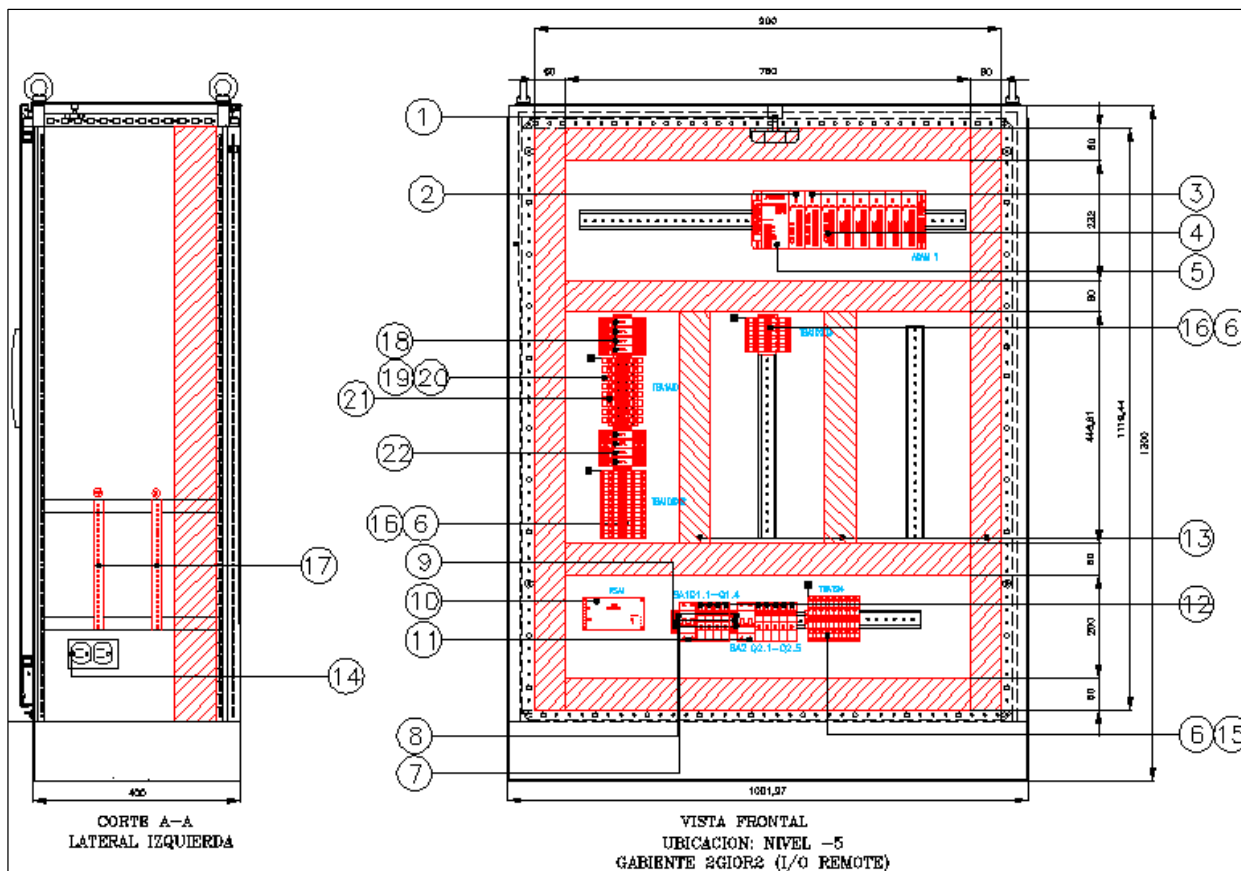


Figura 27. Plano de distribución de equipos – Gabinete 2GIOR2



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.12 GABINETE 2GIOR3

ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITALES	ADAM-5051S	2
3	MÓDULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-5068	1
4	MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN BASADO EN ETHERNET	ADAM-5009/TCP	1
5	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANALÓGICAS	ADAM-5017H	1
6	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK 5-HESI	52
7	FUSIBLE 5X20 0.5mA	POR TALLER	40
8	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	USLKG 6 N	2
9	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N BU	2
10	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N	2
11	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
12	BREAKER (ABB) 20A	S 282 UC-K 20	2
13	BREAKER (ABB) 6A	S 281 UC-K 6	9
14	TOMA	POR TALLER	1
15	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	12
16	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
17	CANAleta (W) 60 (H) 60	POR TALLER	—
18	SEGMENT PROTECTOR	PT 4X1-24DC-ST	8
19	SEGMENT PROTECTOR	PT 2X2-24DC-ST	4
20	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UK 6,3-HESI	8
21	FUSIBLE 6,3X32 50mA	POR TALLER	8
22	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-DIO	8

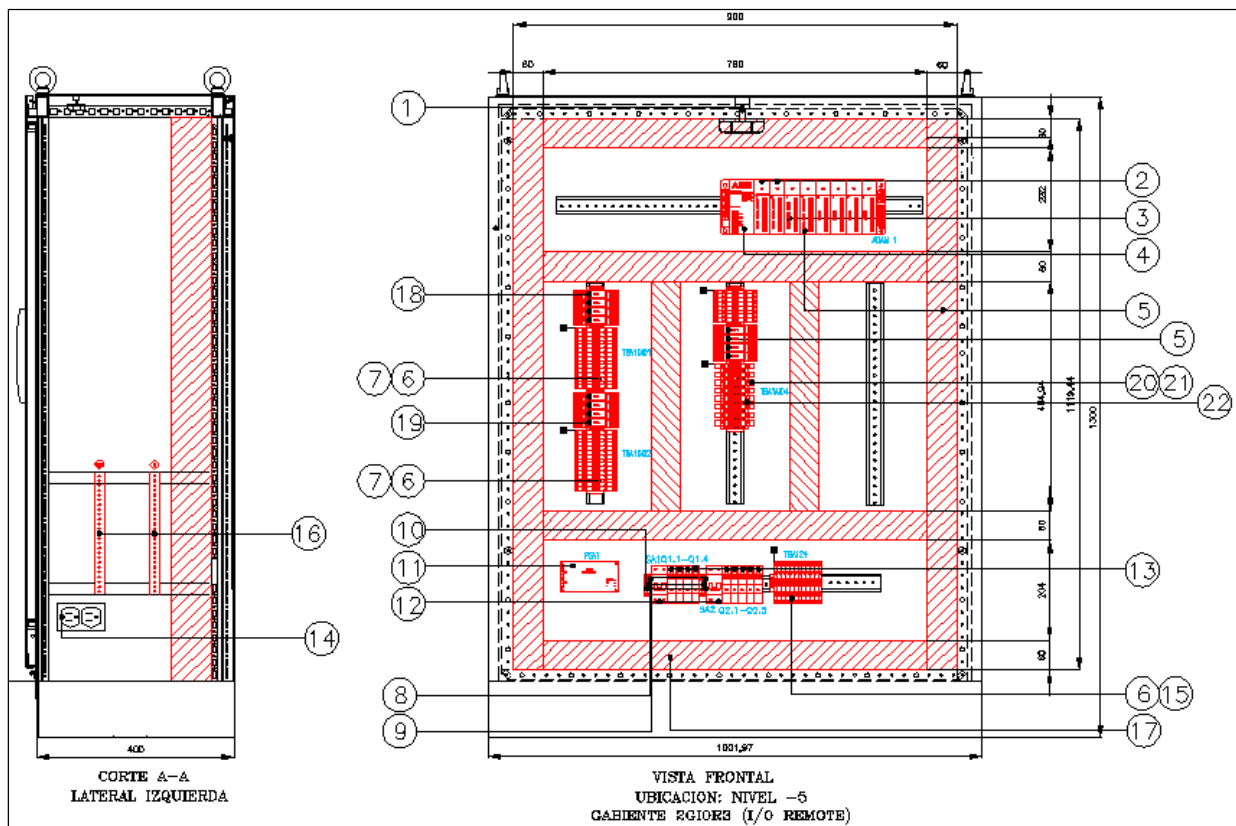


Figura 28. Plano de distribución de equipos – Gabinete 2GIOR3



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.13 GABINETE TCU3

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	SWITCH INDUSTRIAL ADVANTECH 8 PUERTOS RJ45 Y FIBRA	EKI-7559 SI	1
3	CHASIS CONTROLADOR RTP	-	1
4	FUENTE REDUNDANTE CONTROLADOR RTP	-	1
5	NODO PROCESADOR RTP 3100	-	2
6	MODULO DE COMUNICACION MODBUS TCP	-	1
7	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK-5-HESI	24
8	FUSIBLE 5X20 DE 15 AMPERIOS	POR TALLER	12
9	FUSIBLE 5X20 DE 2 AMPERIOS	POR TALLER	12
10	CAVALETA 60/60	POR TALLER	-
11	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	2
12	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
13	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	USLKG 6 N	2
14	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N	2
15	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N BU	2
16	BREAKER ABB 6A	S201-C 6	12
17	BREAKER ABB 20A	S252-C 20	2
18	TOMA	POR TALLER	1
19	CALENTADOR DE AMBIENTE	POR TALLER	1
20	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
21	TERMOSTATO	POR TALLER	1
22	PATCH PANEL UTP 19" 16 PUERTOS MARCA QUEST	NPP-1016	1
23	VENTILADOR	POR TALLER	1
24	MONITOR DE 15" TFT FAULLESS PANEL	PPC-L157T	1
25	CONVERSOR RS-485 A MODBUS TCP	ADAM-4572	1
26	CONVERSOR ETHERNET A FIBRA	EKI-2541S	1

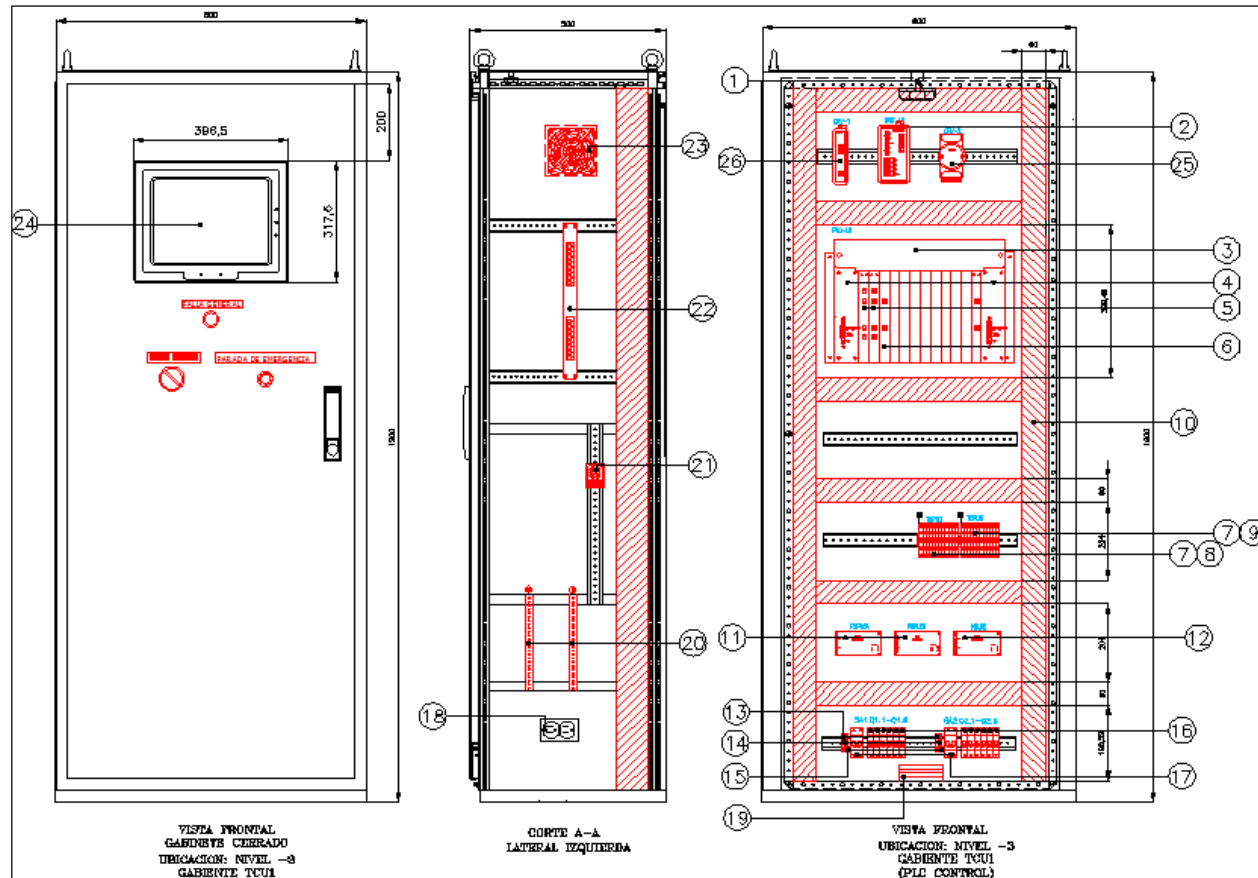


Figura 29. Plano de distribución de equipos – Gabinete TCU3



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.14 GABINETE 3GIOR1

ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	SWITCH 8 PUERTOS ETHERNET 2 DE FD	EKI-7559SI	1
3	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANALÓGICAS	ADAM-5017H	1
4	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITALES	ADAM-5051S	2
5	MÓDULO DE 3 ENTRADAS RTD	ADAM-5013	4
6	MÓDULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-5068	1
7	MÓDULO DE DISTRIBUCION BASADO EN ETHERNET	ADAM-5009/TOP	1
8	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-HESI	72
9	FUSIBLE 5X20 50mA	POR TALLER	48
10	BORNERAS 3P DIKD 1,5 RTD	DIKD 1.5	12
11	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
12	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	USLKG 6 N	2
13	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N BU	2
14	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N	2
15	BREAKER (ABB) 20A	S 282 UC-K 20	2
16	BREAKER (ABB) 6A	S 281 UC-K 6	9
17	TOMA	POR TALLER	1
18	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
19	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	24
20	CANAleta (W) 60 (H) 60	POR TALLER	—
21	MÓDULO DE 4 ENTRADAS DE PULSOS	ADAM-5080	1
22	SEGMENT PROTECTOR	PT 4X1-24DC-ST	8
23	SEGMENT PROTECTOR	PT 2X2-24DC-ST	4
24	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UK 6,3-HESI	8
25	FUSIBLE 6,3X32 50mA	POR TALLER	8
26	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-DIO	8

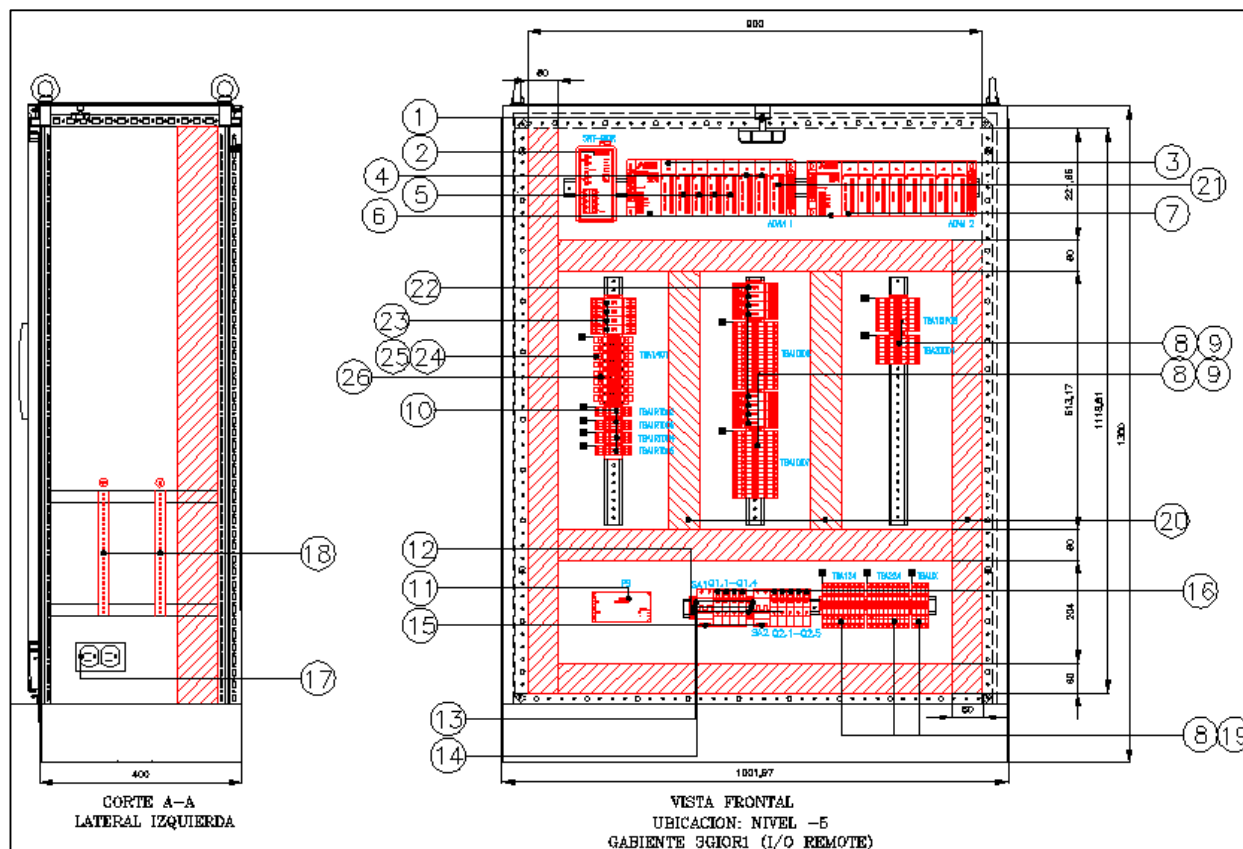


Figura 30.Plano de distribución de equipos – Gabinete 3GIOR1



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.15 GABINETE 3GIOR2

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANALÓGICAS	ADAM-S017H	1
3	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITALES	ADAM-S051S	1
4	MÓDULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-S06B	1
5	MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN BASADO EN ETHERNET	ADAM-S000/TOP	1
6	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK 5-HESI	36
7	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	USLKG 6 N	2
8	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N BU	2
9	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N	2
10	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
11	BREAKER (ABB) 20A	S 282 UC-K 20	2
12	BREAKER (ABB) 6A	S 281 UC-K 6	9
13	CAVALETA (W) 60 (H) 60	POR TALLER	—
14	TOMA	POR TALLER	1
15	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	12
16	FUSIBLE 5X20 50mA	POR TALLER	24
17	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
18	SEGMENT PROTECTOR	PT 2X2-24DC-ST	4
19	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UK 6,3-HESI	8
20	FUSIBLE 6,3X32 50mA	POR TALLER	8
21	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-DIO	8
22	SEGMENT PROTECTOR	PT 4X1-24DC-ST	4

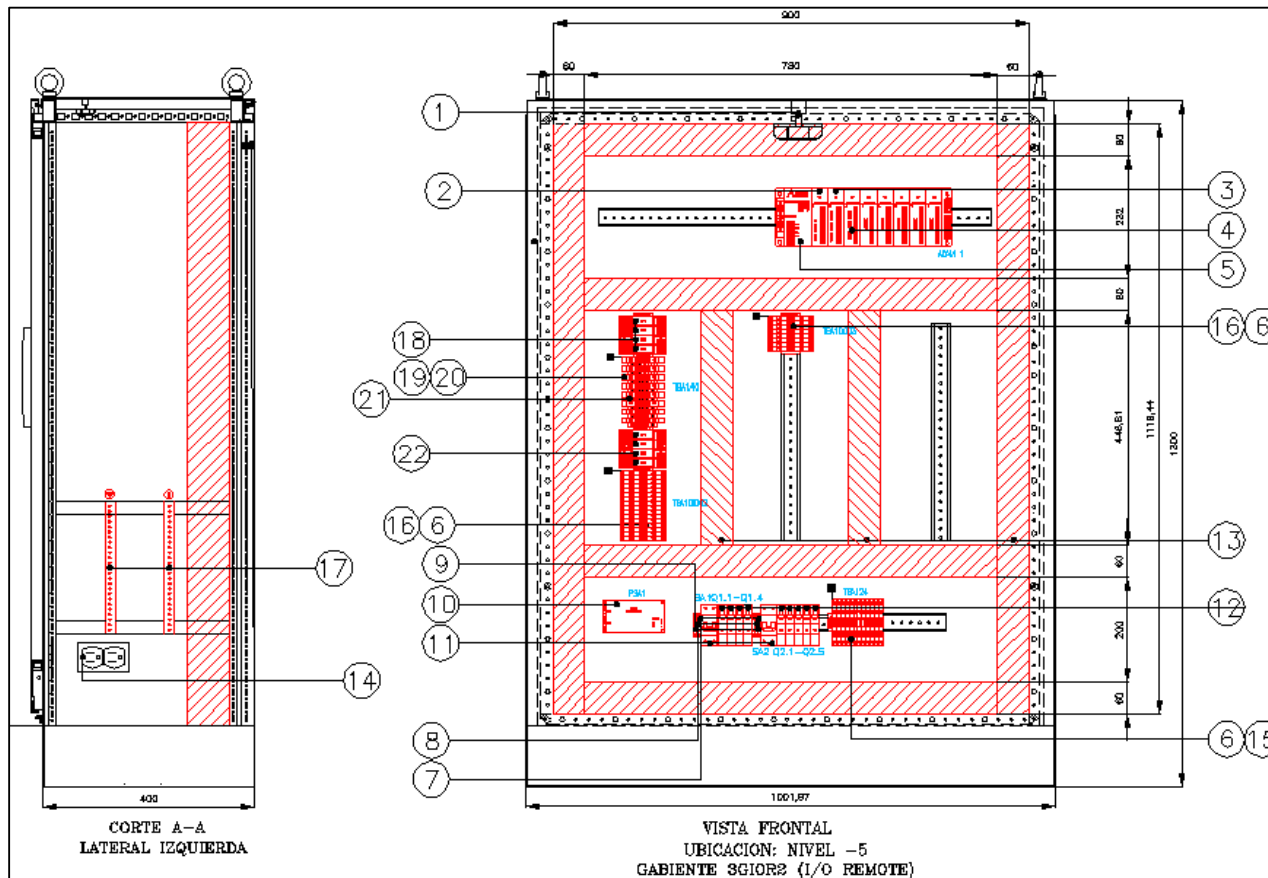


Figura 31. Plano de distribución de equipos – Gabinete 3GIOR2



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.16 GABINETE 3GIOR3

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	MODULO DE 16 ENTRADAS DIGITALES	ADAM-5051S	2
3	MODULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-506B	1
4	MÓDULO DE DISTRIBUCION BASADO EN ETHERNET	ADAM-5000/TCP	1
5	MODULO DE 8 ENTRADAS ANALOGAS	ADAM-5017H	1
6	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK 5-HESI	52
7	FUSIBLE 5X20 0.5mA	POR TALLER	40
8	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	USLKG 6 N	2
9	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N BU	2
10	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N	2
11	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
12	BREAKER (ABB) 20A	S 2B2 UC-K 20	2
13	BREAKER (ABB) 6A	S 2B1 UC-K 6	9
14	TOMA	POR TALLER	1
15	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	12
16	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
17	CANAleta (W) 60 (H) 60	POR TALLER	-
18	SEGMENT PROTECTOR	PT 4X1-24DC-ST	8
19	SEGMENT PROTECTOR	PT 2X2-24DC-ST	4
20	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UK 6,3-HESI	8
21	FUSIBLE 6,3X32 50mA	POR TALLER	8
22	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-DIO	8

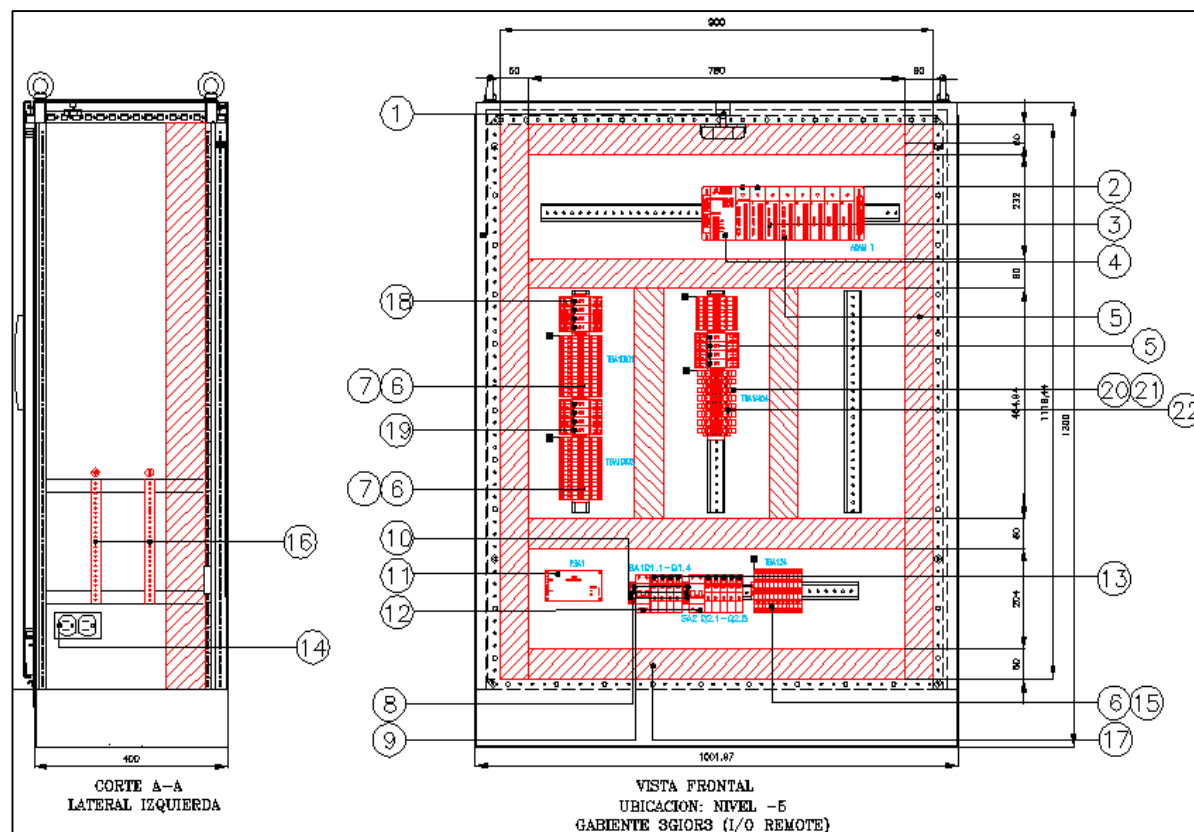


Figura 32. Plano de distribución de equipos – Gabinete 3GIOR3



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.17 GABINETE TCU4

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	SWITCH INDUSTRIAL ADVANTECH 8 PUERTOS RJ45 Y FIBRA	EKI-7559 SI	1
3	CHASIS CONTROLADOR RTP	-	1
4	FUENTE REDUNDANTE CONTROLADOR RTP	-	1
5	NODO PROCESADOR RTP 3100	-	2
6	MODULO DE COMUNICACION MODBUS TCP	-	1
7	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK-5-HESI	24
8	FUSIBLE 5X20 DE 15 AMPERIOS	POR TALLER	12
9	FUSIBLE 5X20 DE 2 AMPERIOS	POR TALLER	12
10	CANALETAS 60X60	POR TALLER	-
11	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	2
12	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
13	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	USLKG 6 N	2
14	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N	2
15	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N BU	2
16	BREAKER ABB 6A	S201-C 6	12
17	BREAKER ABB 20A	S252-C 20	2
18	TOMA	POR TALLER	1
19	CALENTADOR DE AMBIENTE	POR TALLER	1
20	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
21	TERMOSTATO	POR TALLER	1
22	PATCH PANEL UTP 19" 16 PUERTOS MARCA QUEST	NPP-1016	1
23	VENTILADOR	POR TALLER	1
24	MONITOR DE 15" TFT FANLESS PANEL	PPC-L157T	1
25	CONVERSOR RS-485 A MODBUS TCP	ADAM-4572	1
26	CONVERSOR ETHERNET A FIBRA	EKI-2541S	1

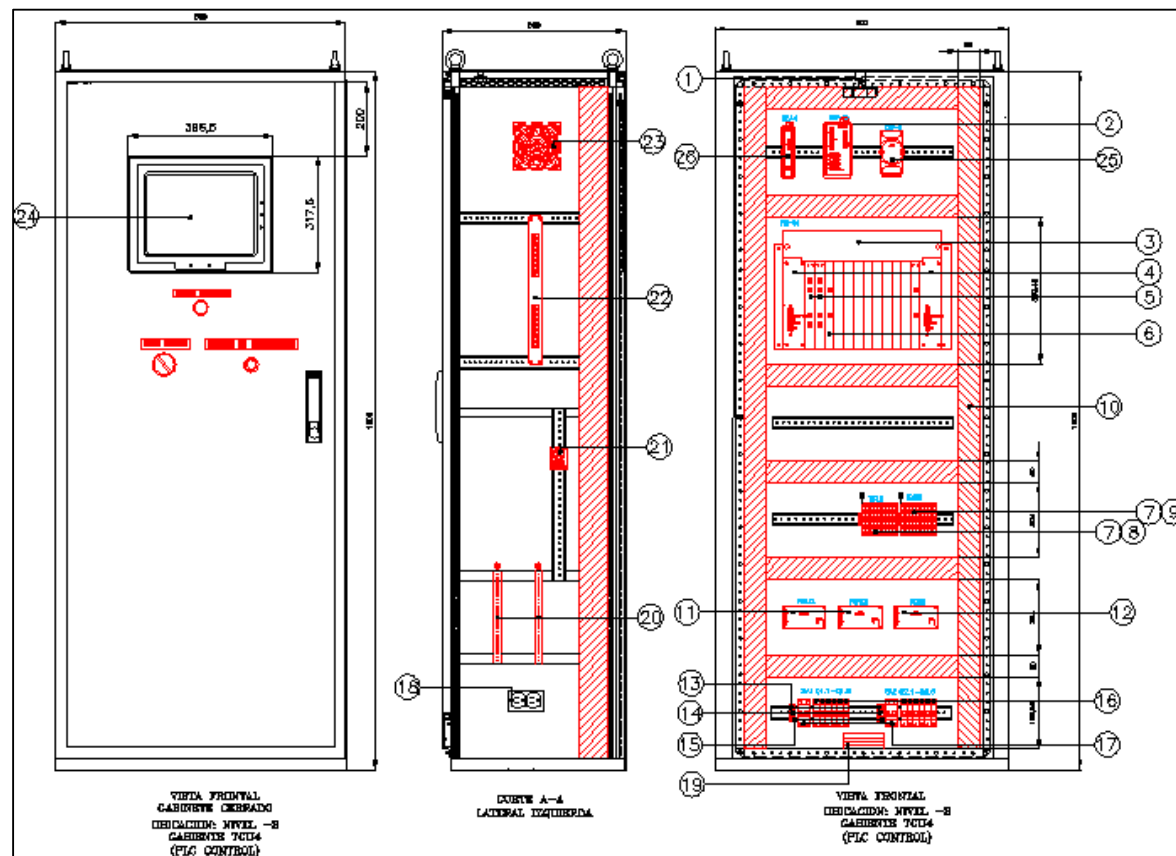


Figura 33.Plano de distribución de equipos – Gabinete TCU4



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.18 GABINETE 4GIOR1

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	SWITCH 8 PUERTOS ETHERNET 2 DE F0	BN-7559SI	1
3	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANALÓGAS	ADAM-5017H	1
4	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITALES	ADAM-5051S	2
5	MÓDULO DE 3 ENTRADAS RTD	ADAM-5013	4
6	MÓDULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-5068	1
7	MÓDULO DE DISTRIBUCION BASADO EN ETHERNET	ADAM-8005/70P	1
8	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-HESI	72
9	FUSIBLE 5X20 50mA	POR TALLER	48
10	BORNERAS 3P DIKD 1,5 RTD	DIKD 1,5	12
11	CONVERSOR 48V/24 12,5A	TYCO	1
12	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	USUKG 6 N	2
13	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N BU	2
14	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N	2
15	BREAKER (ABB) 20A	S 282 UC-K 20	2
16	BREAKER (ABB) 6A	S 281 UC-K 6	9
17	TONA	POR TALLER	1
18	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
19	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	24
20	CAVALETA (W) 60 (H) 60	POR TALLER	—
21	MÓDULO DE 4 ENTRADAS DE PULSOS	ADAM-5080	1
22	SEGMENT PROTECTOR	PT 4X1-24DC-ST	8
23	SEGMENT PROTECTOR	PT 2X2-24DC-ST	4
24	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UK 6,3-HESI	8
25	FUSIBLE 6,3X32 50mA	POR TALLER	8
26	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-DIO	8

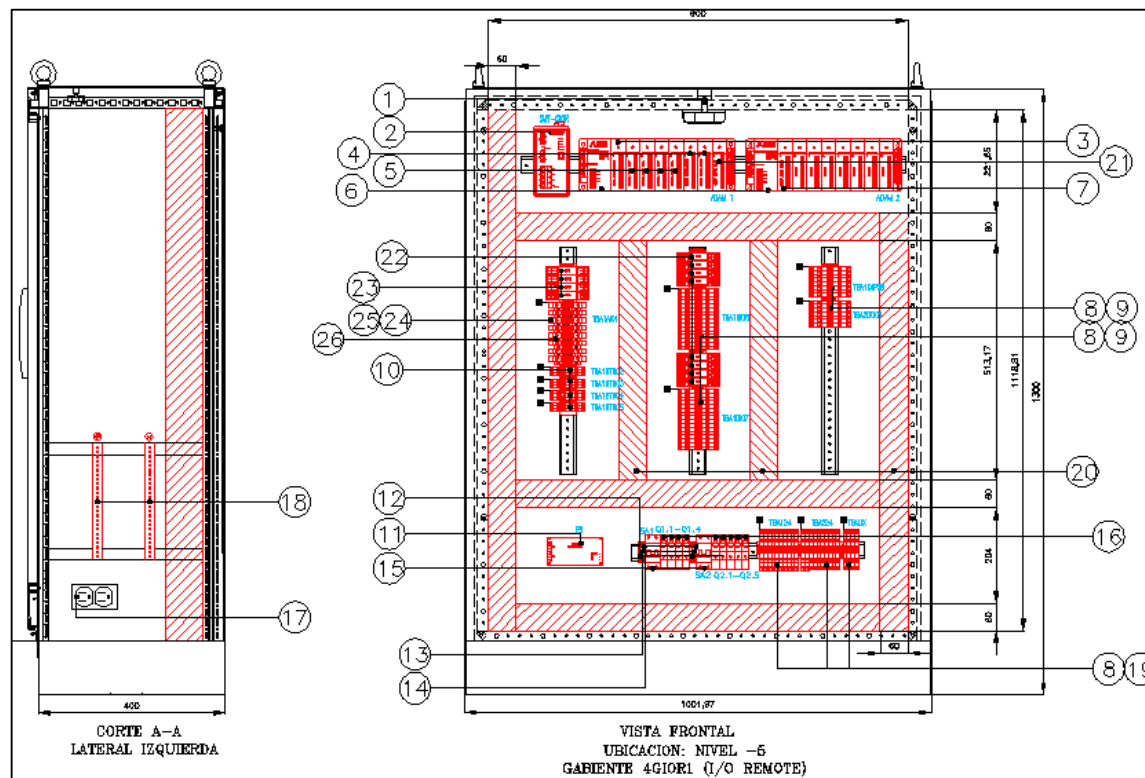


Figura 34.Plano de distribución de equipos – Gabinete 4GIOR1



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.19 GABINETE 4GIOR2

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANALÓGICAS	ADAM-5017H	1
3	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITALES	ADAM-5051S	1
4	MÓDULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-5066S	1
5	MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN BASADO EN ETHERNET	ADAM-5000/TCP	1
6	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK 5-HESI	36
7	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	USLKG 6 N	2
8	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N BU	2
9	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N	2
10	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCD	1
11	BREAKER (ABB) 20A	S 282 UC-K 20	2
12	BREAKER (ABB) 6A	S 281 UC-K 6	9
13	CAVALETA (W) 80 (H) 60	POR TALLER	—
14	TOMA	POR TALLER	1
15	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	12
16	FUSIBLE 5X20 50mA	POR TALLER	24
17	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
18	SEGMENT PROTECTOR	PT 2X2-24DC-ST	4
19	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UK 6,3-HESI	8
20	FUSIBLE 6,3X32 50mA	POR TALLER	8
21	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-DIO	8
22	SEGMENT PROTECTOR	PT 4X1-24DC-ST	4

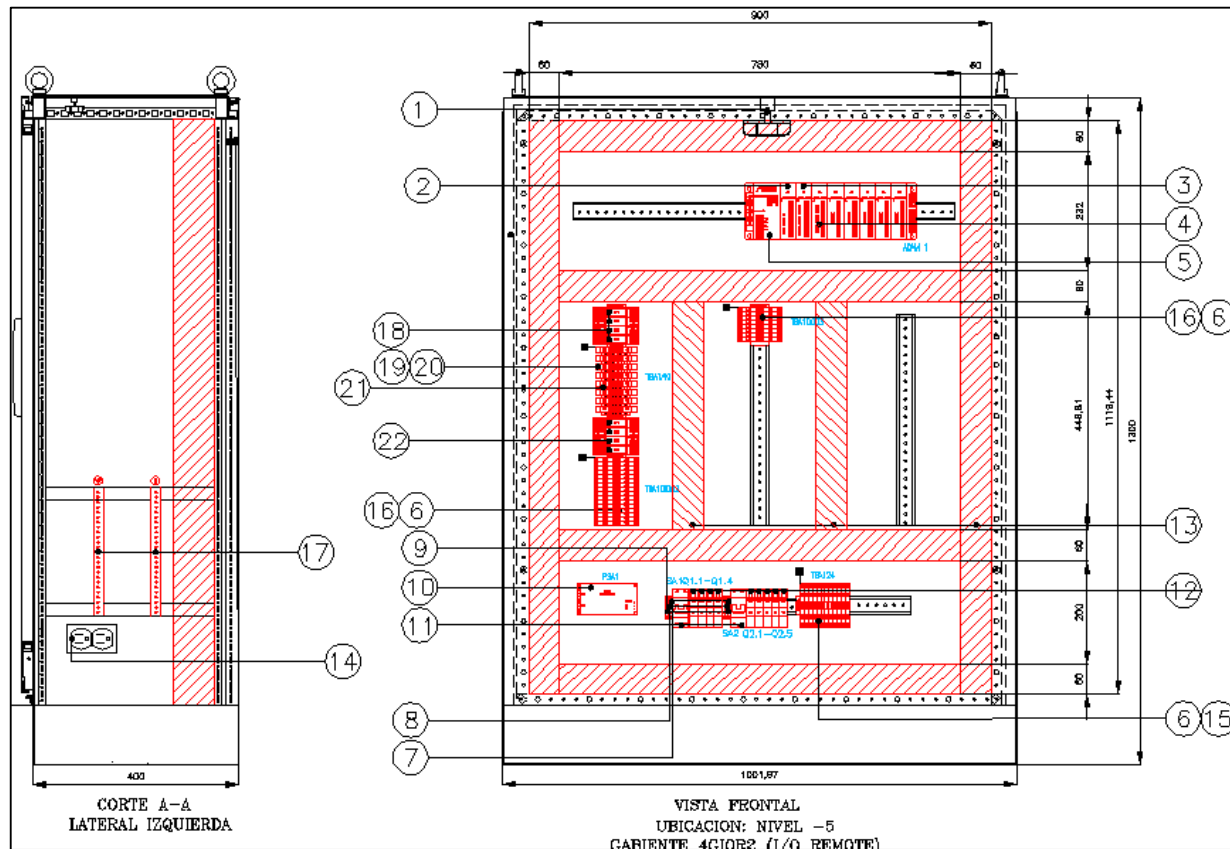


Figura 35. Plano de distribución de equipos – Gabinete 4GIOR2



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.20 GABINETE 4GIOR3

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	MODULO DE 16 ENTRADAS DIGITALES	ADAM-5051S	2
3	MODULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-506B	1
4	MÓDULO DE DISTRIBUCION BASADO EN ETHERNET	ADAM-5000/TCP	1
5	MODULO DE 8 ENTRADAS ANALOGAS	ADAM-5017H	1
6	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK 5-HESI	52
7	FUSIBLE 5X20 0.5mA	POR TALLER	40
8	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	USLKG 6 N	2
9	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N BU	2
10	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N	2
11	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
12	BREAKER (ABB) 20A	S 282 UC-K 20	2
13	BREAKER (ABB) 6A	S 281 UC-K 6	9
14	TOMA	POR TALLER	1
15	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	12
16	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
17	CANAleta (W) 60 (H) 60	POR TALLER	—
18	SEGMENT PROTECTOR	PT 4X1-24DC-ST	8
19	SEGMENT PROTECTOR	PT 2X2-24DC-ST	4
20	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UK 6,3-HESI	8
21	FUSIBLE 6,3X32 50mA	POR TALLER	8
22	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UKK 5-DIO	8

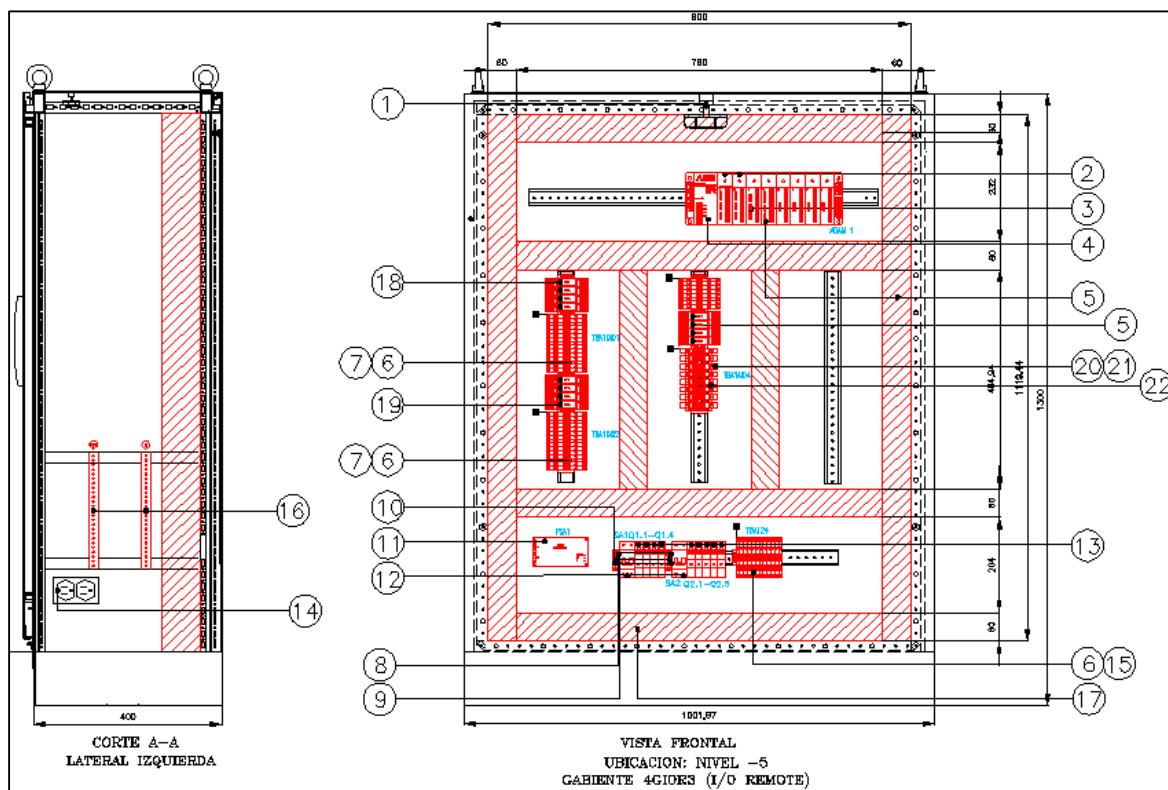


Figura 36. Plano de distribución de equipos – Gabinete 4GIOR3



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.8.21 GABINETE TCVF

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	CHASIS CONTROLADOR RTP	-	1
3	FUENTE REDUNDANTE CONTROLADOR RTP	-	1
4	MODO PROCESADOR RTP 3100	-	2
5	MÓDULO DE COMUNICACION MODBUS TCP	-	1
6	MÓDULO DE DISTRIBUCION BASADO EN ETHERNET	ADAM-5000/10P	1
7	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANALÓGAS	ADAM-5068	1
8	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITAL	ADAM-5051S	2
9	MÓDULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-5068	2
10	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK 5-HES	84
11	FUSIBLE 5X20 50mA	POR TALLER	48
12	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	24
13	FUSIBLE 5X20 15A	POR TALLER	12
14	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	2
15	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	1
16	RADIO	ALVARION	1
17	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	USLKG 8 N	2
18	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N	2
19	BORNERAS SENCILLA PHOENIX CONTACT	UK 6 N BU	2
20	BREAKER ABB 6A	S201-C 6	11
21	BREAKER ABB 20A	S252-C 25	2
22	CALENTADOR DE AMBIENTE	POR TALLER	1
23	TOMA	POR TALLER	1
24	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
25	TERMOSTATO	POR TALLER	1
26	PATCH PANEL UTP 19" 16 PUERTOS MARCA QUEST	HPP-1016	1
27	VENTILADOR	POR TALLER	1
28	MONITOR DE 15" TFT FANLESS PANEL	PPG-L157T	1
29	SWITCH ADVANTECH 8 PUERTOS ETHERNET	BK-2528	1
30	CAVALETA 80(W) X 60(H)	POR TALLER	-
31	SEGMENT PROTECTOR	PT 2X2-24DC-ST	4
32	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UK 6,3-HES	8
33	FUSIBLE 6,3X32 50mA	POR TALLER	8
34	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE (PHOENIX CONTACT)	UK 5-DIO	8
35	SEGMENT PROTECTOR	PT 4X1-24DC-ST	8

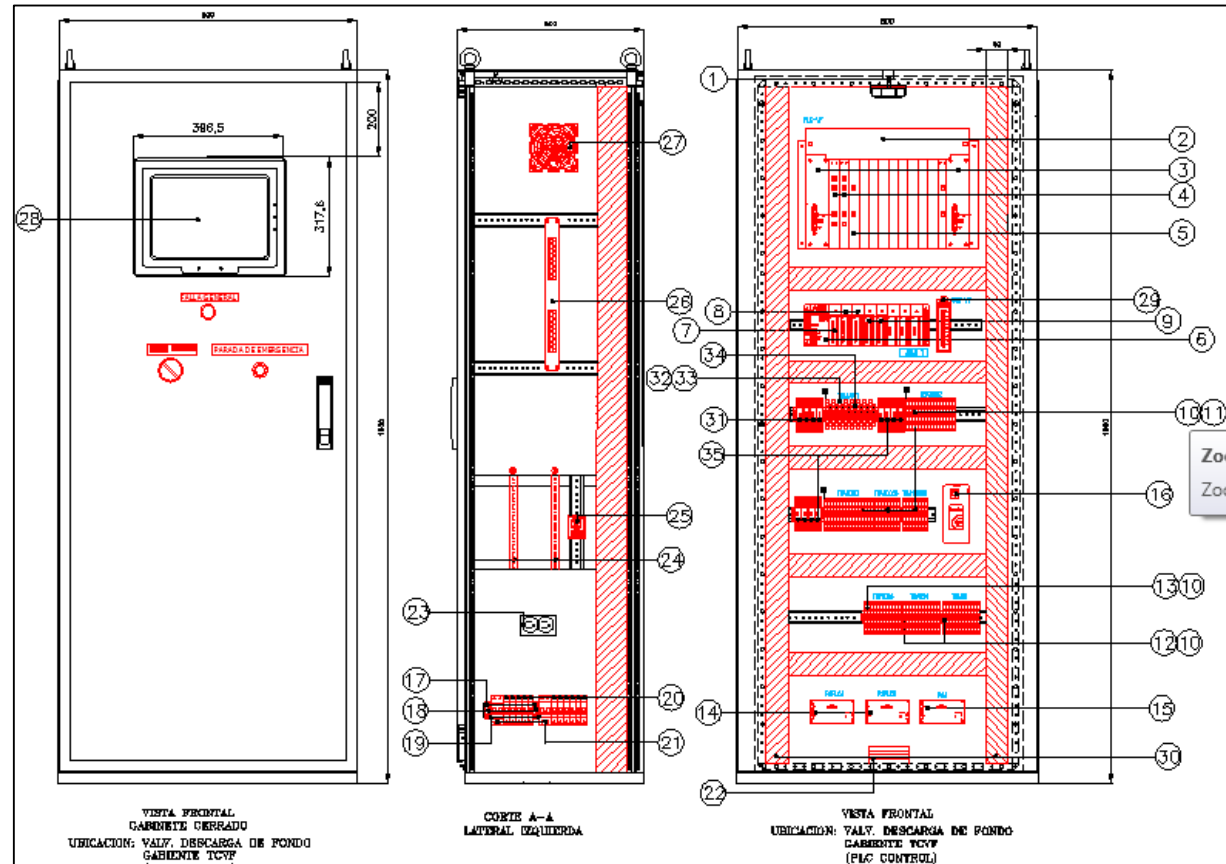


Figura 37.Plano de distribución de equipos – Gabinete TCVF

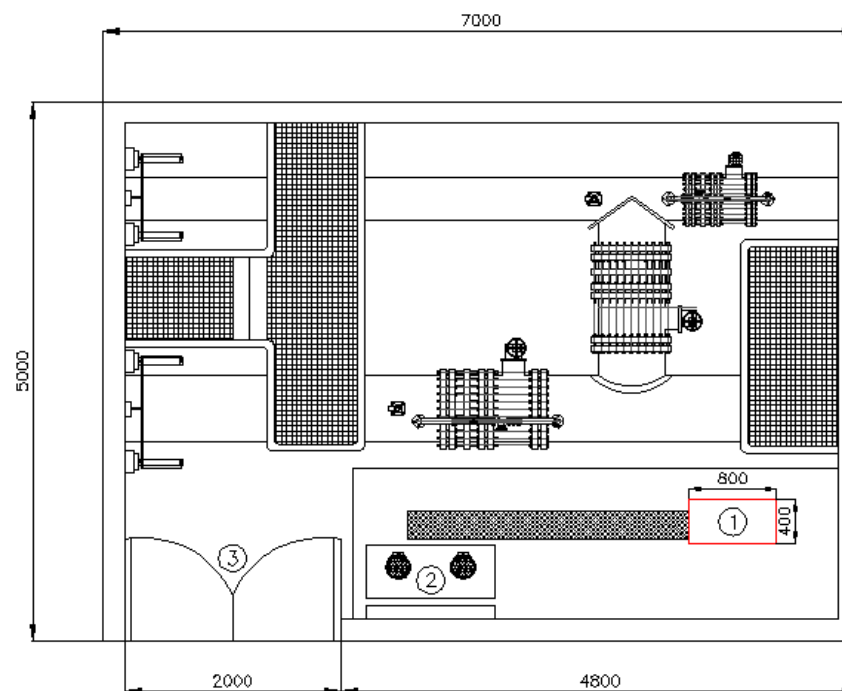


ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.9 PLANOS DE UBICACIÓN DE TABLEROS

5.9.1 CUARTO DE VALVULAS DE DESCARGA DE FONDO

LISTA	
ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Gabinete TCVF.
2	Motores Accionadores de Valvulas
3	Puerta Batiente



CUARTO DE VALVULA DE DESCARGA DE FONDO
VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1:35

Figura 38. Plano de ubicación de tableros – Válvulas de descarga de fondo



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.9.2 CUARTO DE CONTROL SAN RAFAEL

ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Ventanas
2	Biblioteca
3	Gabinete TCSE.
4	Tablero de Reles
5	Servicios Auxiliares 480 VCA
6	Transformador 2 4,16 KV
7	Transformador 3 4,16 KV
8	Transformador 4 4,16 KV
9	Línea S/E Wiener 34,5 KV
10	Transformador 1 4,16 KV
11	Línea La Calera 115 KV
12	Transformador 2 115 KV
13	Transformador 3 115 KV
14	Rack de Servidores.
15	Transformador 1 4 MVA
16	Transformador 2 10/4,5 MVA
17	Transformador 3 10/12,5 MVA
18	Puerta Deslizable
19	Transformador Auxiliares 2
20	Alimentador Motor 1
21	Transformador 2 10/12,5 MVA
22	Alimentador Motor 2
23	Transformadores Potencial 1
24	Acople de Barras 1
25	Alimentador Motor 3
26	Transformador 3 10/12,5 MVA
27	Transformador Auxiliares 1
28	Transformador Potencial 2
29	Acople de Barras 2
30	Alimentador Motor 4
31	Estación de Ingeniería
32	Alimentador Motor 5
33	Transformador Potencial 3
34	Operador
35	Estación de Operaciones
36	Gabinete de borneras existente

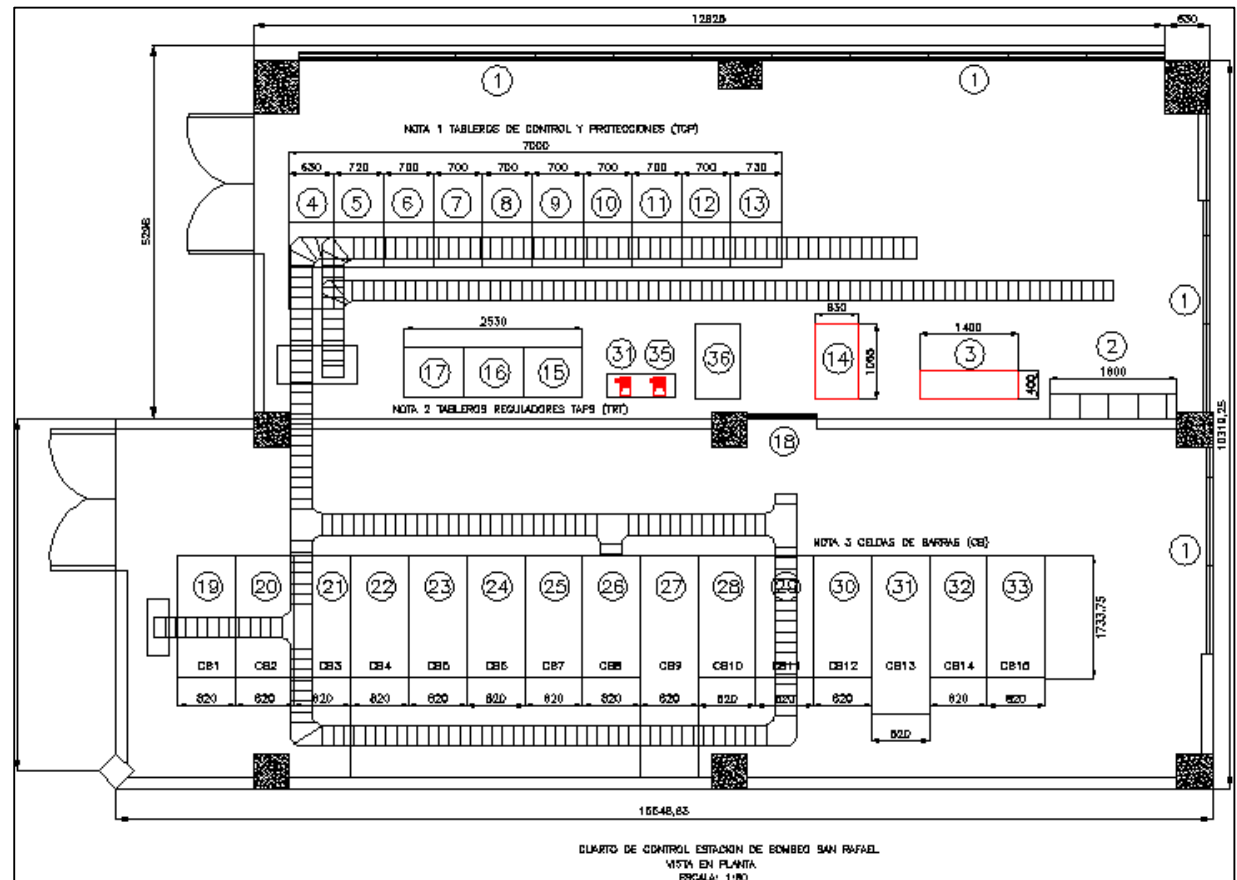


Figura 39.Plano de ubicación de tableros – Cuarto de Control San Rafael



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.9.3 Nivel -3 SAN RAFAEL

LISTA	
ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Gabinete de Control Unidad 1
2	Gabinete de Control Unidad 2
3	Gabinete de Control Unidad 3
4	Gabinete de Control Unidad 4
5	Gabinete TCAC
6	Estacion de Operaciones
7	Ascensor

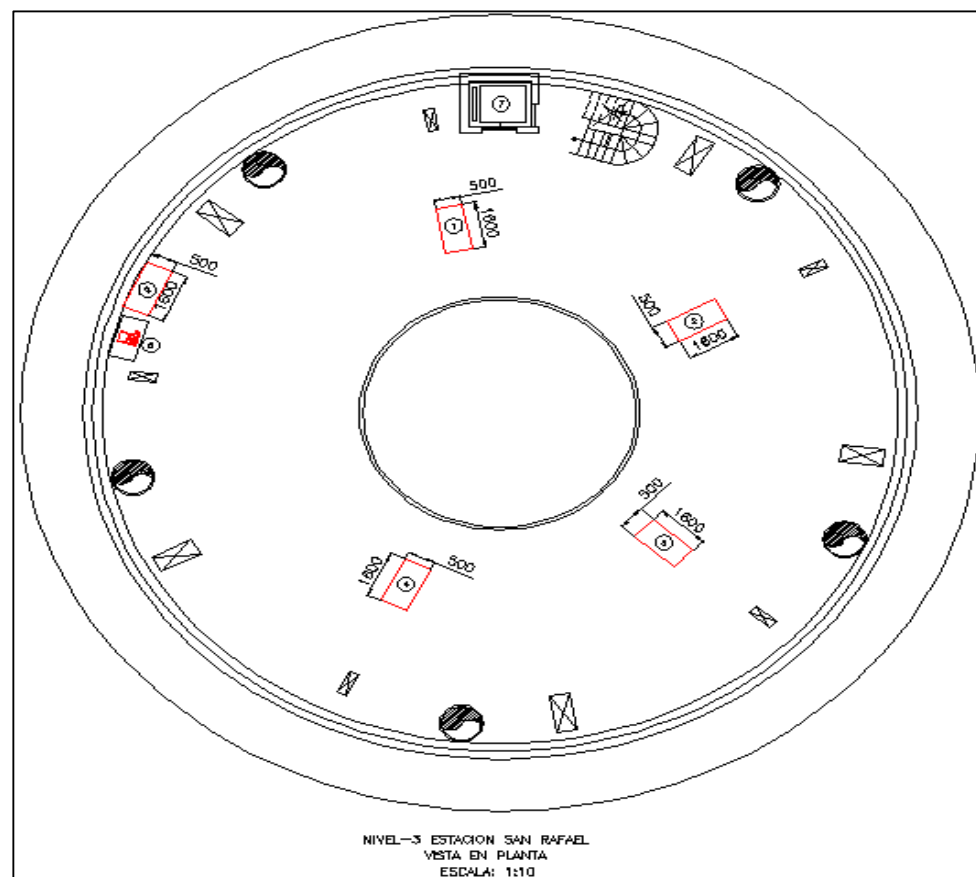


Figura 40. Plano de ubicación de tableros – Nivel -3 Estación San Rafael



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.9.4 Nivel -5 SAN RAFAEL

LISTA	
ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Gabinete Auxiliares Comunes
2	TBSA
3	Ascensor
4	TCVM
5	1GIOR1
6	1GIOR2
7	1GIOR3
8	2GIOR1
9	2GIOR2
10	2GIOR3
11	3GIOR1
12	3GIOR2
13	3GIOR3
14	4GIOR1
15	4GIOR2
16	4GIOR3

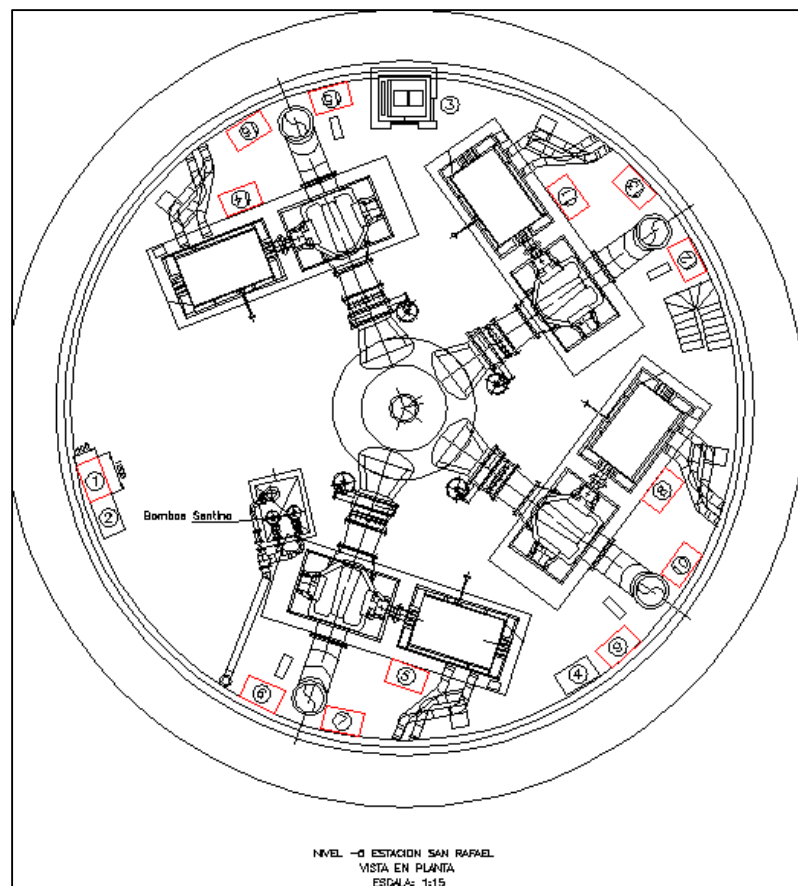


Figura 41. Plano de ubicación de tableros – Nivel -5 Estación San Rafael



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.9.5 Cuarto de Control Wiesner

LISTA	
ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Puertas Corredizas
2	Ventanas
3	Motores de Vigilancia
4	Tablero de Extractores
5	Tablero de Caseta Vigilancia
6	Tablero de Emergencia
7	Transformador 10 KVA
8	Tablero Alarmas de Bombas San Rafael
9	Rack N°1 Administrativo
10	Transformador Tanque de Agua Lavado de Filtro
11	Transformador Galeria
12	Transformador UPS Sala de Control
13	Interruptor de Valvula de Lavado Especial
14	Reservas de Tablero
15	Interruptor Alimentacion de Tablero Principal
16	Gabinete de Comunicaciones 1
17	Gabinete de Comunicaciones 2
18	Tablero de Alimentacion 2
19	Tablero de Alimentacion 1
20	Estacion de Vigilancia
21	Estacion de Monitoreo 1
22	Estacion de Monitoreo 2
23	Estacion de Operaciones San Rafael

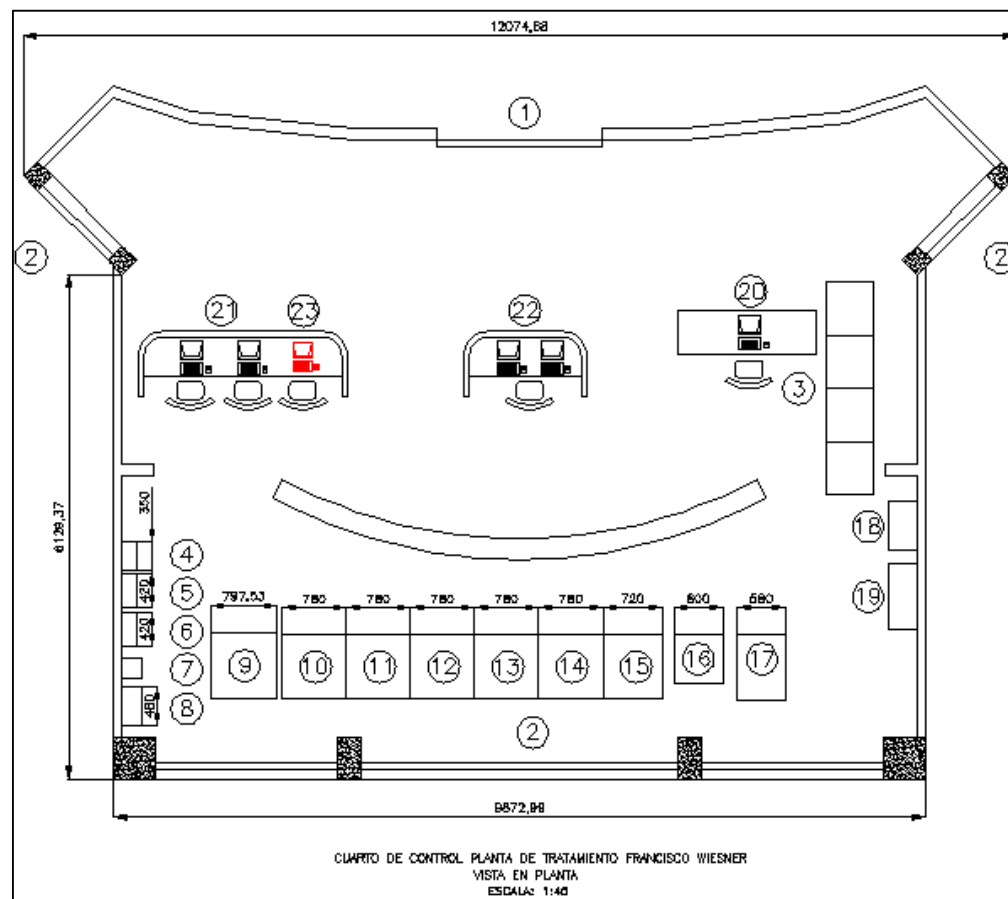


Figura 42. Plano de ubicación de tableros – Cuarto de Control Wiesner.



5.10 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE CONTROL

5.10.1 FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Las especificaciones de los módulos de alimentación que se instalarán son:

- **CP-E 24/10.0:** Esta unidad de alimentación se usa para proveer alimentación eléctrica a los elementos del sistema de control. Esta unidad puede ser usada para ambas configuraciones no redundante y redundante, también para conectar en paralelo para más potencia de salida.

Esta unidad fue diseñada como un convertidor de potencia conmutado. Eso es convertir los voltajes de alimentación de redes a un voltaje regulado de 24 V DC.

El voltaje de entrada es 93-132 VAC o 186-264 VAC, y se configura automáticamente.

La salida de corriente nominal es 10 A, con una salida de voltaje de 24 V dc, una potencia nominal de entrada de 270W y una salida de potencia de 240W, a una entrada de voltaje de 115 a 230 V ac, o 225 a 250 V dc.

- **SD832:** Esta unidad de alimentación se usa para proveer alimentación eléctrica a los elementos del sistema de control. Esta unidad puede ser usada para ambas configuraciones no redundante y redundante, también para conectar en paralelo para más potencia de salida.

Esta unidad fue diseñada como un convertidor de potencia conmutado. Eso es convertir los voltajes de alimentación de redes a un voltaje regulado de 24 V DC.

El voltaje de entrada está configurado para cualquier entrada, ya sea 115 o 230 VAC, y se configura automáticamente.

La salida de corriente nominal es 5 A, con una salida de voltaje de 24 V dc, una potencia nominal de entrada de 134W y una salida de potencia de 120W, a una entrada de voltaje de 115 a 230 V ac, o 225 a 250 V dc, con una disipación de calor de 13 W.

5.10.2 PLCS DE NIVEL 3 DE CONTROL

Las especificaciones del controlador a instalar son las siguientes:



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Node Processor:

- Procesador Intel Celeron con unidad de punto flotante Intel Integrada y 440MX
- Componente simple que soporta sincronía DMA
- 2 PCI-based 100MHz full duplex Ethernet para comunicación con host o entre procesadores o comunicación redundante con Host (3000-S)
- PCI-based 100MHz full duplex Ethernet para comunicación con los I/O.
- 64 Mbytes RAM, 64 Mbytes Flash

Chassis Processor:

- Procesador dedicado para escanear las tarjetas incluidas en el chasis
- 2 PCI-based 100 MHz full duplex Ethernet controllers
- 32 Mbytes RAM, 4Mbytes Flash

Tipo de Cable Ethernet: STP categoría 5 (EIA 568B, Cat 5) Blindado.

Secuencia de eventos: 1 milisegundo de procesamiento (análogo y digital)

Rango de temperaturas

Temperaturas de operación: -20° a +60°C

Rango de Humedad: 10% a 95% sin condensación

Requerimientos de energía:

AC entrada: 3.2 A @ 85 V AC a 250 V AC

DC entrada: 10 A @ 24 V DC o 5 A @ 48 V DC

Dimensiones de Chasis:

Alto X Ancho X Profundo: 28.7 cm X 48.3cm X 28.7cm

5.10.3 MÓDULOS DE COMUNICACIONES

Tarjeta de Comunicaciones Modbus TCP (RTP):

Requerimientos de energía: +5V DC @ 2.3 A

Temperatura de operación: -20°C a 60°C

Storage Temperatura: -25°C a 85°C

Rango de Humedad: 10% a 95% sin condensación

Conectores: 4 conectores RJ-45, cable STP categoría 5

Procesador: Intel Mobile Celeron

Velocidad de reloj: CPU : 650 MHz, Sistema de Bus: 100MHz, PCI Bus :33MHz

Ethernet Interface: 4 PCI 100 MHz

Memoria: 64MBytes SDRAM, 64MBytes Flash



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.10.4 PROTECCION DE SOBRE CORRIENTE

- **VAL-MS 60 ST**

Protección enchufable contra sobretensiones tipo 2 con varistor de alta potencia para elemento de base VAL-MS, con control térmico, indicación óptica de defecto. Ejecución: 60 V AC

Tabla 22. Especificaciones técnicas VAL-MS 60 ST

Atributo	Modulo ADAM-5068
Categoría de sobretensión	III
Grado de Polución	2
Índice de protección	IP 20
Número de polos	1
Temperatura Ambiente de servicio	-40 °C ... 80 °C
Tensión nominal	60 V AC

- **PT 4X1-24DC-ST**

Protección enchufable PT con circuito de protección para 4 conductores de circuitos de señales con tierra unilateral. Tensión nominal: 24 V DC

Tabla 23. Especificaciones técnicas PT 4X1-24DC-ST

Atributo	Modulo ADAM-5068
Índice de protección	IP 20
Temperatura Ambiente de servicio	-40 °C ... 85 °C
Tensión nominal	24 V DC

- **PT 2X2-24DC-ST**

Protección enchuf. PT con circ. de protec. para dos circ. de señal de 2 cond. flotantes. Tensión nominal: 24 V DC. Apto para HART.

Tabla 24. Especificaciones técnicas PT 2X2-24DC-ST

Atributo	Modulo ADAM-5068
Índice de protección	IP 20
Temperatura Ambiente de servicio	-40 °C ... 85 °C
Tensión nominal	24 V DC

- **VAL-MS 120 ST**

Protección enchufable contra sobretensiones tipo 2 con varistor de alta potencia para elemento de base VAL-MS, con control térmico, indicación óptica de defecto. Ejecución: 120 V AC

Tabla 25. Especificaciones técnicas VAL-MS 120 ST

Atributo	Modulo ADAM-5068
----------	------------------



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Tabla 25. Especificaciones técnicas VAL-MS 120 ST

Atributo	Modulo ADAM-5068
Índice de protección	IP 20
Número de polos	1
Temperatura Ambiente de servicio	-40 °C ... 80 °C
Tensión nominal	120 V AC

5.10.5 Base Para Modulos I/O Y Comunicacion

- **ADAM-5000/TCP:**

A continuación se presentan las especificaciones técnicas (ver Tabla 26)

Tabla 26. Especificaciones técnicas de ADAM-5000/TCP

Atributo	Modulo ADAM-5000/TCP
CPU	ARM 32-bit RISC CPU
Memory	4 MB Flash RAM
Operating System	Real-time O/S
Timer BIOS	Yes
I/O Capacity	8 slots (four ADAM-5024 allowed)
Status Indicator	Power (3.3V, 5V), CPU, Communication (Link, Collide, 10/100 Mbps, Tx, Rx)
CPU Power Consumption	5.0W
Reset Push Bottom	Yes
Isolated Voltage	1000 VRMS
Ethernet	10 BASE-T IEEE 802.3 100 BASE-TX IEEE 802.3u
Wiring	UTP, category 5 or greater
Bus Connection	RJ45 modular jack
Comm. Protocol	Modbus/TCP
Data Transfer Rate	Up to 100 Mbps
Max Communication Distance	100 meters
Even Response Time	< 5 ms
Data Stream Rate	50 ms to 7 days
RS-485 signals	DATA +, DATA-
Mode	Half duplex, multi-drop
Connector	Screw terminal
Transmission Speed	Up to 115.2 Kbps
Max. Transmission Distance	4000 feet (1220 m)
Power	Unregulated 10 to 30VDC
Protection	Over-voltage and power reversal
Ethernet Communication	1500 V DC



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Tabla 26. Especificaciones técnicas de ADAM-5000/TCP

Atributo	Modulo ADAM-5000/TCP
I/O Module	3000 VDC
Case	KJW with captive mounting hardware
Plug-in Screw Terminal Block	Accepts 0.5 mm 2 to 2.5 mm 2 , 1 - #12 or 2 - #14 to #22 AWG
Operating Temperature	- 10 to 70° C (14 to 158° F)
Storage Temperature	- 25 to 85° C (-13 to 185° F)
Humidity	5 to 95%, non-condensing
Atmosphere	No corrosive gases

5.10.6 MÓDULOS ENTRADA SALIDA

- **ADAM-5051S:** modulo de 16 entradas digitales

En la siguiente tabla se presentan las especificaciones de este Modulo I/O.

Tabla 27. Especificaciones técnicas módulo I/O ADAM-5051S

Atributo	Modulo ADAM-5051S
Point	16(4-channel/group)
Digital Input	Logic Level 0: + 3 V max Logic Level 1: + 10 to 50 V
Optical Isolation	2500 V DC
Opto-isolator response time	25 µs
Over-voltage Protection	70 V DC
Power Consumption	0.8 W
LED Indicator	On when active
I/O Connector Type	21-pin plug-terminal

- **ADAM-5068:** modulo de 8 salidas digitales con Relay.

En la siguiente tabla se presentan las especificaciones de este Modulo I/O..

Tabla 28. Especificaciones técnicas módulo I/O ADAM-5068

Atributo	Modulo ADAM-5068
Points	8 Form A



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Tabla 28. Especificaciones técnicas módulo I/O ADAM-5068

Atributo	Modulo ADAM-5068
Contact Rating	AC: 120 V @ 0.5 A DC: 30 V @ 1 A
Breakdown Voltage	500 V (50/60 Hz)
Relay On Time (typical)	7 msec.
Relay Off Time (typical)	3 msec.
Total Switching Time	10 msec.
Power Consumption	2.0 W

- **ADAM-5017H:** modulo de 8 entradas análogas

En la siguiente tabla se presentan las especificaciones de este Modulo I/O..

Tabla 29. Especificaciones técnicas módulo I/O ADAM-5068

Atributo	Modulo ADAM-5068
Analog Input Channels	8 differential
ADC Resolution	12 bits, plus sign bit
Type of ADC	Successive approximation
Isolation Voltage	3000 VDC
Sampling Rate	100 Hz
Input Impedance	20 Mohms (voltage inputs); 125 ohms (current inputs)
Signal Input Bandwidth	1000 Hz for both voltage inputs and current inputs
Analog Signal Range	±15 V max.
Analog Signal Range for any two measured Pins	±15 V max.
Power Requirements	+10 to +30 VDC (non-regulated)
Power Consumption	1.8 W

- **ADAM-5013:** modulo de 3 entradas RTD.

En la siguiente tabla se presentan las especificaciones de este Modulo I/O.

Tabla 30. Especificaciones técnicas módulo I/O ADAM-5013

Atributo	Modulo ADAM-5013
Input type	Pt or Ni RTD
RTD type and temperature range	Pt -100 to 100 °C $\alpha=0.00385$ Pt 0 to 100 °C $\alpha=0.00385$ Pt 0 to 200 °C $\alpha=0.00385$ Pt 0 to 600 °C $\alpha=0.00385$



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Tabla 30. Especificaciones técnicas módulo I/O ADAM-5013

Atributo	Modulo ADAM-5013
	Pt -100 to 100 °C $a=0.00392$ Pt 0 to 100 °C $a=0.00392$ Pt 0 to 200 °C $a=0.00392$ Pt 0 to 600 °C $a=0.00392$ Ni -80 to 100 °C Ni 0 to 100 °C
Isolation voltage	3000 VDC
Sampling rate	10 samples/sec (total)
Input impedance	2 M Ω
Bandwidth	13.1 Hz @ 50 Hz, 15.72 Hz @ 60 Hz
Input connections	2, 3 or 4 wire
Accuracy	$\pm 0.1\%$ or better
Zero drift	± 0.015 °C/°C
Span drift	± 0.01 °C/°C
CMR@50/60 Hz	150 dB
NMR@50/60 Hz	100 dB
Power consumption	1.2 W

- **ADAM-5080:** Modulo Contador de frecuencia 4 Canales

En la siguiente tabla se presentan las especificaciones de este Modulo I/O.

Tabla 31. Especificaciones técnicas módulo ADAM-5080

Atributo	Modulo ADAM-5080
Channel	4
Input Frequency	0.3 ~ 1000 Hz max. (Frequency mode) 5000 Hz max. (Counter mode)
Minimum Pulse Width	Isolated or TTL level
Minimum Input Current	500 μ sec. (Frequency mode) 100 μ sec. (Counter mode)
Minimum Input Current	2mA (Isolated)
Isolated Input Level	Logic Level 0 : +1 VMAX Logic Level 1 : + 3.5 V to 30 V
Isolated Voltage	Logic Level 0 : 0 V to 0.8 V Logic Level 1 : 2.3 to 5 V
TTL Input Level	3.1 W @ 60 °C (140 °F)



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Tabla 31. Especificaciones técnicas módulo ADAM-5080

Atributo	Modulo ADAM-5080
Isolated Voltage	1000 VRMS
Mode	Counter (Up/Down, Bi-direction) Frequency
Programmable Digital Noise Filter	8 ~ 65000 μ sec

- Informes
- Interfaz de usuario local

5.10.7 SWITCHES DE COMUNICACIÓN

A continuación se presentan las referencias y especificaciones técnicas de los switches:

- **EKI-7554SI:** El EKI-7554SI es un switch administrable, viene equipado con 4 puertos Fast Ethernet y dos puertos SC de fibra óptica. Los puertos tradicionales RJ-45 podrán ser usados para enlaces de corta distancias (<100 m) y los puertos de fibra son usados para distancias (<30 km).

El EKI-7554C soporta temperaturas de hasta 75 °C, vienen equipados con un protocolo de red propia redundante.

- **EKI-7559SI:** El EKI-7554SI es un switch administrable, viene equipado con 8 puertos Fast Ethernet y dos puertos SC de fibra óptica. Los puertos tradicionales RJ-45 podrán ser usados para enlaces de corta distancias (<100 m) y los puertos de fibra son usados para distancias (<30 km).

El EKI-7559si soporta temperaturas de hasta 75 °C, vienen equipados con un protocolo de red propia redundante.

5.10.8 SERVIDORES DEL SISTEMA SCADA

A continuación se presentan las especificaciones técnicas de los servidores que se usaran para el almacenamiento de los históricos del sistema Scada:

PowerEdge R310 es un servidor para rack de un socket y 1U de alto rendimiento que cuenta con un procesamiento flexible, capacidad de ampliación, gestión simplificada, protección de datos y opciones de seguridad, con las siguientes características:

- Procesador: Intel® Xeon® X3480, 3.06 GHz, 8M Cache, Turbo, HT
- Software: Windows Server® 2008 R2, Standard Edition, Includes 5 CALS, español



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

- Memoria: 4GB Memory (4x1GB), 1333MHz, Single Ranked RDIMM
- Raid: RAID 1 - Add-in SAS6iR/H200/H700 (SAS/SATA Cntrlr), 2 Hot Plug HDD
- Discos duros: (2) 250GB 7.2K RPM SATA 3.5" Hot Plug Hard Drive
- Chasis: PowerEdge R310 Chassis, Up to 4 Hot Plug Hard Drives and LCD diagnostics
- Fuente: Power Supply, Redundant, 400W
- Unidad de lectura: DVD-RW Drive, SATA

5.10.9 ESTACIONES DE OPERACIÓN E INGENIERÍA

- **Estación de ingeniería:**

Dell Precision T3500: Es una máquina de productividad que viene equipado con:

Procesador: Six Core Intel® Xeon® Processor W3690, 3.46GHz, 12M L3, 6.4GT/s

Memoria: 6GB, 1333MHz, DDR3 SDRAM, ECC (3 DIMMS)

Disco Duro: 300GB SATA, 10K RPM Hard Drive with 16MB DataBurst Cache™

Tarjeta grafica: 1.0GB NVIDIA® Quadro® 2000, Dual MON, 2 DP & 1 DVI

Unidad de lectura: 16X DVD+/-RW w

Monitor: Monitor con base de altura ajustable Dell Professional P170S de 17 pulgadas, VGA/ DVI

Teclado y mouse: Dell Multimedia Pro Keyboard, Dell® USB 6-Button Laser Mouse

- **Estaciones de operación:**

Computador Industrial TCP-1780H Las principales características del equipo son:

Tabla 32. Especificaciones TCP-1780H

ESPECIFICACIONES	
Item	TPC-1780H
CPU	Intel® Core 2 Duo L7400 1.5GHz w/ 4M L2 cache
BIOS	Award 4MB
NORTH BRIDGE	945GME
SOUTH BRIDGE	ICH7M-DH
MEMORY	SO-DIMM 200pin DDR2 533MHz, Dual Channel, Default 512MB x 2, Up to 4G



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

ESPECIFICACIONES	
STORAGE	CF Card Slot x 1 (TYPE II), 2.5" SATA x 1
WATCHDOG TIMER	Super I/O SMSC SCH3114, Interval 1sec
I/O port	• 10/100/1000 Base-T x 2, (Realtek RTK8111B) • RS-232 x 3 (COM1, COM3, COM4) • VGA x 1 • USB 2.0 x 4 • PS/2 Mouse interface x 1 • PS/2 Keyboard interface x 1 • Mic-in, Line-in, Line-out (AC97)
EXPANSION BUS	PCI PCI-E x1 4ports SDVO LPC USB 2ports SMBUS GPIO Support: 2 SerIRQ: Yes
LCD	
Display Type	TFT color LCD
Size (diagonal)	17"
Maximum Resolution	1280 x 1024 (SXGA)
Maximum colors	16.7M colors (RGB 6-bit + FRC data)
Pixel Pitch (W x H)	0.264 x 0.264 mm
Viewing Angle	160° (H), 160° (V); CR≥10
Luminance (cd / m2)	300
Contrast Ratio	800:1
Operating Temperature	0~50° C (Ambient)
Backlight	4 CCFL
Backlight Life Time	50,000 hours
Touchscreen	
Touchscreen Type	Resistive
Base Glass Construction	Tempered Glass
Resolution	1024 x 1024
Light Transmission	80% typical
Controller	USB Interface
Power Rating	3.3 to 5V
Durability	1 million touches
Input voltage	18 ~ 32 Vdc, 5.55-3.12A Max (the fuse will be open



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

ESPECIFICACIONES

circuit as input level exceeds 33Vdc)

5.10.10 PANTALLAS HMI

Las especificaciones de las pantallas HMI que se van a usar en los gabinetes de las unidades, en el de servicios auxiliares, subestaciones y válvulas de descarga son:

HMI5150X

HARDWARE:

Tipo de CPU: 32 Bit CISC 500MHz fanless CPU

Memoria: 256 Flash 256 SDRAM

Slot para tarjeta SD : si

Puertos Ethernet: 10/100 Base-T (RJ45)

Puertos Seriales: Com 1: RS-232/RS-485 2 o 4 cables

Com 2: RS-232

Com 3: RS-232/RS-485 2 cables

Puerto USB: 2 host

Entrada de video: NTSC/PAL RCA x 2

PANTALLA:

Tipo: 15" TFT color

Dimensiones (Ancho X Alto):305mm x 230 mm

Resolución (pixeles): 1024 x 768

Max Color: 65536 (16 bit)

TOUCHSCREEN

Tipo: 4 cables resistencia análoga

Resolución: continua

Transmisión de luz: Arriba de 80%

Lifespan: mínimo 1 millón de activaciones



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

5.11 LISTADO DE ELEMENTOS

Tabla 33. Listado de Elementos

HARDWARE CUARTO DE CONTROL WIESNER

Item	Descripción	Referencia	Cantidad
1	COMPUTADOR INDUSTRIAL (ADVANTECH)	TCP-1780H	1
2	SWITCH 4 PUERTOS ETHERNET 2 DE FO	EKI-7554SI	1

HARDWARE CUARTO DE CONTROL SAN RAFAEL

ESTACION DE OPERACIONES

Item	Descripción	Referencia	Cantidad
1	COMPUTADOR INDUSTRIAL (ADVANTECH)	TCP-1780H	1

RACK DE SERVIDORES

Item	Descripción	Referencia	Cantidad
SERVIDORES			
1	SERVIDOR DE DATOS N°1	R310	1
2	SERVIDOR DE DATOS N°2	R310	1
PANTALLA SERVIDORES (Pantalla, mouse, teclado)			
3	KVM SWITCH HP	AF 515A	1
4	TECLADO Y PANTALLA 19" HP	TFT 7600	1
ACCESORIOS			
5	BANDEJA VERTICAL CON GANCHOS	OH 4502	1
6	MULTITOMA FUENTE N°1	MV 4754	1
7	MULTITOMA FUENTE N°2	MV 4754	1
8	PATCHPANEL 19" 48 PUERTOS QUEST	405331-1	1
9	ORGANIZADOR DE CABLES	POR TALLER	2
SWITCH			
10	SWITCH 4 PUERTOS ETHERNET 2 DE FO	EKI-7554SI	1
MODULO DE ALIMENTACION			
11	MÓDULO DE ALIMENTACIÓN 24V, 3A	SD-831	1

GABINETE SUBESTACION

Item	Descripción	Referencia	Cantidad
CONTROLADOR			



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

2	CHASIS CONTROLADOR REDUNDANTE RTP	3100	1
3	FUENTE REDUNDANTE PARA CONTROLADOR RTP	3100	1
4	NODO PROCESADOR RTP 3100		2
5	MODULO ED COMUNICACIONES MODBUS TCP PARA CONTROLADOR RTP 3100		1
SWITCHES			
6	SWITCH 8 PUERTOS ETHERNET	EKI-2528	1
7	SWITCH 4 PUERTOS ETHERNET 2 DE FO	EKI-7554SI	1
UNIDADES REMOTAS			
8	MÓDULO DE DISTRIBUCION BASADO EN ETHERNET	ADAM-5000/TCP	7
9	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANÁLOGAS	ADAM-5068	7
11	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITAL	ADAM-5051S	32
13	MODULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-5068	15
BORNERAS Y FUSIBLES			
15	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK 5-HESI	109
17	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N	2
18	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N BU	2
19	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	USLKG 6 N	2
21	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	96
22	FUSIBLE 5x20 15A	POR TALLER	12
MODULOS DE ALIMENTACION-UNIDAD DE VOTACION			
23	MÓDULO DE ALIMENTACIÓN 24V, 3A	SD-831	8
24	MÓDULO DE ALIMENTACIÓN 24V, 10A	CP-E 24-10	2
25	UNIDAD DE VOTACION	SS-832	1
BREAKERS			
26	BREAKER (ABB) 6A	S 281 UC-K 6	16
27	BREAKER (ABB) 20A	S 282 UC-K 20	2
PANEL VIEW			
28	MONITOR DE 15" TFT HIGH PERFORMANCE TOUCHSCREEN		1
ACCESORIOS			
29	CALENTADOR DE AMBIENTE	POR TALLER	1
30	TOMA	POR TALLER	1
31	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
32	TERMOSTATO	POR TALLER	1
33	PATCH PANEL UTP 19" 16 PUERTOS MARCA QUEST	NPP-1016	1
34	VENTILADOR	POR TALLER	1
35	CANAleta (W) 80 (H) 60	POR TALLER	-
36	CANAleta (W) 60 (H) 60	POR TALLER	-



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Item	Descripción	Referencia	Cantidad
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
2	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK-5-HESI	696
3	FUSIBLE 5X20 DE 0.5 AMPERIOS	POR TALLER	696
4	CANAleta (W) 40 (H) 80	POR TALLER	--

GABINETE BORNERAS SUBESTACION

HARDWARE NIVEL -3 SAN RAFAEL

ESTACION DE OPERACIONES

Item	Descripción	Referencia	Cantidad
1	COMPUTADOR INDUSTRIAL (ADVANTECH)	TCP-1780H	1

HARDWARE A IMPLEMENTAR EN CADA UNA DE LAS UNIDADES

LISTADO DE MATERIALES			
Item	Descripción	Referencia	Cantidad
1	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	1
CONTROLADOR			
2	CHASIS CONTROLADOR REDUNDANTE RTP	3100	1
3	FUENTE REDUNDANTE PARA CONTROLADOR RTP	3100	1
4	NODO PROCESADOR RTP 3100		2
5	MODULO ED COMUNICACIONES MODBUS TCP PARA CONTROLADOR RTP 3100		1
SWITCHES			
6	SWITCH 8 PUERTOS ETHERNET	EKI-2528	1
7	SWITCH 4 PUERTOS ETHERNET 2 DE FO	EKI-7554SI	1
UNIDADES REMOTAS			
8	MÓDULO DE DISTRIBUCION BASADO EN ETHERNET	ADAM-5000/TCP	3
9	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANÁLOGAS	ADAM-5068	2
10	MODULO DE 3 ENTRADAS ANALOGAS RTD	ADAM-5013	8
11	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITAL	ADAM-5051S	3
12	MODULO DE 4 ENTRADAS DE PULSO	ADAM-5080	1
13	MODULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-5068	3
14	MODULO DE 4 SALIDAS ANALOGAS	ADAM-5068	1
BORNERAS Y FUSIBLES			
15	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK 5-HESI	156
16	BORNERAS 3P DIKD 1,5 RTD	DIKD 1.5	30



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

17	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N	2
18	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N BU	2
19	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	USLKG 6 N	2
20	FUSIBLE 5X20 0.5A	POR TALLER	96
21	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	48
22	FUSIBLE 5x20 15A	POR TALLER	12
MODULOS DE ALIMENTACION-UNIDAD DE VOTACION			
23	MÓDULO DE ALIMENTACIÓN 24V, 3A	SD-831	4
24	MÓDULO DE ALIMENTACIÓN 24V, 10A	CP-E 24-10	2
25	UNIDAD DE VOTACION	SS-832	1
BREAKERS			
26	BREAKER (ABB) 6A	S 281 UC-K 6	13
27	BREAKER (ABB) 20A	S 282 UC-K 20	2
PANEL VIEW			
28	MONITOR DE 15" TFT HIGH PERFORMANCE TOUCHSCREEN		1
ACCESORIOS			
29	CALENTADOR DE AMBIENTE	POR TALLER	1
30	TOMA	POR TALLER	1
31	BARRA DE COBRE	POR TALLER	2
32	TERMOSTATO	POR TALLER	1
33	PATCH PANEL UTP 19" 16 PUERTOS MARCA QUEST	NPP-1016	1
34	VENTILADOR	POR TALLER	1
35	CANALETA (W) 80 (H) 60	POR TALLER	-
36	CANALETA (W) 60 (H) 60	POR TALLER	-

5.12 HERRAMIENTAS

En la tabla 34 se muestran la maquinaria, herramientas y equipos relevantes requeridos para el desarrollo y montaje del sistema de control.

Tabla 34. Herramientas Requeridas

Item	Descripción	Cantidad
Pistola de calor	marquillado	1
Taladro	Para Anclaje de tableros	1
Escalera retractil	Para trabajos sobre bandejas	1
Llaves convencionales	Herramienta varia	4
Multimetro digital	Para medicion de señales	1
Computadores Portatiles	Configuración de Sistema	3
Certificador de Red	Para red Ethernet	1



5.13 VEHICULOS

El proyecto contará con 1 vehículo arrendado encargados de movilizar el personal de montaje y configuración entre Bogotá y la estación San Rafael

Tabla 35.Vehiculos

Item	Descripción	Cantidad
Camioneta	Camioneta 4 puestos MAZDA BT-50 2200 cc, con platón	1
Camion	Camión tipo furgón capacidad una tonelada, Chevrolet NHR	1

5.14 SOFTWARE Y LICENCIAS

Tabla 36..Software

Item	Descripción	Cantidad
NetSuite Software	RTP software NetSuite funciona con cualquier sistema de 3000 y tiene redundancia tolerante a fallos de construcción en todas las configuraciones posibles. Se puede crear y ejecutar los algoritmos complejos, de alta. Cada elemento está diseñado para la redundancia eliminando el coste y tiempo necesario para modificar el programa. A la descarga de un programa de control se transfiere automáticamente a la imagen en todos los controladores redundantes, eliminando los requisitos para obtener las descargas múltiples y posibles errores asociados.	6
Control Maestro (2010)	Control Maestro provee todas las herramientas de software que se requieren para construir una poderosa y completa aplicación de automatización. Control Maestro permite realizar a través de una Interfaz de usuario, y SCADA: - Supervisión - Control discreto y procesos - Adquisición de datos - Alarmas - Visualizaciones	1



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

	Distribución de la información Informes Interfaz de usuario local	
Windows 7	Software de inicio Estaciones de Operaciones	2
Windows Server 2008	Software de inicio Servidores	2
Microsoft Office system Profesional Edition 2007	incluye Word, Excel, Power Point, One Note, Outlook, Publisher, Access	4

5.15 MUEBLES Y ENCERES

Tabla 37. Muebles y Enceres

Muebles y Enceres	Cantidad	Precio	total
Elementos para el Personal de Ingeniería y administrativo			
Mesa de reuniones 10 puestos, 10 sillas	1	3.500,00	\$ 3.500,00
Escritorio Modular con estructura en tubo metálico y madeflex, con cajones y organizadores de cables 120X60X77 cm.	45	150,00	\$ 6.750,00
Escritorio con estructura en tubo metálico y vidrio 7 mm templado y samblasteado, con niveladores y porta CPU. De 120X60X77 cm , 3 cajones con llave general.	15	200,00	\$ 3.000,00
Silla para oficina con espaldar graduable neumática en altura, profundidad e inclinación, en tubería cold rolled y tela	60	180,00	\$ 10.800,00
Computador Dell T5500, procesador Intel Core Duo 2.6 GHz, 4 GB memoria RAM, 250 GB de disco duro, Microsoft Windows 7 Pro, Microsoft Office Started. Monitor de 19.1" flatscreen, incluye teclado y raton.	25	1.200,00	\$ 30.000,00
Computador DELL Latitude E6420, ProcesadorCore Duo 2.6 GHz, 4 GB memoria RAM, 500 GB de disco duro, Microsoft Windows 7 Pro, Microsoft Office Started.	35	1.100,00	\$ 38.500,00
Base para portátil DELL Latitude E6420, incluye Pantalla DELL de 19.1",teclado y mouse	35	300,00	\$ 10.500,00
Adecuación de para la redes eléctricas, Voz y Datos	1	2.000,00	\$ 2.000,00
Archivador metalico en aluminio de 4 gabetas, 120X80X150	10	100,00	\$ 1.000,00
Fotocopiadora, impresora y escáner, red Blanco y negro tipo industrial	1	1.500,00	\$ 1.500,00



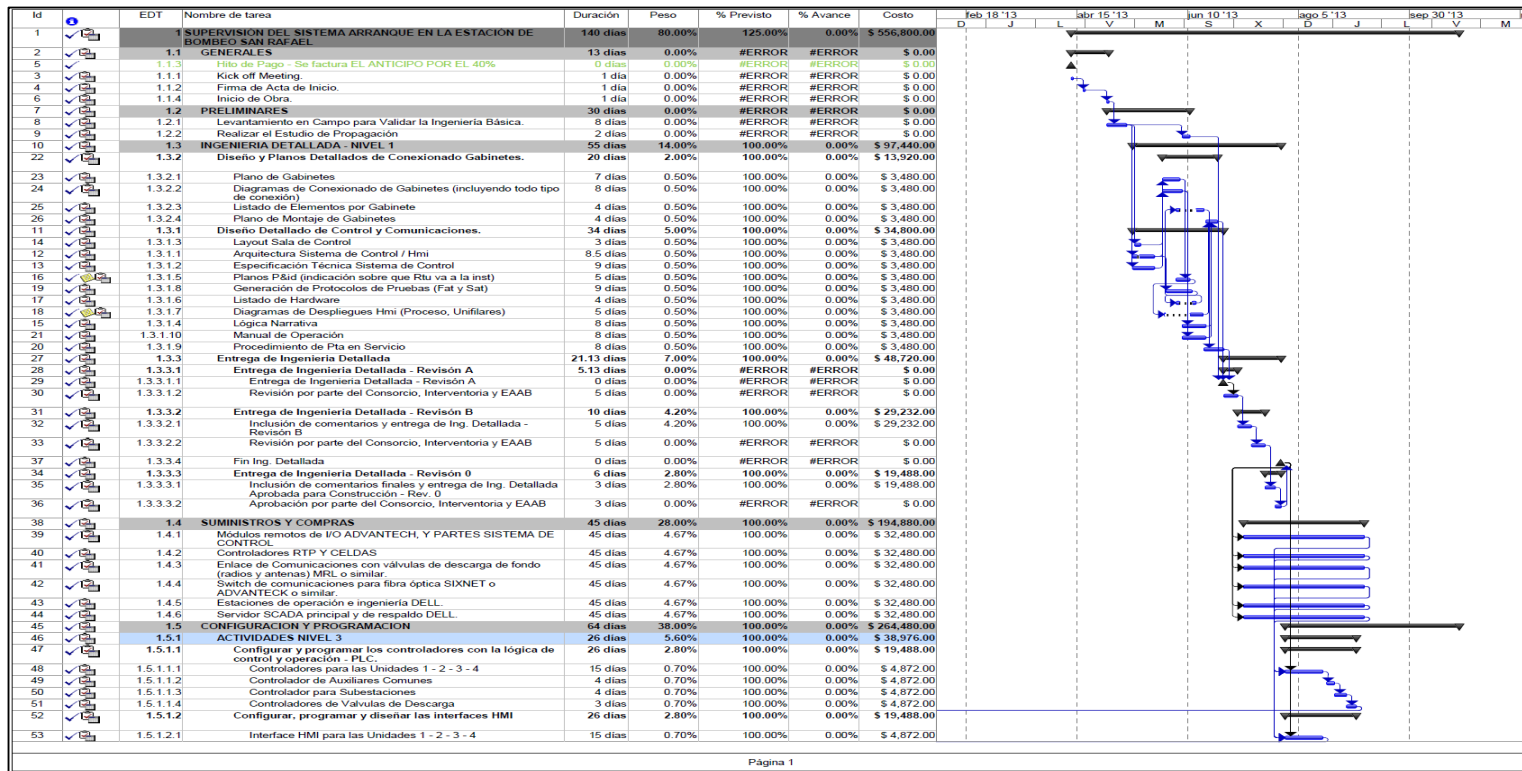
ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

impresora multifuncional color 600x600 ppp 5 bandejas, con capacidad de 21 ppm	1	600,00	\$ 600,00
Switch de 24 puerto 10/100/100 Mbps para montaje en rack de 19"	3	1.200,00	\$ 3.600,00
Rack APC de comunicaciones de 40U 800x1100 mm con bandeja multiple ventilada, patch panel UTP Cat 5 y F.O	1	1.600,00	\$ 1.600,00
Proyector DELL	2	1.450,00	\$ 2.900,00
Servidor DELL PE R710 (FUENTE REDUNDANTE,intel® Xeon® E5-2620 2.00GHz, 15M Cache, 7.2GT/s QPI, Turbo, 6C, 95W, Max Mem 1333MHz, 16GB RDIMM, 1333 MT/s, Low Volt, Dual Rank, x4 Data Width, RAID 5, cuatro (4) DISCOS DE 500 Gb, WINDOWS SERVER 2008 R2 EN,RIEL DESLIZABLE CON ORGANIZADOR DE CABLES, GARANTIA 3 ANOS NEXT DAY, MICROSOFT OFFICE STARTED	2	3.010,00	\$ 6.020,00
Total de Muebles y encerres			\$ 120.270,00



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

6 PLAN DE TRABAJO - PROYECTO SAN RAFAEL



Página 1

Figura 43. PDT Proyecto – San Rafael Parte 1.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

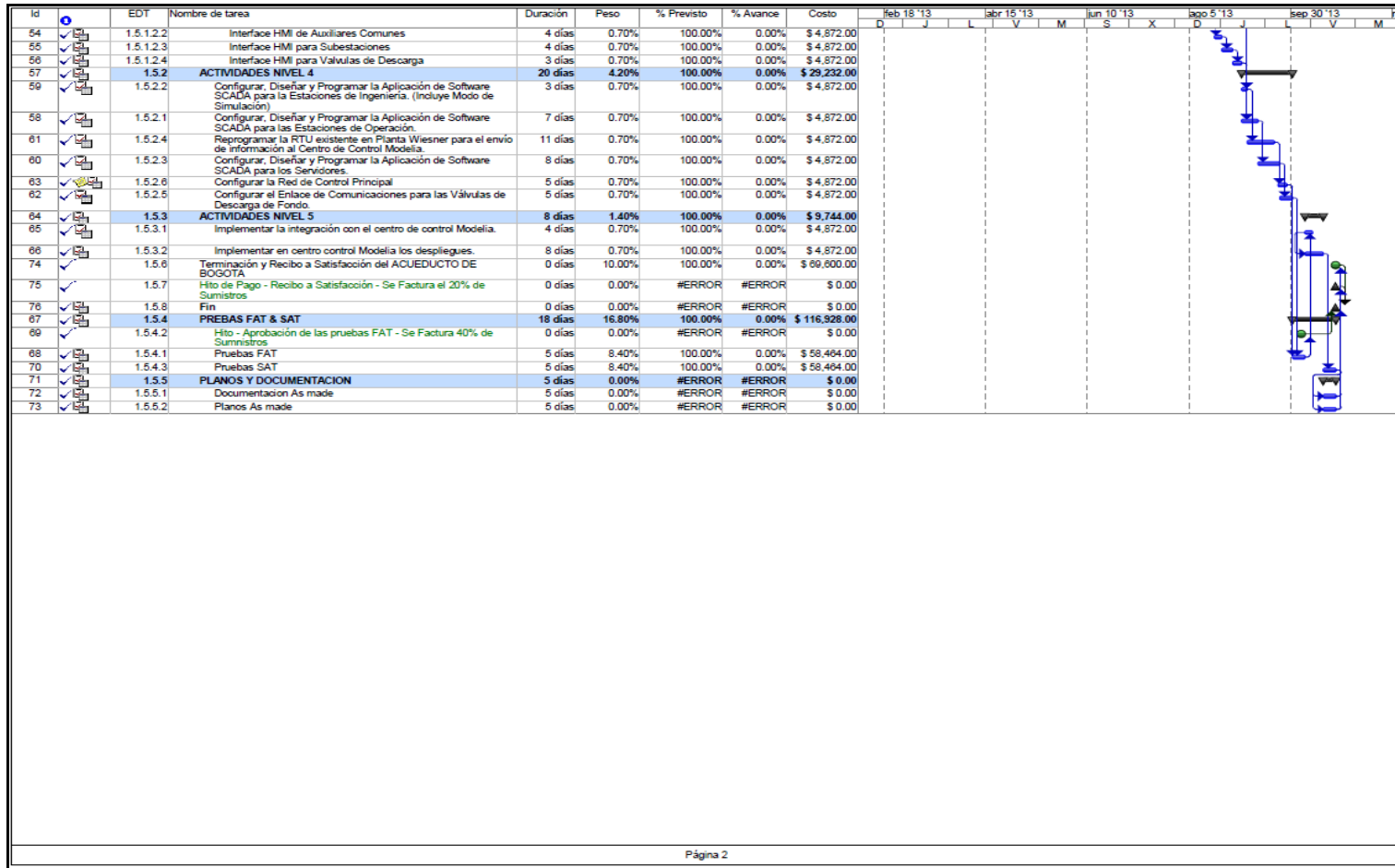


Figura 44. PDT Proyecto – San Rafael Parte 2.



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

7 PROCURA

7.1 PROVEEDORES

A continuación se lista los proveedores para el proyecto:

Tabla 38. Listado de Proveedores

ITEM	FORTALEZA	DEBILIDAD
AUTOMATIZACION AVANZADA	Empresa Nacional con gran variedad de productos de automatización.	Tiempos de entrega
COLSEIN	Gran Stock.	Tiempos de entrega
EQUIPOS Y CONTROLES	Tiempos de entrega	-
RTP CORP	Precio	Faltos de reconocimiento en el campo
ADVANCE CONTROLES	Precio	Tiempos de entrega
FACTORYCERRA	Precio y tiempos de entrega	
DAGA	Gran Stock	Precio
ABB	Multinacional	Tiempos y precio
HP	Respaldo Internacional	Precio
Siemens	Respaldo y tiempos de entrega	Precio

Tabla 39. Costeo de Materiales

COSTEO MATERIALES							
ITEM	PRODUCTO	REFERENCIA	FABRICANTE	CANT	DIFERENCIADOR	PRECIO	PRECIO TOTAL
1	CHASIS CONTROLADOR REDUNDANTE RTP	CH3100	RTP	7	PRECIO	760	5320
2	CONTROLADOR REDUNDANTE RTP	3100	RTP	7	PRECIO	12000	84000
3	MODULO DE COMUNICACIONES MODBUS TCP PARA CONTROLADOR RTP 3100	TCP300RTP	RTP	6	PRECIO	3800	22800
4	SWITCH INDUSTRIAL ADVANTECH 4 PUERTOS RJ45 Y FIBRA	EKI-7554SI	COLSEIN	1	GRAN STOCK	4500	4500
5	CONVERSOR 48V/24 12.5A	TYCO	COLSEIN	34	GRAN STOCK	1200	40800
6	MONITOR DE 15" TFT FANLESS PANEL	PPC-L157T	ADVANTECH	6	PRECIO	3200	19200
7	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	UKK-5-HESI	COLSEIN	752	GRAN STOCK	15	11280
8	BORNERA SENCILLA	USLKG 6 N	COLSEIN	38	GRAN STOCK	4	152



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

	(PHOENIX CONTACT)						
9	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N	COLSEIN	40	GRAN STOCK	4	160
10	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	UK 6 N BU	COLSEIN	38	GRAN STOCK	4	152
11	FUSIBLE 5X20 DE 2 AMPERIOS	POR TALLER	COLSEIN	12	GRAN STOCK	0,8	9,6
12	FUSIBLE 5X20 DE 15 AMPERIOS	POR TALLER	COLSEIN	12	GRAN STOCK	0,8	9,6
13	BREAKER (ABB) 6A	S 281 UC-K 6	ABB	203	MULTINACIONAL	20	4060
14	BREAKER (ABB) 20A	S 282 UC-K 20	ABB	40	MULTINACIONAL	30	1200
15	LAMPARA TIPO TORTUGA	POR TALLER	SCHNEIDER	18	MULTINACIONAL	100	1800
16	CALENTADOR DE AMBIENTE	DEXON	SCHNEIDER	8	MULTINACIONAL	40	320
17	TOMA	DEXON	SCHNEIDER	19	MULTINACIONAL	90	1710
18	BARRA DE COBRE	POR TALLER	SCHNEIDER	38	MULTINACIONAL	40	1520
19	TERMOSTATO	DEXON	SCHNEIDER	8	MULTINACIONAL	87	696
20	SWITCH 8 PUERTOS ETHERNET 2 DE FO	EKI-7559SI	ADVANTECH	1	PRECIO	5200	5200
21	MÓDULO DE DISTRIBUCION BASADO EN ETHERNET	ADAM-5000/TCP	ADVANTECH	18	PRECIO	3000	54000
22	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANÁLOGAS	ADAM-5068	ADVANTECH	13	PRECIO	3400	44200
23	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITAL	ADAM-5051S	ADVANTECH	5	PRECIO	3500	17500
24	MODULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-5068	ADVANTECH	19	PRECIO	3700	70300
25	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE	UK 6,3-HESI	COLSEIN	16	GRAN STOCK	10	160
26	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE	UKK 5-DIO	COLSEIN	112	GRAN STOCK	10	1120
27	FUSIBLE 5X20 50mA	POR TALLER	COLSEIN	64	GRAN STOCK	0,5	32
28	FUSIBLE 5X20 2A	POR TALLER	COLSEIN	384	GRAN STOCK	0,9	345,6
29	FUSIBLE 6,3X32 50mA	POR TALLER	COLSEIN	112	GRAN STOCK	0,9	100,8
30	PATCH PANEL UTP 19" 16 PUERTOS MARCA QUEST	NPP-1016	APC	6	TIEMPO DE ENTREGA	250	1500
31	VENTILADOR	DEXON	SCHNEIDER	7	MULTINACIONAL	136	952
32	CANAleta (W) 60 (H) 60	DEXON	SCHNEIDER	100	MULTINACIONAL	20	2000
33	CANAleta (W) 80 (H) 60	DEXON	SCHNEIDER	50	MULTINACIONAL	20	1000
34	SEGMENT PROTECTOR	PT 2X2-24DC-ST	COLSEIN	268	GRAN STOCK	100	26800
35	SERVIDOR	R310	HP	2	TIEMPO DE ENTREGA	11284	22568



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

36	KVM SWITCH HP	AF 515A	HP	1	TIEMPO DE ENTREGA	2500	2500
37	TECLADO Y PANTALLA 19" HP	TFT 7600	HP	1	TIEMPO DE ENTREGA	1200	1200
38	BANDEJA VERTICAL CON GANCHOS	OH 4502	SCHNEIDER	1	MULTINACIONAL	1300	1300
39	MULTITOMA FUENTE N°1	MV 4754	SCHNEIDER	2	MULTINACIONAL	400	800
40	PATCHPANEL 19" 48 PUERTOS QUEST	405331-1	APC	1	TIEMPO DE ENTREGA	270	270
41	ORGANIZADOR DE CABLES	APC	APC	2	TIEMPO DE ENTREGA	150	300
42	SWITCH 4 PUERTOS ETHERNET 2 DE FO	EKI-7554SI	ADVANTECH	9	PRECIO	9027	81243
43	MÓDULO DE ALIMENTACIÓN 24V, 3A	SD-831	ABB	1	MULTINACIONAL	3100	3100
44	MONITOR DE 15" TFT HIGH PERFORMANCE TOUCHSCREEN	PPC-L157T	ADVANTECH	1	PRECIO	3600	3600
45	CANAleta (W) 100 (H) 60	DEXON	SCHNEIDER	50	MULTINACIONAL	23	1150
46	CONVERSOR ETHERNET A FIBRA	EKI-2541S	ADVANTECH	4	PRECIO	2700	10800
47	FUSIBLE 5x20 15A	POR TALLER	COLSEIN	60	GRAN STOCK	1	60
48	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITALES	ADAM-5051S	ADVANTECH	20	PRECIO	3500	70000
49	MÓDULO DE 3 ENTRADAS RTD	ADAM-5013	ADVANTECH	16	PRECIO	2700	43200
50	MÓDULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	ADAM-5068	ADVANTECH	12	PRECIO	3700	44400
51	MODULO DE 4 ENTRADAS DE PULSOS	ADAM-5080	ADVANTECH	4	PRECIO	2300	9200
52	BORNERA 1 PISO CON FUSIBLE	UKK 6,3-HESI	COLSEIN	96	GRAN STOCK	15	1440
53	BORNERA 3 PISOS DIKD 1,5 RTD	DIKD 1,5	COLSEIN	48	GRAN STOCK	15	720
54	FUSIBLE 5X20 50mA	POR TALLER	COLSEIN	496	GRAN STOCK	1	496
55	CONVERSOR RS-485 A MODBUS TCP	ADAM-4572	ADVANTECH	3	PRECIO	2400	7200
56	SWITCH 8 PUERTOS ETHERNET	EKI-2528	ADVANTECH	1	PRECIO	2080	2080
57	RADIO	ALVARION	ALVARION	1	TIEMPO DE ENTREGA	5800	5800
58	CELDAS- GABINETES UNIDADES, SUBESTACION, CONTROLADORES Y PARTES	NSYSF2012802DP	SCHNEIDER	8	MULTINACIONAL	3259	26072



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

	MENORES						
59	CELDAS- GABINETES I/O	YSP-4578	SCHNEIDER	14	MULTINACIONAL	2500	35000
60	KVM HP 10642	HP 10642	HP	2	MULTINACIONAL	2500	5000

7.2 PRECOMISSIONING

Como pruebas para el precomisionamiento del sistema de control de la Estacion San Rafael, se realizaran las pruebas en sitio (FAT), siguientes:

Prueba de tableros: Prueba eléctrica

Prueba de timbrado y conexionado

Prueba de inventario de equipos

Prueba de HMI: Prueba de despliegues de HMI.

Prueba de verificación de señales.

Prueba arquitectura: Prueba red anillo

Prueba red de control (Cada uno de los controladores)

Prueba de redundancia Servidores

Prueba de Logicas: Prueba de Logicas unidades.

Prueba de rutas de flujo.

Prueba de lógicas PID unidades.

Prueba de

7.3 DESPACHO

La compra de cada uno de los componentes del sistema de control, se realizada bajo condiciones mediante las cuales el vendedor entrega las mercaderías al comprador, despachadas para la importación, y no descargadas de los medios de transporte utilizados en el lugar de destino acordado.

El vendedor debe asumir todos los costos y riesgos ocasionados al llevar las mercaderías hasta aquel lugar, incluyendo los trámites aduaneros, y el pago de los trámites, derechos de aduanas, impuestos y otras cargas para la importación al país de destino.

Las condiciones para cada uno de los productos y tareas a responsabilidad del proveedor como del comprador se listan a continuación:

Tabla 40. Costeo de Materiales

CONDICIONES DE COMPRA					
ITEM	PRODUCTO	PRECIO TOTAL COMPRA	FABRICANTE	CONDICIONES DE LA COMPRA	PRECIO
1	CHASIS CONTROLADOR REDUNDANTE RTP	5320	RTP	DDP	760



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

2	CONTROLADOR REDUNDANTE RTP	84000	RTP	DDP	12000
3	MODULO DE COMUNICACIONES MODBUS TCP PARA CONTROLADOR RTP 3100	22800	RTP	DDP	3800
4	SWITCH INDUSTRIAL ADVANTECH 4 PUERTOS RJ45 Y FIBRA	4500	COLSEIN	DDP	4500
5	CONVERSOR 48V/24 12.5A	40800	COLSEIN	DDP	1200
6	MONITOR DE 15" TFT FANLESS PANEL	19200	ADVANTECH	DDP	3200
7	BORNERA 2 PISOS CON FUSIBLE	11280	COLSEIN	DDP	15
8	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	152	COLSEIN	DDP	4
9	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	160	COLSEIN	DDP	4
10	BORNERA SENCILLA (PHOENIX CONTACT)	152	COLSEIN	DDP	4
11	FUSIBLE 5X20 DE 2 AMPERIOS	9,6	COLSEIN	DDP	0,8
12	FUSIBLE 5X20 DE 15 AMPERIOS	9,6	COLSEIN	DDP	0,8
13	BREAKER (ABB) 6A	4060	ABB	DDP	20
14	BREAKER (ABB) 20A	1200	ABB	DDP	30
15	LAMPARA TIPO TORTUGA	1800	SCHNEIDER	DDP	100
16	CALENTADOR DE AMBIENTE	320	SCHNEIDER	DDP	40
17	TOMA	1710	SCHNEIDER	DDP	90
18	BARRA DE COBRE	1520	SCHNEIDER	DDP	40
19	TERMOSTATO	696	SCHNEIDER	DDP	87
20	SWITCH 8 PUERTOS ETHERNET 2 DE FO	5200	ADVANTECH	DDP	5200
21	MÓDULO DE DISTRIBUCION BASADO EN ETHERNET	54000	ADVANTECH	DDP	3000
22	MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANÁLOGAS	44200	ADVANTECH	DDP	3400
23	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITAL	17500	ADVANTECH	DDP	3500
24	MODULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	70300	ADVANTECH	DDP	3700
25	BORNERA 1 PISOS CON FUSIBLE	160	COLSEIN	DDP	10
26	BORNERA 2 PISOS SIN FUSIBLE	1120	COLSEIN	DDP	10
27	FUSIBLE 5X20 50mA	32	COLSEIN	DDP	0,5
28	FUSIBLE 5X20 2A	345,6	COLSEIN	DDP	0,9
29	FUSIBLE 6,3X32 50mA	100,8	COLSEIN	DDP	0,9
30	PATCH PANEL UTP 19" 16 PUERTOS MARCA QUEST	1500	APC	DDP	250
31	VENTILADOR	952	SCHNEIDER	DDP	136
32	CANAleta (W) 60 (H) 60	2000	SCHNEIDER	DDP	20



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

33	CANALETA (W) 80 (H) 60	1000	SCHNEIDER	DDP	20
34	SEGMENT PROTECTOR	26800	COLSEIN	DDP	100
35	SERVIDOR	22568	HP	DDP	11284
36	KVM SWITCH HP	2500	HP	DDP	2500
37	TECLADO Y PANTALLA 19" HP	1200	HP	DDP	1200
38	BANDEJA VERTICAL CON GANCHOS	1300	SCHNEIDER	DDP	1300
39	MULTITOMA FUENTE N°1	800	SCHNEIDER	DDP	400
40	PATCHPANEL 19" 48 PUERTOS QUEST	270	APC	DDP	270
41	ORGANIZADOR DE CABLES	300	APC	DDP	150
42	SWITCH 4 PUERTOS ETHERNET 2 DE FO	81243	ADVANTECH	DDP	9027
43	MÓDULO DE ALIMENTACIÓN 24V, 3A	3100	ABB	DDP	3100
44	MONITOR DE 15" TFT HIGH PERFORMANCE TOUCHSCREEN	3600	ADVANTECH	DDP	3600
45	CANALETA (W) 100 (H) 60	1150	SCHNEIDER	DDP	23
46	CONVERSOR ETHERNET A FIBRA	10800	ADVANTECH	DDP	2700
47	FUSIBLE 5x20 15A	60	COLSEIN	DDP	1
48	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITALES	70000	ADVANTECH	DDP	3500
49	MÓDULO DE 3 ENTRADAS RTD	43200	ADVANTECH	DDP	2700
50	MÓDULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	44400	ADVANTECH	DDP	3700
51	MODULO DE 4 ENTRADAS DE PULSOS	9200	ADVANTECH	DDP	2300
52	BORNERA 1 PISO CON FUSIBLE	1440	COLSEIN	DDP	15
53	BORNERA 3 PISOS DIKD 1,5 RTD	720	COLSEIN	DDP	15
54	FUSIBLE 5X20 50mA	496	COLSEIN	DDP	1
55	CONVERSOR RS-485 A MODBUS TCP	7200	ADVANTECH	DDP	2400
56	SWITCH 8 PUERTOS ETHERNET	2080	ADVANTECH	DDP	2080
57	RADIO	5800	ALVARION	DDP	5800
58	CELDAS-GABINETES UNIDADES, SUBESTACION, CONTROLADORES Y PARTES MENORES	26072	SCHNEIDER	DDP	3259
59	CELDAS-GABINETES I/O	35000	SCHNEIDER	DDP	2500
60	KVM HP 10642	5000	HP	DDP	2500

Tareas del Proveedor.

- Entregar la mercadería y documentos necesarios.
- Empaque y embalaje.
- Acarreo (de fábrica al lugar de exportación).



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

- Aduana (documentos, permisos, requisitos, impuestos).
- Gastos de exportación (maniobras, almacenaje, agentes).
- Flete (de lugar de exportación al lugar de importación).
- Seguro.
- Gastos de importación (maniobras, almacenaje, agentes).
- Aduana (documentos, permisos, requisitos, impuestos).
- Acarreo y seguro (lugar de importación a planta).
- Demoras.

Tareas del comprador

- Pagar la mercadería

7.4 SECUENCIA DE ACTIVIDADES

A continuación se lista la secuencia de tareas para la procura. Para ver un mayor detalle Ver Figura 43

1.3.3.4	Fin Ing. Detallada	0 días	0.00%	#ERROR	#ERROR	\$ 0.00
1.3.3.3	Entrega de Ingeniería Detallada - Revisión 0	6 días	2.80%	100.00%	0.00%	\$ 19,488.00
1.3.3.3.1	Inclusión de comentarios finales y entrega de Ing. Detallada Aprobada para Construcción - Rev. 0	3 días	2.80%	100.00%	0.00%	\$ 19,488.00
1.3.3.3.2	Aprobación por parte del Consorcio, Interventoría y EAAB	3 días	0.00%	#ERROR	#ERROR	\$ 0.00
1.4	SUMINISTROS Y COMPRAS	45 días	28.00%	100.00%	0.00%	\$ 194,880.00
1.4.1	Módulos remotos de I/O ADVANTECH, Y PARTES SISTEMA DE CONTROL	45 días	4.67%	100.00%	0.00%	\$ 32,480.00
1.4.2	Controladores RTP Y CELDAS	45 días	4.67%	100.00%	0.00%	\$ 32,480.00
1.4.3	Enlace de Comunicaciones con válvulas de descarga de fondo (radios y antenas) MRL o similar.	45 días	4.67%	100.00%	0.00%	\$ 32,480.00
1.4.4	Switch de comunicaciones para fibra óptica SIXNET o ADVANTECK o similar.	45 días	4.67%	100.00%	0.00%	\$ 32,480.00
1.4.5	Estaciones de operación e ingeniería DELL.	45 días	4.67%	100.00%	0.00%	\$ 32,480.00
1.4.6	Servidor SCADA principal y de respaldo DELL.	45 días	4.67%	100.00%	0.00%	\$ 32,480.00

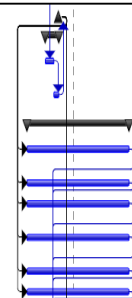


Figura 45. Secuencia de Actividades - Procura



8 ADECUACION

8.1 DIAGRAMA ARQUITECTONICO Y LOCALIZACION DE EQUIPOS

8.1.1 CUARTO DE VALVULAS DE DESCARGA DE FONDO

LISTA	
ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Gabinete TCVF.
2	Motores Accionadores de Valvulas
3	Puerta Batiente

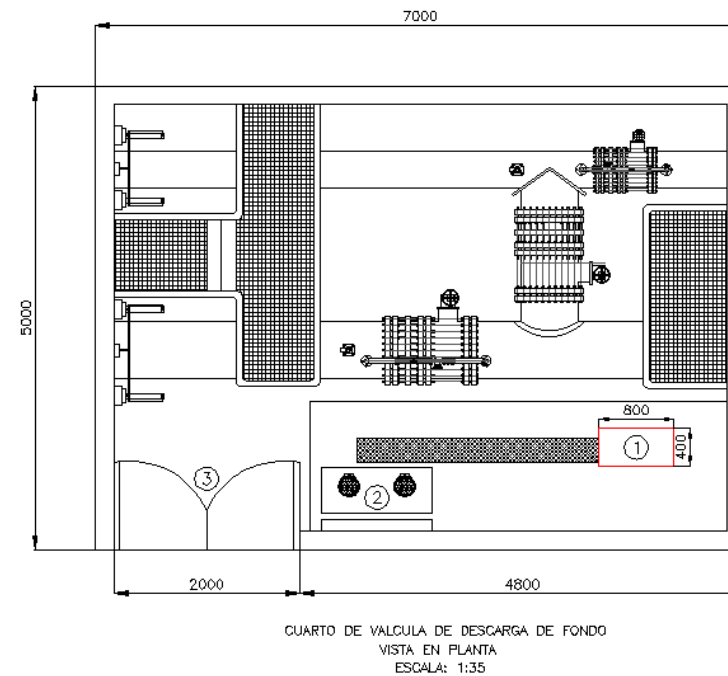


Figura 46. Plano de ubicación de tableros – Válvulas de descarga de fondo



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

8.1.2 CUARTO DE CONTROL SAN RAFAEL

ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Ventanas
2	Biblioteca
3	Gabinete TCSE.
4	Tablero de Reles
5	Servicios Auxiliares 480 VCA
6	Transformador 2 4,16 KV
7	Transformador 3 4,16 KV
8	Transformador 4 4,16 KV
9	Línea S/E Wiener 34,5 KV
10	Transformador 1 4,16 KV
11	Línea La Calera 115 KV
12	Transformador 2 115 KV
13	Transformador 3 115 KV
14	Rack de Servidores.
15	Transformador 1 4 MVA
16	Transformador 2 10/4,5 MVA
17	Transformador 3 10/12,5 MVA
18	Puerta Deslizable
19	Transformador Auxiliares 2
20	Alimentador Motor 1
21	Transformador 2 10/12,5 MVA
22	Alimentador Motor 2
23	Transformadores Potencial 1
24	Acople de Barras 1
25	Alimentador Motor 3
26	Transformador 3 10/12,5 MVA
27	Transformador Auxiliares 1
28	Transformador Potencial 2
29	Acople de Barras 2
30	Alimentador Motor 4
31	Estación de Ingeniería
32	Alimentador Motor 5
33	Transformador Potencial 3
34	Operador
35	Estación de Operaciones
36	Gabinete de borneras existente

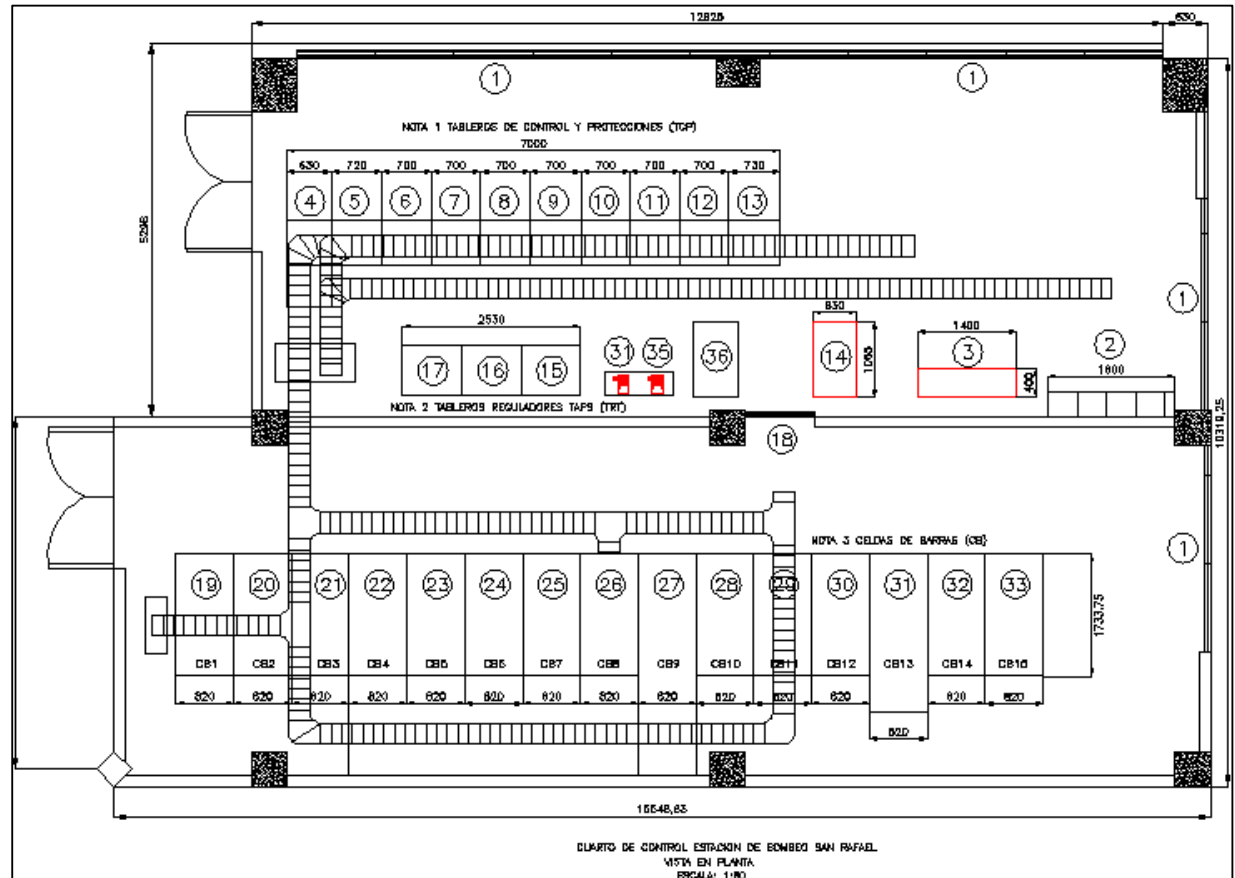


Figura 47. Plano de ubicación de tableros – Cuarto de Control San Rafael



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

8.1.3 Nivel -3 SAN RAFAEL

LISTA	
ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Gabinete de Control Unidad 1
2	Gabinete de Control Unidad 2
3	Gabinete de Control Unidad 3
4	Gabinete de Control Unidad 4
5	Gabinete TCAC
6	Estacion de Operaciones
7	Ascensor

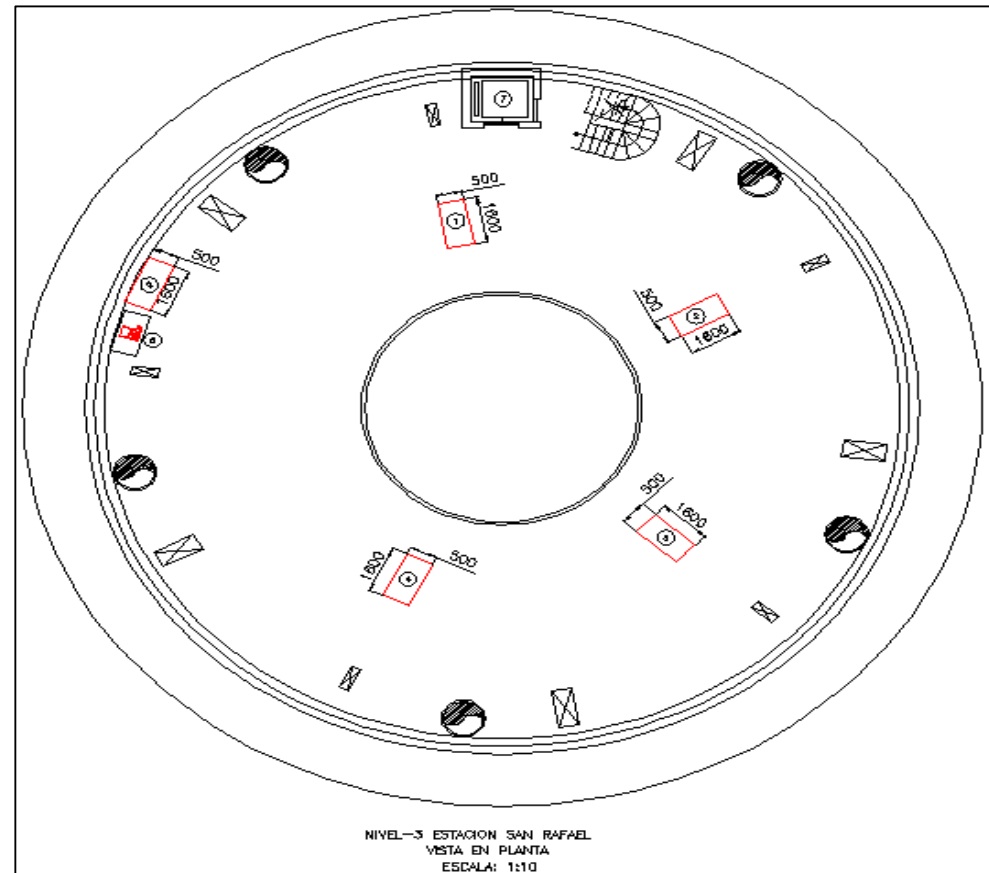


Figura 48. Plano de ubicación de tableros – Nivel -3 Estación San Rafael



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

8.1.4 Nivel -5 SAN RAFAEL

LISTA	
ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Gabinete Auxiliares Comunes
2	TBSA
3	Ascensor
4	TCVM
5	1GIOR1
6	1GIOR2
7	1GIOR3
8	2GIOR1
9	2GIOR2
10	2GIOR3
11	3GIOR1
12	3GIOR2
13	3GIOR3
14	4GIOR1
15	4GIOR2
16	4GIOR3

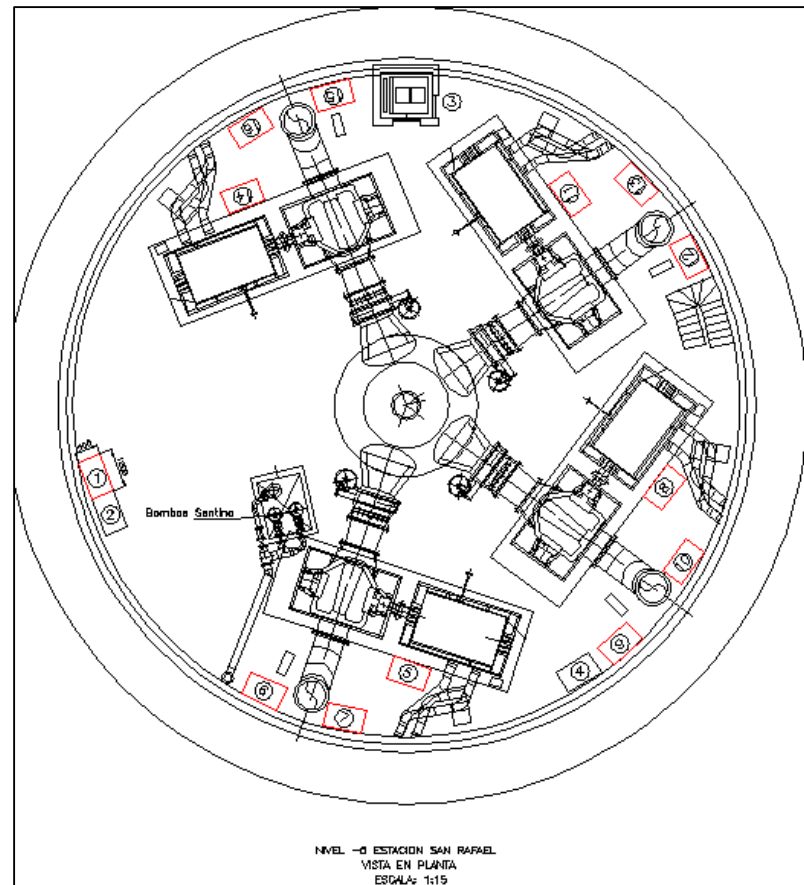


Figura 49. Plano de ubicación de tableros – Nivel -5 Estación San Rafael



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

8.1.5 Cuarto de Control Wiesner

LISTA	
ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Puertas Corredizas
2	Ventanas
3	Motores de Vigilancia
4	Tablero de Extractores
5	Tablero de Caseta Vigilancia
6	Tablero de Emergencia
7	Transformador 10 KVA
8	Tablero Alarmas de Bombas San Rafael
9	Rack N°1 Administrativo
10	Transformador Tanque de Agua Lavado de Filtro
11	Transformador Galeria
12	Transformador UPS Sala de Control
13	Interruptor de Valvula de Lavado Especial
14	Reservas de Tablero
15	Interruptor Alimentacion de Tablero Principal
16	Gabinete de Comunicaciones 1
17	Gabinete de Comunicaciones 2
18	Tablero de Alimentacion 2
19	Tablero de Alimentacion 1
20	Estacion de Vigilancia
21	Estacion de Monitoreo 1
22	Estacion de Monitoreo 2
23	Estacion de Operaciones San Rafael

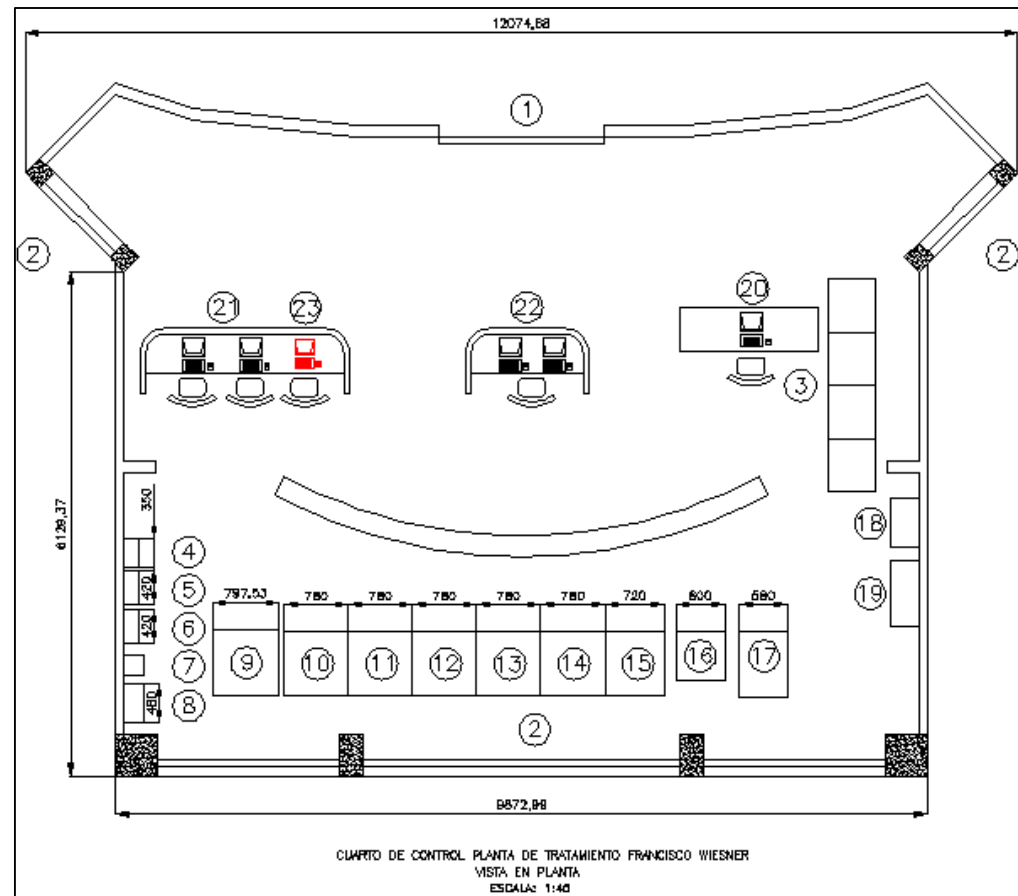


Figura 50. Plano de ubicación de tableros – Cuarto de Control Wiesner.



8.2 OBRAS CIVILES, REMODELACIONES, ACOMETIDAS Y REDES.

Para la ejecución del proyecto **DISEÑO, SUMINISTRO, IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE CONTROL LOCAL Y SUPERVISIÓN SCADA DEL EMBALSE SAN RAFAEL PROPIEDAD DEL ACUEDUCTO DE BOGOTÁ** No se requieren obras civiles debido a que la Estación San Rafael cuenta con los espacios requeridos disponibles para el desarrollo del proyecto.

Debido a la cercanía entre la estación y el sitio base del grupo de ingeniería, no se requiere la adecuación de containers ni espacios especiales y exclusivos para el proyecto en la estación San Rafael,

Para la etapa de construcción es necesario realizar demoliciones de los tableros con los que cuenta en la actualidad la Estación, esta tarea no se encuentra incluida en el alcance de este proyecto.

El tendido de redes eléctricas y de comunicaciones se realizara sobre bandejas existentes las cuales se cuenta con la disponibilidad apropiada para la instalación del nuevo sistema de control.

8.3 SECUENCIA DE ACTIVIDADES

Tabla 41. Secuencia de actividades - Adecuacion

SECUENCIA	ACTIVIDAD	DURACION (Días)	PRECEDENCIA
A	Tendido de cableado UTP	3	-
B	Tendido de enlaces de fibra óptica	2	A
C	Tendido de cableado Red Regulada	3	B
D	Tendido de cableado Red no regulada	3	C
E	Adecuación de enlace de comunicaciones Válvulas descarga de fondo	3	D
F	Marquillado de cableado	2	E



9 MONTAJE

9.1 FLUJOGRAMA

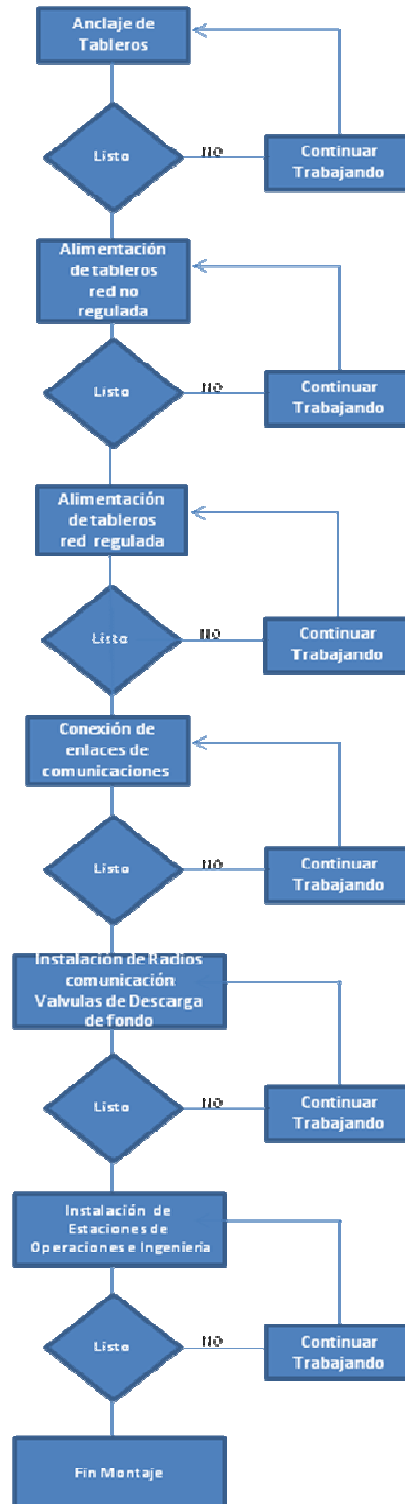


Figura 51. Flujoograma – Etapa de Montaje



9.2 SECUENCIA DE ACTIVIDADES

Tabla 42. Secuencia de actividades - Montaje

SECUENCIA	ACTIVIDAD	DURACION (Días)	PRECEDENCIA
A	Anclaje de Tableros	15	-
B	Alimentación de tableros red no regulada	4	A
C	Alimentación de tableros red regulada	4	B
D	Conexión de enlaces de comunicaciones	3	C
E	Instalación de Radios comunicación Valvulas de Descarga de fondo	3	D
F	Instalación de Estaciones de Operaciones e Ingeniería	2	E



10 ARRANQUE

10.1 FLUJOGRAMA

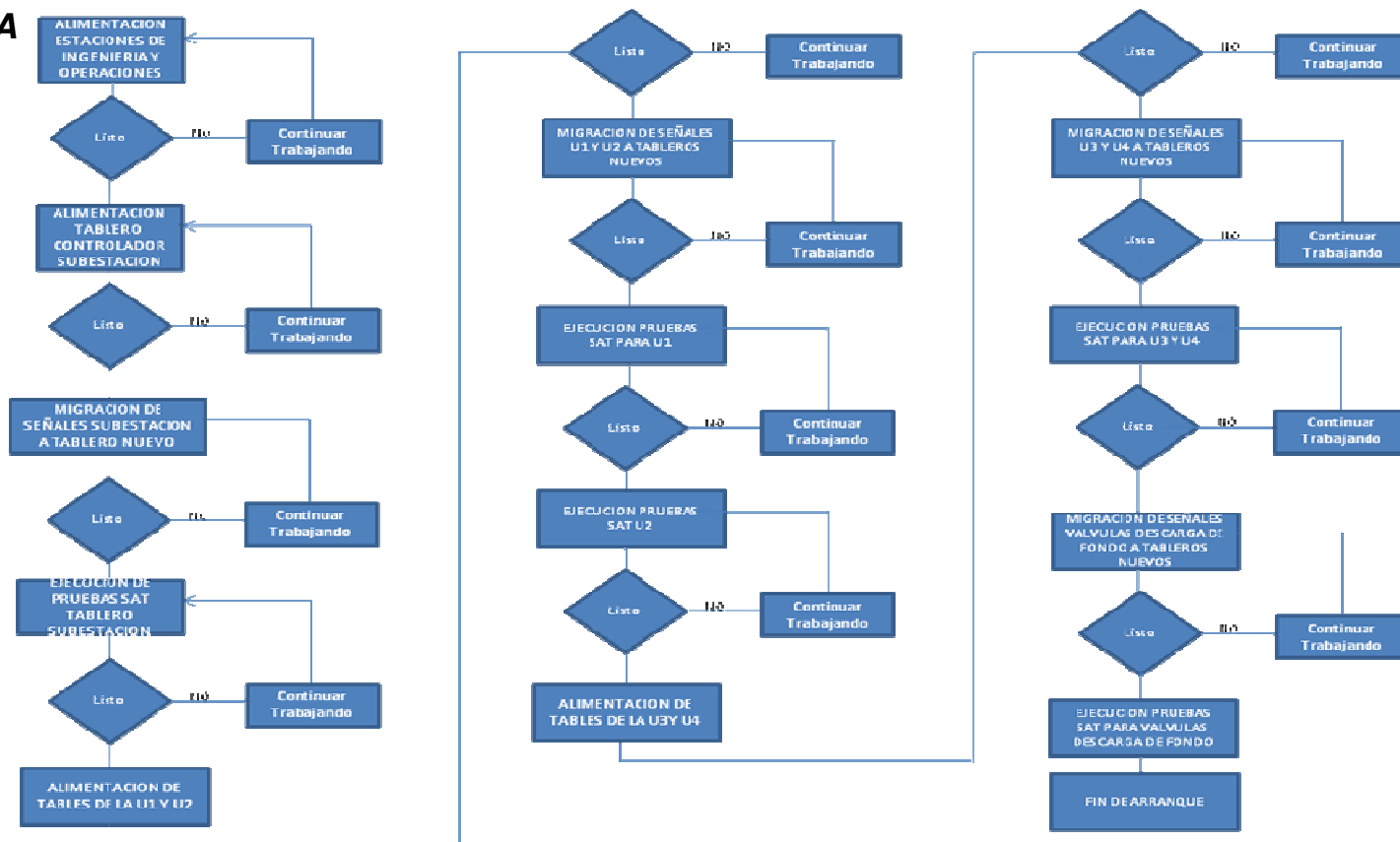


Figura 52. Flujograma – Etapa de Arranque



10.2 SECUENCIA DE ACTIVIDADES

Tabla 43. Secuencia de actividades - Arranque

SECUENCIA	ACTIVIDAD	DURACION (Días)	PRECEDENCIA
A	Alimentacion estaciones de ingeniería y operaciones.	1	-
B	Alimentacion tablero controlador subestacion	1	A
C	Migracion de señales subestación a tablero nuevo	2	B
D	Ejecucion de pruebas SAT tablero subestacion	2	C
E	Alimentacion de tablero U1 y U2	6	D
F	Migracion de señales U1 Y U2 a tableros nuevos	8	E
G	Ejecución de pruebas SAT para U1	5	F
H	Ejecución de pruebas SAT para U2	5	G
I	Alimentacion de tablero U3 y U4	6	H
J	Migracion de señales U3 Y U4 a tableros nuevos	8	I
K	Ejecución de pruebas SAT para U3 y U4	5	J
L	Alimentacion de tablero DE Valvulas de descarga de fondo	1	K
M	Migracion de señales válvulas de descarga de fondo a tableros nuevos	3	L
N	Ejecución de pruebas SAT para válvulas de descarga de fondo	3	M



11 PUESTA EN SERVICIO

11.1 FLUJOGRAMA

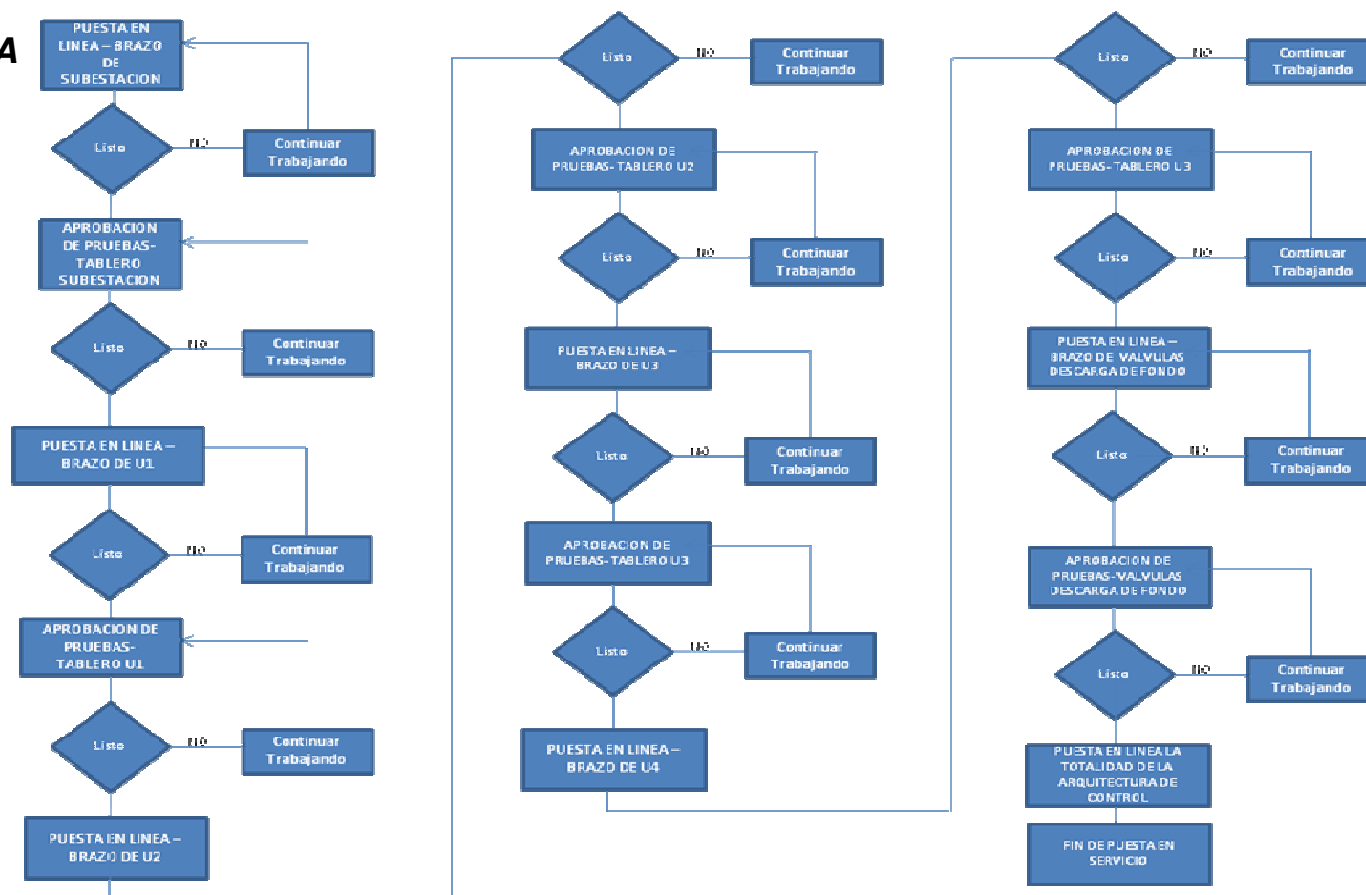


Figura 53. Flujograma – Etapa de Puesta en Servicio



11.2 SECUENCIA DE ACTIVIDADES

Debido al plan de trabajo establecido para el montaje, arranque y puesta en servicio del sistema de control para la Estación San Rafael, se realizara puesta en servicio una vez terminadas las pruebas de cada uno de los brazos que componen el proceso. De esta forma apenas se terminen las pruebas SAT de cada uno de los brazos de la arquitectura se iniciara la puesta en línea de dicho brazo.

Tabla 44. Secuencia de actividades – Puesta en Servicio

SECUENCIA	ACTIVIDAD	DURACION (Dias)	PRECEDENCIA
A	Puesta en línea brazo de subestacion	1	-
B	Aprobacion de pruebas tableros subestacion	1	A
C	Puesta en línea brazo de U1	1	B
D	Aprobacion de pruebas tableros U1	1	C
E	Puesta en línea brazo de U2	1	D
F	Aprobacion de pruebas tableros U2	1	E
G	Puesta en línea brazo de U3	1	F
H	Aprobacion de pruebas tableros U3	1	G
I	Puesta en línea brazo de U4	1	H
J	Aprobacion de pruebas tableros U4	1	I
K	Puesta en línea brazo de Valvulas descarga de fondo	1	J
L	Aprobacion de pruebas tableros Valvulas descarga de fondo	1	K
M	Puesta en línea totalidad de la arquitectura de control	1	L
N	Fin puesta en servicio	-	M



11.3 FLUJOGRAMA

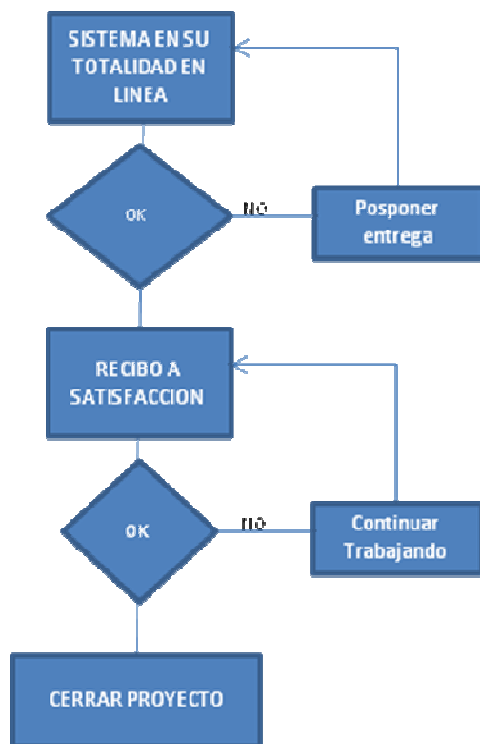


Figura 54. Flujograma – Entrega

11.4 SECUENCIA DE ACTIVIDADES

Tabla 45. Secuencia de actividades – Entrega

SECUENCIA	ACTIVIDAD	DURACION (Días)	PRECEDENCIA
A	Sistema de control en su totalidad en línea	2	-
B	Recibo a satisfacción del sistema	1	A
C	Cierre de proyecto	-	B



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

11.5 ACTIVIDADES PARA LA GARANTÍA.

El sistema de control de la Estación San Rafael, contara con un periodo de garantía y/o estabilización de treinta (30) días calendario sobre la totalidad del sistema de control, los cuales iniciaran una vez terminado el periodo de migración y aprobación de las pruebas en sitio SAT. Durante este periodo de estabilización, es responsabilidad de los ingenieros de control y configuración de la empresa el mantenimiento y correcto funcionamiento del sistema.

Terminado este periodo de estabilización, será responsabilidad de la Empresa de Acueducto de Bogota, el mantenimiento y correcto funcionamiento del sistema de control.

11.6 SOPORTE

Para poder recibir soporte, la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá deberá realizar lo siguiente.

Tabla 46. Soporte

SECUENCIA	ACTIVIDAD	PRECEDENCIA
A	Generación de anomalía o falla.	-
B	Revisión por parte del técnico en control de la empresa de Acueducto.	A
C	Identificación de la posible falla del sistema	B
D	Diligenciamiento del formato de solicitud de soporte por parte del Acueducto. Sobre este formato se clasifica la falla.	C
Según tipo de falla se brindara:		
1	En caso se tener una clasificación de falla (0) se tendrá soporte Telefónico llamando al numero 3002466789	C
2	Soporte en sitio. En caso se tener una clasificación de falla (1) se tendrá soporte en sitio en Aprox 3 horas.	C
3	Soporte en sitio. En caso se tener una clasificación de falla (2) se tendrá soporte en sitio en Aprox 3 dias.	C



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

11.7 CAPACITACION

La entrega del sistema de control a la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá se realizara incluyendo las siguientes capacitaciones:

Tabla 47. Capacitaciones

CAPACITACION	ACTIVIDAD	DURACION	NUMERO DE PERSONA
1	Capacitación de Software de configuración y HMI del sistema de control.	5	5
2	Capacitación en Mantenimiento y del sistema de control (Reconocimiento de arquitectura, equipos y tableros)	2	5
3	Capacitación en operación del nuevo sistema de control	2	5

La inclusión de estas capacitaciones le permitirá al proyecto contar con trabajadores de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá capacitada para la operación, mantenimiento y sostenibilidad en línea del sistema en su totalidad.

11.8 DOCUMENTACION

La entrega del sistema de control a la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá se realizara incluyendo la siguiente documentación:

Tabla 48. Documentación

DOCUMENTO	NOMBRE DE DOCUMENTO	REVISIONES A ENTREGAR		
		B	0	A&B
1	Especificaciones técnicas del sistema de control	X	X	X
2	Listado de señales de entradas y salidas	X	X	X
3	Arquitectura de Control	X	X	X
4	Lógica Narrativa	X	X	X
5	Manual de operación del sistema de control	X	X	X
6	Manual de Mantenimiento del sistema de control	X	X	X
7	Diagramas de despliegues de HMI	X	X	X



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

8	Plano de gabinetes	X	X	X
9	Plano de conexionado de gabinetes	X	X	X
10	Plano de montaje de gabinetes	X	X	X
11	Planos P&IDs	X	X	X
12	Protocolos de pruebas FAT y SAT diligenciados	X	X	X
13	Listado de Hardware y licencias	X	X	X

Se realizara entregas según PDT de ingeniería a la consultoría con el fin de llevar control y aprobación de la ingeniería que se desarrolla



12 PLANIFICACION DE LA CALIDAD

12.1 CHECK LIST MONTAJE

SIN ENERGIZACIÓN

Item	Descripción	Estado	Comentarios
1.01	<i>Tamaño del gabinete - AltxAncxProf:</i> x x • Medir la altura, el ancho y la profundidad del gabinete utilizando un flexómetro o decámetro. • Anotar las medidas tomadas en los espacios correspondientes • Comparar las medidas anotadas con las estipuladas en el plano		
1.02	<i>Estructura completa y en buen estado, sin rayones o cortes</i> • Revisar visualmente el estado físico del gabinete y asegurarse que esté libre de golpes, hendiduras, rayones y cortes.		
1.03	<i>Placa de identificación del tablero</i> • Revisar visualmente el estado físico de la placa que identifica al tablero y asegurarse que esté bien • Asegurarse que el texto de la placa corresponde al del diseño		
1.04	<i>Empaques bien instalados (puerta, HMI, etc)</i> • Revisar que los empaques instalados estén bien adheridos al gabinete		
1.05	<i>Grado de protección IP 54 ☐ 65 ☐ 68 ☐ Otro _____</i> • Preguntar al fabricante el grado de protección del gabinete • Comparar el grado dado por el fabricante con la norma para clasificación IP y analizar si éstos corresponden		
1.06	<i>Estado de la pintura</i> • Revisar visualmente el estado de la pintura en el gabinete y asegurarse que no existan rayones, parches o partes sin pintar.		
1.07	<i>Entrada de cables</i> • Asegurarse que en la parte inferior del gabinete hayan espacios/huecos para el ingreso de los cables que van a ser conectados a las borneras.		
1.08	<i>Cierre, ajuste y apertura de puertas</i> • Cerrar completamente la puerta del gabinete y revisar que haya ajustado bien • Abrir la puerta del gabinete y revisar que		



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

	ésta abra fácilmente, sin ningún esfuerzo		
1.09	<i>Puertas libres de esfuerzo por conexionado</i> • Abrir completamente la puerta del gabinete y observar que los cables que conectan los equipos/elementos de la puerta no estén evitando que ésta se abra en su totalidad.		
1.10	<i>Buena instalación y bien asegurados el Panel y equipos</i> • Revisar que los equipos/elementos instalados en la puerta estén bien sujetos a ésta, que no estén sueltos y que estén de acuerdo al diseño.		

2.0 GENERAL INTERIOR			
Item	Descripción	Estado	Comentario
2.01	<i>Placas informativas correctas</i> • Revisar visualmente el estado físico de las placas externas e internas del tablero y asegurarse que esté bien • Verificar que los textos de la placas corresponden al del diseño		
2.02	<i>Marcas, referencias, cantidad de equipos</i> • Verificar que los equipos/elementos instalados en el gabinete correspondan al del diseño.		
2.03	<i>Borneras y equipo eléctrico instalados correctamente (numeración, puentes, breakers, toma, relés, barra de tierra, fijación de tornillos, higróstato...)</i> • Revisar que las borneras y los elementos instalados estén bien asegurados al gabinete, que no estén sueltos y que estén puestos de acuerdo al diseño. • Revisar que la identificación y numeración de las borneras esté completa y esté de acuerdo al diseño.		
2.04	<i>Resistencias de precisión instaladas en las borneras</i> • Extraer levemente algunas borneras de doble piso de las utilizadas en el grupo A1 y verificar que dentro de éstas hay una resistencia de precisión soldada entre los dos pisos.		
2.05	<i>Lámpara y switch bien instalados</i> • Revisar que la lámpara y su switch de activación estén bien instalados en el gabinete, que no estén sueltos y que estén puestos de acuerdo al diseño.		
2.06	<i>Calefacción y su sistema de control bien instalados</i> • Revisar que el higróstato y la resistencia de calefacción estén bien instalados en		



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

	el gabinete, que no estén sueltos y que estén puestos de acuerdo al diseño.		
2.07	Ventilador, rejilla protección y filtros bien instalados Revisar que el ventilador, su rejilla de protección y sus filtros estén bien instalados en el gabinete, que no estén sueltos y que estén puestos de acuerdo al diseño.		
2.08	Revisar valor de los interruptores y de algunos fusibles - De los interruptores instalados, comparar su valor de protección con el establecido en el diseño - De los fusibles instalados, tomar algunos de ellos y comparar su valor de protección con el establecido en el diseño.		
2.09	Calibre de conductores De los cables instalados en el gabinete, tomar algunos de ellos y comparar el valor de su calibre con el establecido en el diseño.		
2.10	Ajuste correcto de cables y terminales De los cables instalados en las borneras, halar cada uno de ellos y verificar que no se desconecten al hacerlo.		
2.11	Canaletas - Verificar el buen estado físico de las canaletas instaladas en el gabinete, que estén bien aseguradas y de acuerdo al diseño. - Verificar que todas las canaletas tengan sus correspondientes tapas.		
2.12	Marquillas identificación de cables (Alim, IO, Modbus, Ether) Revisar algunas marquillas de los cables instalados (cables de alimentación, de señales de entrada y salidas, de comunicación Modbus, de comunicación Ethernet) en el gabinete y verificar que éstas correspondan al diseño.		

3.0 HARDWARE			
Item	Descripción	Estado	Comentario
3.01	RTU/RIO bien instalada(o) y/o asegurada(o) Verificar que la(s) RTU y/o RIO estén bien aseguradas al gabinete, que no estén sueltas e instaladas de acuerdo al diseño.		
3.02	Tipo de CPU correcta Verificar que la CPU de la RTU instalada corresponda al diseño (con o sin puerto		



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

	Ethernet).		
3.03	<i>Tipo de fuente y tarjetas I/O correctas y bien instaladas</i> • Verificar que el tipo de fuente y tarjetas de entrada salida correspondan a las del diseño, que estén en el orden planteado y que estén bien aseguradas en el chasis correspondiente.		
3.04	<i>Si hay chasis de expansión, revisar que los jumpers J2, J3 y J4 se han removido</i> • Si la RTU tiene chasis de expansión instalado, verificar en el chasis base de la misma que los jumpers J2, J3 y J4 no están puestos.		
3.05	<i>Jumpers correctamente instalados en las tarjetas análogas</i> • Para las tarjetas análogas de entrada de la RTU, revisar que los jumpers internos estén puestos de acuerdo al tipo de entrada de la señal (corriente, voltaje)		
3.06	<i>Conexión de tierra a todos los puntos de tierra del chasis</i> • Verificar que los tornillos del chasis de la RTU y/o RIO que están localizados en la parte inferior del mismo, estén conectados a tierra.		
3.07	<i>Todos los espacios libres de tarjetas I/O, cubiertos por tapas</i> • Para los slots que no tengan tarjeta instalada, deben estar cubiertos con tapas plásticas adecuadas.		
3.08	<i>Switch Avantech bien instalado y asegurado</i> • Revisar que el switch de comunicaciones esté bien instalado en el gabinete, que no esté suelto y que esté puesto de acuerdo al diseño.		
3.09	<i>Verificar dirección Modbus de los RIO</i> • Si a los RIO instalados se les configura la dirección Modbus por hardware, entonces verificar que ésta corresponda a la del diseño.		

4.0 REVISIÓN DE CABLES

Item	Descripción	Estado	Comentario
4.01	Revisión de todas las conexiones I/O (por conductor) • De acuerdo al diseño y utilizando un multímetro en la función de continuidad, revisar los extremos de cada uno de los cables que están entre las tarjetas de entrada-salida y las borneras.		
4.02	Revisión de continuidad entre los puentes y		



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

	cortos • De acuerdo al diseño y utilizando un multímetro en la función de continuidad, revisar cada uno de los puentes y cortos que hay entre las borneras.		
4.03	Revisión de conexiones de los cables Modbus • Verificar que esté conectado el cable Modbus entre el primer RIO (en el puerto "RS-485" de la parte izquierda superior) y el Panel View (puerto "PLC Port").		
4.04	Revisión de conexiones de los cables Ethernet • Verificar que esté conectado el cable Ethernet entre el EXTER y el switch de comunicaciones.		

5.0 REVISIÓN DE RESISTENCIAS

Item	Descripción	Estado	Comentario
5.01	Resistencia entre $120V F$ y $120V N$ debe ser superior a 150 kΩ • Usando un multímetro en la función de resistencia, medir entre las borneras de fase y neutro de la llegada de 120 VAC. • Verificar que la resistencia medida sea superior a 150 kΩ. En caso contrario, revisar si es algún equipo o elemento que esté conectado a la red y que tenga una resistencia interna. Si es así, desconectar temporalmente el elemento y comprobar nuevamente.		
5.02	Resistencia entre $120V F$ y <i>Tierra</i> debe ser superior a 150 kΩ • Usando un multímetro en la función de resistencia, medir entre las borneras de fase y tierra de la llegada de 120 VAC. • Verificar que la resistencia medida sea superior a 150 kΩ.		
5.03	Resistencia entre $120V N$ y <i>Tierra</i> debe ser superior a 150 kΩ • Usando un multímetro en la función de resistencia, medir entre las borneras de neutro y tierra de la llegada de 120 VAC. • Verificar que la resistencia medida sea superior a 150 kΩ.		
5.04	Resistencia entre $24V(+)$ y $24V(0)$ debe ser superior a 150 kΩ • Usando un multímetro en la función de resistencia, medir entre las borneras de 24(+) y 24(0) de la llegada de 24 VDC. • Verificar que la resistencia medida sea superior a 150 kΩ. En caso contrario, revisar si es algún equipo o elemento		



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

	que esté conectado a la red y que tenga una resistencia interna. Si es así, desconectar temporalmente el elemento y comprobar nuevamente.		
5.05	Resistencia entre 24V(+) y Tierra debe ser superior a 150 kΩ • Usando un multímetro en la función de resistencia, medir entre las borneras de 24(+) y tierra de la llegada de 24 VDC. • Verificar que la resistencia medida sea superior a 150 kΩ.		
5.06	Resistencia entre 24V(0) y Tierra debe ser superior a 150 kΩ • Usando un multímetro en la función de resistencia, medir entre las borneras de 24(0) y tierra de la llegada de 24 VDC. • Verificar que la resistencia medida sea superior a 150 kΩ.		
5.07	Resistencia entre 12V(+) y 12V(0) debe ser superior a 150 kΩ • Usando un multímetro en la función de resistencia, medir entre las borneras de 12(+) y 12(0) de la llegada de 12 VDC. • Verificar que la resistencia medida sea superior a 150 kΩ. En caso contrario, revisar si es algún equipo o elemento que esté conectado a la red y que tenga una resistencia interna. Si es así, desconectar temporalmente el elemento y comprobar nuevamente.		
5.08	Resistencia entre 12V(+) y Tierra debe ser superior a 150 kΩ • Usando un multímetro en la función de resistencia, medir entre las borneras de 12(+) y tierra de la llegada de 12 VDC. • Verificar que la resistencia medida sea superior a 150 kΩ.		
5.09	Resistencia entre 12V(0) y Tierra debe ser superior a 150 kΩ • Usando un multímetro en la función de resistencia, medir entre las borneras de 12(0) y tierra de la llegada de 12 VDC. • Verificar que la resistencia medida sea superior a 150 kΩ.		



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

12.2 CHECK LIST ARRANQUE

ENERGIZACIÓN

- **Las siguientes pruebas deben ser realizadas únicamente por un representante del contratista, gestoría y del Acueducto**
- Retirar todos los conectores de alimentación (Fuente de alimentación de la RTU, tarjetas I/O, HMI, otros)
- Desconectar todos los fusibles e interruptores de distribución
- Desconectar todos los cables de alimentación de cualquier fuente de voltaje
- Conectar los hilos de los cables de alimentación (120VAC, 120VAC-Reg, 24VDC, 12VDC) a las borneras correctas (según diagramas)
- Encender las fuentes de alimentación (120VAC, 24VDC, 12VDC)
- **Si una de estas pruebas no pasa, no continuar. Se debe arreglar el problema**

6.0 REVISIÓN DE VOLTAJES			
Item	Descripción	Estado	Comentarios
6.01	Voltaje entre 120V Línea y 120V Neutro debe ser ~120VAC • Usando un multímetro en la función de voltaje AC, medir entre las borneras de línea y neutro de la llegada de 120 VAC. • Verificar que la lectura tomada sea ~120VAC		
6.02	Voltaje entre 120V Línea y Tierra debe ser ~120VAC • Usando un multímetro en la función de voltaje AC, medir entre las borneras de línea y tierra de la llegada de 120 VAC. • Verificar que la lectura tomada sea ~120VAC		
6.03	Voltaje entre 120V Neutro y Tierra debe ser ~0VAC • Usando un multímetro en la función de voltaje AC, medir entre las borneras de neutro y tierra de la llegada de 120 VAC. • Verificar que la lectura tomada sea aproximadamente 0VAC		
6.04	Voltaje entre 24V(+) y 24V(0) • Usando un multímetro en la función de voltaje DC, medir entre las borneras de 24(+) y 24(0) de la llegada de 24 VDC. • Verificar que la lectura tomada esté entre 23 VDC y 28VDC		
6.05	Voltaje entre 24V(+) y Tierra • Usando un multímetro en la función de voltaje DC, medir entre las borneras de 24(+) y tierra de la llegada de 24 VDC. • Verificar que la lectura tomada esté entre 23 VDC y 28VDC		
6.06	Voltaje entre 24V(0) y Tierra		



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

	• Usando un multímetro en la función de voltaje DC, medir entre las borneras de 24(0) y tierra de la llegada de 24 VDC. • Verificar que la lectura tomada es aproximadamente 0 VDC.		
6.07	Voltaje entre 12V(+) y 12V(0) • Usando un multímetro en la función de voltaje DC, medir entre las borneras de 12(+) y 12(0) de la llegada de 12 VDC. • Verificar que la lectura tomada sea aproximadamente 12 VDC		
6.08	Voltaje entre 12V(+) y <i>Tierra</i> • Usando un multímetro en la función de voltaje DC, medir entre las borneras de 12(+) y tierra de la llegada de 12 VDC. • Verificar que la lectura tomada sea aproximadamente 12 VDC		
6.09	Voltaje entre 12V(0) y <i>Tierra</i> • Usando un multímetro en la función de voltaje DC, medir entre las borneras de 12(0) y tierra de la llegada de 12 VDC. • Verificar que la lectura tomada sea aproximadamente 0 VDC		

- Conectar todos los fusibles e interruptores de distribución

Item	Descripción	Estado	Comentario
6.10	Voltaje en todas las borneras I/O (revisar polaridad) • Usando un multímetro en la función de voltaje DC, medir entre las borneras de 24(+) y 24(0) de cada grupo de entrada/salida (AI, DI, DO). • Verificar que la lectura tomada esté entre 23 VDC y 28VDC		
6.11	Voltaje en la fuente de la RTU/RIO (revisar polaridad) • Usando un multímetro en la función de voltaje DC, medir entre las borneras (+) y (-) de la RTU y/o (+ Vs) y (GND) de (los) RIO. • Verificar que la lectura tomada esté entre 23 VDC y 28VDC		
6.12	Voltaje en el Panel View debe ser 27.2VDC (revisar polaridad) • Usando un multímetro en la función de voltaje DC, medir entre las borneras (24V) y (0V) del Panel View. • Verificar que la lectura tomada esté entre 23 VDC y 28VDC.		
6.13	Voltaje en el HMI Kaspro (revisar polaridad) • Usando un multímetro en la función de voltaje DC, medir entre las borneras (+) y		



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

	(-) del EXTER. • Verificar que la lectura tomada esté entre 23 VDC y 28VDC.		
6.14	Voltaje en el switch Advantech (revisar polaridad) • Usando un multímetro en la función de voltaje DC, medir entre las borneras (+) y (-) del switch. • Verificar que la lectura tomada esté entre 23 VDC y 28VDC.		
6.15	Voltaje en la toma eléctrica debe ser 120VAC • Usando un multímetro en la función de voltaje AC, medir entre los terminales (F) y (N) de la toma eléctrica. • Verificar que la lectura tomada sea aproximadamente 120VAC.		

- Conectar todas las clavijas de alimentación (fuente RTU, tarjetas I/O, HMI, Switch Advantech)

7.0 REVISION DE ALIMENTACION Y FUNCIONALIDAD DE LOS COMPONENTES			
Item	Descripción	Estado	Comentario
7.01	Revisión visual de que todos los componentes estén encendidos (RTU, Panel View, HMI, switch 3Com) • RTU: Revisar que algún LED (IDLE, WD, 1, 2, 3, 4, 5, 6) de la fuente de la RTU esté encendido. • HMI EXTER: Revisar que el LED ubicado en la parte superior izquierda y la pantalla estén encendidos • Switch Kaspro: Revisar que el LED Power esté encendido		
7.02	Revisar operación del switch y lámpara • Accionar el switch de la lámpara (simulando cierre y apertura de la puerta) que está ubicado en la parte frontal superior del gabinete. • Verificar que la lámpara se apague cuando se abra el switch (puerta cerrada) y se encienda cuando se cierre el switch (puerta abierta).		
7.03	Revisar operación del ventilador (flujo de aire hacia _____) • Verificar que al cerrar el fusible correspondiente al ventilador, éste funcione • Palpando superficialmente con la mano revisar hacia donde se dirige el aire que fluye por el ventilador y anotarlo en el espacio.		
7.04	Revisar funcionamiento de la señal del		



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

	protector de transientes • Utilizando un multímetro en la función continuidad, medir entre el terminal 11 de la base del primer protector y el terminal 12 de la base del segundo protector. • Verificar que exista continuidad si el protector está correctamente instalado sobre la base. • Retirar el protector de la base y verificar que no haya continuidad entre los terminales anteriormente mencionados.		
7.05	Revisar funcionamiento de los relés y contactores • En cada relé energizar momentáneamente con 24VDC los terminales que correspondan a la bobina del mismo. • Utilizando un multímetro en la función de continuidad, verificar que los contactos del relé operen al ser energizada la bobina.		
7.06	Revisar operación de la calefacción y su control • Graduar la configuración del higrostató a un valor bajo. • Verificar al poco tiempo que la resistencia se haya calentado.		
7.07	Desconectar uno por uno los fusibles del área de distribución y revisar si el fusible interrumpe el respectivo componente • En el grupo de borneras de alimentación abrir cada portafusible y revisar con un multímetro en la función de voltaje DC si la tensión eléctrica es aproximadamente 0VDC en el elemento el cual fue desconectado.		

8.0 REVISIÓN DE CONEXIONADO DESDE EL CONTROLADOR

Item	Descripción	Estado	Comentario
8.01	Probar que todas las entradas digitales simuladas en borneras se vean en el software de la RTU • Por medio de un PC descargar a la RTU una aplicación para leer las señales del (los) RIO(s) que están instalados en el gabinete. • Simular señales digitales de entrada en el lado de las borneras (cerrando el correspondiente circuito de acuerdo al diseño) para cada canal de la tarjeta. • Por medio del PC verificar que las señales digitales simuladas se reflejen en la aplicación de la RTU.		



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

8.02	Probar que todas las entradas análogas simuladas en borneras se vean en el software de la RTU • Por medio de un PC descargar a la RTU una aplicación para leer las señales del (los) RIO(s) que están instalados en el gabinete. • Por medio de un simulador de corriente generar una señal entre 4 y 20 mA en el lado de las borneras del grupo AI (de acuerdo al diseño) para cada canal de la tarjeta.		
8.03	Probar que todas las salidas digitales forzadas en la RTU se vean en las borneras • Por medio de un PC descargar a la RTU una aplicación para leer las señales del (los) RIO(s) que están instalados en el gabinete. • En la aplicación de la RTU forzar cada canal digital de salida y verificar que el voltaje entre las borneras respectivas (de acuerdo al diseño) sea aproximadamente 24 VDC.		

12.3 CHECK LIST ARRANQUE

9.0 REVISION DE CONEXIONADO DESDE EL CONTROLADOR			
Item	Descripción	Estado	Comentario
9.01	Verificación de lógicas de control Brazo de subestación (Controlador, módulos IO)		
9.02	Verificación de lógicas de control Brazo de U1 (Controlador, módulos IO)		
9.03	Verificación de lógicas de control Brazo de U2 (Controlador, módulos IO)		
9.04	Verificación de lógicas de control Brazo de U3 (Controlador, módulos IO)		
9.05	Verificación de lógicas de control Brazo de U4 (Controlador, módulos IO)		
9.06	Verificación de lógicas de control Brazo de Valvulas de descarga de fondo(Controlador, módulos IO)		
9.07	Verificación de lógicas de control Brazo de Valvulas de descarga de fondo(Controlador, módulos IO)		
9.08	Verificación de conectividad de estaciones de trabajos a la red de control		
9.09	Verificación de conectividad Red de control		



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

12.4 CHECK LIST PUESTA EN SERVICIO

10.0 SERVICIO			
Item	Descripción	Estado	Comentario
10.01	Puesta en línea brazo de Subestación		
10.02	Conectividad brazo de Subestación con Red de control.		
10.03	Puesta en línea brazo de U1		
10.04	Conectividad brazo de U1 con Red de control.		
10.05	Puesta en línea brazo de U2		
10.06	Conectividad brazo de U2 con Red de control.		
10.07	Puesta en línea brazo de U3		
10.08	Conectividad brazo de U3 con Red de control.		
10.09	Puesta en línea brazo de U4		
10.10	Conectividad brazo de U4 con Red de control.		
10.11	Puesta en línea brazo de Válvulas descarga de fondo		
10.12	Conectividad brazo de válvulas descarga de fondo		

12.5 CHECK LIST ENTREGA

10.0 CHECK LIS ENTREGA			
Item	Descripción	Estado	Comentario
10.01	Se aplicó normativa y estandarización Internacional		
10.02	Sistema configurado bajo Estandarización de la empresa de Acueducto.		
10.03	Gabinetes acorde a lo aprobado por el cliente		
10.04	Gabinetes ubicados acorde a lo aprobado por el cliente.		
10.05	Equipos entregados acorde a lo aprobado por el cliente		



12.6 TERMINOS DE GARANTIA

Los trabajos realizados en la estación San Rafael por parte de la empresa están sujetos a garantía, así como la documentación de ingeniería detallada entregada al cliente.

La garantía cubre el correcto funcionamiento de los equipos instalados, equipos de control e inicia a partir de la fecha de firma de acta de finalización de la etapa de estabilización del proyecto y entrega del sistema al personal de la estación.

Durante la duración del periodo de estabilización, la empresa garantiza la operación del sistema sin fallas que afecten el proceso, en caso contrario se reiniciará el conteo de 30 días del periodo de estabilización.

La garantía ofrecida por la empresa esta circunscrita a las instalaciones de la estación y es aplicable sólo a los equipos instalados y comisionados por la empresa. La garantía ofrecida incluye tanto materiales como mano de obra durante un periodo de 12 meses y no se incluyen los transportes de equipos hasta la planta.

En las labores correspondientes a la garantía la empresa se reserva la decisión sobre las acciones más convenientes a realizar, reparación, sustitución, configuración, etc.

Tabla 49. Términos – Garantía Equipos

GARANTIA - MATERIALES		
EQUIPO	TERMINO	CONDICIONES
CONTROLADOR REDUNDANTE RTP	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
MODULO DE COMUNICACIONES MODBUS TCP PARA CONTROLADOR RTP 3100	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
SWITCH INDUSTRIAL ADVANTECH 4 PUERTOS RJ45 Y FIBRA	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
CONVERSOR 48V/24 12.5A	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
SWITCH 8 PUERTOS ETHERNET 2 DE FO	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
MÓDULO DE DISTRIBUCION BASADO EN ETHERNET	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
MÓDULO DE 8 ENTRADAS ANÁLOGAS	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITAL	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
MODULO DE 8 SALIDAS DIGITALES	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
SEGMENT PROTECTOR	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
SERVIDOR	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
KVM SWITCH HP	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
SWITCH 4 PUERTOS ETHERNET 2 DE FO	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
MÓDULO DE ALIMENTACIÓN 24V, 3A	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
MONITOR DE 15" TFT HIGH PERFORMANCE TOUCHSCREEN	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
CONVERSOR ETHERNET A FIBRA	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
MÓDULO DE 3 ENTRADAS RTD	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
MODULO DE 4 ENTRADAS DE PULSOS	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
CONVERSOR RS-485 A MODBUS TCP	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
SWITCH 8 PUERTOS ETHERNET	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
RADIO	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
CELDAS-GABINETES UNIDADES, SUBESTACION, CONTROLADORES Y PARTES MENORES	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS
KVM HP 10642	1 AÑO	PASADO EL PRIMER AÑO DE GARANTIA, SE PODRA DIRIGIR DIRECTAMENTE AL FABRICANDE TE DEL DISPOSITIVO QUIEN OFRECE UNA GARANTIA DE 4 AÑOS

12.7 TERMINOS DE CAPACITACION

Tabla 50. Termino Capacitación

CURSO	TERMINO	CONDICIONES
Capacitación de Software de configuración y HMI del sistema de control.	Capacitación diseñada para 5 asistentes, en los que se tocaran temas de configuración de PLC y HMI implementado en la Estacion San Rafael. Terminada esta capacitación el personal de la empresa de Acueducto de Bogotá quedara capacitado en configuración de PLC RTP.	Capacitación a dictarse en las instalaciones de la empresa contratista en Bogotá. Esta capacitación se dictara en una fecha



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

		establecida en común acuerdo entre el contratista y el acueducto durante el periodo de estabilización.
Capacitación en Mantenimiento y del sistema de control (Reconocimiento de arquitectura, equipos y tableros)	Capacitación diseñada para 5 asistentes, en los que se tocaran temas de mantenimiento de sistemas de control con dispositivos RTP y advantech. Terminada esta capacitación el personal de la empresa de Acueducto de Bogota quedara capacitado en mantenimiento del sistema de control Estacion San Rafael..	Capacitación a dictarse en las instalaciones de la empresa contratista en Bogotá. Esta capacitación se dictara en una fecha establecida en común acuerdo entre el contratista y el acueducto durante el periodo de estabilización.
Capacitación en operación del nuevo sistema de control	Capacitación diseñada para 5 asistentes, en los que se tocaran temas de operación del sistema de control de la Estación San Rafael. Terminada esta capacitación el personal operativo de la empresa de Acueducto de Bogotá quedara capacitado para la correcta operación del sistema.	Capacitación a dictarse en las instalaciones de la empresa contratista en Bogotá. Esta capacitación se dictara en una fecha establecida en común acuerdo entre el contratista y el acueducto durante el periodo de estabilización.

12.8 TERMINOS DE DOCUMENTACION

La entrega del sistema de control a la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá se realizara incluyendo la siguiente documentación:

Tabla 51. Términos- Documentación

DOCUMENTO	NOMBRE DE DOCUMENTO	TERMINOS
1	Especificaciones técnicas del sistema de control	Documento a entregarse en formato carta, blanco y negro
2	Listado de señales de entradas y salidas	Documento a entregarse en formato carta, blanco y negro
3	Arquitectura de Control	Documento a entregarse en formato medio pliego a color
4	Lógica Narrativa	Documento a entregarse en formato carta, blanco y negro
5	Manual de operación del sistema de control	Documento a entregarse en formato carta a color
6	Manual de Mantenimiento del sistema de control	Documento a entregarse en formato carta a color
7	Diagramas de despliegues de HMI	Documento a entregarse en formato carta a color



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

8	Plano de gabinetes	Documento a entregarse en formato medio pliego a color
9	Plano de conexionado de gabinetes	Documento a entregarse en formato medio pliego a color
10	Plano de montaje de gabinetes	Documento a entregarse en formato medio pliego a color
11	Planos P&IDs	Documento a entregarse en formato medio pliego a color
12	Protocolos de pruebas FAT y SAT diligenciados	Documento a entregarse en formato carta, blanco y negro
13	Listado de Hardware y licencias	Documento a entregarse en formato carta, blanco y negro

Se realizara entregas según PDT de ingeniería a la consultoría con el fin de llevar control y aprobación de la ingeniería que se desarrolla