

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**INSTALACIÓN DE TRES COMPRESORES DE 5 700 m³/h
PARA LA AMPLIACIÓN DE LA REFINERÍA DE
CAJAMARQUILLA**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

ROBERTO WENCESLAO HOLGUÍN LEGOAS

PROMOCIÓN 1990 - II

LIMA - PERÚ

2013

A la memoria de Don Víctor Holguín Amaya (Mi Padre)
A mi Esposa Martha Mansilla y mi hijo David Holguín
A mi Madre Victoria Legoas y mi Hermana Nora Holguín
Quienes siempre me brindaron su apoyo permanente e incondicional.

A la memoria de Don Víctor Holguín Amaya (Mi Padre)
A mi Esposa Martha Mansilla y mi hijo David Holguín
A mi Madre Victoria Legoas y mi Hermana Nora Holguín
Quienes siempre me brindaron su apoyo permanente e incondicional.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.	3
1.1 EL MERCADO MUNDIAL DEL ZINC.	3
1.2 EVOLUCIÓN DEL PRECIO DEL ZINC.	4
1.3 EXPORTACIONES DE ZINC.	4
1.4 ANTECEDENTES DEL PROYECTO.	6
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO.	7
1.6 ALCANCES DEL PRESENTE TRABAJO.	8
1.7 INVOLUCRADOS (STAKEHOLDERS) EN EL PROYECTO	9
CAPÍTULO II MEMORIA DESCRIPTIVA.	10
2.1 CONDICIONES GENERALES DE SITIO.	10
2.1.1 Ubicación geográfica	10
2.1.2 Datos meteorológicos.	10
2.1.3 Zonificación sísmica.	11
2.1.4 Servicios disponibles.	11
2.2 AMPLIACIÓN DE LA RED DE AIRE COMPRIMIDO	12
2.2.1 Cálculo de la demanda de flujo de aire comprimido.	12
2.2.2 Dimensionamiento de tuberías de aire comprimido.	12
2.2.3 Dimensionamiento del compresor y recipientes de aire comprimido.	15
2.2.4 Cálculo de la demanda de energía eléctrica para la ampliación.	17

2.3	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	19
2.3.1	Equipos actuales en operación.	19
2.3.2	Proceso de Generación de aire comprimido proyectado.	19
2.3.3	Suministro de energía eléctrica para el proceso.	21
2.3.4	Suministro de energía eléctrica para instrumentos.	22
2.3.5	Red de transmisión de datos.	22
2.4	ALCANCE CONTRACTUAL DE OBRAS	23
2.4.1	Obras civiles y estructurales.	23
2.4.2	Obras de montaje mecánico.	23
2.4.3	Obras de montaje de tuberías (<i>Piping</i>).	23
2.4.4	Obras de instalaciones eléctricas.	24
2.4.5	Obras de instalaciones de instrumentación.	24
	CAPÍTULO III ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.	27
3.1	OBRAS CIVILES Y ESTRUCTURA.	27
3.1.1	Excavaciones y relleno.	27
3.1.2	Concreto moldeado en terreno y trabajos de albañilería.	27
3.1.3	Certificaciones de soldadura para acero estructural.	27
3.1.4	Materiales estructurales.	28
3.1.5	Fabricación y montaje de estructuras.	28
3.2	OBRAS DE MONTAJE MECÁNICO.	29
3.2.1	Suministro de equipo mecánico.	29
3.2.2	Especificaciones de tanques de recipientes de aire comprimido.	29
3.3	OBRAS DE INSTALACIÓN DE TUBERÍAS (<i>PIPING</i>)	30
3.3.1	Datos del <i>Piping Class</i> .	30
3.3.2	Pre fabricación y fabricación de tuberías (<i>spools</i>).	31
3.3.3	Soportes de tuberías.	33

3.4	OBRAS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.	34
3.4.1	Sala eléctrica.	34
3.4.2	Centro de Control de Motores MCC de 4.16 KV.	34
3.4.3	Centro de Control de Motores MCC 460 V.	35
3.4.4	Paneles de fuerza e iluminación; y control de procesos.	37
3.4.5	Transformadores de alumbrado.	37
3.4.6	Baterías y cargadores.	38
3.4.7	Energía de respaldo.	39
3.4.8	Motores de inducción (alta eficiencia).	39
3.4.9	Alambrado y cableado.	40
3.5	OBRAS DE INSTRUMENTACIÓN.	41
3.5.1	Válvulas de control ON-OFF.	41
3.5.2	Indicadores de temperatura locales de campo.	42
3.5.3	Dispositivos de presión.	42
3.5.4	Controlador lógico programable.	42
	CAPÍTULO IV DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS A INSTALAR.	44
4.1	COMPRESORES CENTRÍFUGOS.	44
4.1.1	Descripción de los compresores W2000.4102, W2001.4102 y W2002.4102.	44
4.1.2	Datos técnicos principales del equipo compresor.	46
4.1.3	Panel del equipo compresor.	48
4.1.4	Válvulas de control de by pass.	50
4.2	EL SECADOR DE AIRE W2004.4135.	52
4.2.1	Características del secador de aire.	52
4.2.2	El sistema de aire.	53
4.2.3	Sistema de remoción de humedad.	54
4.2.4	Sistema de refrigeración.	54
4.2.5	Sistema de circulación de masa térmica.	55

4.2.6	Sistema de control.	55
4.2.7	Datos del secador de aire.	56
4.3	DATOS DEL SISTEMA AIR SYSTEM MANAGER.	56
4.3.1	Descripción general del sistema.	56
4.3.2	Sistema de operación en red.	57
4.3.3	Ajuste inicial en los paneles de control CMC.	57
4.3.4	Características de Hardware.	58
4.4	TANQUES RECIPIENTES DE AIRE COMPRIMIDO.	58
4.4.1	Tanque de aire comprimido industrial W2005.4023.	58
4.4.2	Tanque de aire de instrumentación W2006.4023.	59
4.5	PUENTE GRÚA DE IZAJE W2007.4444.	59
4.6	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES W2101.6925 EN MT HVL/cc.	61
4.6.1	Características técnicas.	62
4.6.2	Mecanismos del MCC HVL/cc.	63
4.6.3	Interruptor desconectador.	63
4.6.4	El sistema fuselogic.	65
4.6.5	El indicador de fusible quemado.	65
4.6.6	Indicadores de línea viva (IVL)/Divisor de tensión capacitiva (CD).	65
4.6.7	Enclavamientos en la puerta del MCC HLV/cc.	66
4.6.8	Relay de protección SEPAM serie 40.	66
4.6.9	Sistema de comunicación.	67
4.7	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES EN BT W2102.6925.	68
4.7.1	Características técnicas.	69
4.7.2	Características constructivas.	69
4.7.3	Equipamiento.	69

4.8	ENERGÍA DE RESPALDO DEL SISTEMA.	70
4.8.1	Panel de suministro de energía ininterrumpida W2113.7018.	70
4.8.2	Cargador de baterías W2123.6585.	73
4.9	TABLEROS DE ENERGÍA ESTABILIZADA.	74
4.9.1	Tablero de control PLC w2301.7910.	74
4.9.2	Tablero de distribución de instrumentación W2122.6923.	75
4.10	ENERGÍA DE FACILITIES.	75
4.10.1	Tablero de distribución de alumbrado W2121.6922.	75
4.10.2	Transformador de la red de alumbrado W2111.6541.	76
4.11	EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN.	76
4.11.1	Válvulas de control de flujo FV2000W, FV2001W, FV2002W.	77
4.11.2	Válvula de control HV2005W con solenoide HS2005W.	78
4.11.3	Transmisor indicador de presión PIT2005W.	79
4.11.4	Termómetros TI2000WA, TI2001WA y TI2002.WA.	80
CAPÍTULO V EJECUCIÓN DE LA OBRA.		82
5.1	PLAN DE EJECUCIÓN DE OBRAS.	82
5.1.1	Obras preliminares.	82
5.2	TRAZO Y REPLANTEO.	82
5.3	PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.	83
5.4	PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPO MECÁNICO.	83
5.4.1	Emplazamiento y montaje.	83
5.4.2	Nivelación de equipos y placas de base.	84
5.4.3	Aplicación de grout.	84
5.4.4	Conexión de equipos a proceso.	84

5.4.5	Alineamiento.	84
5.4.6	Lubricación.	85
5.5	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS (<i>PIPING</i>).	85
5.5.1	Prefabricación de tuberías de acero al carbono.	85
5.5.2	Montaje de tuberías.	87
5.5.3	Inspecciones y ensayos aplicables.	89
5.5.4	Prueba de presión neumática.	92
5.5.5	Criterios de aceptación.	93
5.6	INSTALACIÓN DE BANDEJAS Y CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.	94
5.6.1	Tareas previas a la canalización.	94
5.6.2	Instalación de elementos de canalización.	95
5.7	CABLEADO Y CONEXIONADO DE CIRCUITOS.	95
5.7.1	Inspección previa de cables.	95
5.7.2	Tendido de cables.	96
5.7.3	Conexión de cables.	97
5.7.4	Inspecciones y pruebas aplicables.	97
5.8	INSTALACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.	100
5.8.1	Inspección previa del terreno.	100
5.8.2	Inspección previa de materiales y equipos.	101
5.8.3	Inspección del área de trabajo.	101
5.8.4.	Montaje de tableros eléctricos interiores.	102
5.8.5.	Instalación de transformadores secos.	102
5.8.6	Conexión de equipos eléctricos.	103
5.8.7	Puesta a tierra de equipos eléctricos.	103
5.8.8	Inspecciones y ensayos aplicables.	103
5.8.9	Criterios de aceptación.	107

5.9	CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS.	108
5.9.1	Inspección previa de instrumentos.	108
5.9.2	Operaciones de calibración.	109
5.9.3	Criterios de aceptación de la calibración.	109
5.9.4	Instalación de instrumentos.	109
5.9.5	Criterios de aceptación.	111
5.10	INSTALACIÓN DEL COMPRESOR CENTAC C700 INGERSOLL RAND.	111
5.10.1	Recepción, manipulación y almacenamiento.	111
5.10.2	Instalación de los compresores W2000.4102, W2001.4102, W2002.4102.	113
5.10.3	Tuberías de aire y agua.	115
5.10.4	Lubricación del compresor.	125
5.10.5	Alimentaciones y conexiónado eléctrico del compresor.	126
5.11	INSTALACIÓN DEL MCC EN MT W2101.6925.	128
5.11.1	Recepción, manipulación y almacenamiento.	128
5.11.2	Instalación.	130
5.12	INSTALACIÓN DEL MCC EN BT W2102.6925.	134
5.12.1	Recepción y manipulación.	134
5.12.2	Instalación.	134
5.13	INSTALACIÓN DEL SECADOR DE AIRE W2004.4135.	135
5.13.1	Recepción e inspección.	135
5.13.2	Instalación.	135
5.14	INSTALACIÓN DE LOS RECIPIENTES W2005.4023 Y W2006.4023.	137
5.14.1	Verificación topográfica.	137
5.14.2	Emplazamiento y grouteo.	138

5.14.3	Conexiones de tuberías.	138
5.14.4	Puesta a tierra de los recipientes	139
CAPÍTULO VI RECEPCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO.		140
6.1	FINALIZACIÓN DE LA TERMINACIÓN MECÁNICA.	140
6.1.1	Término de construcción.	140
6.1.2	Caminatas de verificación.	141
6.1.3	Listado de pendientes por construcción.	141
6.2	PRECOMISIONAMIENTO (<i>PRECOMM</i>).	143
6.2.1	Pruebas de precomm de tuberías.	143
6.2.2	Pruebas de precomm de electricidad.	143
6.2.3	Pruebas de precomm de instrumentación.	145
6.2.4	Pruebas de precomm de equipos.	145
6.3	COMISIONAMIENTO.	146
6.3.1	Comisionamiento de tuberías.	146
6.3.2	Comisionamiento de compresor y motor eléctrico.	146
6.3.3	Comisionamiento de secador de aire comprimido.	148
6.3.4	Comisionamiento de instrumentación.	148
6.4	PUESTA EN SERVICIO.	149
6.4.1	Pruebas de performance de compresores.	149
6.4.2	Pruebas de performance de recipientes.	149
6.4.3	Pruebas de performance del secador de aire.	150
6.4.4	Pruebas de calidad del aire suministrado.	150
CAPÍTULO VII COSTOS E INDICADORES DE GESTIÓN.		151
7.1	ESTRUCTURA DE LAS PARTIDAS.	151
7.1.1	Clasificación / Unidad.	151
7.1.2	Alcance y exclusiones.	151
7.1.3	Suministros.	152

7.1.4	Bases de medición y pagos.	152
7.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS PRINCIPALES PARTIDAS.	
		152
7.2.1	Movilización y desmovilización.	152
7.2.2	Instalación de equipo mecánico.	153
7.2.3	Instalación de tuberías.	154
7.2.4	Montaje de equipos eléctricos.	155
7.2.5	Bandejas y tuberías conduit.	156
7.2.6	Cableado en MT, BT e instrumentación.	157
7.2.7	Calibración e instalación de instrumentos.	158
7.3	COSTOS UNITARIOS Y METRADO PRESUPUESTO.	159
7.4	INDICADORES DE GESTIÓN.	160
7.4.1	Requerimientos de la gestión de calidad en obra.	161
7.4.2	Datos del sistema de gestión de calidad a partir de la auditoría.	161
	CONCLUSIONES	176
	BIBLIOGRAFÍA	180
	PLANOS	183
	APÉNDICE	185

PRÓLOGO

En el contexto de un plan estratégico concebido en un escenario en el que el Perú era uno de los países menos afectados por la crisis económica y expectativas de mejoras en el precio de los metales; entre ellos el Zinc, la firma Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A. ha desarrollado diversos proyectos de ampliaciones de la planta, siendo una de ellas la del aire comprimido. El presente trabajo recoge las actividades de las obras electromecánicas desarrolladas para tal ampliación, tratando de manera específica el sector del edificio de compresores y la respectiva sala eléctrica.

En el capítulo I se mencionan los antecedentes y objetivos del proyecto, estipulándose el escenario estratégico del mismo. Se diferencia además, el alcance de las obras y el del presente trabajo, el cual está comprendido en las obras de construcción electromecánica de instalación de los equipos, instalaciones eléctricas e instrumentación, redes de tuberías (piping) de aire; sin embargo, sólo de manera referencial e informativa se mencionan los aspectos de obras civiles y estructuras.

Los capítulos II y III recopilan la memoria descriptiva y especificaciones del proyecto; se mencionan también los equipos actuales en operación, entendiendo como tales a aquellos existentes antes de la implementación del proyecto de ampliación de la planta; asimismo, se detalla la lógica del funcionamiento del sistema de aire comprimido.

Los capítulos IV y V recopilan los datos de los equipos y los procedimientos de instalación de los mismos, teniendo en cuenta el alcance del presente trabajo. En el capítulo VI se mencionan las actividades de recepción y puesta en servicio, comprendiendo las actividades de precomisionamiento, y comisionamiento y pruebas de performance necesarias para la puesta en marcha de los equipos. Tales pruebas sólo se mencionan como información, ya que el alcance del presente trabajo sólo enfoca la instalación de equipos en el sector de generación de aire comprimido.

En el capítulo VII se describen las partidas presupuestales del proyecto teniendo como alcance la terminación mecánica o completamiento mecánico (*mechanical completion*) correspondiente a la zona de estudio que es el sector de generación de aire comprimido, enmarcado en la ampliación total de la planta. Asimismo, se mencionan los indicadores de gestión con los cuales se analizan los datos y mejoras a implementar en obra.

De la recopilación de datos se llega a las conclusiones, describiéndose los objetivos cumplidos a la finalización del proyecto.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 EL MERCADO MUNDIAL DEL ZINC¹

El Zinc es un metal usado principalmente en el galvanizado como protección contra la corrosión; también para fabricar el bronce (al mezclarse con cobre) y aleaciones para procesos industriales como el latón. Otras aplicaciones se dan en la construcción y en la fabricación de automóviles.

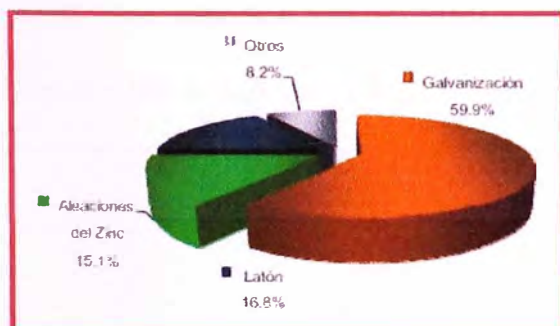


FIG. 1. 1: PRINCIPALES USOS DEL ZINC

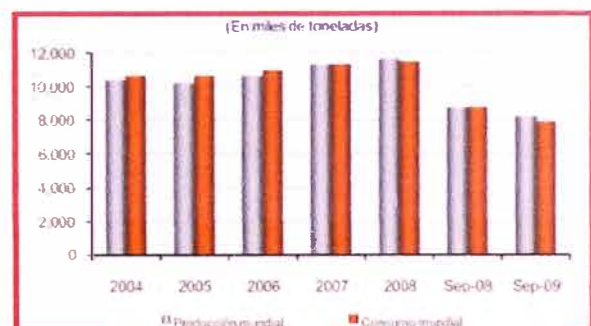


FIG. 1. 2: PRODUCCIÓN Vs CONSUMO DE ZINC

En el año 2006, el mercado mundial de Zinc presentó un déficit de 351 mil toneladas en la oferta por mayor demanda en países de la India, China y Estados Unidos, el cual no pudo ser compensado por la producción. En el 2007 el déficit de oferta se redujo a 36 mil toneladas. Para el 2008, el consumo de refinados de Zinc fue de 11.48 millones de TM, 1.51% mayor a

¹ Datos: Pacific Credit Rating; www.ratingspcr.com\Informe sectorial Perú Sector Zinc (2010).

la registrada en el 2 007 debido al aumento de la demanda de acero galvanizado, sobre todo en países emergentes; la producción mundial fue 11.69 millones de TM, mayor en 2.96% con relación al año 2 007, principalmente por mayor cantidad producida en China y una coyuntura de precios altos que incrementa la cantidad producida.

1.2 EVOLUCIÓN DEL PRECIO DEL ZINC

Desde el 2 000 hasta mediados de 2 005 el precio internacional del Zinc se mantuvo entre US\$ 900 y US\$1 400 por TM debido a la moderada actividad de las principales economías del mundo; el 2 005 el precio se eleva por mayor demanda, superando los US\$ 4 400 /TM. El 2 008, dada la crisis financiera mundial y sobreoferta del Zinc, el precio promedio de refinados fue de US\$ 1 885 por TM, inferior respecto al 2 007 (US\$ 2 379/ TM).



FIG. 1. 3: COTIZACIÓN DEL ZINC (US\$/TM)

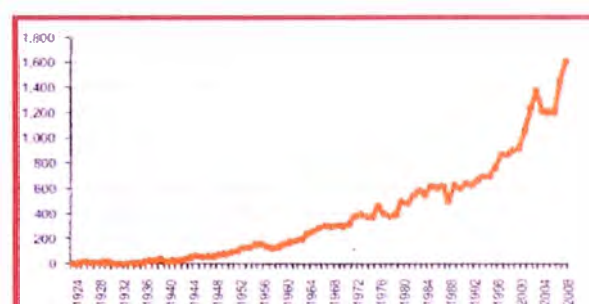


FIG. 1. 4: PRODUCCIÓN NACIONAL DE ZINC (Miles de TMF)

1.3 EXPORTACIONES DE ZINC

En el periodo 2 000 a 2 005, las exportaciones de Zinc en el Perú fueron alrededor de 1.0 millón de TM, aunado a los bajos precios originaron que las exportaciones totales de zinc fluctuaran entre los US\$ 500 y US\$ 800

millones. A partir de 2 006, la coyuntura de precios internacionales derivó en que las exportaciones sumen aproximadamente los US\$ 2 000 millones, más de 100% que en el 2 005. En el 2 007 las exportaciones alcanzaron 1 269 miles de TMF, con un monto de US\$ 2 535 millones, superior en 27.32% respecto al 2 006. A pesar de la contracción del precio durante ese año, el efecto se vio compensado por el incremento en el volumen exportado.

En el 2 008, las exportaciones de zinc disminuyeron en un 42.15%, llegando a US\$ 1,466 millones; sin embargo, las TM exportadas aumentaron en 14.34%. En el tercer trimestre del 2 009 las exportaciones de Zinc totalizaron US\$ 694.34 millones, inferior en un 43.34% respecto al mismo periodo del año anterior. Dicha disminución se ve explicada por los menores precios internacionales del commodity, que disminuyeron en un 36.80%; así como por los menores envíos de concentrados al exterior de las empresas.

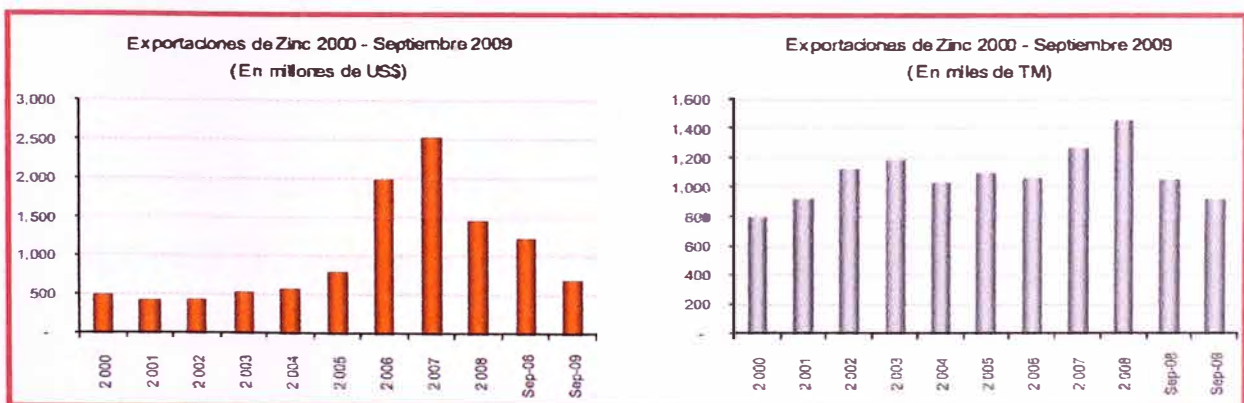


FIG. 1. 5: EVOLUCIÓN DE EXPORTACIONES DE ZINC

Las exportaciones mineras abarcan aproximadamente el 59.91% del total de exportaciones nacionales, siendo las del Zinc, el 6.14% del total de ellas. La principal exportadora de refinado en el tercer trimestre de 2 009, fue

Votorantim Metais Cajamarquilla con una variación de +53.13% respecto a lo registrado en similar periodo del año anterior.

1.4 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El crecimiento económico del Perú entre los años 2 005 al 2 010 ha sido tal que se asemejaba más al de un país asiático que de uno latinoamericano, sobre la base de equilibrios fiscales y acceso a crédito externo; ha sido uno de los países menos impactados negativamente por la crisis y de los primeros en salir adelante. En este escenario se tienen concebidos varios proyectos de inversión mineros; Votorantim Metais - Cajamarquilla (En adelante VM-CJM); dentro de un plan estratégico, ha previsto la ampliación de la planta refinera de Zinc cuyas obras comprenden a su vez ampliaciones de los distintos sectores con sus respectivos sistemas y sub sistemas de producción.

A la concepción del presente proyecto, la tasa de producción anual de la refinera de VM-CJM era 135 000 toneladas de Zinc refinado. Como parte del plan de ampliación hubo una primera etapa a fin de producir 160 000 (160K) toneladas al año de zinc refinado; sin embargo, el crecimiento proyectado de demanda de Zinc ha obligado a VM-CJM a la segunda expansión de capacidad de producción de zinc de 160 000 (160K) a 320 000 (320K) toneladas al año de producto de zinc refinado.

Uno de los requerimientos de la refinera es ampliar la planta de compresores, lo que implica el aumento de capacidad instalada en tres (03) unidades de 5 700 Nm³/h cada uno, un tanque receptor de aire industrial, un

tanque receptor de aire de instrumentación, un secador de aire y un polipasto para mantenimiento.

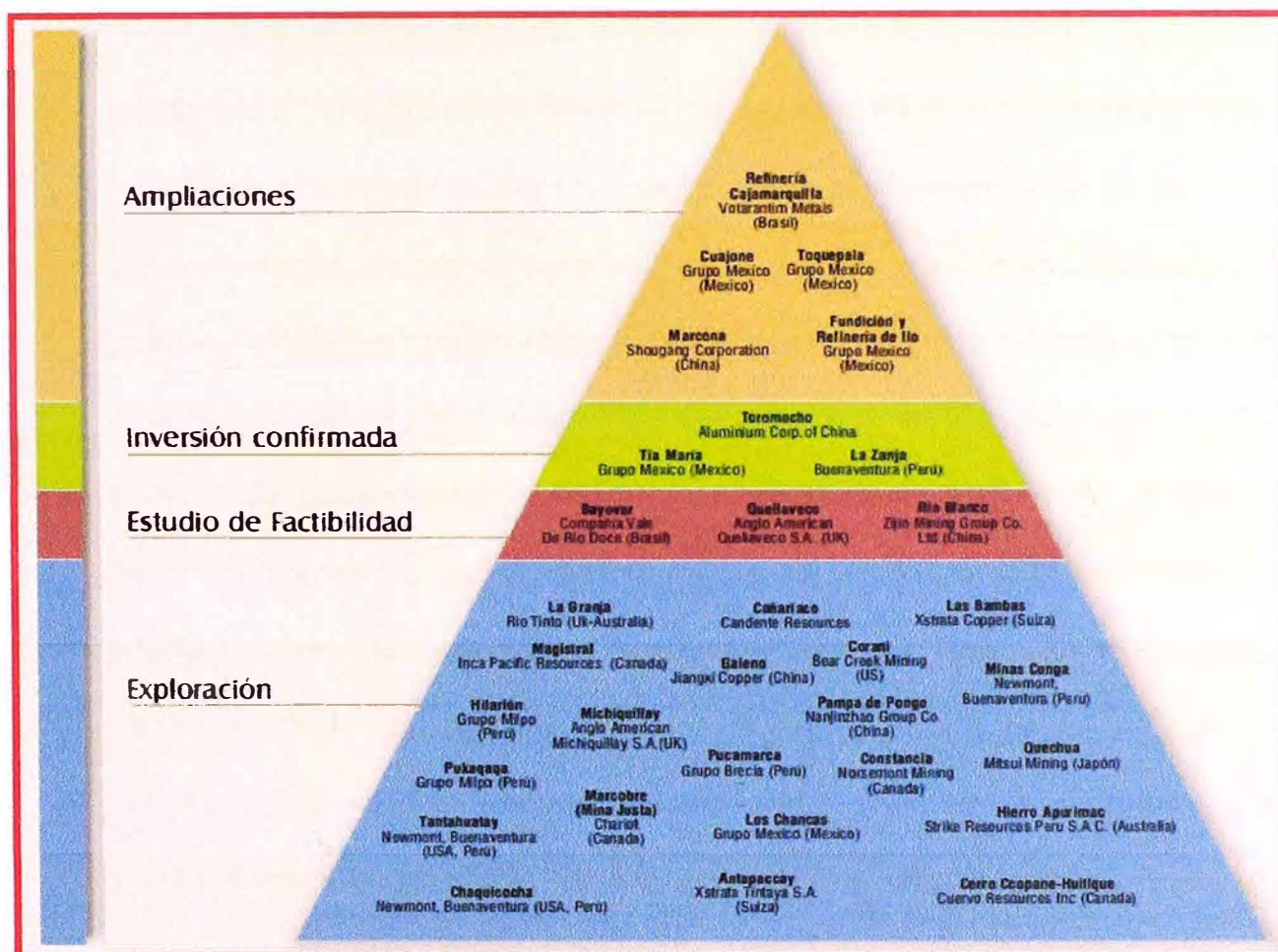


FIG 1. 6: MARCO DE INVERSIONES MINERAS 2 008 – 2 009.

1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto es ampliar las instalaciones en las diversas áreas involucradas para cubrir dicha expansión. En este marco se encuentra la ampliación de la planta de aire comprimido para satisfacer el crecimiento de la demanda del mismo y la necesidad de instalar tres (03) unidades de 5 700 Nm³/h cada uno, un recipiente de aire industrial, otro de aire de instrumentación, un secador de aire y un polipasto para mantenimiento.

1.6 ALCANCES DEL PRESENTE TRABAJO

El alcance del presente trabajo comprende la descripción de las obras inherentes a la terminación mecánica de la instalación de los compresores, el secador de aire comprimido, los recipientes de aire comprimido y aire seco de instrumentación, la red de tuberías, los centros de control de motores en MT para control de los compresores y en BT para control de equipos auxiliares y circuitos eléctricos alimentadores; todas estas actividades circunscritas sólo al edificio de compresores y la sala eléctrica de tal área como sistema de generación de aire comprimido. No incluye la ejecución de la red de malla de puesta a tierra ni la medición de la resistencia de la misma; ésta es del alcance de otro contrato que incluye las obras civiles y estructuras de la planta; sin embargo, si es parte contractual del proyecto la conexión de equipos, tanques y estructuras a dicha malla. Se menciona sólo lo estrictamente necesario de obras civiles, y estructuras; y también de manera referencial, las actividades de recepción y puesta en servicio en un capítulo dedicado a tales actividades, en el cual no se darán detalles de las pruebas en sí, pero se hacen referencia a las pruebas de precomisionamiento, comisionamiento y de performance.

El capítulo de costos e indicadores de gestión se dedica sólo a las obras electromecánicas en la sala de compresores; sin embargo, los indicadores se enmarcan en la gestión integral del proyecto. Se hace mención a que del universo de indicadores analizados se han tomado los de calidad, generados a partir de la auditoría efectuada al sistema de gestión de calidad.

1.7 INVOLUCRADOS (STAKEHOLDERS) EN EL PROYECTO

En el presente proyecto están involucrados VM-CJM (El Propietario), quien gerencia el presente proyecto; la empresa Amec (El Proyectista y a su vez La Supervisión), velando por el cumplimiento de las especificaciones y planos del proyecto; la empresa JJC-Schrader Camargo S.A.C. (El Contratista, en adelante JJC-SC), quien se encarga de la ejecución de los trabajos de construcción, completamiento mecánico y puesta en servicio; también las entidades OSINERGMIN y la DGM del Ministerio de energía y Minas (La Fiscalización), velando por el cumplimiento de los requisitos técnicos y legales del sector Minería en las que se enmarca el proyecto.

CAPÍTULO II

MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 CONDICIONES GENERALES DE SITIO

2.1.1 Ubicación geográfica

La planta de fundición y refinería de Zinc de VM-CJM ubicada en el área de Cajamarquilla, distrito de Lurigancho – Chosica, provincia de Lima, a 450 msnm; coordenadas geográficas son: Latitud: 12°; Longitud: 77°; es accesible desde Lima por la carretera Central, desvío de Huachipa a la altura del Km 9.5; también por vía férrea desde la localidad de Santa Clara.

2.1.2 Datos meteorológicos

En cuanto al clima a tener en cuenta; los inviernos son secos con temperaturas debajo de los 8 °C y nieblas por 6 a 8 meses. En los meses de verano se tienen temperaturas hasta 28 °C, alta humedad sin lluvia. La precipitación pluvial mensual máxima es de 10 mm y la anual media 20 mm; la nieve anual media es 0 mm y la evaporación 10-15 mm/m².

La velocidad promedio del viento es de 0.9 Km/h, teniendo en cuenta una velocidad máxima de 22 Km/h, con una dirección predominante de SSO.

La temperatura de bulbo seco mínima en invierno es de 8 °C y la máxima en verano 30 °C la humedad relativa media es de 87 % y la mínima es de 69 %. Se considera la presión barométrica media de 97.3 KPa.

2.1.3 Zonificación sísmica

El sitio del proyecto se encuentra en la zona 3 según categorización del Reglamento Nacional de Construcciones del Perú (RNC) Norma Técnica de Edificación E.0.30 Diseño sismo resistente (Abril 2 003); sin embargo, el análisis de riesgo sísmico realizado por Kohl Crippen (SVS S.A.) indica que el sitio está dentro de la zona 4 según la clasificación del Uniform Building Code 1 997 U.S.A.; se toma en cuenta ésta última por criticidad.

2.1.4 Servicios disponibles

CONDICIONES DEL SERVICIO DISPONIBLE:	Presión bar(g)	Temp °C
A AGUA		
Agua dura	3	25
Agua de proceso	3.5	25
Retorno de agua de enfriamiento	1.3	---
Agua potable	3.5	25
Agua desmineralizada	3.5	25
Agua de enfriamiento de emergencia	7	28
Agua para incendios	8	25
B AIRE A LA DESCARGA DEL COMPRESOR		
Aire de la planta	6.7	---
Aire de instrumentos (seco y sin aceite)	5.7	---
Aire de instrumentos – punto de Rocío	---	3
C TENSIONES DE DISTRIBUCIÓN		
Ingreso de suministro de energía	220 KV, 3 ϕ , 60 hz	
Distribución primaria	30 KV, 3 ϕ , 60 hz	
Distribución secundaria	4.16 KV, 3 ϕ , 60 hz	
Motores trifásicos mayores de 200 KW	4.16 KV, 3 ϕ , 60 hz	
Motores trifásicos menores de 200 KW.	440 V, 3 ϕ , 60 Hz	
Motores monofásicos de 0-1 KW	220 V, 1 ϕ , 60 Hz	
Alumbrado interior y de servicio	220 V, 1 ϕ , 60 Hz	

Alumbrado exterior	220 V, 3 ϕ , 60 Hz
Alimentación para equipos de soldadura	440 V, 3 ϕ , 60 Hz
D TENSIONES PARA CONTROL	
Dispositivos de instrumentación y control	115 V, 1 ϕ , 60 Hz
Sistema de batería para sub estaciones	115 VDC

2.2 AMPLIACIÓN DE LA RED DE AIRE COMPRIMIDO

2.2.1 Cálculo de la demanda de flujo de aire comprimido

El cálculo está basado en las demandas individuales de cada sector de la planta, tanto para aire comprimido industrial como para el aire comprimido seco para instrumentación. El consumo de cada sector de la planta es dato de entrada para el diseñador proporcionado por VM-CJM, así como la presión de suministro, la simultaneidad del consumo proyectado y el criterio de la velocidad máxima de flujo de aire entre 6 y 10 m/s.

Como dato, VM-CJM indica la demanda instalada de cada área y un factor de utilización de cada una de ellas, comprendido entre 0.6 y 0.85 estimados por los usos de los equipos neumáticos e instrumentos. Para el caso de las líneas troncales, VM-CJM indica un factor de simultaneidad por cada línea que varía entre 0.1 y 0.5; considerando que el uso del aire generado de distribuye sin que no se presenten mayores exigencias de suministro paralelo.

La sumatoria por áreas arroja una demanda totalizada en 7 245 m³/h; y de la sumatoria por troncales se obtiene una demanda de 5 510.50 m³/h.

2.2.2 Dimensionamiento de tuberías de aire comprimido

Las líneas de suministro se obtienen directamente de los datos de caudal requerido de cada área proporcionada por VM-CJM, aplicando el

criterio de velocidad máxima del flujo y las pérdidas de carga en tuberías. Para el caso de las líneas sub-troncales y líneas troncales se aplica el factor de simultaneidad dado por VM-CJM; dado por estimación de la simultaneidad de utilización por áreas, estableciendo la demanda simultánea en las troncales que distribuyen a diversos sectores de la planta, tanto en la utilidad de aire comprimido industrial y la de aire de instrumentación. La red de generación y distribución de la red de aire comprimido puede verse en los planos P&ID 94-01-4101 y 94-01-4102. Las consideraciones para estimar el diámetro de las tuberías son las siguientes:

1. Una velocidad de flujo muy alta puede causar ruido excesivo en las tuberías, mayores pérdidas de presión, daños en las paredes por rozamiento del flujo; mientras que una velocidad demasiado baja puede causar la acumulación de sedimentos líquidos, se requirieren tuberías de mayor diámetro, que inciden en el costo de la instalación. La velocidad de flujo; según requerimiento de VM-CJM debe estar entre 6 y 10 m/s.
2. Las pérdidas en las líneas no debe superar el 10 % de la presión de trabajo de la red instalada; como dato más preciso y para el presente caso, VM-CJM establece el límite de pérdida en 0.1 Bar de presión.

El cálculo inicia estableciendo la demanda real de aire comprimido en cada área, para lo cual se multiplica el factor de utilización por la demanda instalada en cada área. Luego se procede a calcular el diámetro de la tubería; para lo cual se utilizan los siguientes conceptos:

El caudal de aire es igual a:

$$[Q = V.A]$$

Q: Es el flujo de aire en m³/s.

V: Es la velocidad del flujo de aire, en m/s

A: Es el área de la tubería en m².

De donde se obtiene el diámetro de la tubería:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Q: Flujo de aire en m³/s.

V: Velocidad del flujo en m/s.

Obtenido el diámetro de la tubería se procede a seleccionar un diámetro comercial; proyectándose las líneas de suministro y las troncales o de distribución de aire comprimido y la longitud de las mismas.

Para la comprobación de pérdidas de presión en cada línea se procede al cálculo del número de Reynolds:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

V: Velocidad del flujo en m/s.

D: Diámetro de la tubería en m.

ν : Viscosidad cinemática del aire, estimada en 1.56×10^{-5} m²/s a 27 °C.

Seguidamente; con el diámetro de la tubería en el diagrama de rugosidades relativas (Fig. A.2, Apéndice 1) se obtiene la rugosidad relativa de cada tubería; y con el número de Reynolds calculado se ingresa al ábaco de Moody (Fig. A.3, Apéndice 1) para obtener el coeficiente de rozamiento dentro de la tubería; y con todos estos datos se utiliza la ecuación de Darcy Weisbach:

2.2.3.2 Escenario 2: Suministro para la ampliación y apoyo a la generación existente

El caso contempla *Tie-in's* abiertos, los compresores a implementar no sólo a bastecen a la red ampliada, sino a la red completa, apoyándose con los equipos existentes que en total suman 13 700 Nm³/h de capacidad de generación de aire, previa a la ampliación (Acápite 2.3.1).

2.2.3.3 Escenario 3: Suministro para la red existente y ampliaciones presente y futura

El caso contempla además de lo mencionado en el escenario anterior el siguiente proyecto de ampliación a 420 K, aún en estudio.

2.2.3.4 Criterio de dimensionamiento dado por VM-CJM

El Propietario estableció como conveniente que para abastecimiento exclusivo de la ampliación sólo bastaría un compresor de 5 700 Nm³/h; pero los arranques y paradas del mismo serían demasiado frecuentes o estaría en funcionamiento continuo durante excesivo tiempo y no tendría unidades de respaldo; razón por la que se debería contar con dos (02) compresores de 8 Bar y 5 700 Nm³/h, con los que se cubrirán los 7 500 Nm³/h que demandan los sectores de manera individual; sin embargo, se contempla un tercer compresor de las mismas características como respaldo por casos de salida de servicio de alguno de los anteriores por mantenimiento o reparaciones.

Considerando la red de abastecimiento existente y la presente ampliación de la planta, los tres compresores serían un respaldo permanente para la red proyectada; pudiéndose unir ambas redes a través de los *Tie-In's* a ejecutar como parte del presente proyecto, justificando la implementación de la ampliación con tres compresores de 5 700 Nm³/h a 8 Bar. Además de lo

$$\Delta h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Δh : Pérdida de presión en m de columna de aire.

f: Factor de fricción dentro de la tubería.

L: Longitud de la tubería en m.

D: Diámetro de la tubería en m.

V: Velocidad del flujo de aire en m/s.

G: aceleración de la gravedad; considerada en 9.81 m/s²

Se obtiene la pérdida de presión en términos de altura de columna de aire; la misma que multiplicada por el peso específico del aire estimado en 1.18 Kg/m³ y convirtiendo Kg/m² en Bar se obtiene la pérdida de presión y se compara con los criterios mencionados por VM-CJM.

Los resultados de los cálculos mencionados se dan en la tabla 2.1 en la que se muestra tanto las demandas de aire en cada área como la de la planta y los diámetros de tubería calculados.

2.2.3 Dimensionamiento del compresor y recipientes de aire comprimido

Establecida la demanda de aire comprimido se pueden contemplar los siguientes escenarios para el dimensionamiento del compresor:

2.2.3.1 Escenario 1: Suministro exclusivo para la ampliación

El caso contempla que el equipamiento sólo abastece a la ampliación de la planta; para ello se requerirían dos compresores de 5 700 Nm³/h a 8 bar; se contemplaría un compresor adicional de respaldo para prever salidas de servicio de una unidad por mantenimiento y/o reparaciones.

mencionado, para efectos de operación normal, uno de los compresores nuevos opera en caso de emergencia, quedando en *stand by*.

Con las características de los compresores, Ingersoll Rand dimensiona los recipientes de aire comprimido estimándolos en 7 m³ para el aire de uso industrial y 3 m³ para el aire seco para instrumentación y control.

2.2.4 Cálculo de la demanda de energía eléctrica para la ampliación

La implementación de la nueva planta de aire comprimido significa atender el incremento de demanda de energía eléctrica para tres compresores estimada en 2 700 HP (Considerando el escenario 3) en 4 160 VAC; lo cual significa 2 014.2 KW, 330 Amperios (Acápite 4.1.3.2).

Para atender la demanda eléctrica por motores de alta tensión debe implementarse un MCC en MT alimentado por un circuito trifásico de tres conductores de polietileno reticulado XLPE más uno de tierra.

Una estimación del calibre de los cables del alimentador general sería a partir de la suma de las corrientes nominales de los motores 330 Amp. Este amperaje multiplicado por un factor de 1.25 resulta en 412 Amperios. La tabla 1 del Anexo 3 indica la corriente admisible de los conductores XLPE; el calibre N° 500 KCMil con capacidad para 561 Amperios.

Una primera estimación de la caída de tensión para tal conductor sería a partir de la fórmula:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \Phi + X \cdot \sin \Phi)$$

ΔV : Caída de tensión en Voltios.

L: Longitud de la línea en Km

I: Corriente en Amperios.

R: Resistencia del conductor en Ohm/Km.

X: Reactancia del conductor en Ohm/Km.

Cos Φ : Factor de potencia de la carga.

Para el calibre considerado de 500 Kcmil, aproximadamente 240 mm² los valores de R y X para cables en MT se dan en las tablas 1 y 2 del Apéndice 3 dados por el proveedor Voltalene; obteniendo R= 0.098 Ohm/Km y el valor de X = 0.085 Ohm/Km; para los valores de cos Φ = 0.8 y sen Φ = 0.6 estimados y dados como dato por VM-CJM se llega a la caída de tensión estimada de 22.16 V; es decir, 0.53 % de 4 160 V.

De la misma manera se obtienen los valores de caída de tensión para las redes de los circuitos alimentadores de los compresores en BT:

Longitud del alimentador de los compresores en BT promedio 30 m; sección de conductor estimada N° 1 AWG, 185 Amp; aproximadamente equivalente a 50 mm²; para los cuales R= 0.49 Ohm/Km, X= 0.109 Ohm/Km y un factor de potencia promedio cos Φ = 0.85 y sen Φ = 0.53, valores con los cuales se llega a la caída de tensión estimada de 1.44 V, equivalente a 0.0347 % de 4 160 V.

Los valores aproximados establecen que los conductores seleccionados por VM-CJM están sobredimensionados, pero cumplen con los requerimientos del proyecto.

2.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.3.1 Equipos actuales en operación

Luego de la ampliación a 160K, la planta de aire comprimido de VM-CJM cuenta con los siguientes equipos:

- Cuatro (04) compresores de aire, Tag's W010.4102, W011.4102, W012.4102 (éste último temporalmente fuera de servicio) y W013.4102; marca Atlas Copco, modelo ZR-5, de 3 373 Nm³/h y 720 KPa.
- Un (01) compresor de aire, Tag W014.4102 marca Atlas Copco modelo ZR-6, de 3 800 Nm³/h y 720 KPa.
- Dos (02) tanques de aire comprimido, Tag's W001.4142 y W002.4142 de 5 m³; y un (01) tanque de aire de instrumentos TAG W003.4142 de 3 m³.
- Dos (02) secadores de aire, Tag's W020.4135 y W1002.4135.

Tales equipos abastecen de aire comprimido y de instrumentos mediante tuberías de Acero al Carbono o Acero galvanizado (respectivamente) a los distintos puntos de uso en la planta, uniéndose mediante enlaces (*Tie-in's*) a las tuberías a implementarse en la presente ampliación.

2.3.2 Proceso de Generación de aire comprimido proyectado

El proceso de producción de aire comprimido se muestra en el P&ID 94-01-4101. Para cada uno de los compresores proyectados W2000.4102, W2001.4102 y W2002.4102; el aire del ambiente ingresa a la línea de admisión de cada equipo a través de un filtro, el mismo que se conecta a una línea de 250 mm, pasando por una válvula mariposa (suministrada con el equipo como parte del mismo) al compresor, donde la presión se eleva en aproximadamente 800 KPa para un caudal de 5 700 Nm³/h; la línea de

descarga del compresor de 100 mm, tiene una válvula anti retorno (check) y una junta de expansión, suministradas con el equipo. El aire descargado pasa por un reductor a una línea de 200 mm y desemboca en la línea colectora de 250 mm de descarga de los tres compresores, de la cual ingresa al tanque de aire industrial W2005.4023 de 7 m³, y a través de una línea de 250 mm llega a la troncal de aire de planta, uniéndose a ella mediante el *tie-in* 94-09, dando servicio a las diversas áreas de la planta (P&ID 94-01-4102).

El contenido de humedad, suciedad, contaminantes y la presión suministrada tienen gran impacto en los procesos, pudiendo originar la reducción de vida útil de los dispositivos involucrados e incluso una productividad más baja. Ante ello se implementa un secador enfriador de aire industrial W2004.4135 para el retiro de humedad y otros contaminantes del aire, al cual llega una línea derivada de aire de 50 mm desde la línea de 250 mm de descarga del recipiente W2005.4023, complementándose con el enfriamiento mediante refrigeración a la cual los contaminantes se condensan y son separados del aire. El secador debe completar tales requerimientos, incluyendo la integración de componentes, tuberías de interconexión, cableados y controles, requiriendo al final sólo la conexión eléctrica de alimentación. El equipo se suministra con pre filtros y post filtros mediante líneas de ingreso y descarga paralelas tal como se muestra en el P&ID 94-01-4101. El aire seco se almacena en el recipiente W2006.4023 y se distribuye a los instrumentos en diversas áreas desde una línea de 80 mm a una troncal de aire de instrumentos, uniéndose a la misma mediante el *tie-in* 94-10. También se une al tanque existente de aire seco W003.4142 mediante el *Tie-in* 94-06.

En la distribución de aire seco de instrumentación para se instala la válvula solenoide HS2005W para accionamiento de la válvula HV2005W de salida y distribución de aire comprimido de la planta.

Las líneas troncales de descarga de aire de planta y de instrumentos, se unen a las troncales existentes a través de los *tie-in's* 94-03, 94-07 y 94-08 como respaldo de servicio del sistema nuevo con el existente.

El servicio de aire comprimido comprende la distribución desde la línea 93-250-AC-044-4035A de 250 mm para el aire comprimido y la línea 93-80-AI-044-4046A para el aire seco de instrumentación; éstas se unen a las líneas de descarga 94-250-AC-044-4035A de aire comprimido y 94-80-AI-044-4046A de aire seco de instrumentación a través de los *tie in's* 94-09 y 94-10 respectivamente y se conectan con las troncales 93-200-AC-044-4086A y 93-80-AI-044-4070A para aire comprimido y aire seco para instrumentos; de allí se distribuye a los distintos sectores de la planta según se muestra en el P&ID 94-01-4102 con sus respectivos sistemas y sub sistemas.

2.3.3 Suministro de energía eléctrica para el proceso

El suministro de energía eléctrica existente se da a través de la alimentación de una línea en MT de 4.16 KV y otra en BT de 460 V.

Los motores eléctricos W2000.6560, W2001.6560 y W2002.6560 reciben energía en MT 4.16 KV desde el MCC W2101.6925 alimentado desde el Switchgear Z2185.6910 en MT; éste a su vez es energizado desde los generadores diesel Y2037.6511, Y2047.6511; y desde el transformador Z2184.6540. El Switchgear cuenta con un interruptor de enlace de barras

interno, con el cual se conectan alternativamente o para casos de emergencia con el generador a vapor Y2026.6501 y el transformador Z2183.6540.

El MCC en BT W2102.6925 para servicios auxiliares de la planta de aire comprimido se energiza desde el MCC Y2106.6925 en 460 V; éste a su vez es alimentado desde el lado BT del transformador Z2204.6540.

2.3.4 Suministro de energía eléctrica para instrumentos.

La red de energía para instrumentos se alimenta desde el panel de instrumentación W2122.6923, el cual es a su vez energizado desde el sistema de energía ininterrumpida (UPS) W2113.7018 de 10 KVA, 460@120 V; y éste a su vez desde el MCC para servicios auxiliares W2102.6925.

2.3.5 Red de transmisión de datos

La PC del gestor del sistema de aire (ASM-PC) centraliza el control de operaciones de los compresores y equipos auxiliares; de ella sale un cable de red Ethernet hacia un switch convertidor Ethernet / Fibra Óptica, el mismo que a través de los gabinetes de comunicaciones se comunica con el gabinete de control W2301.7910 que en su interior contiene un switch convertidor Fibra Óptica / Ethernet que se conecta al chasis Control Logix del PLC en dicho gabinete; éste recibe las señales enviadas por los instrumentos de campo. El Switch Ethernet del gabinete W2301.7910 se comunica mediante un cable de Ethernet con los paneles de control W2000.6920, W2001.6920 y W2002.6920 de los compresores, los mismos que se enlazan mediante un cable Modbus y se unen en convertidor Modbus-ethernet en el gabinete de comunicaciones W2003.7015A. El PLC en el gabinete W2003.7015B integra las señales de operaciones en los paneles de control de los compresores con

las señales de los instrumentos de campo que llegan al PLC del gabinete W2301.7910; el que reporta los estados de operaciones al sistema ASM en la PC W2003.7910 ubicado en la sala de calderas. (Área 92).

2.4 ALCANCE CONTRACTUAL DE OBRAS

2.4.1 Obras civiles y estructurales

El alcance comprende el montaje del edificio de compresores y cuarto eléctrico. La estructura de ambos edificios requiere el montaje de columnas, vigas de plataforma como parte de los pórticos principales, arriostres de techo, viga monorriel, emparrillado del piso de plataforma, escalera de gato de acceso, cobertura de techo y pared y montaje de malla metálica removible.

2.4.2 Obras de montaje mecánico

El alcance de las obras mecánicas comprende el montaje de tres compresores centrífugos de 5 700 Nm³/h cada uno; montaje de un tanque receptor industrial de 7 m³; un tanque de aire de instrumentación de 3 m³, un secador de aire de instrumentación y un polipasto de 5 T para mantenimiento, considerando que debe realizarse el alineamiento y nivelación física.

2.4.3 Obras de montaje de tuberías (Piping)

- Instalación de tuberías de acero al carbono para aire comprimido y de instrumentos, desde los nuevos compresores hasta los tanques de almacenamiento y hacia el *pipe rack* (estructura soporte de tuberías).
- Instalación de tuberías de agua de enfriamiento para los compresores.
- Enlaces (*tie in's*) entre tuberías existentes y nuevas a instalar.

2.4.4 Obras de instalaciones eléctricas

- Montaje de dos Centros de Control de motores (MCC's) en MT y BT.
- Instalación de bandejas y tuberías conduit porta cables.
- Tendido y conexionado de cables de fuerza y control desde los MCC's en MT y BT hasta las cargas correspondientes.
- Tendido y conexionado de cables para el polipasto de mantenimiento.
- Tendido y conexionado de alimentadores de los MCC's en MT y BT.
- Instalación y conexionado de sistemas de artefactos de alumbrado.
- Cableado de acometida de los paneles de control de los compresores.
- Montaje del secador enfriador de aire comprimido.
- Montaje de un transformador y panel de alumbrado.
- Montaje de una salida para máquina soldadora.
- Montaje de cargador y banco de baterías.

2.4.5 Obras de instalaciones de instrumentación

- Instalación de los tres equipos compresores nuevos, cada uno con su tablero de control e instrumentos de medición incorporados en el propio paquete de suministro; completar las instalaciones de instrumentos sueltos y las conexiones entre ellos y el tablero de control de cada compresor.
- Instalación de tanques de almacenamiento de aire suministrados con sus propios manómetros, válvulas de seguridad y de drenaje automático.
- Instalación de transmisores de presión y válvulas automáticas en las líneas de suministro de aire para el control de proceso; las señales se envían al PLC instalado en la sala eléctrica.

- Verificación de calibración en terreno e instalación de manómetros, indicadores de temperatura, sensores transmisores de presión, interruptores de presión o presión diferencial; incluyendo *tubing* y tubos capilares que apliquen, soportería y conexiones de circuitos.
- Seteo (prefijación) en terreno e instalación de válvulas de control tipo ON/OFF y/o modulante; comprende instalación de soportes, conexionado y marcación de cables que llegan o salen del instrumento, así como conectores para fijación de conduits. En las válvulas electro-neumáticas, accesorios de fijación de *tubing* de suministro de aire al equipo.
- Instalación del tablero de control e instrumentos de medición; completar la instalación de los instrumentos sueltos, así como las conexiones entre ellos y el tablero de control de cada compresor.
- Instalación de la red de cables de control, comunicaciones y Devicenet de instrumentación entre un Controlador Lógico Programable (PLC) local, el nuevo secador y los tableros de control de las compresoras.
- Instalación de Tableros PLC, tipo autoportados; incluyendo accesorios de fijación al piso del cuarto de control, conexionado y marcación de cables de control, instrumentación, comunicaciones u otro que lleguen de otros tableros o hacia otros tableros, paneles o instrumentos de campo.
- Instalación de válvulas de aire controladas desde el PLC local.
- Instalación de UPS de 460/120 VAC, 10 kVA; incluye transformador, estabilizador, convertidor, baterías, suministro e instalación de soporte y de accesorios de fijación, conexionado de cables a tablero, terminales apropiados, identificación de cables, etc.

TABLA 2.1 DEMANDA DE AIRE COMPRIMIDO Y RED DE TUBERÍAS

UTILIDAD	AREA	DENOMINACIÓN ÁREA	REDES DE UTILIZACIÓN											REDES TRONCALES											
			Demanda instalada por área m ³ /h	Factor de utilización	Demanda real por área m ³ /h	Velocidad de flujo m/s	Diámetro de tubería calculado mm	Diámetro de tubería comercial mm	LÍNEA DE SUMINISTRO	Longitud estimada m	Re (suministro)	Rugosidad relativa e/D	Factor de rozamiento f	Δ P estimada en utilización	Flujo m ³ /h	Factor de simultaneidad	Velocidad de flujo m/s	Diámetro de tubería calculado mm	Diámetro de tubería comercial mm	LÍNEA TRONCAL DE DISTRIBUCIÓN	Longitud estimada m	Re (trunciales)	Rugosidad relativa e/D	Factor de rozamiento f	Δ P estimada trunciales
Red de aire comprimido industrial	93	Planta de agua de enfriamiento	210.00	0.65	136.50	8.75	74.28	80	93-80-AC-044-4090A	60	44,871.79	0.0006	0.0230	0.0078	201.50	0.50	9.00	62.92	80.00	93-80-AC-044-4089A	150	36,301.33	0.0006	0.0240	0.0215
	35	Planta ácido sulfúrico	20.00	0.75	15.00	8.75	24.62	25	93-25-AC-044-4066A	45	14,022.44	0.0018	0.0310	0.0252											
	35	Planta ácido sulfúrico	100.00	0.50	50.00	8.75	44.96	50	93-50-AC-044-4067A	45	28,044.87	0.0009	0.0250	0.0102											
	35	Limpieza gas húmedo	15.00	0.80	12.00	8.75	22.02	25	93-25-AC-044-4065A	50	14,022.44	0.0018	0.0310	0.0280											
	25	Tostación	200.00	0.75	150.00	8.75	77.87	80	93-80-AC-044-4064A	60	44,871.79	0.0006	0.0230	0.0078											
	92	Agua, vapor y combustible	60.00	0.75	45.00	8.75	42.65	50	93-50-AC-044-4069A	85	28,044.87	0.0009	0.0260	0.0199											
	92	Casa de fuerza	60.00	0.75	45.00	8.75	42.65	50	93-50-AC-044-4063A	70	28,044.87	0.0009	0.0260	0.0164											
	43	Planta de residuos	170.00	0.80	136.00	8.75	74.14	80	93-80-AC-044-4088A	65	44,871.79	0.0006	0.0230	0.0084											
	34	Tratamiento de efluentes	170.00	0.80	136.00	8.75	74.14	80	93-80-AC-044-4056A	70	44,871.79	0.0006	0.0230	0.0091											
	42	Planta de producción de Indio	170.00	0.80	136.00	8.75	74.14	80	93-80-AC-044-4057A	75	44,871.79	0.0006	0.0230	0.0097											
	40	Tanques de reducción ácida	170.00	0.80	136.00	8.75	74.14	80	40-80-AC-044-4183A	45	44,871.79	0.0006	0.0230	0.0058											
	40	Producción Pb/Ag	80.00	0.70	56.00	8.75	47.58	50	40-50-AC-044-4611A	45	28,044.87	0.0009	0.0260	0.0106											
	40	Tanque lixiviación super caliente	200.00	0.65	130.00	8.75	72.49	80	93-80-AC-044-4610A	45	44,871.79	0.0006	0.0230	0.0058											
	40	Reactivos reducción ácida	70.00	0.65	45.50	8.75	42.88	40	40-40-AC-044-4207A	55	22,435.90	0.0012	0.0270	0.0168											
	41	Flotación Pb/Ag	300.00	0.70	210.00	8.75	92.13	100	93-100-AC-044-4055A	60	56,089.74	0.0005	0.0230	0.0062											
	40	Lixiviación	250.00	0.85	212.50	8.75	92.68	100	93-100-AC-044-4059A	60	56,089.74	0.0005	0.0230	0.0062											
	75	Casa de celdas	180.00	0.75	135.00	8.75	73.87	80	93-80-AC-044-4062A	40	44,871.79	0.0006	0.0230	0.0052											
	50	Purificación	1,300.00	0.70	910.00	8.75	191.79	200	93-200-AC-044-4095A	55	112,179.49	0.0002	0.0190	0.0024											
	60	Producción de Cadmio	40.00	0.85	34.00	8.75	37.07	40	93-40-AC-044-4612A	45	22,435.90	0.0012	0.0270	0.0137											
	81	Fundición y moldeo de Zinc	700.00	0.70	490.00	8.75	140.73	150	83-150-AC-044-4025A	50	84,134.62	0.0003	0.0200	0.0030											
	83	Producción polvo de Zinc	1,400.00	0.65	910.00	8.75	191.79	200	83-200-AC-044-4001A	55	112,179.49	0.0002	0.0190	0.0024											
Red de aire seco para lixiviación	93	Planta de agua de enfriamiento	40.00	0.80	32.00	8.75	35.96	40	93-40-AI-040-4091A	60	22,435.90	0.0012	0.0270	0.0183	1,380.00	0.10	9.00	73.64	80.00	93-80-AI-040-4070A	650	42,485.38	0.0006	0.0240	0.0932
	35	Planta ácido sulfúrico	70.00	0.70	49.00	8.75	44.50	50	93-50-AI-040-4083A	45	28,044.87	0.0009	0.0260	0.0106											
	35	Planta ácido sulfúrico	65.00	0.85	55.25	8.75	47.26	50	93-50-AI-040-4082A	45	28,044.87	0.0009	0.0260	0.0106											
	35	Limpieza gas húmedo	15.00	0.80	12.00	8.75	22.02	25	92-25-AI-040-4081A	50	14,022.44	0.0016	0.0300	0.0271											
	25	Tostación	65.00	0.70	45.50	8.75	42.88	50	93-50-AI-040-4080A	60	28,044.87	0.0009	0.0260	0.0141											
	92	Agua, vapor y combustible	45.00	0.70	31.50	8.75	35.68	40	93-40-AI-040-4085A	85	22,435.90	0.0012	0.0270	0.0259											
	92	Casa de fuerza	45.00	0.70	31.50	8.75	35.68	40	93-40-AI-040-4079A	70	22,435.90	0.0012	0.0270	0.0213											
	43	Planta de residuos	85.00	0.65	55.25	8.75	47.26	50	93-50-AI-040-4087A	65	28,044.87	0.0009	0.0260	0.0153											
	34	Tratamiento de efluentes	85.00	0.65	55.25	8.75	47.26	50	93-50-AI-040-4072A	70	28,044.87	0.0009	0.0260	0.0164											
	42	Planta de producción de Indio	85.00	0.65	55.25	8.75	47.26	50	93-50-AI-040-4073A	75	28,044.87	0.0009	0.0260	0.0176											
	41	Flotación Pb/Ag	70.00	0.70	49.00	8.75	44.50	50	93-50-AI-040-4071A	60	28,044.87	0.0009	0.0260	0.0141											
	40	Lixiviación	70.00	0.65	45.50	8.75	42.88	50	93-50-AI-040-4075A	60	28,044.87	0.0009	0.0260	0.0141											
	50	Purificación	70.00	0.65	45.50	8.75	42.88	50	93-50-AI-040-4095A	55	28,044.87	0.0009	0.0260	0.0129											
	60	Producción de Cadmio	70.00	0.65	45.50	8.75	42.88	50	93-50-AI-040-4077A	45	28,044.87	0.0009	0.0260	0.0106											
	81	Fundición y moldeo de Zinc	180.00	0.75	135.00	8.75	73.87	80	93-80-AI-040-4076A	50	44,871.79	0.0006	0.0230	0.0065											
	83	Producción de polvo de Zinc	180.00	0.75	135.00	8.75	73.87	80	93-80-AI-040-4076A	55	44,871.79	0.0006	0.0230	0.0071											
	75	Casa de celdas	70.00	0.65	45.50	8.75	42.88	50	93-50-AI-040-4078A	60	28,044.87	0.0009	0.0260	0.0141											
	70	Electrólisis	70.00	0.65	45.50	8.75	42.88	50	93-50-AI-040-4045A	50	28,044.87	0.0009	0.0260	0.0117											

TOTALIZACIÓN 7,245.00

5,510.50

CAPÍTULO III

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.1. OBRAS CIVILES Y ESTRUCTURAS

3.1.1. Excavaciones y relleno

Las excavaciones deben hacerse de acuerdo a las líneas, dadas en los planos de obras civiles. El relleno se compacta con pasadas del equipo de compactación hasta lograr la densidad especificada. El relleno alrededor de las fundaciones no comenzará hasta que el concreto haya alcanzado el 75% de resistencia a la compresión a 28 días.

3.1.2. Concreto moldeado en terreno y trabajos de albañilería

El cemento debe ser Portland. Para concreto en contacto con el suelo se utilizará cemento tipo V. El acero de refuerzo especificado es ASTM A615/A615M Grado 60, con límite elástico 420 MPa, libres de cualquier material que afecte la adherencia. El mortero debe tener resistencia a la compresión mínima de 15 MPa a los 28 días. Para aplicaciones de grout se emplea Sika Grout 212 HP que logre una resistencia de 50 MPa a los 7 días.

3.1.3. Certificaciones de Soldaduras para acero estructural

El Contratista JJC-SC mantiene registros de los resultados de calificaciones de procedimientos de soldadura y soldadores; y realiza inspecciones según AWS D1.1., incluyendo ensayos NDT.

3.1.4. Materiales estructurales

Las planchas, barras, perfiles estructurales, secciones laminadas se ajustan a las normas ASTM A6, A36 o A992/992M Clase 50; la placa estriada cumple con lo especificado en ASTM A283, Clase D, espesor mínimo de 6 mm. Los tubos de acero con ASTM A53 B. Los pernos de alta resistencia cumplirán con la especificación ASTM A325, diámetro mínimo de 19 mm (3/4"). Todas las tuercas, pernos y arandelas serán revestidos con Cadmio salvo especificación contraria. Las tuercas para los pernos de alta resistencia se ajustarán a la norma ASTM A563, Clase DH y las arandelas a ASTM F436. VM-CJM proporciona los pernos necesarios, incluyendo una tolerancia de 5% para desechos.

Las soldaduras se efectuarán según la norma AWS D1.1, los electrodos serán compatibles con el proceso de soldadura y con los materiales que se están soldando y cumplirán con la norma AWS D1.1:

- Proceso manual, electrodo E70XX según AWS-A 5.1
- Procesos semiautomáticos, electrodos ER-70S-X según AWS-A 5.18.
- Procesos de arco sumergido, fundente F7XX-EXXX según AWS-A 5.17.

Las conexiones serán soldadas en taller y empernadas con pernos de alta resistencia ASTM A325 de 3/4" en terreno.

Los pernos se ajustan por el método de llave calibrada en el trabajo y se deben marcar con pintura de color después de haber sido apretados.

3.1.5. Fabricación y montaje de estructuras

Los métodos y tolerancias de fabricación cumplirán especificaciones AISC excepto para grúas y monorrieles que se ajustarán a los requisitos de la

Crane Manufacturers Association of America; para ubicación de los agujeros para conexión de elementos estructurales o equipos será ± 1.5 mm. (1/16”). Los números de marca y orientación deberán realizarse por punzonado visible en todos los componentes para montaje en terreno.

3.2. OBRAS DE MONTAJE MECÁNICO

3.2.1. Suministro de equipo mecánico

La responsabilidad del proveedor (vendedor) comprende el suministro de equipo y componentes, incluyendo elementos como parte intrínseca del equipo, los planos, dibujos de montaje y la documentación de pruebas.

Los trabajos por parte de El Contratista JJC-SC incluyen lo siguiente:

- a. Mano de obra y Supervisión para emplazamiento y montaje en sitio.
- b. Colocación de grout en cimentaciones y fijación de pernos de anclaje.
- c. Ejecución de conexiones empernadas externas al equipo.

3.2.2. Especificaciones de tanques recipientes de aire comprimido

Los recipientes serán construidos según los requerimientos de ASME Secc. VIII, división 1. La presión indicada en la hoja de datos se define como Presión de Trabajo Máxima Admisible MAWP, los recipientes deben diseñarse para operar a presiones iguales o menores a ésta. Los recipientes se ensayarán para asegurar una presión de 1.3 veces la MAWP.

Los recipientes deben tener una válvula de alivio fijada a una presión menor o igual a la MAWP. El régimen de flujo en SCFM (Standard pie³/min) de la válvula debe ser mayor que el aire total producido; lo que se obtiene dividiendo el SCFM por 0.87 (corrección por temperatura según el vendedor).

La preparación para pintura es por arenado SSPC-SP6, limpieza manual. Para el acabado exterior se utilizan dos capas de revestimiento epóxico con 3-5 Mils de espesor de película seca por capa; y para el esmalte se requiere una capa de primer con espesor de película seca 2-4 Mils, una capa de esmalte con espesor de película seca 2-4 Mils color gris. El interior la superficie se arena según SSPC-SP 10.

3.3. OBRAS DE INSTALACIÓN DE TUBERÍAS (*PIPING*)

3.3.1. Datos del *Piping class*

3.3.1.1 Características de fluido

El fluido considerado es aire comprimido a presión máxima de 1 030 KPa y temperatura máxima de 40 °C, al que aplica el código ANSI B31.3.

3.3.1.2 Especificación de materiales

Los materiales para las líneas de aire comprimido de la planta (AC), aire de instrumentación (AI) y líneas de agua de suministro (WCS) y retorno (WCR), se encuentran en el cuadro de *piping class*. (Apéndice 4, tabla 1).

3.3.1.3 Inspecciones y ensayos aplicables

De las hojas de *piping class* y de los acuerdos tomados entre JJC-SC y el cliente VM-CJM, se determina que las pruebas y ensayos aplicables deben ser la inspección visual de soldaduras al 100% y la prueba de servicio (etapa de comisionamiento), siendo el requisito de ésta última haber aprobado satisfactoriamente las respectivas pruebas neumáticas.

Como parte del programa de inspecciones y ensayos también se realizan las operaciones de lavado y flujo (*flushing*) e inspección final.

3.3.2. Pre fabricación y fabricación de tuberías (*spools*)

3.3.2.1 Aseguramiento de calidad de materiales

Los materiales de las tuberías deben cumplir con las especificaciones dadas en el Piping class; deben ser nuevos y libres de defectos que los hagan no aptos para el uso previsto. Aquellos que no cumplan con tal especificación, pero sean requeridos por el Cliente VM-CJM serán señalados y/o anotados en los Planos. Estas notas superan las Clasificaciones.

Siendo el suministro de materiales por cuenta del Cliente, el proveedor proporciona los certificados de calidad y quedan en custodia de VM-CJM, proporcionando a JJC-SC las copias necesarias.

3.3.2.2 Soldadores y procedimientos de soldadura

Todas las tuberías de presión construido y fabricado por soldadura deben estar conformes con el Código ASME B31.3.

Los procedimientos de soldadura (WPS), sus calificaciones (PQR) y registros de calificación de soldador (WPQR) deben estar de acuerdo a ASME Sección IX. Cada soldador debe estar apto para hacer la soldadura de acuerdo con un procedimiento aprobado y su estampa respectiva. El soldador se recalifica si se reincorpora a labores de terreno después de un período mayor de seis meses o si hay razones para cuestionar la calidad de soldaduras. Al término de cada junta soldada, el soldador marca su número (estampa) en el sector adyacente a la soldadura.

El Contratista presenta los WPS's, PQR's y WPQR's a VM-CJM para aprobación; de ser necesario, toma acciones para tener sus soldadores y procedimientos calificados aprobados.

3.3.2.3 Proceso de soldadura

Para tuberías de acero al carbono se aplican los siguientes procesos:

- a. Manual por arco eléctrico con electrodo revestido (*SMAW-Shielded metal arc welding*).
- b. Con electrodo de tungsteno, aporte de material con varilla y atmósfera protectora de gas o mezcla de gases, por lo general argón (*GTAW-gas tungsten arc welding*).

No se realizan soldaduras sin protección cuando haya vientos fuertes, lluvia, polvo, arena u otra condición perjudicial para las mismas.

3.3.2.4 Preparación y fabricación

Las superficies a soldar se preparan por mecanizado y rectificado. Pueden hacerse trabajos con soplete si el corte es suave y todo el óxido se limpia a fondo de las superficies de corte; éstas deben estar limpias y libres de pintura, aceite, óxido y cascarilla.

La alineación debe proporcionar condiciones favorables para disponer el cordón de raíz. Ésta debe ser preservada a lo largo de la soldadura. En los casos de haber tubos de diámetros internos desiguales que se unen a tope y la desalineación interna excede 2 mm, el tubo con el diámetro interno más pequeño es escariado 30° para adaptarse a la tubería adyacente. En ningún caso el recorte del diámetro interior resultará en un espesor de pared menor que el mínimo requerido para la condición de servicio.

Las bridas *slip on* se sueldan por el frente y por detrás.

3.3.3. Soportes de tuberías

Los soportes y elementos de restricción de tuberías se seleccionan según esquemas típicos de montaje. El Contratista proporciona los soportes para adaptarse a las condiciones de campo y requisitos del fabricante. En la selección y ubicación de soportes y restricciones debe tenerse en cuenta permitir la expansión o contracción sin daños por tensiones en la tubería.

En la Tabla 3.1 se dan espaciamientos de soportes/colgadores para tuberías metálicas, ésta se basa en tubos de acero sin aislamiento, que contienen fluidos con peso específico de 1.0 (como el agua) y temperatura máxima de 100 °C, o sustancias gaseosas (incluido el aire).

Tabla 3.1: Espaciamiento máximo para soportes y colgadores de tuberías de acero de peso estándar.

Diámetro nominal	Servicio de líquidos	Servicio de vapor y gases
DN	M	m
25	2.1	2.7
40	2.7	3.7
50	3.0	4.0
65	3.4	4.3
80	3.7	4.6
90	4.0	5.0
100	4.3	5.2
125	4.3	5.2
150	5.2	6.4
200	5.8	7.3
250	6.1	7.9
300	7.0	9.1

En general, los apoyos o colgadores se colocan en o cerca de los cambios de dirección de la tubería. Cuando se producen cambios de dirección entre colgadores, la longitud total de la tubería entre los soportes no será más del 75% de la distancia normal dada en la tabla.

Las válvulas, filtros, medidores magnéticos de flujo, medidores de densidad y otros equipos en línea tendrán restricciones adicionales superiores

a los indicados para tramos rectos de tubería. Las líneas verticales se apoyan en la base o al intermedio para proporcionar el apoyo adecuado.

3.4. OBRAS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

3.4.1. Sala eléctrica

La Sala eléctrica deberá mantener entre los 10° C y los 40° C. Se requiere el suministro de equipos de enfriamiento, ventilación y aire acondicionado necesarios suministrados e instalados por terceros, no siendo parte del alcance de trabajos del Contratista JJC-SC.

3.4.2. Centro de Control de Motores MCC de 4.16 kV

El MCC de 4.16 KV debe ser de uso interior *Metal Clad*, con gavetas accesibles en las que se alojan los interruptores y elementos de control como contactores, relays, cables de circuitos. Los interruptores deben tener posición de prueba y retención en posición de operación a fin de evitar la desconexión repentina. La protección mediante relés debe tener funciones de medición de energía, corriente, tensión; con capacidad para comunicarse con una PC.

La profundidad de la celda debe permitir que la puerta cierre tanto en la posición de prueba como en operación. Se debe contar con enclavamientos, tales que en caso de que se intente retirar el interruptor en posición cerrado, ésta deba abrirse. No debe ser posible el cierre del interruptor mientras no se configure en modo de operación o de prueba, ni abrir el compartimiento de cables de MT si el interruptor de puesta a tierra no esté cerrado. Los arrancadores deben tener un control local con opciones LOCAL – REMOTO.

Los interruptores generales en 4.16 kV deben ser tripolares SF6 extraíbles, con capacidad mínima de interrupción de 31 kA RMS. Deben tener bobinas de cierre y apertura, e indicadores de posición del Interruptor.

Se debe prever capacidad para operación remota, futura e incluir los contactos auxiliares para señalización remota, alarmas y reserva. El equipo debe estar en capacidad para integración al sistema de control; debe tener un contador de operaciones. El Voltaje de control será de 115 VAC.

Los Arrancadores de motores a plena tensión 4.16 kV deben contar con contactores al vacío o SF6 y fusibles extraíbles; con indicador de disparo y mecanismo para ordenar la apertura del contactor para alarma remota, indicadores visuales de abierto y cerrado, capacidad de operación remota, contactos auxiliares para indicación y alarma, contador de operaciones y capacidad para integración a un sistema de control con tensión 115 VAC.

Se requiere un relay con funciones de protección contra sobrecarga, desbalance de corrientes, rotor bloqueado, corriente de secuencia cero, entre otras; y además, capacidad para un comunicarse con PC y sistema de control.

3.4.3. Centro de Control de Motores MCC 460 V

El MCC 460 V *Metal enclosed* para uso interior, se construye por columnas verticales que unidas forman una estructura rígida; con protección NEMA 12 o IP 42 (interior para propósitos generales) dispuestos en un solo frente. Permitirá un ensamblaje en línea recta con frente muerto; el acceso al espacio del cableado y conexiones será por el frente. Las columnas del MCC se constituyen por gavetas de arranque de motor individuales extraíbles e intercambiables, en cuyo interior se alojan el interruptor del circuito y sus

circuitos de control que incluyen transformador de control, contactores, relé de protección y luces indicadoras. Debe contar con facilidades para inspección por la parte posterior y ensayos de termografía a los pernos de conexión de las barras bus. El ingreso y salida de cables al MCC será por la parte inferior. El MCC contará con celdas de reserva para nuevas gavetas intercambiables, capacidad de operación remota, contactos auxiliares para señales remotas, alarmas, reservas y capacidad de integración al sistema PLC. Las señales remotas serán desde contactores, relés electrónicos, fusibles con indicación de disparo e interruptores de circuito de control. Se contará con un relé que tendrá funciones de protección contra sobrecarga, desbalance de fase, rotor bloqueado, falla a tierra y comunicación *Device Net*.

El interruptor general debe ser tripolar, extraíble, con interrupción en aire y capacidad de ruptura apropiada, según los máximos niveles de cortocircuito. Debe tener posición de prueba, medidor digital de corrientes, potencias, voltajes de línea y capaz de comunicarse con un PC. Debe contar con bobinas de cierre y disparo, con indicadores visuales de posición abierto-cerrado y capacidad para bloqueo en la posición "OFF". Se debe tener contactos auxiliares para señalización, alarma; y capacidad para integrarse a un PLC. El voltaje de control será de 115 VAC. El arrancador de motor tendrá un transformador de control de 460/115 VAC.

Cada interruptor debe tener un contacto auxiliar para desenergizar la bobina del contactor ante una apertura inesperada. El interruptor podrá ser bloqueado en la posición "OFF"; tendrá un mecanismo de operación montado en la puerta que selecciona el modo de operación: On, Off, test. El contactor

debe tener capacidad no menor de 3 millones de operaciones. La corriente de carga no excederá el 75% de la nominal y la corriente mínima será 15 amperes y contactos auxiliares NA-NC (normal abierto – normal cerrado).

3.4.4. Paneles de fuerza e iluminación; y control de procesos

En la sala eléctrica se contará con paneles de 220 V para iluminación y tomacorrientes; así como paneles de 115 V para dispositivos de control de proceso y de electricidad que alimenten a la red de instrumentación. El grado de protección de este tipo de paneles será IP 54.

Las puertas y partes metálicas deben conectarse a tierra con conductores de cobre flexibles. El equipo debe tener una barra de tierra para conectarla a la malla de la planta. Las barras de cobre serán identificadas a todo lo largo, con marcas de pintura en cada fase: R - Rojo, S - Negro y T – Azul. La barra para tierra debe ser perforada y encintada en color verde. En el interior, todos los circuitos deberán estar correctamente identificados.

Los paneles de iluminación deben contar con interruptores térmico-magnéticos de tipo atomillables y seguros para circuitos derivados y circuito alimentador, capacidad de interrupción mínima de 10 KA RMS.

Se debe disponer espacio reserva de 20% para expansión futura.

3.4.5. Transformadores de alumbrado

Para alumbrado se disponen transformadores tipo seco, con potencias estándares: 75 KVA, 50 KVA, 30 KVA y 15 KVA para uso interior, con aislamiento clase H, temperatura máxima 150 °C en los devanados, caja de terminales HV y LV, neutro sólido.

La relación de tensiones será 440/220 V, trifásico con grupo de conexión Dyn1, 60 Hz. Constará de dos enrollados, carga continua. La tensión en el primario será $440\text{ V} \pm 2.5\%$ con taps para cinco posiciones.

3.4.6. Baterías y cargadores

El banco de baterías será libre de mantenimiento, tensión en 115 VCC. La capacidad de las baterías debe estar diseñada para mantener una carga normal durante 48 horas a un mínimo del 90 % del rango del voltaje. Las baterías deberán guardarse en un lugar ventilado adecuadamente. El lado de la carga deberá contar con interruptores de corriente continua.

El cargador debe ser dimensionado de acuerdo al banco de baterías seleccionado. Tendrá una tensión nominal de salida $115\text{ VDC} \pm 10\%$, para alimentación de 440 V, 3Φ , 60 Hz., estado sólido, cargador de voltaje constante; con límite automático de corriente. Debe tener interruptor de protección AC y DC y contactos auxiliares NO-NC (normal abierto – normal cerrado), así como también fusibles en el circuito alimentador del banco de baterías. Contará con instrumentos de medición de tensión y corriente DC; y lámparas indicadoras para las siguientes señales: (a) AC "ENCENDIDO", (b) Rango alto "ENCENDIDO", (c) Cargador "ENCENDIDO" y (d) Falla.

Se debe disponer de un sistema de protección de polaridad inversa y alarmas para sobretensión, bajo voltaje, falla a tierra, falla de carga, falla principal, contactos auxiliares para señales y alarmas remotas.

El cargador será para uso interior, de frente muerto y autosoportado. Todas las partes y puertas metálicas deberán tener conexión a tierra con

conductores de cobre flexibles. El equipo deberá tener una barra de conexión a tierra para conectarla a la malla de tierra de la planta.

3.4.7. Energía de respaldo

El sistema de energía de respaldo se conforma por un UPS (suministro de energía ininterrumpida); y la energía de reserva remota (generador diesel en el área 92). El inicio será automático y contará con provisiones para pruebas, operación y disponibilidad del 20 % para reserva.

3.4.8. Motores de inducción (Alta eficiencia)

Los motores tendrán carcasa IP55, 60 Hz, servicio de trabajo pesado S1, aislamiento tipo F y elevación de temperatura clase B. Los motores de potencias mayores a 200 kW serán de 4.16 kV, 3 Φ . Los motores menores y hasta 200 kW inclusive deben ser de 440 V, 3 Φ , con un agujero de drenaje roscado en el fondo de la carcasa. El terminal de puesta a tierra deberá estar en la caja de conexiones del motor, la cual será rotable 4 x 90°.

Todos los motores deben ser de arranque directo a plena tensión. Se requiere que los motores mayores de 200 kW tengan:

- Calefactores, en caso se instalen en el exterior.
- Dos (02) RTD's en el estator por cada fase.
- Relés de temperatura con entradas para RTD's.
- Dispositivos de protección por vibración.

Los motores en 4.16 kV, deben contar con supresores y protectores contra sobre tensión. Deben tener capacidad de sobrecarga de 1.5 veces la corriente nominal por dos minutos operando en caliente. El nivel máximo de ruido permisible a un metro de distancia es igual o menor a 85 dB.

3.4.9. Alambrado y cableado

En general, se utilizarán bandejas porta-conductores para distribución de circuitos sobre el terreno, ductos de concreto para la distribución subterránea y conduits para tramos cortos y circuitos de iluminación. Los conductores deberán contar con protección mecánica; estarán codificados por colores a todo lo largo o en los extremos por colores (cables de fuerza) o números (cables de control). La codificación para cables de fuerza será:

- AC trifásico 460/220 V: Conductores de fase R – rojo; Conductores de fase S – negro; Conductores de fase T – azul; Conductores de neutro - blanco. (Nota: algunos cables tienen color para fase T-blanco; éstos se encintarán en los extremos con color azul).
- CA ó CC monofásico: Negro y rojo. Si se requiere neutro será, blanco.
- El conductor de tierra aislada será amarillo. Se utiliza conductor de tierra desnudo en áreas no corrosivas.
- No se utilizará ningún cable blanco en iluminación, salvo como neutro conectado a tierra.

Los cables multi-conductores de control deberán tener todos sus conductores individuales numerados, ambos extremos con un código alfanumérico único. La sección mínima de conductores en equipos de terreno es 2,5 mm²; la mínima en paneles de control es de 1,5 mm². Los cables estándares a utilizar son:

- 4.16 y 30 kV: MV-90, campo radial, apantallado con aislamiento XLPE y retardante a la llama.
- 115 a 440 V: cables con aislamiento XHHW y retardante a la llama.

- Terminaciones: Contraíbles en frío.
- Apantallado: De cobre, conectado a tierra.
- Cubierta externa: Resistente al fuego, apropiado para ser enterrado directamente, uso en lugares húmedos, en paredes, vigas o escalerillas, resistente a la corrosión y abrasión, resistente a la radiación solar directa.

Se debe tener presente el código de colores de la chaqueta exterior:

- 4,16 y 30 kV: Rojo
- 115 a 440 V: Negro
- Comunicaciones: Naranja
- Instrumentación: Gris

3.5. OBRAS DE INSTRUMENTACIÓN

Según las hojas de datos especificadas por el cliente, los instrumentos deben completar las siguientes características:

3.5.1. Válvulas de control ON-OFF

- Válvulas 94-FV-2000W, 94-FV-2001W, 94-FV-2002W; para descarga de agua de enfriamiento, para agua dura, régimen de flujo normal/máximo 42/42.6 m³/h, temperatura máxima 39 °C; cuerpo tipo mariposa, actuador neumático, en línea de 100 mm (4") de diámetro.
- Válvula 94-HV-2005W; descarga del tanque de aire industrial; régimen de flujo normal/máximo 27.2640/30.361 Nm³/h, temperatura máxima 50 °C; tipo mariposa, actuador neumático; línea de 250 mm (10").

3.5.2. Indicadores de temperatura locales de campo

- Termómetros bimetálicos 94-TI-2000WA/B, 94-TI-2001WA/B, 94-TI-2002WA/B; para indicación de temperatura del agua de enfriamiento de los compresores, suministro (A) y retorno (B); 0 @ 100 °C; temperaturas de régimen mínimo/normal/máximo 0/30/50 °C; en línea de 100 mm (4”).

3.5.3. Dispositivos de presión

- Transmisor indicador de presión 94-PIT-2005W; para indicación y transmisión de datos de presión a la salida de la línea de aire comprimido de procesos; regímenes de temperatura mínima/normal/máxima 8/15/30 °C, presión normal/máxima 8/8.6 Bar(g); en línea de 250 mm (10”).
- Transmisor de presión 94-PT-2006W; para transmisión de datos de presión del aire seco de la línea de distribución de aire para instrumentos; regímenes de temperatura normal/máxima 25/50 °C y presión mínima/máxima 7.5/8.0 Bar(g); en línea de 80 mm (aprox. 3”).

3.5.4. Controlador lógico programable

- Gabinete NEMA 12 en un solo cuerpo de 2 200 x 1 200 x 600 mm; debe contar con regleta de terminales a las que se conectan los circuitos de señales de campo, mientras que por otro lado se conectan los circuitos de señales de entrada/salida (I/O) internos en cantidad suficiente que permita la distribución de cables de lazos y tierra.
- Se debe contar con un interruptor principal monofásico de corriente alterna e interruptores separados individuales para los dispositivos que se energicen con corriente alterna e incluir un receptáculo para energización del terminal de programación o instrumentos de mantenimiento y dos

interruptores de reserva. También se requiere una fuente de energía en 24 VDC para alimentación de circuitos analógicos que sean requeridos, así como para otros dispositivos que requieran tal alimentación.

- La red de operación de proceso es de tipo Ethernet con velocidad de comunicación mínima de 100 Mbits/s; debe contar con un (01) switch de Ethernet, ocho (08) switches para terminales RJ45, dos (02) switches para puertos de fibra óptica. Se requiere fibra óptica tipo multimodo. El requerimiento de red mencionado en este acápite es alcance de VM CJM.
- La unidad de control de procesos modelo Control Logic se alimenta con energía de 120 VAC, 60 Hz; con tarjeta de operación Ethernet; chasis para 10 slots, debe estar equipado con batería.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS A INSTALAR

4.1. COMPRESORES CENTRÍFUGOS

4.1.1. Descripción de los compresores W2000.4102, W2001.4102 y W2002.4102

Los compresores centrífugos de alta eficiencia marca Centac fabricados por Ingersoll Rand, modelo C700 son diseñados para suministrar aire libre de aceite, ensamblado con el motor de accionamiento sobre una base frame de acero y equipado con un sistema de aceite lubricante incorporado y un panel de control.



FIG. 4. 1: EQUIPO COMPRESOR CENTAC C700 INGERSOLL RAND

El equipo compresor contiene:

- Un eje principal que impulsa directamente un sistema de engranajes.
- Etapas de compresión, que consisten de un impulsor colocado en su propio eje encapsulado dentro de una carcasa común.
- Rotores que consisten de un piñón integral conducido a su óptima velocidad por un sistema de engranajes común.
- Un enfriador instalado dentro de cada etapa y un post enfriador.
- Un separador de humedad y sistema de remoción de humedad para retiro del condensado a la salida del enfriador en cada etapa.

El compresor CENTAC C700 es accionado por un motor eléctrico con acople directo y ensambladas sobre una base frame común con sus propios sistemas de lubricación, control y auxiliares.

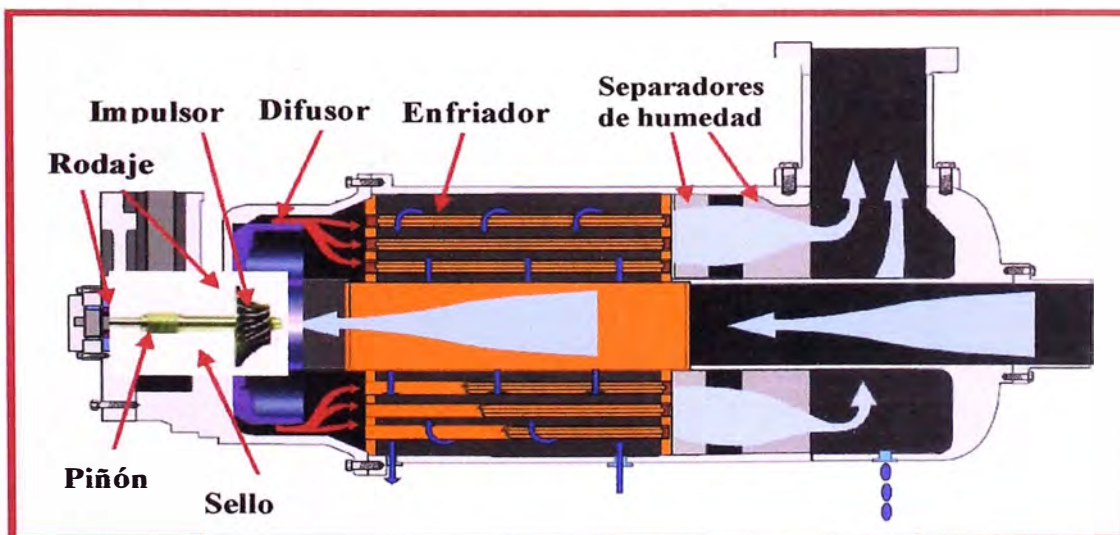


FIG. 4. 2: COMPONENTES DEL COMPRESOR CENTAC C700

En la figura 4.3 se observa que el aire ingresa al compresor y fluye hacia la primera etapa; el impulsor (1) imparte velocidad al aire y pasa por el difusor estacionario (2) que convierte la velocidad en presión. El enfriador (3) extrae

el calor de la compresión con lo que se mejora la eficiencia. El aire pasa por el separador de humedad (4) en una zona de baja velocidad donde se retira el condensado. Esta secuencia se repite en cada una de las etapas sucesivas hasta que el compresor alcanza la presión de operación requerida.

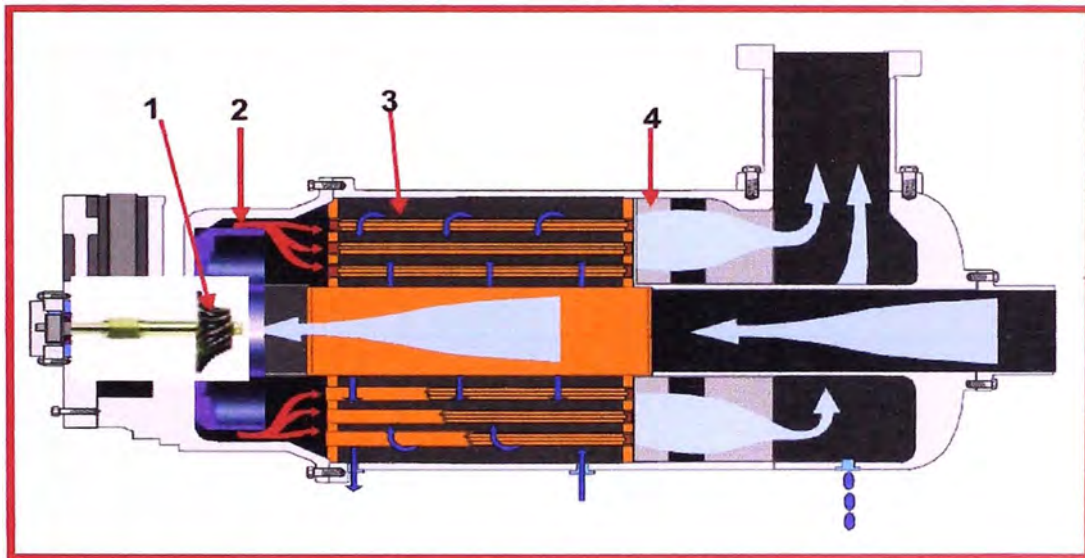


FIG. 4. 3: FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR CENTAC C700

4.1.2. Datos técnicos principales del equipo compresor

4.1.2.1 Datos del compresor

Característica

Marca:	CENTAC [®]	
Fabricante:	Ingersoll Rand	
Modelo:	C700	
Tipo:	Centrífugo	
Capacidad de ingreso nominal:	5 805.92	Nm ³ /h
Presión barométrica:	97.30	KPa
Presión de ingreso:	95.23	Kpa
Presión de descarga:	862.60	Kpa
Temperatura de ingreso:	30	°C
Humedad relativa:	87	%

Velocidad de régimen nominal:	3 575	RPM
Temperatura del agua:	30	°C
Incremento de temperatura del agua:	13.89	°C
Flujo de agua en enfriador de etapa 1:	236.48	l/min
Flujo de agua enfriador etapa 2:	238.97	l/min
Flujo de agua en post enfriador:	212.12	l/min
Flujo de agua en enfriador de aceite:	94.90	l/min
Flujo de agua total:	782.50	l/min

4.1.2.2 Datos del motor eléctrico

Característica

Marca:	WEG [®]	
Fabricante:	WEG Electric motors and drives	
Frame:	400E	
Clase de aislamiento:	F	
Protección:	IP55	
Tipo de servicio:	Pesado S1	
N° de fases:	3	
N° de polos:	2	
Factor de servicio:	1.15	
Potencia:	900	HP
Tensión nominal (conexión en Y):	4 160	Voltios
Frecuencia:	60	Hz.
Factor de potencia:	88	%
Eficiencia	95.5	%
Corriente nominal:	110.9	Amp.
Corriente de rotor bloqueado (LRC):	776	Amp.
Corriente de vacío:	26.4	Amp.
Velocidad de rotación (Horario, visto desde Lado de Acople)	3 581	RPM
Deslizamiento:	0.53	%
Aumento de temperatura:	80	°C
Torque a régimen nominal:	1 789	N-m

4.1.3. Panel de control del equipo compresor CMC

Los paneles W2000.6560, W2001.6560 y W2002.6560 CMC son los sistemas de control y monitoreo de Centac basados en microprocesadores; manejan las funciones de control de los compresores, así como el control de equipos auxiliares como el arrancador del motor principal, calentador de aceite y bomba de pre lubricación. Tienen un tablero computarizado denominado Módulo de Control Base (BCM), el cual mediante un microcontrolador indica al resto del panel lo que hay que hacer para la variedad de presiones de ingreso, temperaturas y vibración.

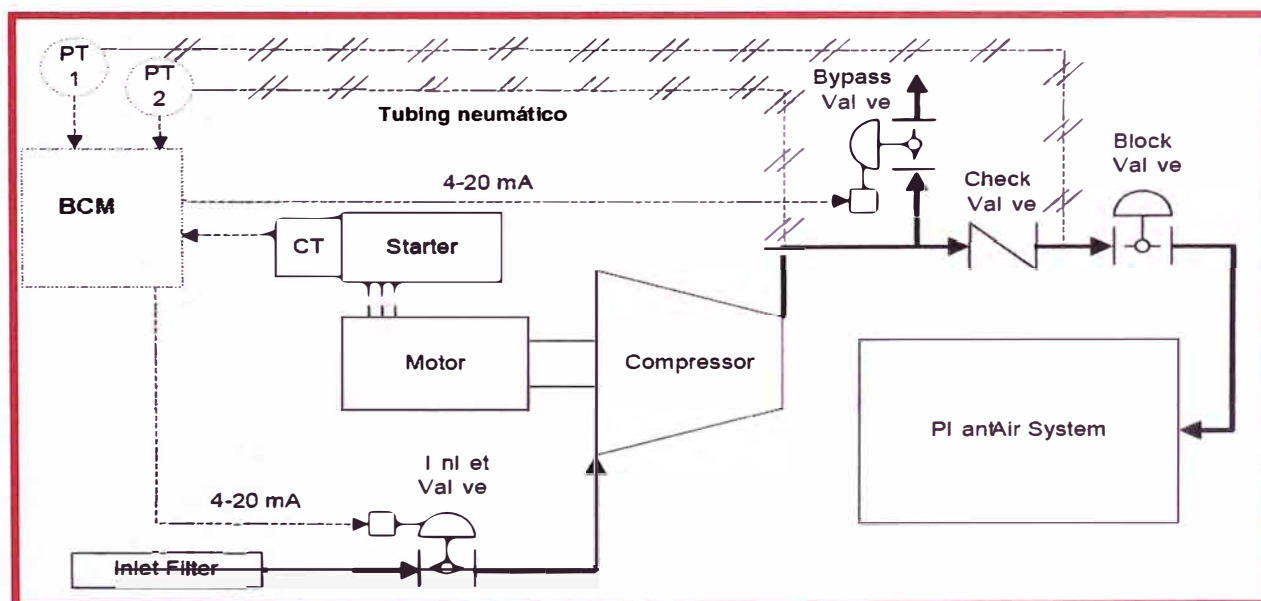


FIG. 4. 4: INTERACCIONES DE CONTROL DEL BCM

Las características del sistema CMC son:

- Contiene un panel LCD para display de datos y estado de operación.
- El control de performance administra los modos de operación descargado (no hay suministro de aire, el aire producido en el compresor es venteado)

a la atmósfera), modulado (satisface el requerimiento de control de presión constante) y auto-dual para ahorro de energía (el compresor se carga cuando la demanda de aire es alta y se descarga cuando es baja).

- Funciones de detección y control de pulsaciones (flujo inverso en una o más etapas del compresor, producido cuando la capacidad que está siendo manipulada se reduce a un punto en que se genera presión insuficiente para mantener flujo positivo de aire).
- Límite de corriente alto para protección del motor eléctrico.
- Auxilio para determinar las causas de parada intempestiva del equipo.
- Alarma de vibración del piñón y parada de cada etapa del compresor.
- Puerto de comunicación con el sistema Air System Manager (ASM) vía protocolo MODBUS.

4.1.3.1 Datos del panel de control CMC

Característica

Marca:	CENTAC [®]
Fabricante:	Ingesoll Rand
Modelo:	CMC
Tipo:	Centrífugo
Construcción:	Protección de la carcasa NEMA 12
Dimensiones:	54" x 35" x 14" (137.2 x 88.9 x 35.6 cm)
Tensiones de operación:	- 120 V para sistemas de control. - 24 VDC para instrumentación.
Temperatura:	- Operación 0-60 °C. - Almacenamiento -20 – 70 °C.
Humedad relativa:	- 95 % máximo; sin condensación.
Cableado de control:	- Separación de cableados de alta y baja tensión. - Protección de cables mediante tubos PVC. - Aislamiento para aumento de temperatura 105 °C.

	<ul style="list-style-type: none"> - Cables para 600 V; calibre N° 18 AWG para instrumentación y N° 16 AWG para control. - Borneras para 300 V, en riel DIN.
Contadores:	Normalmente abiertos, 5 Amp. 120 VAC.
Transductores:	<ul style="list-style-type: none"> - Presión: Rangos de 0-50, 0,200 y 0-500 PSIG; con salidas de 4-20 mA. - Temperatura: Rango 0-500 °F; salidas de 4-20 mA.
Botoneras, luces y selectores	<ul style="list-style-type: none"> - Resistentes a la corrosión, con sello de aceite. - Fabricados según NEMA 4 (Botoneras), 12 (selectores) y 13 (Luces indicadoras). - Luces piloto en tensiones de 120 VAC.
Funciones de alarma:	Para casos de flujo inverso.

4.1.4. Válvulas de control de by pass

Las válvulas de control PV2000W, PV2001W y PV2002W tienen tres componentes: El Posicionador, el actuador y la válvula propiamente dicha.

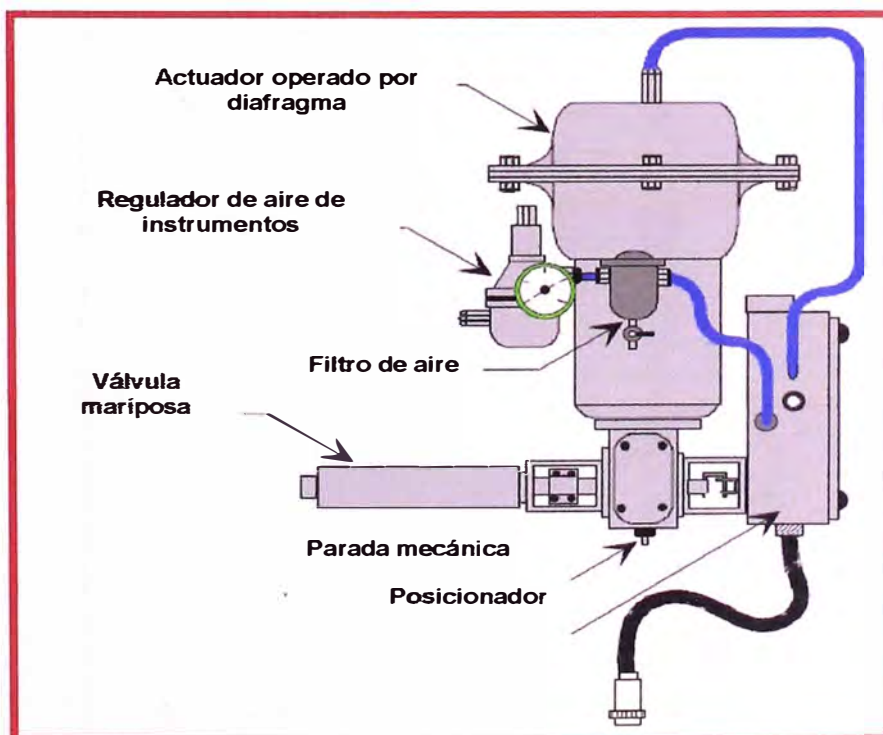


FIG. 4. 5: VÁLVULA DE CONTROL ESTÁNDAR

4.1.4.1 El Posicionador

Consiste en una carcasa común que contiene el transductor de presión de 4-20 mA que controla una válvula piloto adjunta operada con aire del actuador. El movimiento de la válvula retroalimenta la señal de presión correcta de aire al actuador. El posicionador entrega presión al actuador en el rango de 0 – 65 PSI (448 KPa).

4.1.4.2 El Actuador

Es un diafragma de acción simple (controla la presión del aire por un solo lado) operado por un dispositivo resorte. Esta característica libera al actuador de aceite. En caso de pérdida de señal de aire de control, la válvula retorna a su condición de parada por medio de la presión de un resorte; la válvula de ingreso cierra y la válvula de by pass se abre.

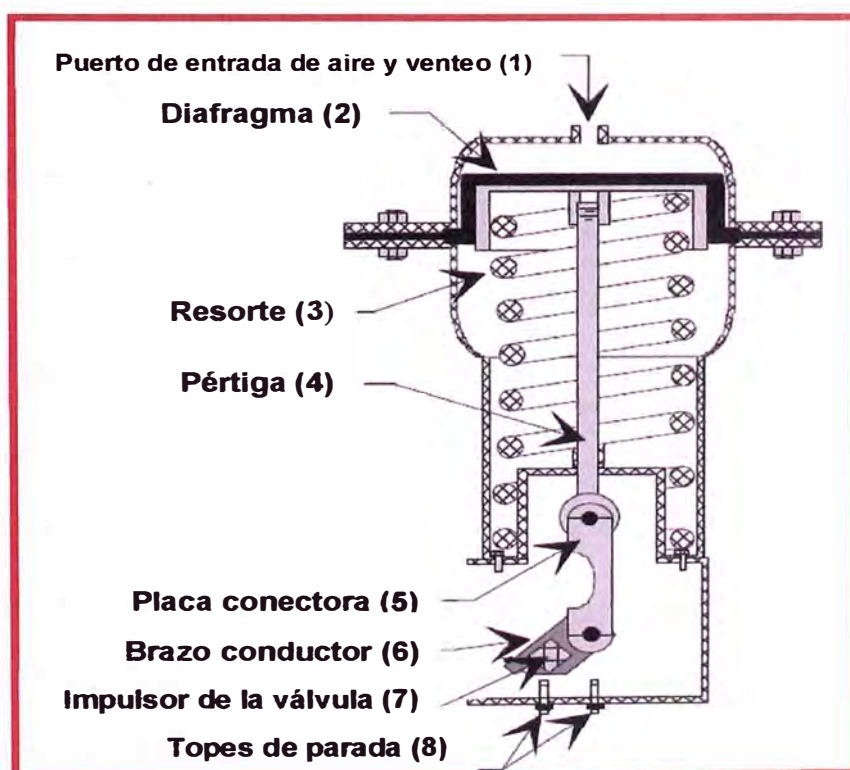


FIG. 4. 6: ACTUADOR

4.1.4.3 Válvula mariposa

La válvula mariposa es bi-flujo, no es sensitiva a la dirección. El cuerpo es normalmente grafitado y el eje de acero inoxidable, funciona con cojinetes de bronce. Estando la válvula unida al actuador, éste se ajusta de manera tal que la válvula corresponde a las posiciones de apertura y cierre del actuador.

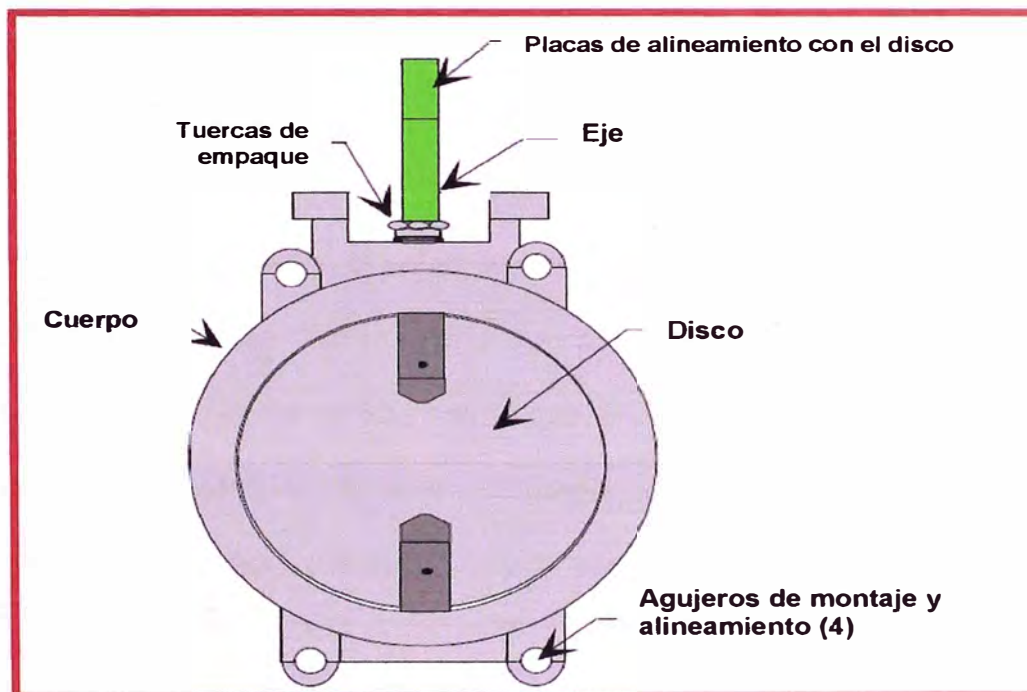


FIG. 4.7: VÁLVULA MARIPOSA DE INGRESO DE AIRE

4.2. EL SECADOR DE AIRE W2004.4135

4.2.1. Características del secador de aire

El secador de aire Ingersoll Rand Cycling ® retira la humedad del aire comprimido mediante el enfriamiento del mismo a temperaturas entre 34 y 38 °F (1 y 3 °C), haciendo que los vapores condensen en gotas de líquido fácilmente removidas del aire. Los sistemas en el secador son: Sistema de

aire, sistema de remoción de humedad, sistema de refrigeración, sistema de circulación de masa térmica y controles (Fig. 4.8).

4.2.2. El sistema de aire

Este sistema comprende todos los componentes del secador en contacto con el aire comprimido. El aire del compresor ingresa a un preenfriador / recalentador (*precooler / reheater*); la temperatura disminuye por el aire frío de la humedad del separador, lo que permite un sistema de refrigeración más pequeño. El aire ingresa a un refrigerador (*chiller*) que consiste de intercambiadores de calor; el calor del aire comprimido es intercambiado con el de la masa térmica que lo enfría aún más; el aire continúa al separador donde la humedad es removida, con lo que se permite tener aire frío y seco de vuelta para ser calentado por el aire húmedo entrante. La temperatura del aire saliente será aproximadamente 15 – 20 °F menor que la del aire entrante.

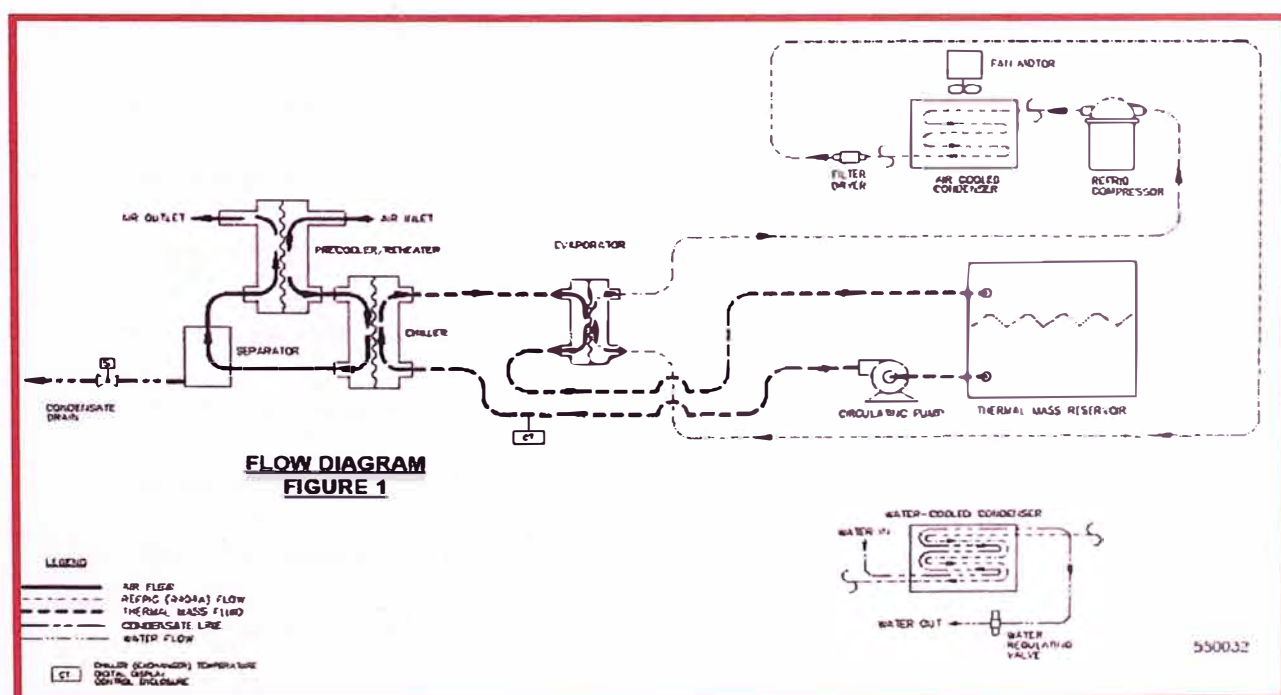


FIG. 4.8: DIAGRAMA DE FLUJO DEL SECADOR DE AIRE

4.2.3. Sistema de remoción de humedad.

Los condensados de humedad y lubricantes son drenados del compresor por un separador vertical ubicado adyacente al refrigerador, al cual llega aire comprimido y agua condensada; la separación del condensado se lleva a cabo en el punto más frío del sistema mediante aceleración centrífuga, expansión en un área de menor velocidad con depósito y cambio de dirección del flujo de aire. Este mecanismo de drenaje de condensado opera sin pérdidas de aire. El aire desplazado retorna a un depósito de drenaje, el drenaje utiliza un sensor para determinar el nivel de condensado, un transductor determina que el condensado ha alcanzado un nivel previsto, se envía una señal para la apertura de la válvula de drenaje sin pérdida (*condensate drain*), ésto permite retirar condensado hasta 80 Gal/hora.

4.2.4. Sistema de refrigeración.

El sistema de refrigeración comprende los componentes que manejan el gas refrigerante R404A; es un sistema de lazo cerrado. El R404A que sale del evaporador (*Evaporator*) hacia un compresor (*Refrig. Compressor*) hermético y a alta presión se enfría en el condensador (*Air cooled condenser*) resultando en un líquido de alta presión; éste va a través de un secador filtro (*Filter dryer*) que asegura la refrigeración libre de contaminación. Una válvula de expansión mide el refrigerante a ser introducido en el evaporador. La presión del refrigerante es reducida al ingreso al evaporador donde al evaporarse retira calor del fluido de masa térmica (*termal mass fluid*).

4.2.5. Sistema de circulación de masa térmica

El fluido de masa térmica en el secador Nirvana Cycling ® de Ingersoll Rand circula continuamente en un sistema de lazo cerrado. El fluido de masa térmica sale de la parte baja del reservorio (*thermal mass reservoir*) y es bombeada a través del refrigerador extrayendo calor del aire y luego pasa por el evaporador, donde es enfriado por el refrigerante R404A y retorna al reservorio. La bomba de circulación (*circulating pump*) utilizada en el secador es libre de mantenimiento. Mientras que los ciclos del sistema de refrigeración encienden y/o apagan según las condiciones de carga, la bomba de circulación funciona constantemente para mantener el flujo en el refrigerador todo el tiempo. Cuando el interruptor de energía es puesto en posición “apagado” la bomba de circulación no trabaja.

4.2.6. Sistemas de control

El secador NVC300 Nirvana Cycling de Ingersoll Rand tiene un sistema de control incorporado. La temperatura del fluido de masa térmica es mantenida por el control de un microprocesador que monitorea la temperatura y varía el flujo de aire. Al incrementarse la temperatura en el fluido de masa térmica se enciende el compresor de la refrigeración, cuando el fluido es enfriado a 2 °F por debajo del punto prefijado el compresor se apaga.

El microprocesador tiene incorporadas las siguientes características:

- Lectura del ahorro de energía porcentual.
- Lectura de la temperatura del aire en el refrigerador.
- Reencendido del secador automático.
- Fijación del punto de rocío.

4.2.7. Datos técnicos del secador de aire

Característica

Marca:	Ingersoll Rand Nirvana Cycling ®
Fabricante:	Ingesoll Rand
Modelo:	NVC300
Construcción:	Gabinete, ventiladores y guardas NEMA 1
Presión de diseño Máx.:	232 PSIG
Tensión de operación:	460 V (3Φ, 60 Hz)
Peso del equipo:	286 Kg (630 Lbs)
Cantidad de refrigerante:	1.814 Kg
Capacidad de corriente:	6.2 Amp
Régimen del compresor:	- Potencia 2 HP
	- RLA 4.3 Amp
	- LRA 16 Amp
Régimen del ventilador:	- Potencia 1/6 HP
	- RLA 0.5 Amp
	- LRA 1.2 Amp
Funciones de alarma:	Para casos de flujo inverso.

4.3. DATOS DEL SISTEMA AIR SYSTEM MANAGER (ASM)

4.3.1. Descripción general del sistema

El ASM es un sistema de operación en red y control para compresores de aire y equipos auxiliares. El ASM proporciona la integración, monitoreo y control de todos los equipos de una planta de compresión; tales como compresores centrífugos y reciprocantes, así como con los secadores de aire.

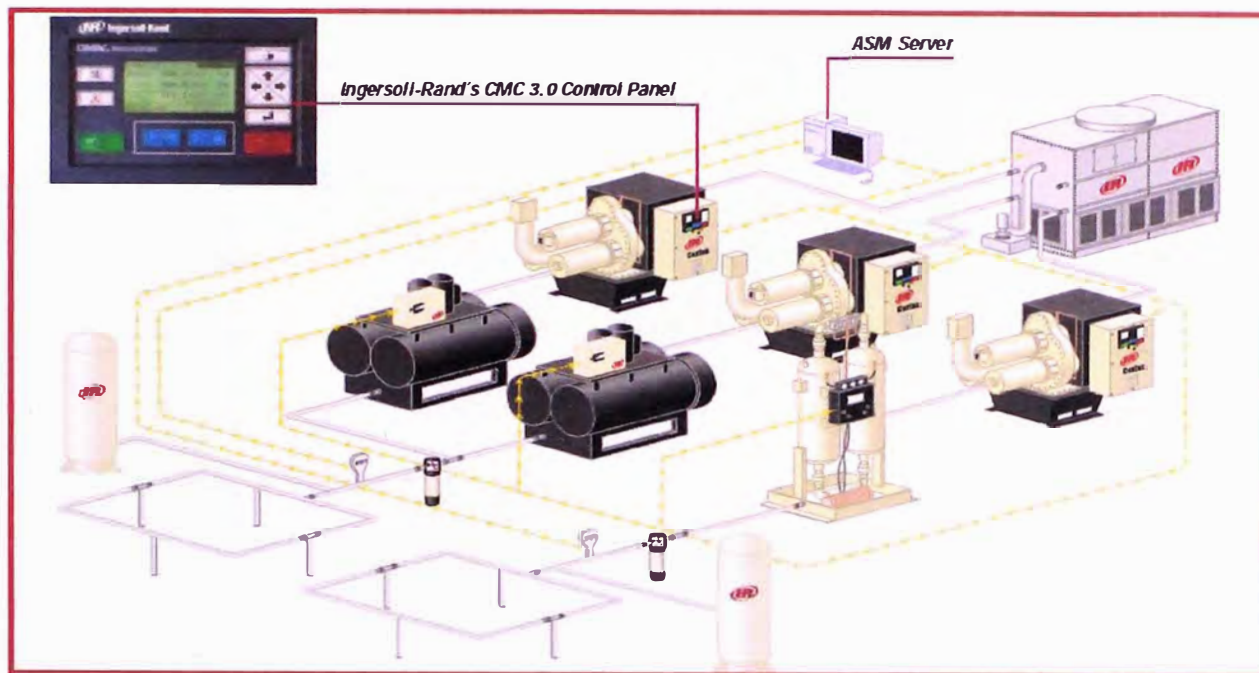


FIG. 4. 9: EJEMPLO INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL ASM

4.3.2. Sistema de operación en red

La red MODBUS opera con un protocolo de comunicación RS422, por lo que se requiere un convertidor RS-232 de la PC a RS-422 de la red MODBUS. El cableado de red se completa desde la salida del convertidor a cada uno de los equipos monitoreados; en el presente caso a los tres compresores y al secador de aire comprimido. El cable para la red Modbus debe cumplir por lo menos con las características de Belden 9842.

4.3.3. Ajuste inicial en los paneles de control CMC

Los paneles de control CMC se configuran para la operación con el sistema ASM. Para la comunicación a través de la red Modbus, cada panel está equipado con un Módulo de Comunicación Universal (UCM). Asimismo se instala un puente Ethernet y convertidor RS-232 a RS-422 entre la PC y el primer panel CMC; y luego de éste a los siguientes en serie y finalmente al

secador, este método de cableado permite al ASM enviar comandos de control y recibir datos de cada equipo.

4.3.4. Características de Hardware

Para iniciar las operaciones del sistema debe instalarse el *Wonderware software ASM*", cuyos requerimientos mínimos son los siguientes:

- Computador PC IBM-Pentium IV con tarjeta de memoria para 512 MB.
- Espacio libre en el disco duro de 40 GB.
- Lectora de CD y puerto de comunicaciones RS-232
- Monitor SVGA color, 17" o mayor.
- Modem (para acceso remoto u opciones auto Dial incluidas).
- Tarjeta interfase de red (NIC)

En caso de que Ingersoll Rand proporcione la PC del sistema, la carga del software será realizada antes del embarque de la misma.

4.4. TANQUES RECIPIENTES DE AIRE COMRPIMIDO

4.4.1. Tanque de aire comprimido industrial W2005.4023

La función de este recipiente es la recepción del aire comprimido industrial proveniente de los compresores, para luego enviar una parte de éste al secador de aire y el resto a la red de aire de planta. Los datos constructivos según ASME VIII Div. 1 son los siguientes:

Característica

Capacidad:	2000 Gal. Aprox. (7.57 m ³)
Material del cuerpo:	Acero SA455 (Ef. 70 %); espesor 0.263" mínimo
Geometría del cuerpo:	Cilíndrica; 60" Φ; 144" de altura.
Material de la cabeza:	Acero SA516-70 (Ef. 85 %); espesor 0.301" mínimo.

Geometría de la cabeza:	Elipsoidal; 60" Φ ; 17" de altura.
Presión máx. admisible:	150 PSI a 400 °F.
Presión prueba hidrostát:	195 PSI
Presión de diseño Máx.:	232 PSIg

4.4.2. Tanque de aire de instrumentación W2006.4023

La función de este recipiente es la recepción del aire comprimido seco para luego enviarlo a la red de aire para instrumentos de planta.

Los datos constructivos según ASME VIII Div. 1 son:

Característica

Capacidad:	1060 Gal. Aprox. (4.01 m ³)
Material del cuerpo:	Acero SA455 (Ef. 70 %); espesor 0.250" mínimo
Geometría del cuerpo:	Cilíndrica; 48" Φ ; 116.75" de altura.
Material de la cabeza:	Acero SA455 (Ef. 85 %); espesor 0.250" mínimo.
Geometría de la cabeza:	Elipsoidal; 48" Φ ; 13.625" de altura.
Presión máx. admisible:	155 PSI a 400 °F.
Presión prueba hidrostát:	202 PSI
Presión de diseño Máx.:	232 PSIg

4.5. PUENTE GRÚA DE IZAJE W2007.4444

El puente grúa de izaje consta de los siguientes componentes:

- Una Viga carrilera G2247 de 350 x 160 mm de 13 metros de recorrido con capacidad para 2000 Kg (Tag G2247; según plano 1102110-G2247A).
- Soportería para alimentación eléctrica en base a ángulos 1 1/2" x 3/18" según plano 1102110-G2247A de IMOCON STHAL.
- Polipasto STHAL ST 2010-8/2 2/1 según plano 1102110-G2285D de IMOCON STHAL; con los siguientes datos técnicos:

Capacidad	2000 Kg
Tensión de alimentación	440 V (60 Hz, 3Φ)
Velocidad de izaje	4.8 y 1.2 m/min
Potencia del motor de izaje	1.8 y 0.44 KW
Velocidad del trolley	6.3 y 25 m/min
Potencia del trolley	0.09 y 0.38 KW
Izaje disponible	12 m

- Los motores eléctricos tienen las siguientes características:

Tipo de motor para izaje: 8/2 E31/000.333

Clase de aislamiento		F
Altitud de servicio		1000 msnm
Temperatura ambiental permisible		40 °C
Grado de protección		IP 55
Frame		90 L
N° de polos	8	2
Potencia en régimen nominal (Kw)	0.44	1.8
Tensión nominal (V)	460	460
Corriente nominal (Amp)	2.1	3.9
Corriente de vacío (Amp)	2.1	2.7
Corriente de rotor bloqueado (Amp)	4.2	14.7
Eficiencia (%)	41	68
Método de conexionado	Y	Y
Velocidad (RPM)	760	3240
Torque nominal (N-m)	5.3	5.3

Tipo de motor para traslación (trolley): 8/2 E42/000.443

Clase de aislamiento		F
Altitud de servicio		1000 msnm
Temperatura ambiental permisible		40 °C
Grado de protección		IP 55
Frame		100 L
N° de polos	8	2
Potencia en régimen nominal (Kw)	0.09	1.8

Tensión nominal (V)	460	460
Corriente nominal (Amp)	4.0	9.2
Corriente de vacío (Amp)	3.7	5.0
Corriente de rotor bloqueado (Amp)	8.2	32
Eficiencia (%)	51	73
Método de conexionado	Y	Y
Velocidad	780	3290
Torque nominal	13.2	13.2

4.6. CENTRO DE CONTROL DE MOTORES W2101.6925 EN MT HVL/cc

El centro de control de motores HVL/cc TM en gabinete metal enclosed para interiores clase 6045 está compuesto de unidades modulares que contienen interruptores fijos con o sin fusibles clase E reemplazables; accesible por el frente. El equipo se puede configurar con uno o múltiples compartimientos.



FIG. 4.10: MCC HVL/cc TM NEMA 1 PARA USO INTERIOR

4.6.1. Características técnicas

Marca	SQUARE D
Fabricante	SQUARE D COMPANY Schneider Group
Tensión nominal	4 160 V, 3Φ
Tensión máxima	5 000 V
Tensión de impulso (BIL)	60 KV
Frecuencia	60 Hz
Barras bus principales	Cobre estañado 6x51 mm, 1200 Amp
Grado de protección	NEMA 1
Barra bus de tierra	Cobre
Corriente nominal en barras bus	1 200 A

La cubierta o carcasa es de tipo NEMA 1 para interiores categoría B. El acabado es en color gris RAL 7020. Se ha previsto el ingreso de cables por la parte inferior o superior mediante tapas removibles.

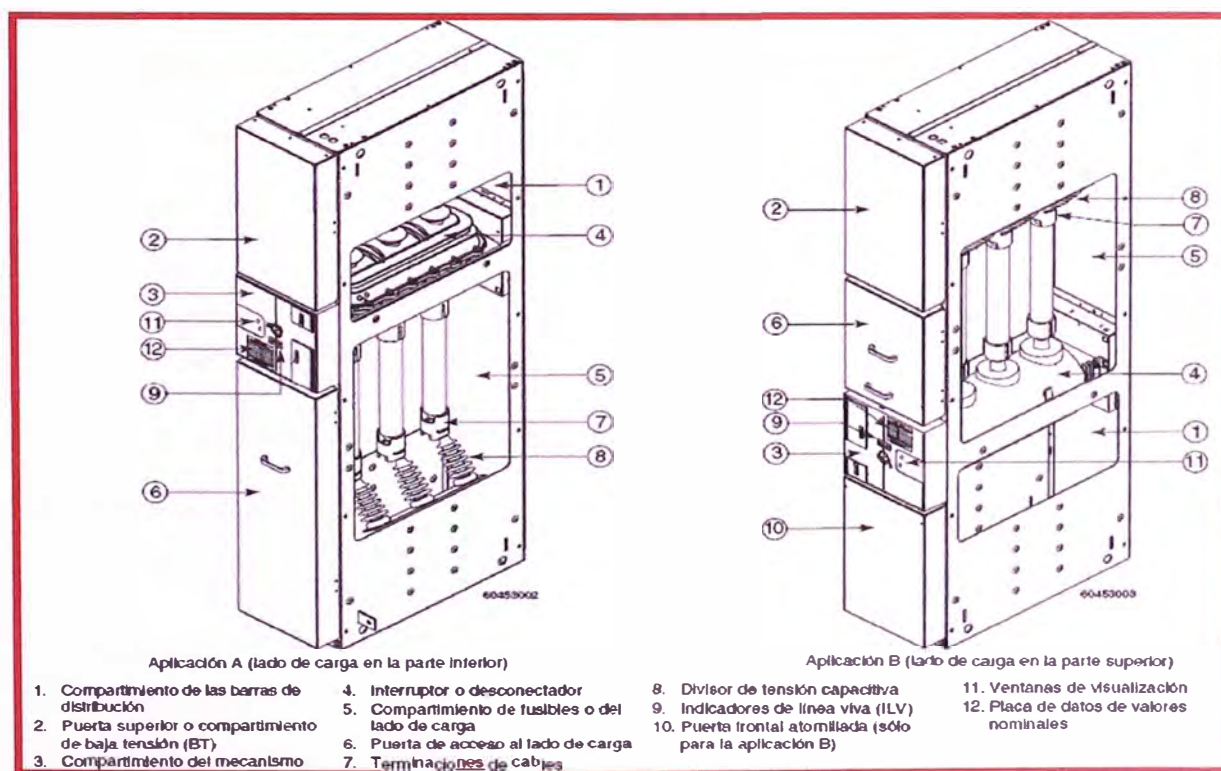


FIG. 4. 11: COMPARTIMIENTOS DEL MCC HVL/cc™

Las siguientes características son estándar en gabinetes para interiores:

- Provisiones de izaje en la parte superior de cada sección.
- Provisiones para expansión futura (bus principal transversal).
- Puertas de acrílico para inspeccionar la cuchilla del interruptor.
- Enclavamiento para evitar desmontaje de puerta de acceso a la carga con interruptor de circuito cerrado y/o interruptor de conexión a tierra abierto
- Enclavamiento (eléctrico y/o mecánico) del conmutador o interruptor de circuito para evitar el funcionamiento de los contactos principales de los conmutadores mientras se desmonta la puerta de acceso al lado de carga.
- Provisiones para bloquear la puerta de acceso al lado de carga.

4.6.2. Mecanismos del MCC HVL/cc

En el tablero de fuerza HVL/cc se encuentran los operadores del conmutador principal y del interruptor de conexión a tierra.

- Palanca de cierre/apertura rápido (OTM) de funcionamiento manual y por motor; su función es accionar la palanca de cierre/apertura rápido y tiene un valor nominal de cierre de falla igual al del conmutador.
- Mecanismo de energía almacenada (SEM) de funcionamiento manual con sistema Fuselogic y por motor, con bobinas de apertura y cierre, reutilizan para las funciones remotas de disparo o cierre.

4.6.3. Interruptor desconectador

Características técnicas:

Marca	SQUARE D
Fabricante	SQUARE D COMPANY Schneider Group
Tensión nominal	5 000 V, 3Φ
Frecuencia	60 Hz
Método de extinción de arco	SF6

Presión

5.8 PSI

Barra bus de tierra

Cobre

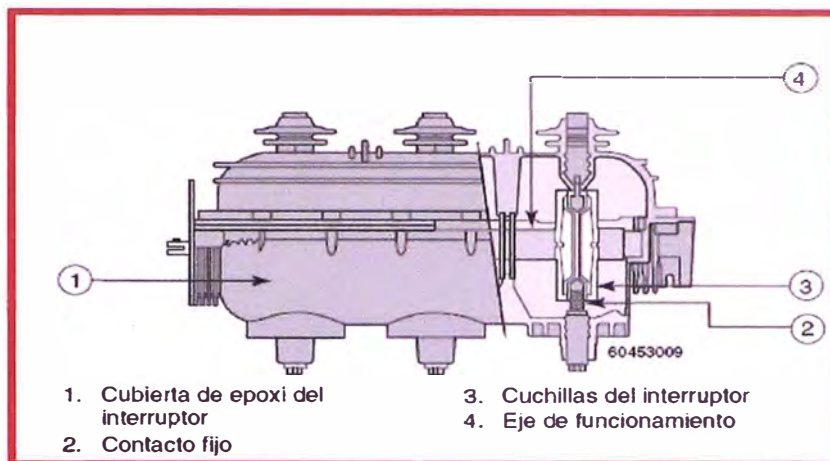


FIG. 4. 12: SECCIÓN TRANSVERSAL DEL INTERRUPTOR DESCONECTADOR

El interruptor desconectador es fabricado por Square D (Schneider group) especialmente para el trabajo en MCC HVL/cc TM. Este gabinete de baja presión protege los contactos principales contra agentes contaminantes o entornos corrosivos; contiene todos los derivados de la interrupción, incluyendo la extinción del arco, lo cual permite su uso en entornos no adecuados para los contactores de aire comprimido.

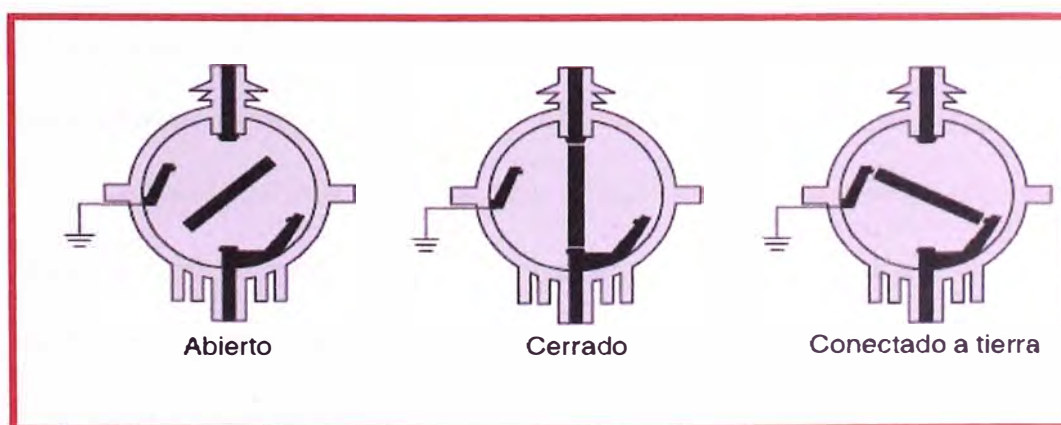


FIG. 4. 13: POSICIONES DE LAS CUCHILLAS DE CONTACTO

Las tres cuchillas giratorias vienen herméticamente cerradas en la cubierta y tienen un cierre hermético giratorio externo. La figura 4.13 muestra las tres posiciones de las cuchillas giratorias.

La distancia entre los contactos fijos y móviles es suficiente para soportar la tensión de recuperación normal y las de recuperación transitorias impuestas por el sistema, así como el 110% del valor nominal BIL.

4.6.4. El sistema Fuselogic

El sistema Fuselogic evita la conmutación inadvertida hasta instalar o sustituir los fusibles quemados. Está incluido opcionalmente en el tablero de fuerza HVL/cc en gabinete de metal disponible para el mecanismo SEM.

El sistema utiliza fusibles de media tensión de Square D con indicador de fusible quemado que con el interruptor forma un mecanismo de bloqueo.

4.6.5. Indicador de fusible quemado (BFI)

El indicador BFI ubicado en la línea del fusible hace funcionar un indicador que se puede ver a través de una abertura en la cubierta del mecanismo. El BFI acciona un disparo de acción incluido en los esquemas del sistema Fuselogic.

4.6.6. Indicadores de línea viva (IVL) / Divisor de tensión capacitiva (CD)

Los indicadores ILV vienen equipados con lámparas que indican la presencia de tensión. Están visibles en la parte frontal de la cubierta del mecanismo y se conectan al CD situado en el lado de carga del interruptor.

Los CD se instalan en el lado de línea del interruptor con el indicador ILV en la puerta frontal.

4.6.7. Enclavamientos en la puerta del MCC HVL/cc

El HVL/cc viene equipado con enclavamientos que minimizan los riesgos del personal. El enclavamiento del interruptor evita el desmontaje de la puerta de acceso al lado de carga mientras el interruptor desconectador de carga está cerrado, abierto y desconectado de tierra.

4.6.8. Relay de protección SEPAM serie 40

El rango de protección del relay Sepam™ es para todas las aplicaciones en redes de distribución industriales y públicas en Media Tensión.

Las características técnicas del Sepam™ son las siguientes:

10 entradas de señal lógicas.

08 salidas de respuesta del relay.

01 editor de ecuaciones lógicas.

01 puerto de comunicaciones.

16 entradas de señal de sensores de temperatura.

Las funciones de medición del relay Sepam™ son las siguientes:

Corrientes de fase, corriente promedio / corriente pico.

Tensiones fase-fase / fase-neutro. Frecuencia.

Potencias activa, reactiva y factor de potencia ($\cos \Phi$)

Temperaturas.

Funciones de diagnóstico de red (disparo, desbalance de carga, registro de perturbaciones en la red, desplazamiento de fases).

Funciones de asistencia operativa (Capacidad térmica, tiempo de operación, horómetro, corriente, tiempos y cantidad de arranques, etc.).

Funciones de diagnóstico del MCC.

Algunas de las funciones de protección del relay Sepam™ son:

- Tensiones bajas.
- Verificación de rotación y secuencia de fases.
- Sobrecargas activa y reactiva; sobrecorrientes de fase
- Desbalance de corrientes.
- Bloqueos de rotor de motores.
- Fallas del interruptor.
- Fallas a tierra y fallas de frecuencia.

Algunas funciones de monitoreo y control son las siguientes:

- Asignación de señales de entradas y salidas lógicas.
- Control de circuitos de interruptor / contactor.

4.6.9. Sistema de comunicación.

La comunicación Modbus permite al Sepam conectarse a un dispositivo supervisor con el canal de comunicación modbus; en este contexto, el Sepam siempre es una estación esclava y se conecta a la red de comunicación Modbus mediante una interface.

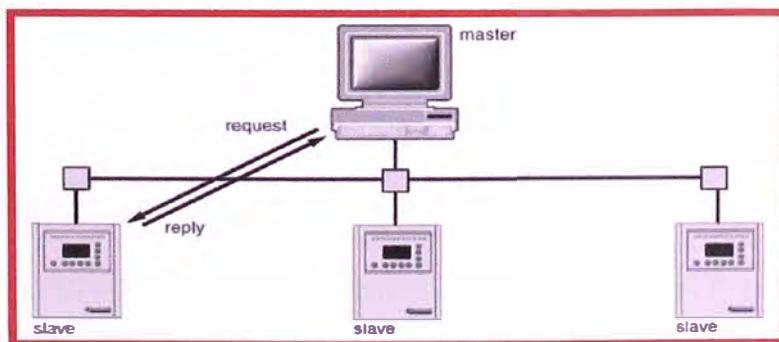


FIG. 4. 14: PRINCIPIO DEL SISTEMA MODBUS

La disponibilidad de datos está las lecturas resultantes de las funciones de medición, las lecturas de datos de programación, los comandos de control remoto y las funciones de control.

Los intercambios son iniciados por el elemento master e incluye un requerimiento del master (servidor) y una respuesta de la estación esclava (slave). Los requerimientos del master se direccionan ya sea a algún Sepam determinado identificado por su número del primer byte o el frame requerido, o también puede difundirse a todos los Sepam (*Broadcasting*).

Los comandos de difusión (*broadcast*) son necesariamente comandos escritos. Ninguna respuesta se transmite por los Sepam. No es necesario tener un conocimiento detallado del protocolo, a menos que el master sea una computadora central que requiera la programación correspondiente.

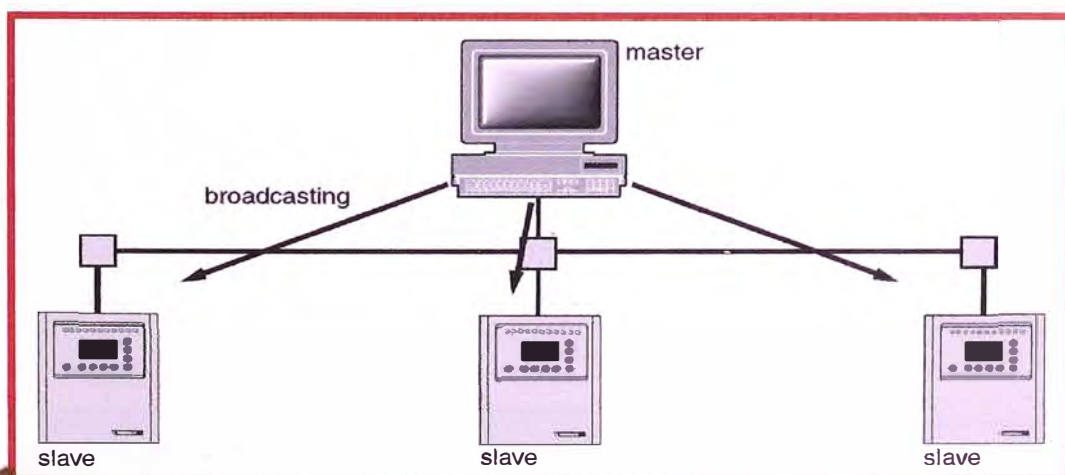


FIG. 4. 15: DIFUSIÓN DE DATOS DEL MASTER A LAS ESTACIONES

4.7. CENTRO DE CONTROL DE MOTORES EN BT W2102.6925

El llamado Centro de control de motores en BT no es propiamente un centro de control de motores debido a que no controla motores; sin embargo, en el proyecto desarrollado se le dio tal nominación debido a la fabricación familiar a los MCC's de otros sectores que si cumplen tal función.

4.7.1. Características técnicas

El MCC está construido con las siguientes características:

Marca	WEG
Fabricante	WEG Automacao
Modelo	CCM-03
Forma constructiva	3B
Tensión nominal	460 V, 3 Φ
Corriente nominal	800 A
Corriente simétrica corto circuito $I_{cc\ sym}$	65 KA
Grado de protección	IP 42
Frecuencia	60 Hz
Barras bus principales	Cobre estañado 800 Amp
Barra bus de tierra	Cobre

4.7.2. Características constructivas

El acceso a las partes activas del MCC es por la parte posterior; el ingreso de los cables de alimentación es por arriba, mientras que la salida de los cables de los circuitos derivados de fuerza y control puede ser por arriba y por abajo, según ubicación de bandeja o ducto designados.

Las puertas frontales de las gavetas cuentan con dispositivo de cierre rápido y mecanismo de bloqueo a la apertura con los interruptores en posición encendido; las puertas posteriores son articuladas y atornilladas; los ductos de barras cuentan con tapón en la parte trasera.

4.7.3. Equipamiento

El equipamiento del CCM tiene las siguientes características:

Gaveta de Circuito alimentador:	Interruptor tripolar termo magnético extraíble en caja moldeada; I_n 220 A; capacidad de interrupción 100 KA en 500 V, contacto auxiliar
---------------------------------	--

1NAF con manopla rotativa de 300 mm tipo NS250L+MA220; llave giratoria de 3 posiciones marca Schneider.

Gavetas de Circuitos derivados: Bloque diferencial tripolar para interruptor NS100 a 160 tipo VIGI 440/500 V, faja de ajuste 300 mA - 10 A, interruptor tripolar termo magnético In 16 A, capacidad de interrupción 100 KA, con manopla rotativa 300 mm tipo NSL100L+TM16D y llave giratoria marca Schneider.

4.8. ENERGÍA DE RESPALDO DEL SISTEMA

4.8.1. Panel de Suministro de energía ininterrumpida W2113.7018

El sistema de energía de respaldo del sistema se basa en la aplicación de un sistema de Suministro de Energía Ininterrumpida (UPS) marca Schneider tipo Galaxy 3 000 que respalda la energía del panel de instrumentación, éste a su vez alimenta al gabinete de control del PLC W2301.7910 y al gabinete de alarma contra incendio W2219.6940. El panel de control de PLC W2301.7910 suministra la energía en 24 VDC para los instrumentos de control de la planta de aire comprimido.

Las características técnicas del panel de UPS son las siguientes:

Marca	Shneider (Merlin Gerin)
Fabricante	Merlin Gerin - Schneider Group
Modelo	Galaxy 3000
Potencia	10 KVA (8 KW)
Tensión nominal	Entrada 460 V / Salida 120 V
Frecuencia	60 Hz ($\pm 6\%$ entrada / $\pm 1\%$ salida)
Factor de potencia (Cos Φ)	< 0.99
Distorsión de corriente TDHI	< 3% (Entrada)
Distorsión de tensión TDH	< 3% (Salida; con carga no lineal)

Temperatura de operación	UPS: 0 -- 40 °C; Baterías 25 °C
Temperatura de no operación (<i>Stand By</i>)	-20 -- +45 °C
Humedad relativa	0 – 95% sin condensación
Sobrecarga del inversor	120 % por 60 seg. / 145 % por 30 seg.
Sobrecarga del <i>ByPass</i>	10 In durante un ciclo

Topología de doble conversión: Mediante esta tecnología en línea se utiliza el rectificador y el inversor para aislar los equipos conectados a la salida del UPS de los peligros de la energía comercial protegiendo la carga crítica. La topología de doble conversión también permite que el UPS regule la frecuencia de salida, sin hacer uso de las baterías, siendo esta una condición necesaria para operación confiable al operar con cargas de emergencia.

Corrección del factor de potencia: El UPS proporciona salida de energía limpia, sin embargo los rectificadores pueden reflejar distorsión hacia la red comercial, lo que interfiere con otros equipos que comparten esa red en el resto de las instalaciones. El UPS Galaxy 3000 cuenta con un Corrector de factor de Potencia (PFC) para lograr una corriente de entrada prácticamente libre de distorsión (<3% THD); mientras que con el IGBT (Transistores bipolares de compuerta aislada) en el rectificador, los armónicos de entrada son eliminados sin la necesidad de un filtro de entrada.

Las ventajas del Corrector de factor de potencia de la entrada son:

Eliminación de armónicos reflejados hacia la alimentación; manteniendo la energía limpia para el resto de la instalaciones.

Compatibilidad con las cargas de emergencia

Eliminación de la necesidad de filtros de entrada, lo cual reduce el consumo eléctrico del UPS en un 20%.

- Aumento la confiabilidad al reducir el número de componentes.

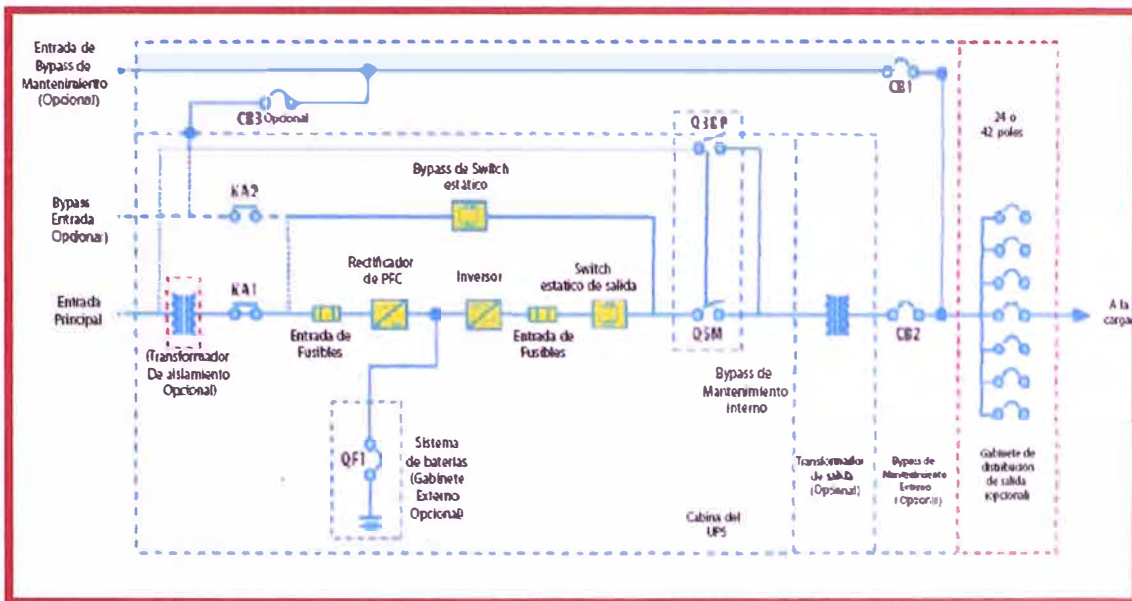


FIG. 4. 16: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL UPS GALAXY 3000

Control de demandas súbitas de carga: En la operación de arranque muchos equipos requieren una cantidad de energía varias veces mayor que su requerimiento nominal. Al encender un banco de servidores se puede crear un pico en la demanda de energía que puede causar severas caídas de tensión o un pico repentino que puede conducir al malfuncionamiento del equipo.



FIG. 4. 17: UPS GALAXY 3000

El UPS Galaxy 3000 regula la salida de voltaje, aún al ser expuesto a demandas instantáneas de corriente hasta del 150% de su consumo nominal, los arranques y picos de demanda no causan bloqueos de los equipos.

4.8.2. Cargador de baterías W2123.6585

El sistema cargador de baterías marca Ener-Genius de 5 KW es alimentado con 460 VAC desde el MCC W2102.6925; el cargador suministra energía al banco de baterías W2124.6185; el cual a su vez proporciona energía al panel de corriente continua W2125.6920, éste alimenta al circuito de control de arrancadores del MCC W2101.6910 en MT.

El cargador se conecta a un circuito principal de alimentación AC monofásico con puesta a tierra en el lado primario; y el secundario se conecta al banco de baterías y al circuito de carga en DC (Fig. 4.18).

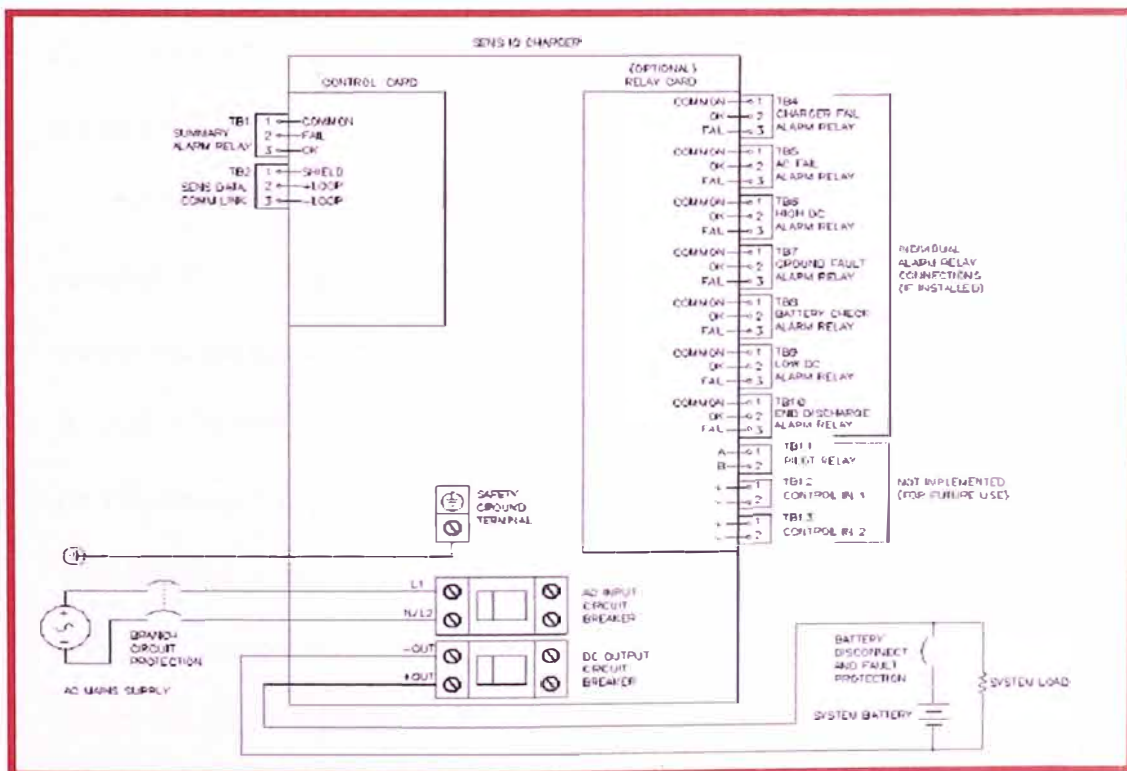


FIG. 4. 18: DIAGRAMA INTERNO DEL CARGADOR ENER GENIUS



FIG. 4. 19: CARGADOR DE BATERÍAS ENER GENIUS IQ-2

4.9. TABLEROS DE ENERGÍA ESTABILIZADA

4.9.1. Tablero de control PLC W2301.7910

El tablero de control del PLC Rittal modelo TS8 para PLC con grado de protección IP 55 autosoportado está fabricado en acero inoxidable AISI 304 de 3 mm tratado superficialmente mediante imprimación por inmersión; pintura exterior texturizado estructurada RAL 7035.

En el panel se encuentran terminales *switches* de conexión de circuitos de señales I/O (entrada/salida; *Input/Output*) de campo, las cuales se conectan mediante cableado interno a la Unidad de Control de Procesos Control Logix de Allen Bradley; la que consiste en un controlador independiente y módulos de I/O en un solo chasis unidos a través de redes I/O en plataformas múltiples distribuidas en muchos lugares y conectado a través de enlaces I/O múltiples.

La Unidad de control de proceso consta de una fuente Control Logix 1756-PA75 para proporcionar 24 VDC de tensión regulada directamente a la placa posterior del chasis. Proporciona tensión regulada para operar en el chasis y tiempo de retención de las fluctuaciones en la línea de alimentación

de entrada. Dispone de módulos de señales para apagado ordenado del sistema ante inminente falla de tensión e indicadores LED's del estado de funcionamiento del par y relé de estado sólido para el reconocimiento de la condición de suministro de energía del sistema conectado a un módulo.

4.9.2. Tablero de distribución de instrumentación W2122.6923

El tablero de distribución para instrumentación Esay Tab para montaje adosado al muro está fabricado en plancha de acero LAF; caja cubierta con pintura electrostática ecológica; sirve para alojamiento de interruptores termomagnéticos monofásicos de dos polos en caja moldeada marca Cutler Hammer tipo atornillados; controlan circuitos de alumbrado e interruptores diferenciales para protección de circuitos de tomacorrientes. Cuentan con barras principales y barra de tierra de Cobre electrolítico de 99.9 % de pureza, puerta con cerradura con dos llaves y porta tarjeta de directorio de circuitos.

4.10. ENERGÍA DE FACILITIES

Teniendo en cuenta el concepto de *facilities* como aquellas instalaciones cuya salida de servicio no afecta el proceso productivo de una planta, para el presente estudio se ha establecido como *facilities* de la rama de electricidad a las redes de alumbrado y tomacorrientes.

4.10.1. Tablero de distribución de alumbrado W2121.6922

El tablero de distribución para alumbrado y tomacorrientes Easy Tab de instrumentación de características similares al tablero W2122.6923; sirve para alojamiento de interruptores termomagnéticos atornillados Cutler Hammer que controlan circuitos de alumbrado e interruptores diferenciales para circuitos de tomacorrientes. También cuenta con barras principales y de

tierra de Cobre electrolítico de 99.9 % de pureza, puerta con cerradura con dos llaves y porta tarjeta de directorio de circuitos.

4.10.2. Transformador de la red de alumbrado W2111.6541

El transformador de la red de alumbrado es del tipo seco; ventilado, trifásicos, tipo DT-3; 30 KVA, 460/230V, 60 Hz, conexión Dyn1; construido con materiales auto extingüibles. Su elevación máxima de temperatura es de 150°C. El gabinete está diseñado para uso interior. Está diseñado con capacidad de sobrecarga por periodos cortos de tiempo según las normas ANSI. Puede proveer un 200% de su capacidad nominal por media hora, 150% de carga por una hora y 125% de carga por cuatro horas sin que sufran algún daño, previendo que un 50% de carga proceda y siga el periodo de sobrecarga. Utiliza gabinete NEMA 12 (a prueba de goteo) como estándar.

4.11. EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN

Los instrumentos incluidos con los equipos como parte del suministro de los mismos, instalados y configurados por los proveedores y que por lo tanto no entran en el alcance de calibración y montaje son los siguientes:

- Con los compresores W2000.4102, W2001.4102 y W2002.4102:
 Manómetros PI2000W, PI2001W y PI2002W.
 Termómetros TI2000WB, TI2001WB y TI2002WB.
 Válvulas de presión PV2000W, PV2001W y PV2002W
- Con el tanque de aire industrial W2005.4023:
 Válvula de alivio de presión PSV2005W.
 Visor de nivel LG2005W.

Manómetro PI2005W.

Válvula de flujo para trampa de condensado FV2005.

- Con el tanque de aire de instrumentos W2006.4023:

Válvula de alivio de presión PSV2006W.

Manómetro PI2006W.

Válvula de flujo para trampa de condensado FV2006.

Los instrumentos de campo a ser instalados y configurados por JJC-SC y que por si entran en el alcance de calibración y montaje son los siguientes:

- Con los compresores W2000.4102, W2001.4102 y W2002.4102:

Válvulas de control de flujo FV2000W, FV2001W y FV2002W.

Termómetros TI2000WA, TI2001WA y TI2002WA.

- En la línea de servicio de aire comprimido:

Válvula de control de flujo HV2005W (con solenoide).

Transmisor indicador de presión PIT2005W.

- En la línea de servicio de aire de instrumentos:

Transmisor de presión PT2006W.

4.11.1. Válvulas de control de flujo FV2000W, FV2001W y FV2002W

Válvulas digitales ON/OFF para las líneas de retorno o descarga de agua de enfriamiento de cada compresor.

Datos de proceso:

Temperatura ambiente mín/norm/máx:	8/15/30 °C
Presión atmosférica mín/norm/máx:	-/97.3/- KPa
Tipo de fluido:	Agua dura
Caudal mín/norm/máx	-/42/42.6 m ³ /h
Temperatura de flujo mín/norm/máx:	-/39/39 °C

Presión de entrada máxima:	0.8 Bar(g)
Diámetro y material de la tubería	100 mm acero al carbono

Características de la válvula de proceso:

Marca (fabricante) y tipo:	Tyco; modelo keystone 990 T805
Cuerpo y tamaño:	Mariposa; 100 mm (4")
Material del cuerpo:	Hierro fundido
Material del disco y vástago:	Acero inoxidable 316
Característica de flujo:	ON/OFF
Conexión a proceso:	Tirantes/Bridada
Tipo de actuador:	Neumático Keystone
Operación del actuador:	ON/OFF
Posición de falla:	Abierto

Características de la válvula solenoide:

Vías / posiciones	3/2
Señal de entrada	120 V; 60 Hz
Presión de suministro de aire:	550 KPa
Protección de la carcasa:	NEMA 4X

4.11.2. Válvula de control HV2005W con solenoide HS2005W

Válvula digital ON/OFF para suministro de aire comprimido de proceso a la red de la planta.

Datos de proceso:

Temperatura ambiente mín/norm/máx:	8/15/30 °C
Presión atmosférica mín/norm/máx:	-/97.3/- KPa
Tipo de fluido:	Aire de proceso
Caudal mín/norm/máx	-/27.274/30.361 Nm ³ /h
Temperatura de flujo mín/norm/máx:	-/25/50 °C
Presión de entrada máxima:	8.4 Bar
Diámetro y material de la tubería	250 mm acero al carbono

Características de la válvula de proceso:

Marca (fabricante) y tipo:	Tyco; modelo keystone 920 T694
Cuerpo y tamaño:	Mariposa; 250 mm (10")
Material del cuerpo:	Hierro fundido
Material del disco y vástago:	Acero inoxidable 316
Característica de flujo:	ON/OFF
Conexión a proceso:	Tirantes/bridada
Tipo de actuador:	Neumático Keystone
Operación del actuador:	ON/OFF
Posición de falla:	Cerrado

Características de la válvula solenoide:

Vías / posiciones	3/2
Señal de entrada	120 V; 60 Hz
Presión de suministro de aire:	550 KPa
Protección de la carcasa:	NEMA 4X

4.11.3. Transmisor indicadores de presión PIT2005W

Transmisor analógico de presión con display de presión medida para información de variable de presión en la línea de aire comprimido de procesos de la red de la planta.

Datos de proceso:

Temperatura ambiente mín/norm/máx:	8/15/30 °C
Tipo de fluido:	Aire de proceso
Temperatura de flujo mín/norm/máx:	-/25/50 °C
Presión de flujo min/norm/máx:	-/8/8.6 Bar(g)
Diámetro y material de la tubería	250 mm acero al carbono
Variable medida:	Presión

Características del elemento:

Marca (fabricante):	Vega Schiltach
---------------------	----------------

Tipo o modelo:	BR52XXGN1GHANXS/DI61XXKND
Rango del instrumento:	0 @ 10 Bar(g)
Visor de datos:	Pantalla LCD
Conexión a proceso:	Rosca ½" NPT, conectada por válvula

Características del transmisor:

Señal de salida analógica:	4 @ 20 mA
Rango de medición:	0 – 10 Bar (g)
Rango calibrado	0 – 10 Bar (g)
Span mín/máx:	0/10 Bar(g)
Pecisión:	0.2 % de la escala total
Protocolo de comunicación:	Hart
Protección de la carcasa:	IP66
Suministro de energía:	24 VDC

4.11.4. Termómetros TI2000WA, TI2001WA y TI2002WA

Indicadores de temperatura (termómetros bimetálicos) de agua de enfriamiento a la salida del compresor.

Datos de proceso:

Temperatura ambiente mín/norm/máx:	8/20/30 °C
Tipo de fluido:	Agua de retorno de enfriamiento
Temperatura de flujo mín/norm/máx:	-/30/45 °C
Presión de flujo min/norm/máx:	-/-/0.8 Bar(g)
Diámetro y material de la tubería	100 mm acero al carbono
Variable medida:	Temperatura

Características del elemento:

Marca (fabricante):	WIKA
Tipo:	TI.52040D105G4SF+TW7
Rango del instrumento:	0 @ 120 °C
Visor de datos:	Dial standard fondo blanco tipos negro Thermowell cónico SS316L
Conexión a proceso:	Conexión del sensor ½" NPT Conexión a proceso ¾" NPT



FIG. 4. 20: VÁLVULAS TYCO 990 / 920 FV2000W, FV2001W, FV2002W, HV2005W.

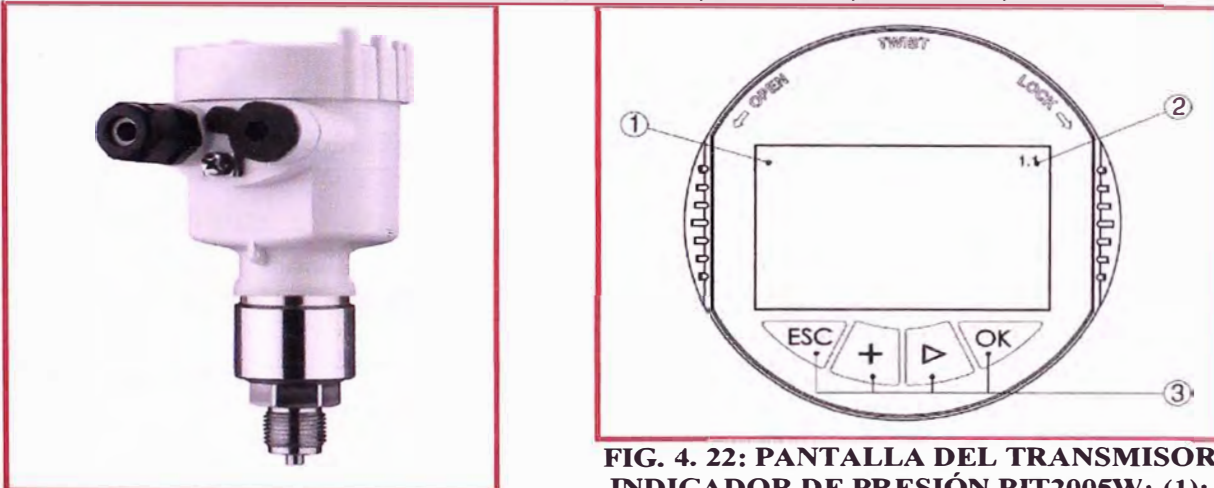


FIG. 4. 21: TRANSMISOR INDICADOR DE PRESIÓN VEGA 52 PIT2005W

FIG. 4. 22: PANTALLA DEL TRANSMISOR INDICADOR DE PRESIÓN PIT2005W; (1): DISPLAY LC; (2): INDICACIÓN DE N°s DE LOS PUNTOS DEL MENÚ; (3): CONFIGURACIÓN



FIG. 4. 23: TERMÓMETRO BIMETÁLICO WIKA TI2000WA, TI2001WA, TI2002WA.

CAPÍTULO V

EJECUCIÓN DE LA OBRA

5.1. PLAN DE EJECUCIÓN DE OBRAS Y MONTAJE

5.1.1. Obras preliminares

5.1.1.1 Movilización desmovilización e instalaciones temporales

La movilización comprende el traslado de recursos e instalaciones temporales para el desarrollo del Proyecto. El Contratista JJC-SC habilita instalaciones en áreas proporcionadas por VM-CJM sobre 2 000 m², para oficinas, almacenes, talleres, patio de premontaje y taller de mantenimiento.

5.1.1.2 Almacenes

Los almacenes cerrados de contenedores guardan materiales y equipos para evitar el deterioro por intemperie, mientras que los almacenes abiertos son terrenos cercados para almacenar materiales suministrados por VM-CJM y efectuar trabajos de premontaje. Se implementa un taller de 200 m² para habilitar materiales para montaje de equipos, prefabricado de spools y soportes; se cuenta con equipos de soldadura, biselado, corte, pintura y otros.

5.2. TRAZO Y REPLANTEO

El Trazo y Replanteo en base a la topografía inicial se efectúa a partir de hitos existentes proporcionados por VM-CJM, según geometría,

alineamiento y niveles especificados. La verificación de puntos topográficos para control de niveles, ejes, fundaciones e identificación de interferencias garantizan el cumplimiento de niveles y alineamientos especificados.

5.3. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

En los procedimientos documentados se definen los objetivos, alcances, responsabilidades, metodología constructiva, pruebas aplicables, criterios de aceptación, medidas de seguridad y medio ambiente.

5.4. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS MECÁNICOS

5.4.1. Emplazamiento y montaje

Antes de instalar el equipo, la superficie de la fundación en contacto con el mortero debe estar limpia, sin tierra, aceite, grasa o material suelto. Se tiene como dato la cota de nivel de referencia dada por topografía sobre cada base de fundación. Luego del fraguado del hormigón se verifica el emplazamiento y limpieza de los pernos de anclaje, controlando:

- a) El estado de los filetes de la rosca.
- b) Verticalidad y emplazamiento.
- c) Elevación de los pernos por sobre la cota de apoyo del equipo.

El ajuste de uniones roscadas o torqueo de los pernos de anclaje considera el material y diámetro tanto del perno, arandela y tuerca, evitando falta de ajuste en los pernos de anclaje y el deterioro de los mismos. Al final, los pernos deben mostrar un mínimo de dos hilos de rosca de la unión.

5.4.2. Nivelación de los equipos y placas de base

Para lograr la elevación uniforme dispuesta en los planos se utilizan lanas compactas a ambos lados del perno y a ¼” de distancia de éste para asegurar el asiento en el concreto; las lanas no exceden la altura de 3/16” y espesor de 1/8” y la tolerancia entre el equipo y la placa base el 0.010 % (0.012” por pie ó 1.0 mm/1000 mm) longitudinal, transversal y diagonal.

5.4.3. Aplicación de grout

La superficie escarificada de concreto debe quedar rugosa sin tierra, aceite, grasa o materia suelta. A temperaturas inferiores a 40°F se debe proteger y calentar el área de aplicación del grout epóxico SIKADUR 42 para maquinaria. La superficie debe saturarse con agua 24 horas antes de vaciar el grout, eliminando cualquier resto de agua estancada. El vaciado debe rellenar los vacíos bajo una placa base hueca.

5.4.4. Conexión de equipos a proceso

La alineación definitiva de equipos se realiza después del montaje de tuberías con sus soportes. Para reducir tensiones sobre los equipos por desalineación o falta de paralelismo de bridas, éstas preferentemente no se sueldan en taller de prefabricado, pero si se envían al campo punteadas a la tubería. Una vez instalada la tubería en sus soportes definitivos se procede a cortar los puntos de soldadura de la brida y se emperna contra el equipo; la soldadura final se ejecuta después de desacoplar la brida al equipo.

5.4.5. Alineamiento

Durante la alineación el equipo debe estar libre de cualquier conexión que pueda ejercer cargas o fuerzas externas. La alineación angular y paralela

debe quedar dentro de las tolerancias dadas por el fabricante, cuando ambas mitades del acoplamiento se rotan en conjunto en la misma posición relativa. Al completar la alineación se registran las lecturas de los relojes indicadores.

5.4.6. Lubricación

Debe retirarse el aceite de limpieza del equipo e instalarse los lubricantes permanentes según especificaciones del fabricante indicadas en los manuales, elaborando la planilla de lubricación de equipos.

5.5. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS (*PIPING*)

5.5.1. Prefabricación de tuberías de acero al carbono

En los esquemas isométricos se marcan los puntos de división de cada tamaño de tramo de tubería (*Spool*). En terreno se realizan las mediciones de niveles y ubicación de puntos críticos mediante verificación topográfica, para obtener longitudes y medidas correctas de los tramos de tubería y apoyos correspondientes; y así evitar esfuerzos o desalineamientos perjudiciales en el armado de la línea. Conformidad de los materiales utilizados con los indicados en la lista de materiales de materiales aprobada.

5.5.1.1 Corte de niples y preparación de bisel

La dimensión de los niples se calcula sobre las distancias entre ejes de tubos indicados en los esquemas, menos la medida de los accesorios, más la sobremedida para compensar el amolado posterior al corte aplicable.

El corte de la tubería, tratándose de acero al carbono se realiza por medios mecánicos (herramientas de corte, aserrado, disco abrasivo) o fusión

(soplete de oxígeno + gas combustible, arco eléctrico) y amolado o mecanizado de filos e irregularidades remanentes.

5.5.1.2 Preparación de juntas a soldar

Los extremos de las tuberías a soldar a tope (*Butt Weld*) se alinean con la mayor exactitud posible. Las bridas deslizantes (*slip-on*) se colocan de forma tal que la cara de la brida sobresalga del extremo recto del tubo una distancia igual al espesor de pared del tubo más 3.2 mm; ó 9.5 mm (3/8”) según la que resulte menor.

5.5.1.3 Alineamiento y punteado de la junta

Los extremos de las juntas tubo-tubo, tubo-brida y tubo-válvula se alinean con la mayor precisión posible dentro de la tolerancia existente en el diámetro del tubo, el grosor de pared de la tubería y de circularidad. Todas las juntas a tope serán sólo tipo vee, a menos que se especifique lo contrario.

Una vez preparados y alineados los componentes de una junta se procede al punteado (*tack-weld*) para preservar la alineación.

5.5.1.4 Ejecución de las soldaduras

Los registros de calificación de soldadores (WPQ), especificaciones de procedimientos de soldadura (WPS), calificación de procedimientos (PQR), métodos de soldadura (SMAW, GTAW) y el código aplicable (ASME B31.3) se manejan según lo estipulado en especificaciones técnicas y acuerdos entre Contratista y Cliente (Apéndice 4, *Piping class* del presente trabajo).

Las soldaduras ásperas y las longitudinales de refuerzo en la ubicación de bridas deben ser desbastadas para obtener superficies lisas. Los contornos de soldadura deben integrarse armónicamente en el metal base, eliminando

las quemaduras y salpicaduras. Las soldaduras de filete deben ser planas o sólo ligeramente cóncavas o convexas. Los refuerzos de las soldaduras a tope no serán más de 15% del espesor del metal base o 3 mm, el que sea menor.

5.5.1.5 Instalación de tuberías

Se deben utilizar tubos en toda su longitud posible. Los cortes que sean necesarios serán a medida exacta para instalación sin esfuerzos perjudiciales.

Se proporcionarán suficientes soportes para asegurar que la conexión de tubería no genera esfuerzos excesivos en el equipo durante la instalación.

En todas las soldaduras de campo y conexiones para tuberías fabricadas en taller, El Contratista debe proporcionar 75 mm de longitud adicional de tubería de acero, para propósitos de maquillaje. Si se realizan soldaduras en ubicaciones de bridas, éstas deben soldarse por puntos.

5.5.1.6 Traslado y almacenamiento

Una vez concluida la prefabricación y ensayos correspondientes de una tubería se le traslada al lugar de montaje, verificando previamente:

1. Inspecciones visuales aplicables, obtención de placas radiográficas u otros ensayos y la preparación para el traslado definitivo.
2. Reparaciones y su reinspección previamente realizadas.
3. Limpieza del interior de cada elemento prefabricado de materiales sueltos como arena, escorias, resto de electrodos, etc.

5.5.2. Montaje de tuberías

5.5.2.1 Controles y marcación previa

Previo al montaje de tramos de tubería recta horizontal sobre parrales (*pipe-racks*) o apoyos a nivel (*sleepers*) se verifican los apoyos sobre vigas de

hormigón; luego se debe marcar sobre una de las caras laterales de las vigas de apoyo los ejes, número y diámetro de todas las líneas que se apoyen.

5.5.2.2 Montaje de tubería recta

El montaje de los tramos rectos puede hacerse de acuerdo a dos modalidades básicas o combinación de ellas:

- Soldando dos o tres tubos a nivel de piso, según la longitud en que sean provistos, montando estos tramos a lo largo del parral y desplazando al personal tuberos y soldadores a los distintos puntos de empalme.
- Disponiendo una o más plataformas fijas de trabajo en lugares adecuados del parral y desplazando los tramos de tubería a medida que se van uniendo sobre las plataformas fijas.

5.5.2.3 Montaje de tubería prefabricada

Antes de instalar una tubería prefabricada que conecta a un equipo se debe asegurar la conclusión del montaje del mismo y verificar su orientación, verticalización o nivelación y alineamiento.

La brida que conecta con un equipo es punteada en taller en el tramo de tubería y se reposiciona a fin de lograr una correcta alineación con la brida del equipo. En tales bridas se disponen juntas ciegas provisionales.

5.5.2.4 Uniones bridadas

Antes del ensamble de bridas, las caras de asiento de juntas, se limpian para eliminar la sustancia protectora colocada en taller o almacenes; de haber signos de oxidación las superficies ser cepillan hasta eliminarse. Luego se instalan y aplica el torque a los pernos utilizando el torquímetro prefijado.

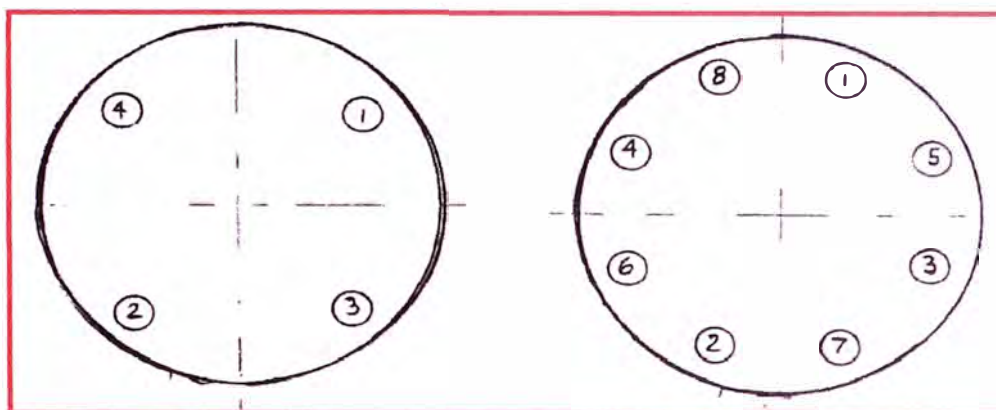


FIG. 5. 1: CONEXIONES DE 4 PERNOS Y 8 PERNOS

Para la instalación de la empaquetadura se siguen los siguientes pasos:

- Verificación previa del tamaño y material de la empaquetadura.
- Centrado de las caras de las bridas con los huecos de los pernos.
- Colocación de la empaquetadura entre las bridas, evitando el uso de componentes químicos o de unión en la empaquetadura.
- Junta de bridas, sin causar daño o rasgadura a la empaquetadura.

5.5.2.5 Uniones soldadas

Durante el proceso de montaje se evitará mover las piezas de tubería si no se han completado todas las pasadas de soldadura. En caso inevitable para elementos no voluminosos, se podrá mover la pieza una vez efectuada la soldadura de raíz y una segunda pasada completa.

5.5.3. Inspecciones y pruebas aplicables

5.5.3.1 Inspecciones y ensayos aplicables a tuberías prefabricadas y líneas

Para asegurar la prefabricación y montaje final según requerimientos establecidos en los planos y en las especificaciones se controla lo siguiente:

1. Dimensiones y geometría del tramo de tubería incluyendo escuadría y alineación de componentes; identificación de tubería.
2. Verificación de soportes y protecciones adecuadas de cada tubería.
3. Inspección de las soldaduras en proceso y terminadas y verificación de estampas los soldadores en cada costura.
4. Control y registro de ensayos no destructivos.

La inspección visual de soldadura se realiza durante la presentación, ejecución y finalización teniendo en cuenta los siguientes puntos:

Inspección antes de soldar:

- Verificación del estado y alineación de la junta.
- Verificación del ángulo de biselado y el ángulo incluido.
- Verificación del material de aporte correspondiente al material base.
- Revisar el precalentamiento, si corresponde.

Inspección durante la Soldadura:

- Revisión de las variables señaladas en procedimiento de soldadura (WPS y PQR): tipo de corriente, amperaje o voltaje y polaridades empleadas, etc., verificación de la calificación del soldador (WPQ).

Inspección después de Soldar:

- Apariencia final de la soldadura y altura del refuerzo de la soldadura.
- Limpieza final e imperfecciones visibles (socavaciones, pinchazos, etc.).

5.5.3.2 Ensayos No Destructivos (NDT / END)

El alcance y tipos de NDT se realizarán según lo indicado en la hoja de clasificación de tuberías (*Piping Class*) entregada por VM-CJM. Los procedimientos de NDT se validan por personal certificado en Nivel III

ASNT de la disciplina, los reportes de Campo firmados por personal certificado en Nivel II SNT-TC-IA. El personal Nivel I SNT-TC-IA de la disciplina es el encargado de hacer únicamente las labores de campo.

Para líneas de aire comprimido, los ensayos no destructivos acordados entre VM-CJM y JJC-SC para las soldaduras, según tabla dada en el *Piping Class* son la inspección visual al 100 % y prueba de flujo.

5.5.3.3 Inspección visual de soldaduras

Concluidas las soldaduras, los cordones son sometidos a NDT por inspección visual, la cual tiene por objeto encontrar discontinuidades y/o defectos superficiales como los mencionados a continuación:

- Falta de penetración, o penetración incompleta del material de aporte en la raíz de la soldadura por falta de limpieza superficial y por consiguiente presencia de contaminantes con escamas de óxidos, grasas, pinturas, etc.
- Falta de fusión o discontinuidad entre materiales de base y de aporte por presencia de contaminantes entre las superficies de materiales.
- Inclusiones de escoria o sólidos no metálicos entre materiales de base y de aporte por excesiva longitud de arco y/o alta velocidad de avance.
- Porosidades o presencia de gas atrapado durante la solidificación del material de aporte por alta longitud de arco.
- Agrietamiento o ruptura lineal del metal base o material de aporte por alta velocidad de avance y/o alto amperaje.
- Socavaciones o ranuras por fusión en metal base adyacente a la raíz o falta de llenado de metal de aporte por alto amperaje.

5.5.4. Prueba de presión neumática

Antes de la prueba; según especificaciones y el código ASME B31.3 debe haberse completado la instalación, limpieza, ensayos no destructivos y reparaciones aplicables, las uniones deben estar expuestas para inspección.

5.5.4.1 Verificaciones y trabajos preliminares

Deben retirarse los elementos excluidos de la prueba; caso contrario se bloquean o reemplazan con prefabricados temporales y/o carretes provisionales hasta después de las pruebas de presión y lavado de cañerías, como es el caso de válvulas de control medidores de flujo y otros instrumentos.

Las uniones soldadas deben haber aprobado todos sus NDT. Si las líneas no se pueden probar en su posición final se prueban parcialmente, dejando juntas a examinar con las pruebas no destructivas aplicables (ej. los *Tie-ins*). Las juntas de expansión no se prueban con las líneas.

El fluido de prueba a emplear es aire; se utilizan compresores portátiles de pistón, accionados eléctricamente.

5.5.4.2 Aplicación de presión

Siendo el fluido de prueba aire, la presión a aplicarse es de 1.1 veces la presión de diseño; ésta última será no menor que aquella a las más severas condiciones de presión y temperatura coincidentes interna o externa, esperada durante el servicio. La condición más severa es aquella que resulta en el mayor espesor requerido y la clasificación más alta de los componentes.

Para el presente caso, la presión en condiciones más severa se obtiene del listado de líneas del sistema; se ha evaluado como presión crítica como la

de salida de los recipientes de aire comprimido proceso o de instrumentación (155 PSI); por lo que la presión de prueba sería de 170.5 PSI.

La presurización se inicia a 25 psi o a la mitad de la presión de prueba 170.5 PSI, cualquiera sea menor, (para este caso se aplica 25 PSI) y se realiza una verificación de perdidas preliminar. En caso se descubran perdidas se repararan las mismas; la presión se eleva, por etapas del 25% de la de prueba (43, 85, 128 y 170.5 PSI); y se mantiene estabilizada por lo menos un minuto. Las válvulas no empleadas como bloqueo permanecen en posición abierta. En cada etapa se verifican las perdidas y se repararán las que se encuentren. Al alcanzar la presión de prueba, se verifica en el sistema la existencia de perdidas y si las hubiere, se reparan. Luego se mantiene la presión estable y sin perdidas por un tiempo mínimo de una hora.

5.5.4.3 Despresurización

Finalizada la prueba se procederá a abrir todos los venteos y drenajes de las tuberías, para desalojar el aire lo más rápidamente posible. Se retiran los prefabricados temporales y placas segadoras y se reinstalan los elementos removidos previos a la prueba. Se debe despresurizar la tubería probada antes de efectuar reparaciones. Todos los elementos dañados durante las pruebas tales como pernos, uniones, etc. deberán ser reemplazados.

5.5.5. Criterios de aceptación

5.5.5.1 Para inspecciones visuales

En general, como parte de los criterios de aceptación:

- No se permiten grietas en el cordón de soldadura o metal base ni superposiciones no fusionadas del cordón de soldadura en del metal base.

- No se aceptan agujeros de cráter, por lo general causada por el retiro demasiado rápido del electrodo en el extremo de una soldadura de arco.

La aceptación para inspecciones visuales se muestra en las tablas 1 y 2 del Apéndice 5, según especificaciones y lo indicado en la Norma ASME B31.3.

5.5.5.2 Para pruebas de presión neumática

La aceptación de la prueba de presión neumática se da si la presión permanece estable sin pérdidas por un tiempo mínimo de 1 hora.

5.5.5.3 Liberación final de la línea

La aceptación se da por el cumplimiento de los siguientes puntos:

- Disposición de válvulas y accesorios completa.
- Instalación completa de elementos retirados para pruebas neumáticas.
- Disposición de soportes completos y fijación de la tubería.

5.6. INSTALACIÓN DE BANDEJAS Y CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

5.6.1. Tareas previas a la canalización

Antes del tendido de elementos de canalización se verifica lo siguiente:

- a. Excavaciones para la instalación de tuberías enterradas.
- b. Trazo en terreno para la ubicación de soportes y líneas de bandejas y elementos de canalización; según recorridos y elevaciones dadas en los planos.
- c. Traslado de los elementos de canalización desde almacén al terreno mediante camión grúa o equipo similar, hasta una zona accesible al lugar de montaje, apilamiento del material en zona accesible de manera ordenada,

disponiendo de cobertura plástica protectora y un cerco perimetral en la zona de apilamiento.

- d. Preparación y verificación de soportes según diagramas típicos de montaje.

5.6.2. Instalación de elementos de canalización

Para el montaje se procede a emplazar, nivelar y alinear los soportes y montaje de bandejas, tuberías conduit y elementos de canalización, uniendo los tramos; alineamiento y nivelación. Al final de cada tramo o en las uniones con cajas de paso se coloca un *bushing* de protección para evitar daños al aislamiento de los cables. En los buzones se colocan *bushings* para tuberías conduit metálicas o conectores tipo sombrero para el caso de tuberías PVC. Para tuberías enterradas de bancos de ductos se verifica la profundidad.

Las bandejas deben contar con línea de tierra. Se debe disponer la adecuación de continuidad de aterramiento mediante cable de Cobre desnudo.

5.7. CABLEADO Y CONEXIONADO DE CIRCUITOS

Aplica para circuitos de fuerza, control e instrumentación.

5.7.1. Inspección previa de cables

- a. Inspección visual al carrete de cable; verificación del estado de la chaqueta exterior del cable, previo al tendido, para confirmar su integridad.
- b. Medición de resistencia de aislamiento a cables de fuerza y control en sus respectivas bobinas en almacén antes del traslado para su tendido. Dicha medición se realiza entre fases para cables multipolares y entre fase y pantalla para cables unipolares apantallados. Para el caso de cables de

instrumentación no se realiza la medición de resistencia de aislamiento; sólo se realiza un ensayo de continuidad entre fases.

- c. Comprobación de la culminación de trabajos de instalación de bandejas, canalizaciones y tuberías aplicables a los cables a ser tendidos. La canalización debe estar distribuida por niveles de voltaje o ruteo de circuitos.

5.7.2. Tendido de cables

Culminada la inspección previa de los cables en almacén se procede a las tareas de tendido, la cual comprende las siguientes etapas:

- a. Desenrollado y tendido del cable, saliendo por la parte superior del carrete para evitar arrastrarlo. La longitud debe cortarse al momento de su instalación; incluyendo un margen suficiente para la terminación del mismo.
- b. Las tuberías conduit se limpian e inspeccionan, quedando libres de bordes filudos y/o partículas que puedan dañar el aislamiento del cable. Deberá usarse lubricantes adecuados para evitar esfuerzos excesivos sobre el cable.
- c. Para el tendido en bandejas, los cables se instalan en orden lógico para evitar excesivos cruces y amontonamientos.

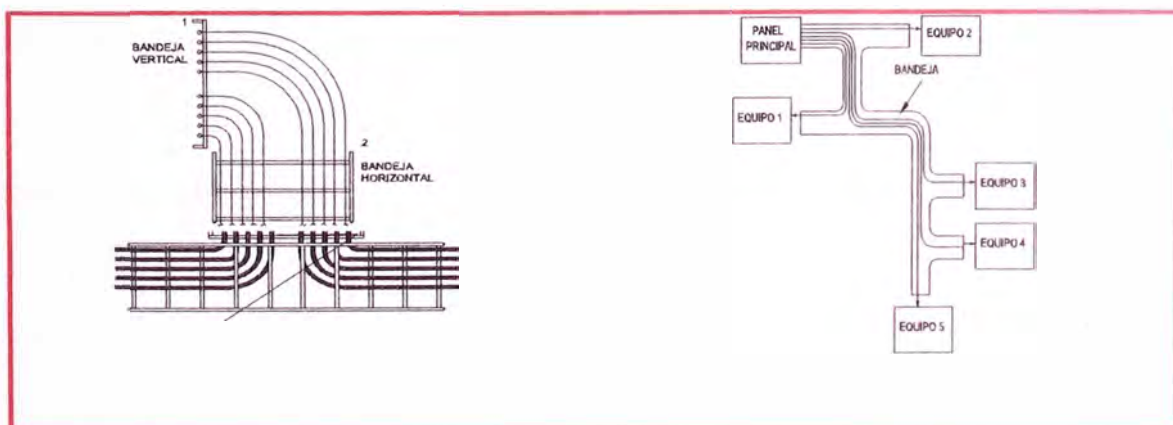


FIG. 5. 2: DISPOSICIÓN DEL TENDIDO DE CABLES EN BANDEJAS

- d. Se identifica provisionalmente cada extremo del cable con el Tag del circuito correspondiente de acuerdo a la ruta de cableado.

- e. Antes de conectar de cables se procede a los ensayos de continuidad, aislamiento y verificación punto a punto de cada cable. Terminados los ensayos se procederá a sellar con cinta aislante los extremos de cada cable.

5.7.3. Conexionado de cables

Para la terminación de los cables eléctricos se debe hacer lo siguiente:

- a. La acometida de las canalizaciones a los equipos eléctricos y/o instrumentos aplicables debe contar con unión y conector curvo o recto a ser enroscado en tubería flexible; en caso de cables descubiertos debe contar con la respectiva prensa estopa, según detalle dado en los planos.
- b. Antes de la colocación de terminales, se procede a etiquetar según corresponda a los cables de cada circuito y colocar terminales de acuerdo al punto de conexionado o bornera. Éstos deben ser de acuerdo al calibre del cable; y su instalación será hecha con prensa terminal manual o hidráulica dependiendo del calibre del cable.

5.7.4. Inspecciones y pruebas aplicables

La metodología de pruebas se basan en la norma NETA 2 005 y el Código nacional de Electricidad (CNE); tomando en cuenta las condiciones más críticas para cada caso.

5.7.4.1 Inspección visual previa

Esta inspección comprende la verificación de los siguientes aspectos:

- a. Inspección visual de sectores expuestos del cable tendido, los cuales no deben presentar daño físico o evidencia de sobrecalentamiento.
- b. Verificación del código de colores del cable.

- c. Inspección de las conexiones, verificar si cuentan con terminales adecuados; comprobando la firmeza de los mismos y sus fijaciones en borneras.
- d. Verificación del apantallamiento (*shield*) de los cables conectados a tierra en los terminales correspondientes.
- e. Inspección visual a las conexiones roscadas, contando con pernos, tuercas y arandelas necesarias o solicitadas en los típicos de montaje.

5.7.4.2 Prueba de continuidad

El propósito de esta prueba es comprobar que el cable tendido haya seguido la ruta correcta desde el punto de inicio hasta el destino de tendido de circuito; además, verificar que durante el tendido no haya sufrido daño que haya provocado alguna discontinuidad; se emplea el siguiente método:

- a. En uno de los extremos del circuito se junta y separan los extremos de los conductores de los cables del circuito, simulando circuito abierto, cerrado e intermitencia de cortocircuito; en el otro extremo se conecta los extremos de los cables a probar a un multímetro en la escala de Ohmios o señal de sonido para circuito cerrado. Las pruebas se realizan para combinaciones entre fases e individualmente cada fase a tierra.

5.7.4.3 Prueba de aislamiento

El propósito de esta prueba es comprobar el correcto aislamiento de los cables del circuito, contando con valores de resistencia aceptables para la tensión en que van a operar. Previamente debe haberse llevado a cabo exitosamente la prueba de continuidad.

- a. En uno extremo del circuito se separan los extremos de los conductores del cable del circuito a probar; una vez asegurada la restricción de

tránsito en ambos extremos del cable del circuito, el operador del megóhmetro que inicie la aplicación de tensión.

- b. La tensión aplicada del megóhmetro debe realizarse a cada conductor con los demás conductores; ente fases y fase a tierra. La tensión a aplicar será de acuerdo a la tabla 1 del Apéndice 6 durante un minuto.
- c. Se pone énfasis en que los circuitos de alumbrado y tomacorrientes son considerados como de fuerza en la tensión que apliquen.

5.7.4.4 Verificación punto – punto

El objetivo de esta prueba es comprobar que los conductores del circuito corresponden correctamente con los bornes a ser conectados en ambos extremos del mismo; para ello se debe contar con los bornes de conexión del circuito identificados. La verificación consiste en constatar la correspondencia de borneras y/o punto de salida y llegada de los equipos a ser conectados con los conductores del circuito según documentos del proyecto.

5.7.4.5 Ajuste de uniones roscadas

La prueba de ajuste de pernos aplica a las conexiones de cable empernadas; para ello se debe verificar el ajuste de tales conexiones utilizando un torquímetro calibrado y la identificación de la clase de pernos dada por el proveedor de equipos.

5.7.4.6 Criterios de aceptación

- a. Para la inspección visual:
 - El cable a ser tendido debe corresponder con la hoja de datos técnicos.
 - El cable no debe presentar daño ni evidencia de sobrecalentamiento.

- Las conexiones deben contar con terminales adecuados; éstos y la pantalla (*shield*) de los cables conectados a tierra se encuentran en los terminales correspondientes.
 - Cumplimiento del código de colores del cable según especificaciones.
- b. Para la prueba de continuidad:
- Comprobación de continuidad mediante señal sónica o valor de resistencia en el multímetro de prueba utilizado cada vez que se hace corto circuito entre conductores.
- c. Para la prueba de aislamiento.
- Cumplimiento de los valores medidos en el megóhmetro con los valores solicitados en la tabla 1 del Apéndice 6.
 - No aplica prueba de aislamiento para cables de instrumentación.
- d. Para la verificación punto a punto.
- Correspondencia de los puntos de conexión en las borneras y bomes con cada conductor del cable, según los diagramas de conexionado dados en planos de fabricantes o de ingeniería aprobados.
- e. Para el ajuste de uniones roscadas
- Cumplimiento de tablas 2.a, b, c y d del Apéndice 6 (la que aplique).

5.8. INSTALACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

5.8.1. Inspección previa del terreno

El Supervisor conjuntamente con el Inspector de calidad deberán realizar en el lugar del montaje de equipos eléctricos en general una inspección previa al terreno para verificar lo siguiente:

- Ubicación de equipos eléctricos.
- Condiciones generales del terreno.

En caso de encontrarse alguna dificultad o interferencia se señalará a Oficina Técnica el problema detectado. En caso de encontrarse alguna instalación relevante al Cliente, se le notifica y se espera instrucciones.

5.8.2. Inspección previa de materiales y equipos

El Supervisor de Electricidad e instrumentación conjuntamente con el Inspector de calidad de la disciplina realizan en almacén una inspección previa de los equipos eléctricos para verificar lo siguiente:

- Cumplimiento de especificaciones técnicas.
- Ambiente adecuado para el almacenaje de los equipos eléctricos; verificando las condiciones de almacenaje (sobre parihuelas de madera), de modo que se evite la corrosión y daños por impacto.
- Uniformidad del galvanizado u otros revestimientos, verificando que los equipos eléctricos inspeccionados no presenten roturas, cortes, rajaduras, ni capas de óxido o deterioro similar.
- Uniformidad y buena presentación del material PVC que aplique.

5.8.3. Inspección del área de trabajo

El Supervisor del Área de Electricidad e instrumentación, conjuntamente con el Inspector de calidad de la misma disciplina deberán realizar en terreno una inspección previa para comprobar las condiciones de montaje y conexionado de equipos eléctricos.

- Habiéndose completado la inspección de materiales y/o equipos según el párrafo 5.8.2; así como las verificaciones en terreno, se procede al

traslado de los mismos; desde almacén al terreno mediante camión grúa, camioneta o equipo similar, hasta una zona accesible al lugar de montaje e instalación, para trabajos en altura se izará manualmente al emplazamiento mediante poleas.

- La preparación de soportes se efectúa en taller según planos típicos de construcción a estructuras nuevas o existentes.

5.8.4. Montaje de tableros eléctricos interiores

- Antes del montaje se realizará una inspección se tendrá en cuenta el tipo de montaje; pudiendo tratarse de un panel adosado o autosoportado; o u centro de control de motores.
- Se procede al emplazamiento del tablero, verificando la nivelación del piso y/o la verticalidad del muro sobre el que se realiza el montaje.
- De requerirse mayor nivelación de fundación o apoyos, el equipo va sobre laines embebidas en concreto hasta tener una nivelación aceptable.
- Se procederá a la colocación y ajuste de pernos de anclaje del tablero hasta completar la fijación del mismo.
- En función del tipo de montaje y ubicación de los cables, se definirá la acometida de los mismos al interior del tablero.
- El conexionado de los cables se realiza de acuerdo a lo estipulado en el procedimiento constructivo de cableado y conexionado de circuitos.

5.8.5. Instalación de transformadores secos

- Para esta instalación se tiene en cuenta la ubicación del equipo, la nivelación del piso o apoyo, las maniobras de izaje, emplazamiento, anclaje y el conexionado de circuitos primario y secundario.

5.8.6. Conexión de equipos eléctricos

El conexión en equipos eléctricos contempla los siguientes pasos:

- Identificación de los cables a conectar según planos de proveedor de los equipos eléctricos y la verificación punto-punto del procedimiento de cableado y conexión de circuitos eléctricos y de instrumentación.
- Preparación de las puntas terminales de los conductores de los circuitos en ambos extremos, según el tipo de bornes a ser conectados.
- Conexión de los circuitos; colocando cada terminal en el borne correspondiente previamente identificado según verificación punto – punto e información del proveedor.
- Ajuste de pernos según talas de torqueo aplicables.
- Para el caso de equipos en 4 160 V, se aplica la grasa correspondiente.

5.8.7. Puesta a tierra de equipos eléctricos

Se debe efectuar la conexión a tierra del equipo, tanto por la parte estructural del mismo como por conductor de tierra del circuito alimentador. La descarga a tierra por la parte estructural será hacia una malla de puesta a tierra, mientras que la del circuito alimentador será hacia la barra de tierra del tablero de control del equipo.

5.8.8. Inspecciones y ensayos aplicables

Es de responsabilidad del área de Calidad la validación de los ensayos aplicables emitiendo los registros correspondientes. El Inspector de Calidad verifica el cumplimiento de la metodología de inspecciones según el plan de inspección y ensayos; el Jefe de Calidad valida los registros con los datos entregados por el Supervisor de construcciones del área de Electricidad.

Las inspecciones aplicables comprenden no limitativamente:

5.8.8.1 Inspección previa de los equipos instalados.

Verificación del equipo, el estado de los mismos y su correspondencia con las hojas de datos que apliquen.

Para el caso de los tableros se verificará la correspondencia entre el grado de protección que aplique con el especificado, el estado de las barras, el ordenamiento de cables de circuitos internos, el etiquetado de los mismos; y la contrastación de las características de los dispositivos de control solicitados en los planos unifilares con los puestos en el panel.

5.8.8.2 Inspección de la instalación de tableros eléctricos.

Las inspecciones aplicables a los tableros eléctricos deben realizarse en las áreas de trabajo las siguientes inspecciones:

- Canalización de circuitos según planos de detalles y/o típicos de montaje.
- Fijación y peinado de cables de circuitos en el interior del tablero.
- Etiquetado de cables de circuitos instalados.
- Operatividad de los interruptores y contactores mediante ensayo de continuidad en cada polo de los mismos.
- Puesta a tierra del tablero, tanto por la estructura del panel como por el circuito alimentador del mismo.

5.8.8.3 Inspección a los tableros y centros de control de motores (MCC's)

Antes de proceder al conexionado de los tableros en general y cajas de derivación se verifican las condiciones del mismo, posibles daños físicos, aparamenta requerida y correctas condiciones de almacenamiento.

Se procederá a la prueba de aislamiento. La tensión aplicada y los resultados esperados son los valores de la tabla 1 del Apéndice 6.

Para el caso de MCC; una vez armadas todas las barras, se procederá a la prueba de ajuste de pernos de unión de barras: se realizará mediante un torquímetro ajustado a los valores requeridos según las características de los pernos mencionados en las tablas 2.a, b, c y d del Apéndice 6.

5.8.8.4 Inspección y prueba de aislamiento de motores eléctricos

Antes del conexionado del motor; y de preferencia antes del montaje mecánico, se verifican visualmente las condiciones del motor eléctrico, inspeccionando posibles daños físicos, accesorios, calentadores y correctas condiciones de almacenamiento. Luego se procede a la prueba de aislamiento de los circuitos de devanados del motor con el uso de un megóhmetro calibrado. La prueba se realizará entre cada fase y la carcasa del mismo. Para los resultados esperados se tendrá en cuenta la tabla 1 del Apéndice 6. En caso de no contar con la resistencia debida se procederá a buscar partes húmedas, secado y limpieza de las mismas; se repetirá el ensayo hasta llegar a los valores aceptados; caso contrario al reporte al Cliente para el cambio.

La prueba de aislamiento de motores eléctricos aplicará sólo a aquellos que no conformen parte intrínseca del equipo (No constituyen parte de equipos modulares).

5.8.8.5 Inspección de equipos con motores eléctricos y/o modulares.

La inspección de estos equipos comprenderá los siguientes aspectos:

- Liberación del montaje, alineamiento y nivelación del equipo completada por la disciplina mecánica; sin daños físicos.

- Limpieza del equipo conducido y el motor o del equipo modular.
- Conexionado del circuito alimentador y detalles de canalización de acometida según plano de detalle y/o típico de montaje.
- Puesta a tierra conectada según plano de detalle y/o típico de montaje.
- Ubicación, cableado y conexionado en la estación de control local según diagrama del circuito de control.

Para el caso de equipos eléctricos modulares no se realiza la prueba de aislamiento de motores eléctricos ni de cables intrínsecos del equipo.

5.8.8.6 Inspección y pruebas de transformadores secos

Antes de proceder al conexionado del transformador; y de preferencia antes del montaje, se verifican visualmente las condiciones del transformador, inspeccionando posibles daños físicos, accesorios y correctas condiciones de almacenamiento; luego se procede a la prueba de aislamiento de los circuitos de devanados del transformador con el uso de un megóhmetro calibrado. La prueba se realizará entre cada fase y la carcasa del mismo para circuitos primario y secundario; así como entre devanados primario y secundario. Para resultados esperados se tendrá en cuenta la tabla 1 del Apéndice 6. En caso de no tener la resistencia debida se procede a buscar partes húmedas, secado y limpieza de las mismas; se repite el ensayo hasta llegar a valores aceptados.

La prueba de aislamiento de transformadores aplica sólo a aquellos que no conformen parte intrínseca de algún equipo. La tensión aplicada y los resultados esperados están en función de la tensión nominal de funcionamiento según los valores de la tabla 1 del Apéndice 6.

5.8.8.7 Inspección de la instalación de transformadores secos

La inspección de estos equipos comprenderá los siguientes aspectos:

- Estado o condición del equipo sin daños físicos. Limpieza del mismo. Verificación del montaje, alineamiento y nivelación del equipo.
- Conexionado de circuitos primario y secundario, detalles de canalización de acometida según plano de detalle y/o típico de montaje.
- Puesta a tierra conectada según plano de detalle.

5.8.9. Criterios de aceptación

La aceptación de trabajos se da en función a los siguientes aspectos:

- **Para la inspección previa:** Cumplimiento del acápite 5.8.8.1 del presente capítulo.
- **Para la instalación de tableros:** La aceptación de la inspección de la instalación de tableros se da mediante el buen cumplimiento de los puntos señalados en el acápite 5.8.8.2; y si se tratase de algún centro de control de motores se tiene en cuenta el ensayo de aislamiento y ajuste de uniones roscadas dados en las tablas 1 y 2.a, b, c y d del Apéndice 6.
- **Para la prueba de aislamiento de motores eléctricos:** La aceptación del ensayo de aislamiento del motor se da en función al cumplimiento de valores de resistencia mínima de la tabla 1 y el acápite 5.8.8.4.
- **Para la inspección de instalación de transformadores secos:** La aceptación se da en función al buen cumplimiento de lo estipulado en los acápites 5.8.8.6 y 5.8.8.7; así como en el cumplimiento de los valores consignados en las tablas 1 y 2.a, b, c y d. del Apéndice 6.

- **Para la inspección de instalación de equipos eléctricos:** La aceptación de la inspección de la instalación de equipos eléctricos se da en función al buen cumplimiento de lo indicado en los puntos señalados en el acápite 5.8.8.5 del presente capítulo.
- Para todos los casos se deberá consultar con el fabricante si se tienen medidas métricas.

5.9. CALIBRACIÓN E INSTALACIÓN DE INSTRUMENTOS

5.9.1. Inspección previa de instrumentos

El Jefe del Área de Instrumentación conjuntamente con el Supervisor de calidad revisan los datos dados por Oficina Técnica.

- Listado de instrumentos actualizado.
- Hojas de datos de instrumentos.
- Información técnica de los instrumentos dados por los proveedores de los mismos; la misma que es contrastada con la hoja de datos del proyecto, datos de placa y el cumplimiento con los acápites anteriores.
- Verificación del buen estado de los instrumentos al enviarse al laboratorio y al recibirse del mismo en obra.
- Los instrumentos con transductor deben tener un tiempo mínimo de calentamiento según manual de instrucciones del fabricante; en caso de no contarse con tales datos se tomará un período de 30 minutos.
- Para el caso de indicadores sin elementos transductores (ejemplo, los manómetros) se realiza un desperezamiento hasta el alcance máximo durante 30 s, luego de lo cual se reduce el estímulo en forma gradual.

5.9.2. Operaciones de calibración

- Una vez identificado el equipo a calibrar y contando con los parámetros dados en la hoja de datos se le conecta a la fuente de alimentación.
- Se conecta el calibrador de procesos y el comunicador;
- Se verifica la salida del equipo a calibrar en 4 a 20 mA; en caso de requerirse un ajuste y si el equipo lo permite se realiza tal ajuste.
- Se comprueban salidas en señal eléctrica en valores relativos a 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de manera ascendente y descendente.
- Concluida la calibración debe colocarse una etiqueta de calibración y emite el certificado en base a los resultados obtenidos.

5.9.3. Criterios de aceptación de la calibración

La aceptación se da si la suma del error más la incertidumbre no debe ser mayor a la tolerancia de medición ni a la resolución del instrumento.

5.9.4. Instalación de instrumentos

5.9.4.1 Fabricación de soportes

La fabricación de soportes tendrá las mismas consideraciones que las citadas en el acápite 5.6.1.d, según diagramas típicos de montaje.

5.9.4.2 Emplazamiento y montaje de instrumentos

- Antes del montaje se realiza una inspección, teniendo en cuenta la elaboración de soportes culminada según diagramas típicos de montaje.
- Los instrumentos deben recubrirse con envoltura de plástico ó similar para protegerlos del polvo y otras condiciones ambientales adversas o anormales durante la ejecución de labores de construcción.

5.9.4.3 Conexión del instrumento a proceso

Cuando aplique; el montaje de los instrumentos se realiza sobre líneas de tuberías (piping) cuyas pruebas hayan concluido satisfactoriamente, habiendo para ello una comunicación escrita por parte de *QA/QC-Piping*.

5.9.4.4 Cableado y conexionado eléctrico del instrumento

Las consideraciones generales de cableado para instrumentación deben cumplir los requisitos del acápite 5.7 referido al cableado y conexionado de circuitos eléctricos, teniendo en cuenta que los cables de instrumentación no deben ser sometidos al ensayo de aislamiento.

- Para el caso de cables multipares no se permite la conexión de algunos pares sea a señales analógicas y otros pares a señales digitales.
- Los cables se identifican en sus puntos terminales según detalles constructivos dados en planos aprobados por VM-CJM.
- Los trabajos de conexionado de cables se realizarán según lo estipulado en el acápite 5.7 referido al cableado de circuitos.
- Se debe atender la maniobrabilidad de los cables y dobleces máximos permitidos dentro de la caja de conexiones del instrumento. Los conductores deben estar provistos en sus extremos de un rizo frente a cada instrumento y/o cajas de paso, o canaletas en tableros.
- A menos que se indique lo contrario en alguna especificación, las pantallas de los cables se conectarán a tierra en un solo extremo.
- Las conexiones se ejecutarán firmemente dotando a los conductores de terminales de compresión para su conexión, salvo que existan borneras especialmente acondicionadas. Para el caso de elementos de comando,

control y señalización se conectan todos los circuitos que se indiquen en los planos de proyecto. Al culminar se debe verificar que todos los elementos tales como lámparas de señalización, limitadores de carrera, alarmas, etc., son aptas para las condiciones de servicio.

- Se marcan todos los extremos de cables e hilos y las borneras con las designaciones dadas en los diagramas de conexiones.

5.9.5. Criterios de aceptación

La aceptación y consiguiente liberación de la calibración e instalación del instrumento se dan al cumplirse los siguientes puntos:

- Existe correspondencia del instrumento a instalar con la hoja de datos.
- Ubicación del instrumento en el lugar indicado en los planos y P&ID.
- La calibración se acepta si la suma del error más la incertidumbre no es mayor a la tolerancia de medición ni a la resolución del instrumento.
- El instrumento cuenta con etiqueta de calibración aprobada.
- Conexiones eléctricas y a proceso según planos y especificaciones.
- Puesta a tierra del instrumento y cable alimentador completa.
- Conexión de cable pantalla a tierra completa.

5.10. INSTALACIÓN DEL COMPRESOR CENTAC C700 INGESOLL RAND

5.10.1. Recepción, manipulación y almacenamiento

La recepción, manipulación del equipo e instalación se realizan siguiendo los pasos generales descritos en el acápite 5.4.1.

Al recibir el compresor para su instalación se debe inspeccionar si hay daño o indicio de maltrato evidente cuando todavía está en el camión de reparto, incluyendo las siguientes verificaciones:

- Verificar cuidadosamente las sondas de vibración, posicionadores de válvulas, RTD's, actuadores y otros componentes que "sobresalen" y podrían haber sido dañado durante el envío.
- Todo indicador de vidrio u otros componentes cubiertos por vidrio o plástico (si existe) deben estar intactos.
- Se recibe en buenas condiciones la tubería de acople, pernos y tuercas, empaquetaduras, separadores y o-rings.
- La pintura debe estar intacto, sin herrumbre u otro deterioro visible.
- Comparar documentos de embarque con todo el material recibido.

Se ha incorporado elementos para levantar o mover en todos los modelos de compresores Centac; se trata de orificios redondos que pasan a través de los elementos de la máquina base estructural. Las aberturas de elevación están cerca de los extremos de la base para la mejor distribución del peso durante la elevación y deben usarse barras de separación.

El compresor debe arrancarse dentro de los primeros 180 días después de envío por el fabricante para asegurar la plena garantía de 12 meses después del inicio del operativo. Las piezas sueltas o repuestos deben guardarse en un ambiente controlado para la protección adecuada.

Se considera la unidad en almacenamiento cuando:

- Se ha entregado al sitio de trabajo y está en espera de la instalación.
- Se ha instalado pero se retrasa la construcción de la planta.

- Hay períodos largos (30 días o más) entre los ciclos de funcionamiento.
- La planta de aire está apagada o paralizada.

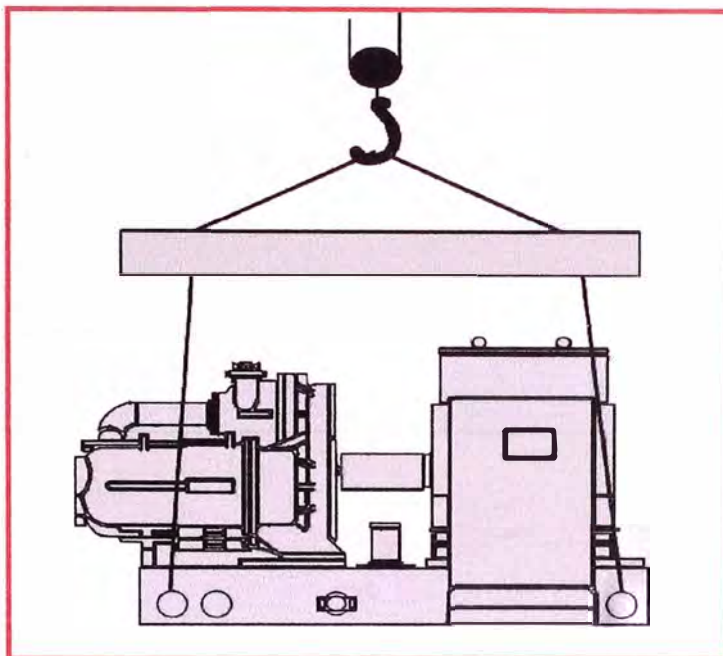


FIG. 5.3: ELEVACIÓN DEL EQUIPO.

5.10.2. Instalación de los compresores W2000.4102, W2001.4102 y W2002.4102

5.10.2.1. Fundación, ubicación y emplazamiento

En general, se realiza la instalación teniendo en cuenta lo considerado en el párrafo 5.4. Dado que no existen fuerzas de desbalance (tales como cargas de movimiento alternativo o de descarga), todas las cargas en la base se consideran estáticas. Por indicación del fabricante, es suficiente una base de concreto continua y razonablemente uniforme.

La manipulación y traslado se realiza con dispositivos de elevación de grúa hasta su ubicación en la fundación; el emplazamiento se completa con tirfor hasta lograr el lugar de montaje, verificando cada parte de anclaje con

la topografía de los pernos y soportes de la base frame. El emplazamiento se afina mediante tirfor tirante a la ubicación final.

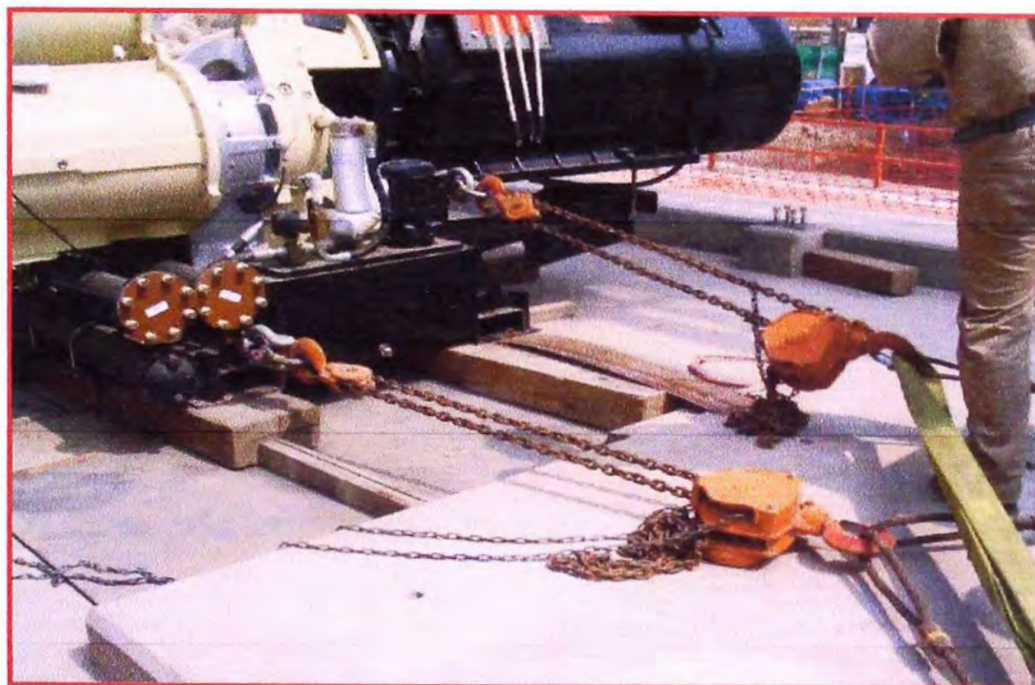


FIG. 5.4: EMPLAZAMIENTO DEL COMPRESOR MEDIANTE TIRFOR

5.10.2.2. Nivelación y grouteo

El compresor Centac se nivela al momento de la instalación según los pasos descritos en los acápites 5.4.2, colocándolo sobre los pernos de anclaje con los pies apoyados en cuñas de acero. La unidad se nivela usando un medidor de nivel, empezando en un extremo y luego lado a lado hacia el extremo opuesto, colocando el nivel en las almohadillas de base mecanizadas del compresor. La tolerancia de nivelación está definida de 0 a 0,1 pulgadas / pies (0 a 8 mm / m) por indicación del fabricante.

Se utiliza grout epóxico, según lo indicado el acápite 5.4.3. La inyección de grout tiene dos propósitos importantes: El primero es dar apoyo en toda el área que soporta el peso del equipo; y el segundo es proporcionar

apoyo cuando un equipo requiere ser nivelado. Para estas aplicaciones el Grout epóxico ha demostrado ser superior al cementicio, aunque por lo general es más costoso; el grout epóxico no se ve afectado por derrames de lubricantes, es fácil de limpiar y presenta un aspecto aseado; el grout Cementicio, no tiene estas ventajas.

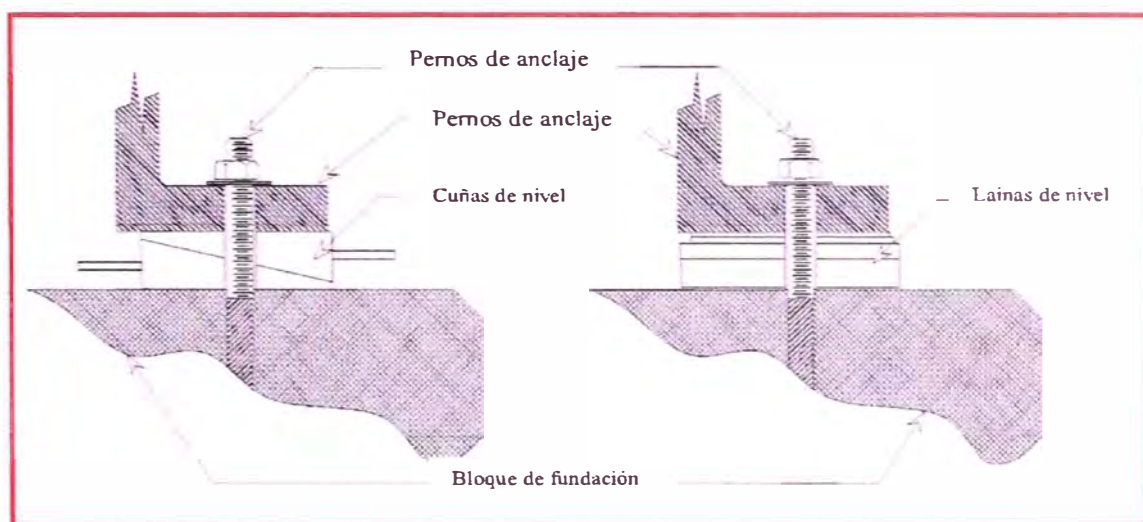


FIG. 5.5: NIVELACIÓN DEL COMPRESOR

5.10.3. Tuberías de aire y agua

Las tuberías se instalan y prueban según lo indicado en el acápite 5.5.

5.10.3.1. Tubería de ingreso de aire

Las tuberías de aire de entrada y los sistemas bypass para equipos que tienen post enfriadores como parte integral del mismo se construyen y proporcionan como parte del paquete del compresor, cumpliendo con los requisitos generales que los sistemas externos instalados por el usuario.

Para el ingreso de aire en los compresores se implementan las líneas 94-250-AC-044-4010A, 94-250-AC-044-4017A y 94-250-AC-044-4024A de 250 mm. En ellas se instala un filtro de entrada capaz de eliminar el 98% de

todas las partículas mayores de 4 micras. Este filtro se ubica donde no esté afecto a emisiones de gases de escape ni vapores de torres de enfriamiento ya que forman pequeñas cantidades de gases ácidos como SO_2 en el aire de entrada, los cuales se magnifican en el compresor causando daños. La caída de presión a través del filtro y el tubo no debe exceder de 0,3 psi (2,1 kPa).

La tubería es bridada, de modo que la limpieza pueda ser hecha por partes y se facilita el mantenimiento. El tubo de entrada se inspecciona y su limpieza verificada antes de la puesta en marcha.

Para mantenerse dentro del criterio 0,3 psi caída de presión, el tamaño de la tubería de entrada (250 mm) es mayor que la brida de entrada del compresor. Se utilizan codos de radio largo. La longitud de la entrada es corta y recta para producir una caída de presión mínima, cualquier tramo horizontal se instala con un poco de pendiente para facilitar la salida de condensado.

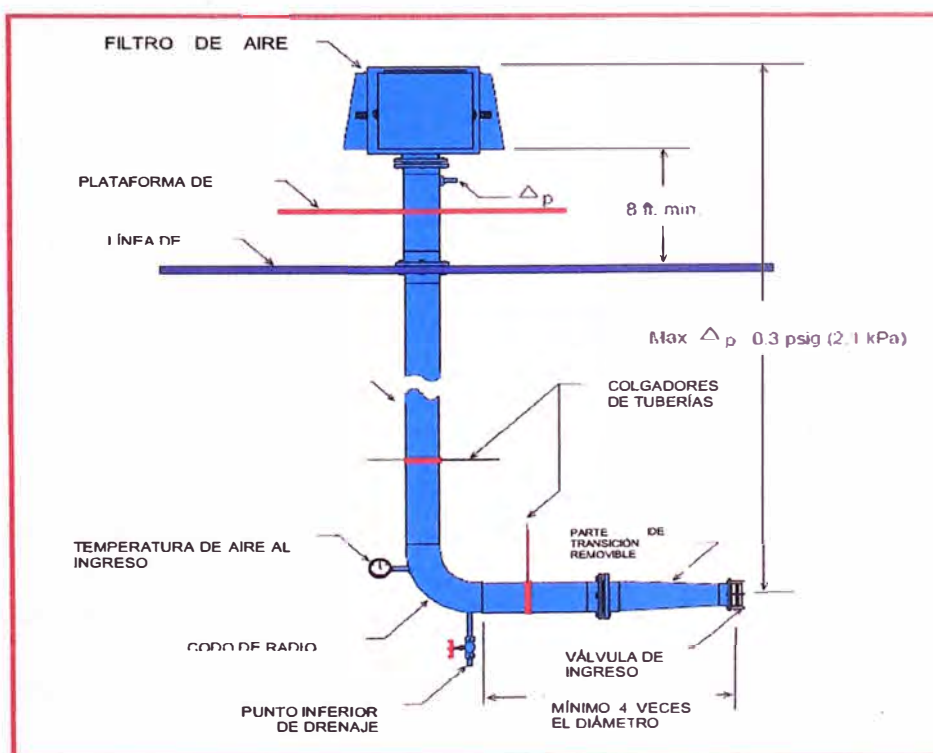


FIG.5.6: DISPOSICIÓN DE LA TUBERÍA DE INGRESO DE AIRE

5.10.3.2. Tubería de *By Pass*

La tubería de derivación controla el flujo de soplado (bypass) del compresor cuando está descargado o funcionando por debajo del punto de estrangulación mínimo liberando el aire comprimido al exterior. Se suministra un silenciador como parte del paquete conjunto del compresor a instalarse horizontalmente en el tubo de derivación.

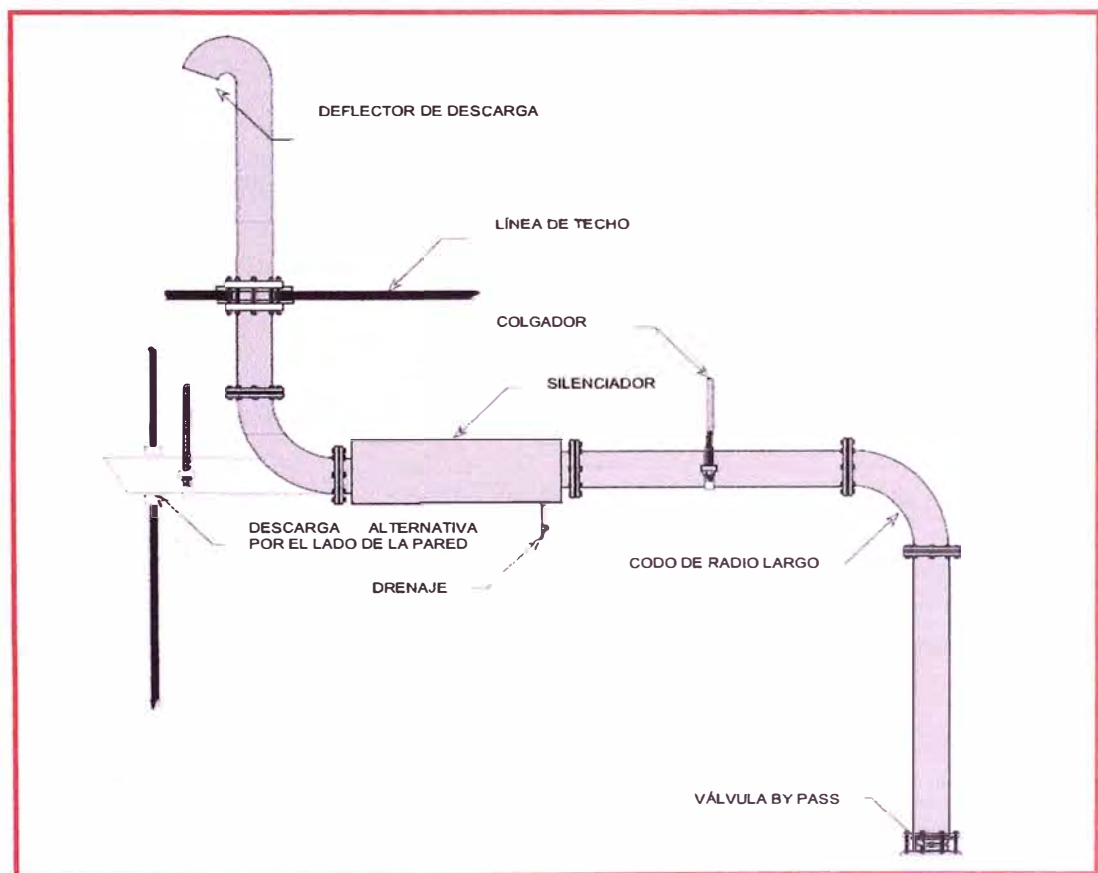


FIG. 5.7: DISPOSICIÓN DE TUBERÍA BY PASS

Se implementan las líneas 94-80-AC-044-4013A, 94-80-AC-044-4013A y 94-80-AC-044-4013A de 80 mm. Aguas abajo del silenciador la tubería se adecua para que la presión de retorno no supere los 5 PSIG (35 kPag); y para mejor atenuación de sonido se utiliza un tubo recto horizontal desde el compresor de longitud casi 8 veces el diámetro antes de un codo de

radio largo al silenciador, el cual debe mantenerse cerca de la válvula de derivación del compresor y en los tramos horizontales se instalan drenajes.

Aunque tanto la tuberías de entrada y by pass deben ser tan cortos como sea posible, el aire de bypass que se descarga a la atmósfera no debe estar cerca de la línea de entrada, ya que la ubicación tiene una tendencia a recoger polvo y escombros. Se debe descargar aire de la línea de by pass periódicamente, el cual lleva polvo, suciedad y materiales al ingreso.

5.10.3.3. Juntas de expansión

Los Compresores Centac descargan aire caliente por lo que se equipan con juntas de expansión en la descarga y bridas; diseñadas para la expansión axial térmica del tubo, comprimiéndose para absorber el crecimiento de la tubería por dilatación calorífica. Las barras de retención evitan la expansión descontrolada conjunta; por lo que se requiere el correcto anclaje, perchas de apoyo y guías para prevenir el crecimiento fuera de la articulación. Las juntas de expansión no están destinadas a absorber desalineaciones de tubería.

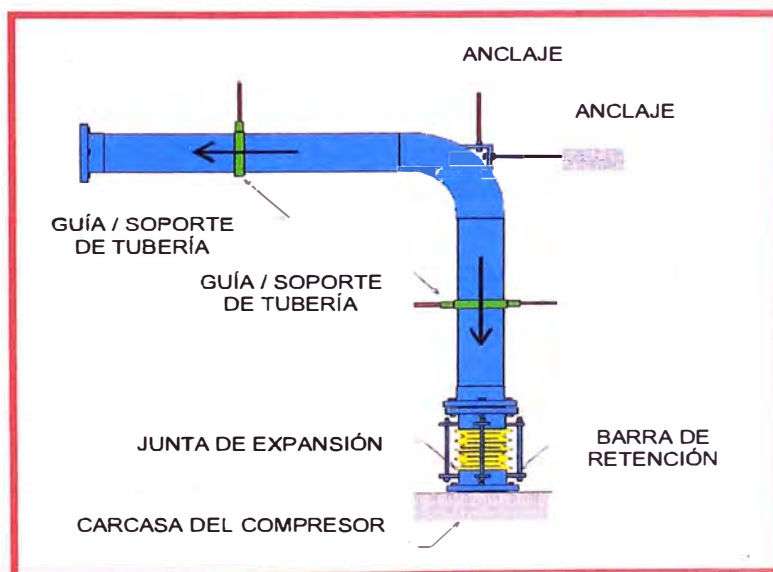


FIG. 5.8: USO DE JUNTAS DE EXPANSIÓN

5.10.3.4. Tubería de descarga

La tubería de descarga debe ser, al menos, del tamaño completo de la conexión de descarga del compresor. Cuando se necesite el cambio de diámetro de la tubería, la transición de tamaño debe ser gradual. Se recomienda el uso de codos de largo radio. La figura 5.9 ilustra los requisitos generales de la tubería de descarga. En la línea de descarga se instala una válvula de bloqueo para impedir el flujo inverso a través del compresor en el caso de falla de la válvula de retención y para facilitar las reparaciones en el compresor; además, entre la válvula check y la de bloqueo se instala una válvula de seguridad para evitar la sobrepresurización. También se instala un termómetro y un manómetro para contar con información de respaldo y facilitar la solución de problemas.

Los soportes de tuberías evitan tensiones excesivas debido a cargas de peso muerto en la brida del compresor; y al igual que con todos los tubos conectados al compresor, se toman medidas para que los cambios de alineamiento que se requieran se hagan en la tubería y no en el equipo.

Para mejor desempeño, entre la válvula de retención de descarga y un codo de radio largo se interpone un tramo recto de la tubería de longitud al menos 3 veces el diámetro de la tubería para el buen funcionamiento de la válvula de retención. La tubería debe ser el tamaño completo de la conexión de descarga del compresor. La conversión de diámetro de la tubería cuenta con transición gradual. Se recomienda el uso de codos de radio largo y la tubería puede ser de un tamaño por métodos normales.

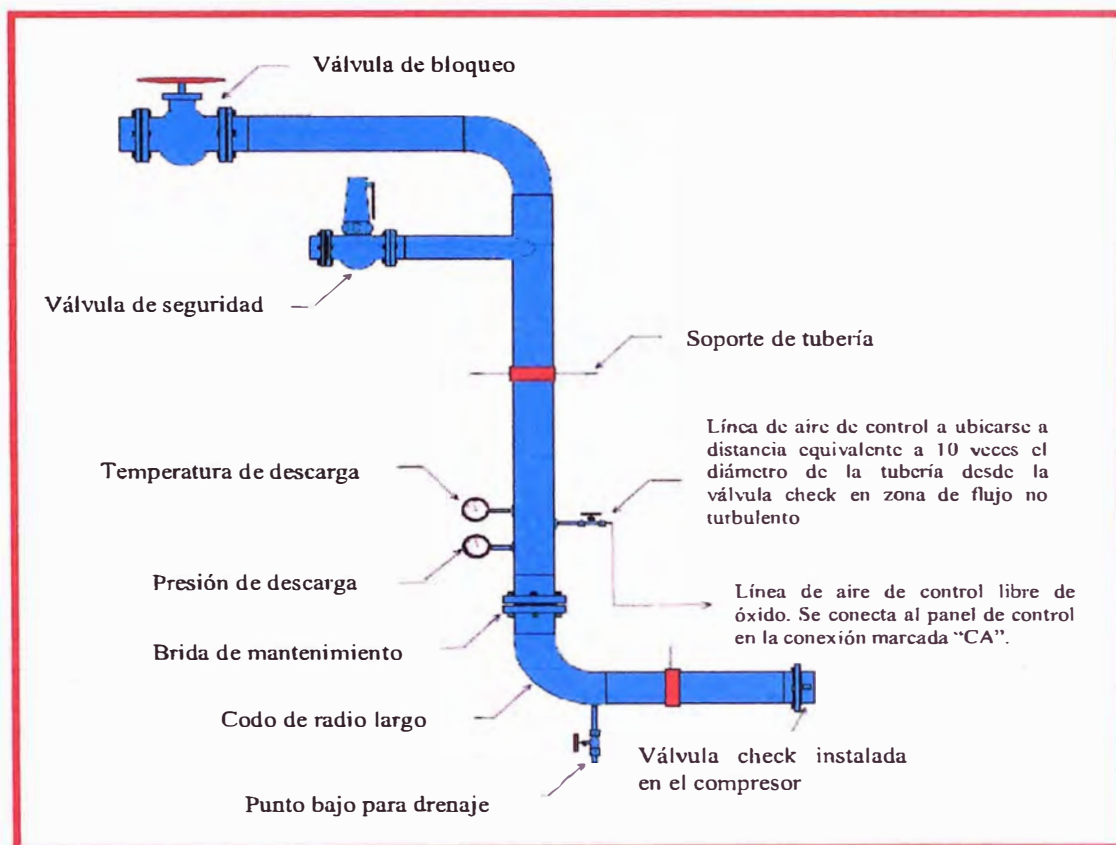


FIG. 5.9: LÍNEA DE DESCARGA DE AIRE COMPRIMIDO

En todos los compresores se instala un niple para el retiro de algunos componentes del compresor y tuberías; en tanto que el Cliente VM-CJM instala una válvula de bloqueo en la línea de descarga que aísla la unidad por mantenimiento. Asimismo, entre la válvula de bloqueo y el compresor se instala una válvula de seguridad. Las válvulas check en la tubería de descarga no deben aislar los puntos de detección de aire de control (CA) de los compresores que están destinadas a funcionar en paralelo; de lo contrario el sistema de control de presión de los compresores que funcionan en paralelo no responde a los cambios en la presión del sistema.

Para la descarga de aire comprimido se implementan las líneas 94-200-AC-044-4012A, 94-200-AC-044-4019A y 94-200-AC-044-4026A de

200 mm, con las juntas de expansión y válvulas check suministradas con cada compresor; además, se instalan las válvulas para control de flujo. Respectivamente se adecúan las líneas 94-15-AC-044-4052A, 94-15-AC-044-4055A y 94-15-AC-044-4056A para retorno al compresor; y además las líneas 94-15-AC-044-4061A, 94-15-AC-044-4062A y 94-15-AC-044-4063A para drenaje; todas ellas de 15 mm.

Las descargas llegan a la troncal 94-250-AC-044-4031A de 250 mm que lleva el aire comprimido al recipiente W2005.4023 y una ramificación 94-250-AC-044-4032A de 250 mm al tie-in 94-03 que se une a la línea de aire comprimido existente 250-ACA-94016-I.

5.10.3.5. Línea de secado de aire

De la línea troncal 94-250-AC-044-4035A de distribución de aire comprimido se deriva la línea 94-50-AC-044-4038A, la cual llega al secador enfriador de aire W2000.4135, donde se eliminan la humedad, vapor de aceite y otros contaminantes perjudiciales para dispositivos neumáticos de control, instrumentos y herramientas.

Al ingreso del secador enfriador se instalan dos unidades pre-filtros para retención de elementos no deseados en el artefacto; a la salida de éste se cuenta con unidades post filtro en las que quedan elementos remanentes que no deban ingresar al recipiente W2006.4023 de aire de instrumentación.

5.10.3.6. Tubería de aire de instrumentación y control

La línea 94-80-AI-040-4046A sale del tanque de aire de instrumentos W2006.4023 de 3 m³ y llega a desembocar en la troncal 93-80-AI-040-4070A, de donde salen las líneas derivadas que llevan el aire seco para

instrumentos en las diversas áreas de la planta según lo muestra el P&ID 94-01-4102, plano de distribución de aire comprimido.

El ingreso de tubería de aire de control (CA) se ubica a una distancia mínima de 10 veces el diámetro de tubería aguas abajo de la válvula check en la descarga y se conecta en la conexión “CA” del panel de control. Es de material inoxidable y tiene un diámetro mínimo de ½” (12,7 mm). Al ser instalada en un tramo horizontal del tubo de descarga se sitúa en la parte superior para reducir la acumulación de condensado o residuos. Los drenajes se ubican en los puntos bajos de la línea.

Las tuberías de aire de control implementadas son 94-15-AI-040-4042A, 94-15-AI-040-4043A y 94-15-AI-040-4043A de 15 mm; las cuales salen de la troncal 94-25-AI-040-4041A que a su vez es derivada de la línea de distribución de aire de instrumentos 94-80-AI-040-4046A que sale del recipiente de aire presurizado de instrumentos W2006.4023.

5.10.3.7. Tuberías de agua de enfriamiento

El sistema de agua de refrigeración proporciona los medios para enfriar el aire comprimido en los enfriadores de aire y el aceite lubricante en el refrigerador de aceite. El calor que se lleva el sistema de agua de refrigeración representa la energía residual que resulta del calor de compresión, fricción y otras pérdidas mecánicas y eléctricas en la máquina.

Por datos del fabricante Ingersoll Rand, los flujos de agua se basan en las condiciones de diseño del compresor para la presión de descarga nominal con 80 °F (27 °C) de temperatura del agua de enfriamiento. El tamaño de la tubería se determina con el fin de mantener velocidades de

flujo en el intervalo de 6 a 7 pies/seg; el diseño debe permitir una presión mínima de 35 PSI y la presión de agua máxima de 75 PSIG. Las tuberías implementadas son 94-100-WCS-001-4007A, 94-100-WCS-001-4008A y 94-100-WCS-001-4009A para los ingresos de agua; 94-100-WCR-001-4002A, 94-100-WCR-001-4003A y 94-100-WCR-001-4003A para las descargas de agua de enfriamiento de los compresores.

Como parte del suministro del fabricante se disponen e instalan las válvulas reguladoras FV2000W, FV2001W y FV2002W accionadas por solenoide en la línea de descarga de cada compresor para ayudar en el control de temperatura, las cuales ayudan a asegurar que los enfriadores operen llenos de agua. Además, se instalan las válvulas compuerta V1131 en la entrada del sistema de agua para permitir el aislamiento del compresor.

Se implementa la línea troncal de ingreso de agua de enfriamiento 94-200-WCS-001-4006A y la troncal de retorno 94-200-WCR-001-4001A.

Se ha previsto ingreso de un sistema reactivo NALCO 8300 para limpieza química del agua de enfriamiento a través de inyección al sistema en la troncal de agua de enfriamiento 94-200-WCS-001-4046A, la cual se debe hacer cuando el compresor se apaga.

En base a los datos específicos del modelo de compresor el fabricante recomienda los caudales y tamaños de las tuberías de agua de enfriamiento en función de la temperatura de entrada del agua de refrigeración y la carga de calor específico del compresor. Un diseño estándar se basa en 95 °F (35 °C), 60% de humedad relativa, del aire de entrada, 80 °F (27 °C) de agua de refrigeración con un aumento de la temperatura del agua en 25 °F (13.8 °C).

El agua de refrigeración suministrada al compresor Centac debe ser suave, limpia y libre de elementos corrosivos, por ello se le trata y filtra para que esté dentro de los rangos especificados.

- a) La dureza total expresada como CaCO_3 inferior a 100 PPM.
- b) La acidez en el rango de 6,0 pH a pH 8,0
- c) Sólidos en suspensión no deben exceder 50 ppm.
- d) El índice de saturación de Langelier dentro de un rango de 0,5 a 1,0.

El índice de Langelier es una técnica de predicción de si el agua tenderá a disolverse o precipitado de carbonato de calcio.

5.10.3.8.Líneas de drenaje de condensado

El aire que entra en la primera etapa de la unidad lleva consigo una cierta cantidad de humedad que depende de la temperatura y la humedad relativa del ambiente. La humedad es eliminada del aire a su paso a través de cada etapa de compresión a través de los refrigeradores, el vapor de agua en el aire se condensa y se recoge en el separador de humedad. Esta condensación se elimina por las trampas de condensación para evitar el arrastre de agua en la siguiente etapa de compresión. Cada trampa está provista de un drenaje separado y cada descarga se conduce a un drenaje que permita una inspección visual de la función de trampa de individuales.

El extremo de la línea de drenaje de la trampa no debe alcanzar el nivel debajo del agua en el canal o drenaje de piso. Se tiene en cuenta que el condensado suele salir como un chorro a presión de primera etapa.

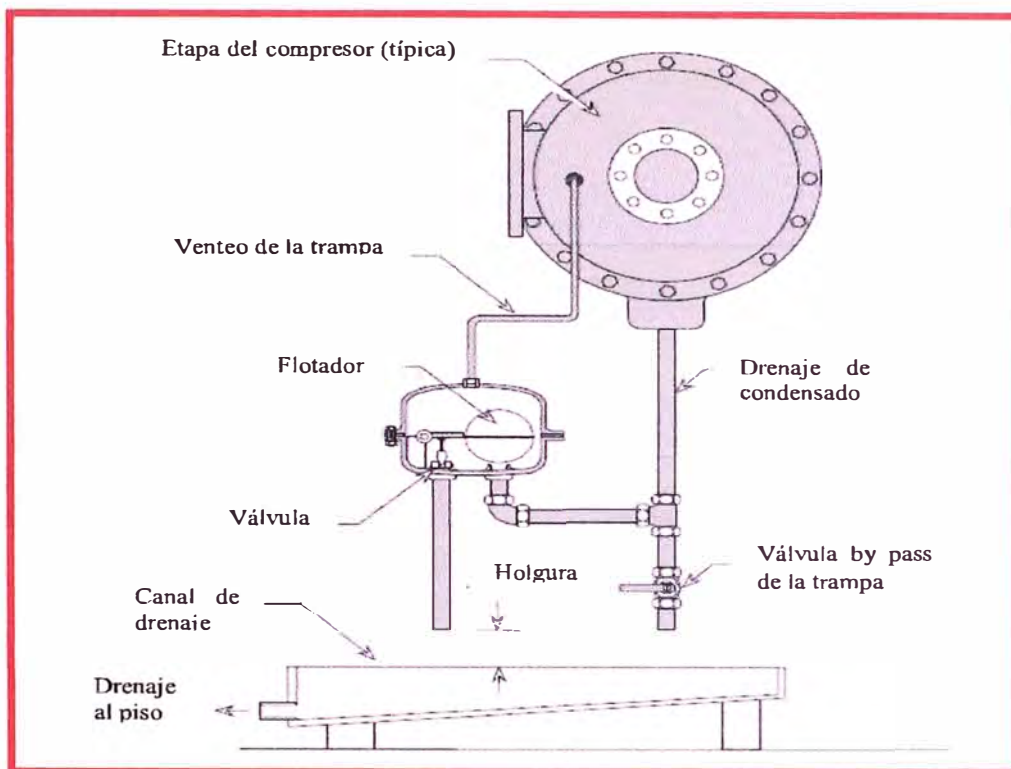


FIG. 5.10: TRAMPA DE CONDENSADO ESTÁNDAR Y DISPOSITIVO DE EVACUACIÓN

5.10.4. Lubricación del compresor

Antes de la alineación del motor al compresor es necesario disponer de los distintos lubricantes y de agua de refrigeración requerida. Los lubricantes requeridos son la grasa de acoplamiento, el lubricante del compresor y el lubricante del motor. La especificación para motores y compresor es la siguiente:

PROPIEDAD	VALORES LÍMITE
Grado de viscosidad ISO	32
Viscosidad cSt 40 °C	28.8 @ 35.2
Índice de viscosidad mínimo	100
Punto de fluidez °C máx.	5
Punto de inflamación °C mín.	200
Número total de ácido mg KOH/gr máx.	0.1

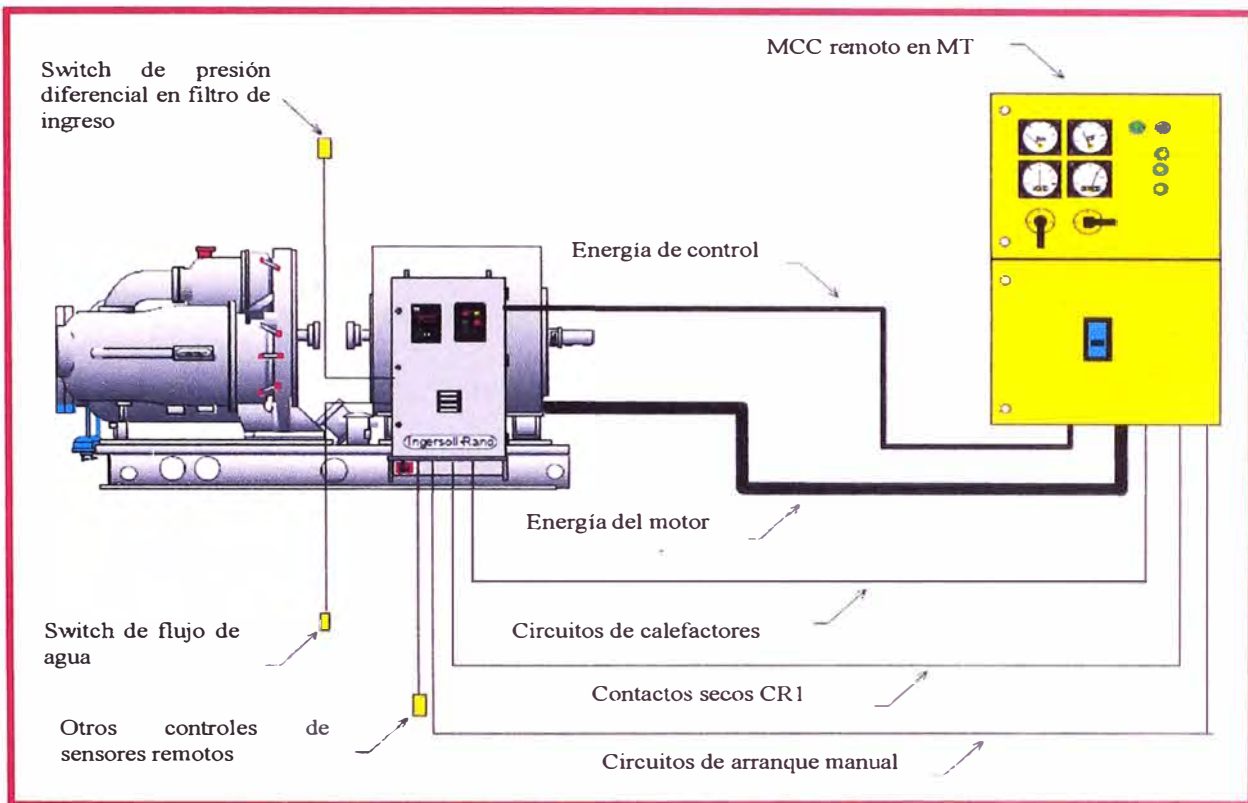


FIG. 5.11: CONEXIONES DEL MOTOR Y PANEL DEL COMPRESOR CENTAC C700

Los circuitos alimentadores de cada motor del compresor en 4 160 V se conforman por tres cables unipolares más conductor de tierra XLPE calibre N° 1 AWG para 185 Amperios y 5 000 Voltios, siendo la corriente nominal del motor 111 Amperios y la tensión nominal 4 160 V, con cubierta color rojo; implementándose de esta manera los circuitos W2000.6560-P1, W2001.6560-P1 y W2002.6560-P1.

5.10.5.2. Energía del panel de control

Los circuitos de control del compresor Centac están diseñados para 120 VAC. Se cuenta con transformadores de corriente en el panel de control del compresor. Los circuitos alimentadores de energía de control a cada panel local del compresor se conforman por un cable multiconductor TEC

de 9 conductores más conductor de tierra calibre N° 14 AWG; implementándose los circuitos W2000.6920-C1, W2001.6920-C1 y W2002.6920-C1 que incluyen las paradas de emergencia de los motores.

5.10.5.3. Circuitos de calefactores

El motor cuenta con calefactores eléctricos para los devanados; además, se cuenta con un circuito interno que llega a calefactores del depósito de aceite, éstos últimos se encuentran conectados a unas borneras en el panel de control local de cada compresor.

Los circuitos implementados para este fin en cada compresor son W2000.6560-P2, W2001.6560-P2 y W2002.6560-P2; conformados por un cable de dos conductores más conductor de tierra calibre N° 12 AWG; conectados a los paneles de control local de los compresores.

5.10.5.4. Circuitos de sensores de temperatura (RTD)

Los sensores de temperatura de cada uno de los motores se alimentan a través de un circuito de instrumentación conformado por un cable multipolar de 10 conductores más conductor de tierra apantallado TC (*tray cable*) calibre N° 20 AWG, para los circuitos W2000.6560-C2, W2001.6560-C2 y W2002.6560-C2; conectados a los sensores en el motor mediante un circuito interno desde el panel de control de cada compresor.

5.11. INSTALACIÓN DEL MCC en MT W2101.6925

La instalación se realiza según lo indicado en el acápite 5.8 referido a la instalación de equipos eléctricos.

5.11.1. Recepción, manipulación y almacenamiento

En la recepción se verifica que no haya daños y la placa de datos.

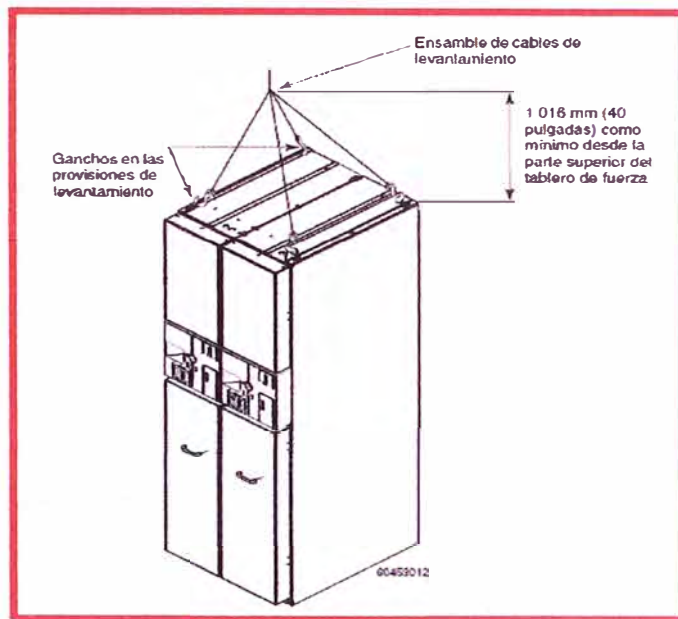


FIG. 5.12: IZAJE DEL MCC W2010.6925

Para el desplazamiento debe utilizarse equipo de izaje de carga apropiado, puede ser montacargas o camión grúa Hiab. Es posible utilizar rodillos o tubos para desplazar el tablero y colocarlo en su emplazamiento.

El MCC se envía de fábrica en 4 cuerpos de 1 905 mm (75 pulgadas) de ancho, los cuales se conectan durante la instalación.

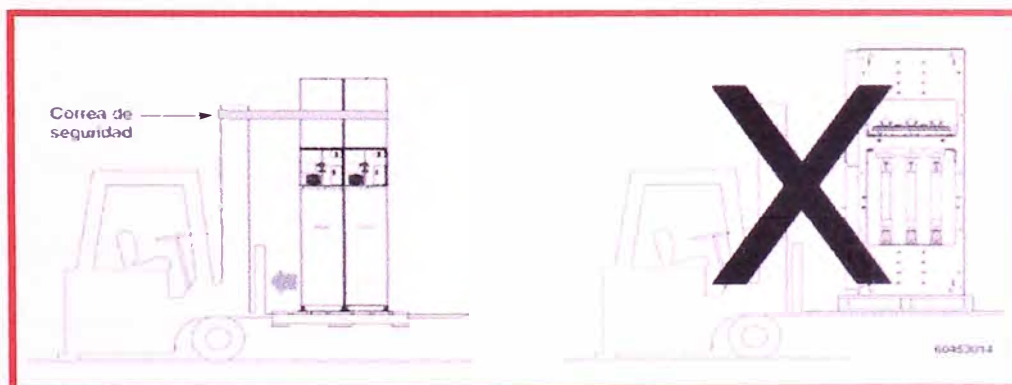


FIG. 5.13: DESPLAZAMIENTO DEL MCC CON MONTACARGAS

Las dimensiones de cada cuerpo son las siguientes:

Para el presente caso el ancho de marco $X=508$ mm (20”), la distancia entre ejes de pernos $Y= 476$ mm (18.75”); el peso total es de 603 Kg (1 327 lb) según datos dados por el fabricante Schneider Group.

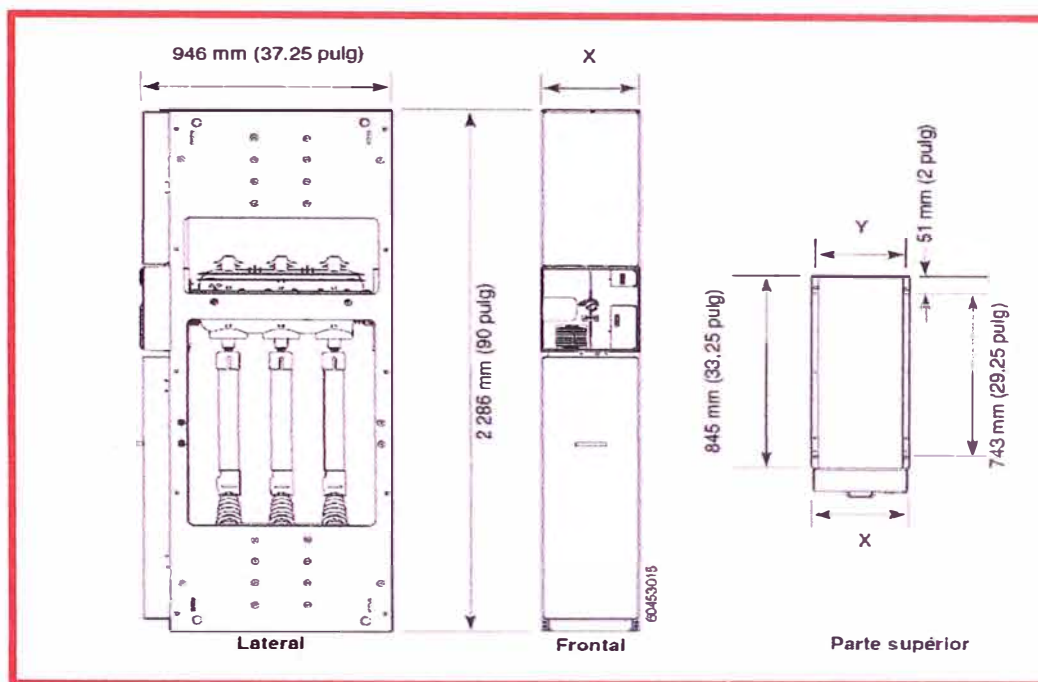


FIG. 5.14: DIMENSIONES DE CADA CUERPO DEL MCC W2101.6925

5.11.2. Instalación

5.11.2.1. Emplazamiento y montaje

La preparación del sitio se realiza mediante inspección en terreno, verificación de equipo y área de trabajo según lo especificado en los acápites 5.8.1, 5.8.2 y 5.8.3, asegurando las condiciones de instalación y que el espacio sea adecuado para el equipo. El piso debe estar plano y nivelado, permitiendo 2 mm por cada 305 mm (1/16 pulg. por pie) o un máximo de 6 mm (1/4 pulg) en el área del tablero para evitar distorsión de los gabinetes.

Se verifica un espacios libres solicitados por el fabricante; además, la ventilación del área para mantener la temperatura ambiente alrededor del

equipo entre 0 °C y 40 °C y el alumbrado, tomas de corriente disponibles y las tuberías de agua y vapor lejos del equipo; además, se debe proveer estructura sísmica para zona 4 según UBC.

5.11.2.2. Montaje del MCC en terreno

Una vez completada la preparación del sitio de instalación será necesario ensamblar en campo las secciones de embarque:

1. Unión de las secciones: Se deben revisar los dibujos de montaje y asegurar colocar las secciones del MCC en el orden correcto, colocadas en el mismo plano y niveladas.
2. Sujeción de los ensambles de las secciones: Los pernos de sujeción de 3/8" (provistos por El Cliente VM-CJM) deben pasar por los agujeros de sujeción ubicados en los bordes en la parte inferior del gabinete.

Las secciones se emplazan y nivelan en orden, uniéndolas unas a otras. Se colocan los tornillos de sujeción de 3/8" en los agujeros de sujeción ubicados en los bordes en la parte inferior del gabinete.

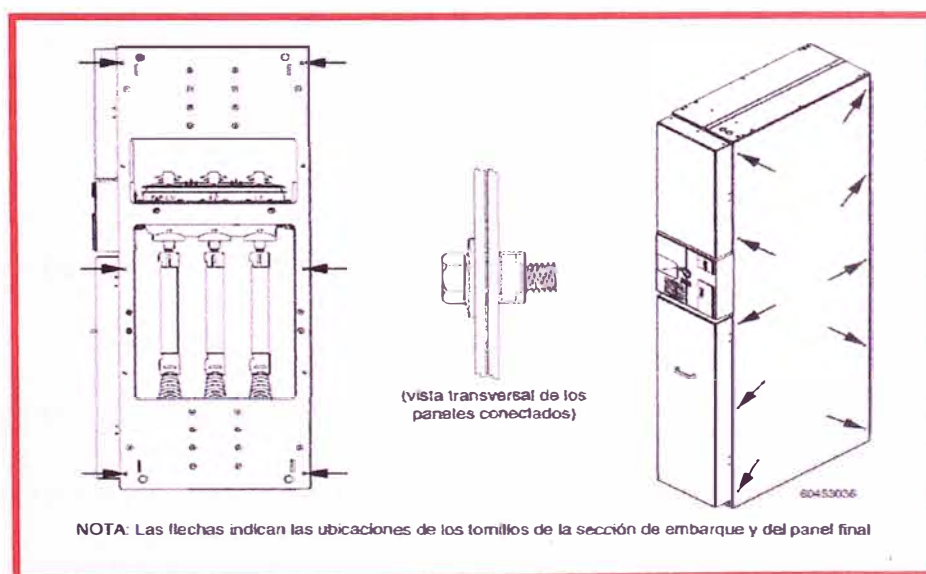


FIG. 5.15: UBICACIÓN DE AJUJEROS PARA UNIONES DE SECCIONES DEL MCC

El ajuste de pernos de 3/8” se hace de acuerdo a valores dados por el fabricante; para el presente caso, tratándose de uniones de hojas metálicas el ajuste debe ser con un torque de 21 Lb-pie (28.5 N.m).

3. Conexiones de las barras: Se realiza siguiendo los siguientes pasos:
 - a. Se deben limpiar las barras, especialmente las superficies de contacto de los conectores utilizando un limpiador no abrasivo; por ejemplo Scotch-Brite®, sin retirar el revestimiento de plata.
 - b. Se instalan los conectores de las barras una fase a la vez y se empernan las juntas sin ajuste, incluyendo los soportes de los conectores de las barras del lado de carga.
 - c. Una vez que las tres barras de distribución están alineadas en su lugar se hace el ajuste de pernos con llave calibrada.
 - d. Para conectar la barra de tierra en cada cuerpo del MCC se deben retirar y conservar los soportes existentes. Colocados y unidos los cuerpos vuelven instalarse los soportes y se hace el ajuste.
 - e. Los valores de ajuste de los pernos estructurales y de conexionado eléctrico dado por el fabricante Schneider group está dado en la tabla 2.e del Apéndice 6.

5.11.2.3. Conexiones de los circuitos derivados

Se realizan según lo indicado en los acápites 5.7 referido al proceso de tendido y conexionado de cables, así como los acápites 5.8.7 de conexionado de equipos eléctricos y 5.8.8 referido a la puesta a tierra.

- a. Cables de alimentación y circuitos derivados del MCC: Una vez realizado el tendido de los cables de los circuitos en MT debe

identificarse y verificarse cada fase correspondiente a cada conductor según el color del conductor y el de las barras del panel, así como los bornes de conexión, tanto en el extremo de salida como en el de llegada de cada circuito.

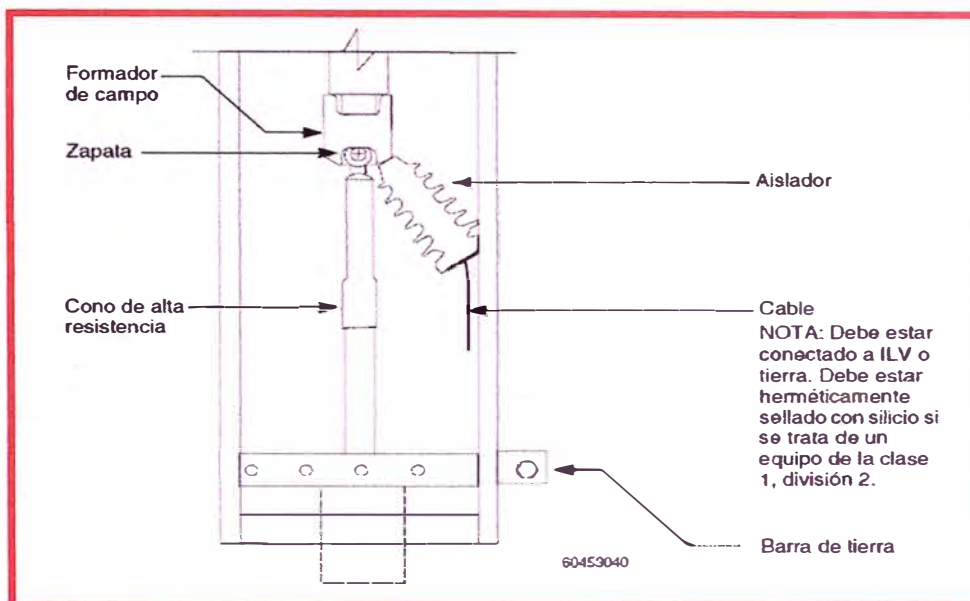


FIG. 5.16: EJEMPLO DE UNA CONEXIÓN TÍPICA DE CONDUCTORES

De la manera descrita se conectan los circuitos W2000.6560-P1, W2001.6560-P1 y W2002.6560-P1 en 4 160 V, que salen del MCC alimentan a los compresores; y de manera similar también se instalan los cables de los circuitos de energía de los calefactores W2000.6560-P2, W2001.6560-P2 y W2002.6560-P2.

El circuito alimentador W2101.6925-D desde el Centro de distribución de carga Z2185.6910 en el área 91, conformado por tres conductores XLPE calibre 500 KCmil para 561 Amperios.

- b. Cables de control del MCC: Se procede de manera similar; teniendo en cuenta la tensión de 120 V; entre ellos se encuentran los circuitos

mencionados en los acápites 5.10.5, cumpliendo cuidadosamente con la prueba de punto – punto de cada circuito.

5.12. INSTALACIÓN DEL MCC EN BT W2102.6925

5.12.1. Recepción y manipulación

Las operaciones de traslado y emplazamiento se realizan de manera similar al MCC W2101.6925; teniendo en cuenta las dimensiones: 2 250 mm de ancho, 2 300 mm de altura y 850 mm de fondo compuesto de tres columnas, con un peso total de 1 200 Kg.

5.12.2. Instalación

5.12.2.1.Emplazamiento y montaje

Las maniobras de emplazamiento se realizan de manera similar a lo planteado para el MCC en MT según el acápite 5.11.1 y 5.11.2.1; de manera similar se requiere un piso limpio y nivelado, debiendo preverse ingreso y salida de circuitos por la parte superior del tablero, así como estructura de soporte sísmico según zona 4.

5.12.2.2.Conexionado

La alimentación de energía en 460 V del MCC W2102.6925 es a través del circuito W2102.6925-P conformado por 3 conductores XHHW calibre 4/0 con capacidad para 345 Amperios, más un conductor de tierra, proveniente del MCC Y2102.6925 ubicado en el área 92.

Los circuitos derivados van conectados en los bornes ubicados en el sector lateral de cada cubículo, de donde salen a los distintos tableros y/o puntos de utilización del sector 94.

5.13. INSTALACIÓN DEL SECADOR DE AIRE W2004.4135

5.13.1. Recepción e inspección

En la recepción del secador Ingersoll Rand NVC 300 se verifican los datos de placa del mismo y su correspondencia con la hoja de datos del equipo de las especificaciones del proyecto; asimismo, se inspecciona el estado comprobando que no hay algún daño físico.

5.13.2. Instalación

5.13.2.1. Ubicación y emplazamiento

El secador no debe ubicarse donde la temperatura ambiental sea mayor de 45 °C (113 °F) o menor de 10 °C (50 °F). Debe estar en un área donde haya suficiente espacio libre de paredes y otros equipos colindantes para permitir fácil acceso para trabajos de servicio o mantenimiento. Se requiere un espacio mínimo de 18 pulgadas alrededor para permitir el libre flujo de aire al ingreso del condensador.

En instalaciones con un régimen de flujo relativamente estable el secador se conecta normalmente aguas abajo del recipiente. Si las cargas fluctúan ampliamente, el secador puede colocarse delante del recipiente y se necesita aguas abajo una suficiente capacidad de almacenamiento para prevenir excesivo flujo de aire a través del secador.

5.13.2.2. Tuberías

El modelo NVC 300 viene de fábrica con una válvula de aislamiento para drenaje instalada, la cual permite el mantenimiento del drenaje automático sin aislar el flujo de aire del secador.

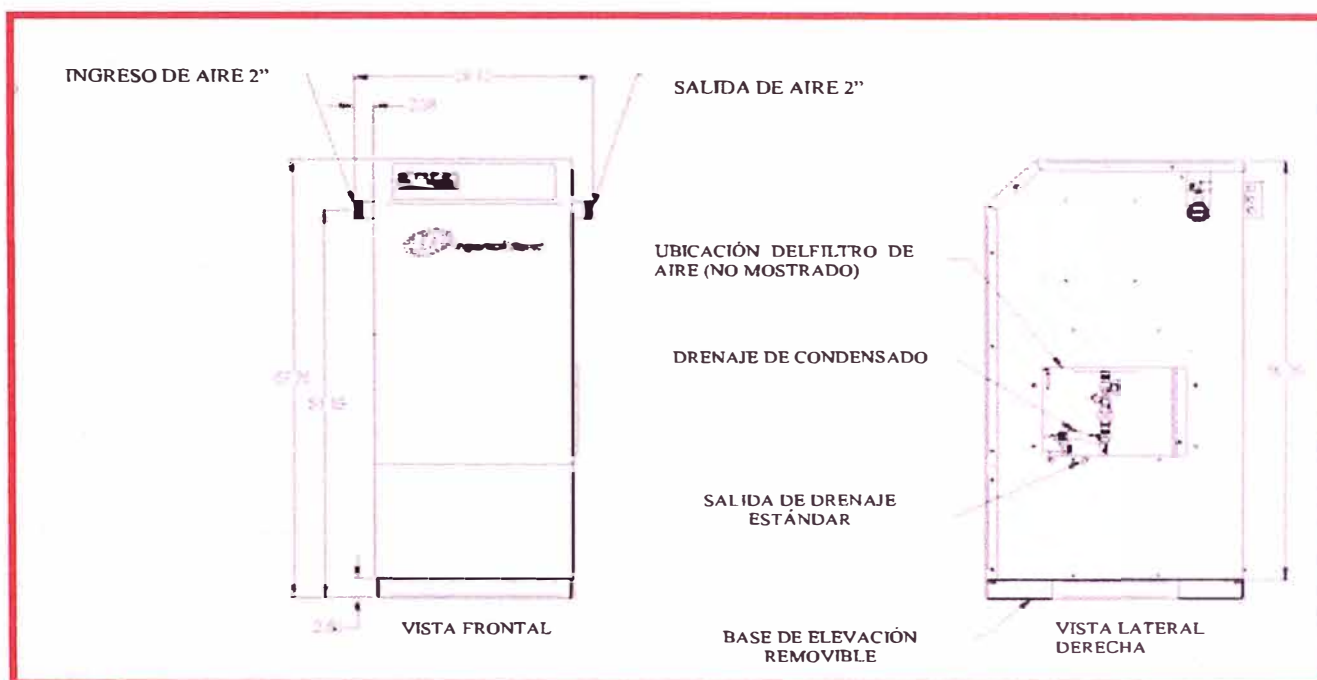


FIG. 5.17: CONEXIONES DE TUBERÍAS

Para alimentación de aire comprimido del secador W2004.4135 se implementa la tubería de alimentación de aire 94-50-AC-044-4038A de 50 mm, derivada de la troncal 94-250-AC-044-4035A de descarga de aire comprimido del recipiente W2005.4023: Para la descarga de aire seco se implementa la línea 90-50-AI-040-4045A de 50 mm, la cual llega al recipiente W2006.4023 de aire para instrumentos; en este trayecto se implementa un ramal de derivación 94-40-AI-040-4051A que mediante el *tie in* 94-06 se conecta con la línea de aire de instrumentación existente 40-ACI-94031 que lleva aire seco al recipiente existente W003-4142.

5.13.2.3. Filtración

Para proteger el secador de aire de la contaminación gruesa asociada al aceite del compresor y sus residuos y garantizar el máximo rendimiento

del secador se instalan pre y post-filtros, que pueden ser proporcionados por Ingersoll Rand como parte del suministro integral a pedido.

Para el presente caso se implementan tanto los pre filtros y los post filtros en las líneas mencionadas de alimentación y descarga; en las ubicaciones de los filtros se cuenta con líneas *by pass* alternativas a ser equipadas con unidades de filtración a futuro (Plano P&ID 94-01-4101).

5.13.2.4. Conexiones eléctricas

Todas las conexiones eléctricas se hacen en las bornas terminales ubicadas en una caja de conexión en la parte posterior del equipo, que cuenta con un interruptor fusible de servicio.

Para alimentación eléctrica se dispone el circuito W2004.4135-P conformado por tres conductores N° 10 AWG más conductor de puesta a tierra para 34 Amperios.

5.14. INSTALACIÓN DE LOS RECIPIENTES W2005.4023 Y W2006.4023

5.14.1. Verificación topográfica

Para la instalación de los recipientes a presión se requiere la nivelación y verificación topográfica de ubicación, nivelación y verticalidad de los pernos de anclaje de los recipientes, así como la altura y cantidad establecida de hilos de rosca libres luego de la colocación de arandelas y tuercas de anclaje, según el plano de montaje mecánico, tolerándose una inclinación máxima de terreno de 3 mm/m. Las características de anclaje están dadas para pernos de 1" con sus respectivas tuercas y arandelas

proporcionados por el fabricante, debiendo quedar al final de la colocación de tuercas un mínimo de 5 hilos.

5.14.2. Emplazamiento y grouteo

El emplazamiento de los recipientes se realiza mediante camión grúa al lugar de montaje y varillas de rodamiento hasta el emplazamiento final, luego del cual se comprueba la verticalidad de los recipientes, tolerándose un máximo de desviación de 4 mm/m por restricciones dadas por el proveedor. El grouteo se realiza con mezcla cementicia.

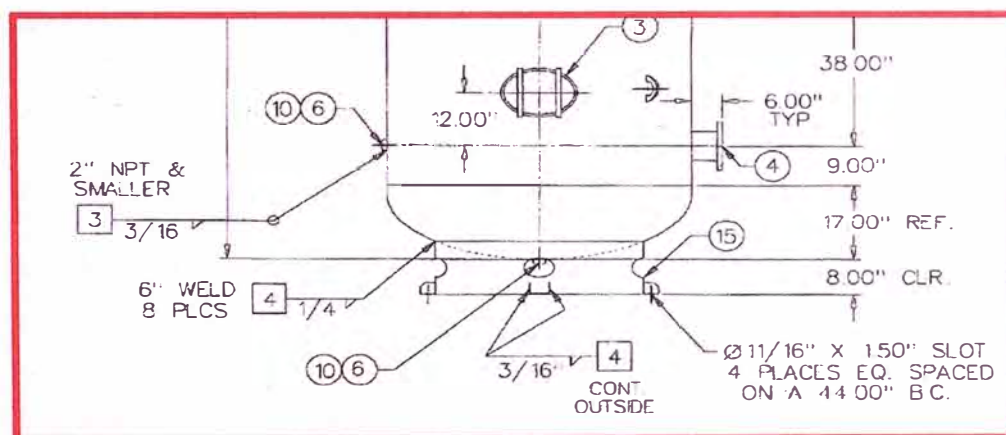


FIG. 5.18: FIJACIÓN TÍPICA DE RECIPIENTES DE PRESIÓN

5.14.3. Conexiones de tuberías

5.14.3.1. Recipiente de aire comprimido W2005.4023

El recipiente cuenta con una conexión bridada de 6" (150 mm) a la cual llega la línea 94-250-AC-044-4031A de ingreso de aire comprimido, la cual antes del ingreso al recipiente pasa por una reducción concéntrica de 150x250 mm, una "Y" de drenaje y una válvula de compuerta.

Los drenajes son a través de conexiones de tuberías de 1 ¼" (32 mm) y la salida de aire comprimido a la troncal 94-250-AC-044-4035A es a

través de una conexión bridada de 6" (150 mm) pasando por una reducción concéntrica de 150x250 mm y una válvula compuerta.

En la línea troncal de descarga se cuenta con la válvula HV2005W de control de flujo; la misma que tiene una vía *by pass* para casos de mantenimiento de la válvula. También se cuenta con un transmisor indicador de presión PIT2005W que transmite la presión en la línea de descarga y cuenta con configuración de alarma en caso de baja presión.

El recipiente cuenta con una conexión bridada para una válvula de alivio de presión PSV2005W, conectada a la línea de venteo de 3" (80 mm).

5.14.3.2. Recipiente de aire de instrumentos W2006.4023

El recipiente cuenta con una conexión bridada de 6" (150 mm) a la cual llega la línea 94-50-AI-044-4045A de ingreso de aire comprimido seco, la cual antes del ingreso pasa por una reducción concéntrica de 50x150 mm. El drenaje es a través de una línea de 1" (25 mm). La salida a la línea de descarga de aire de instrumentación 94-80-AI-040-4046A es mediante una conexión bridada de 6" (150 mm), una reducción concéntrica 150x80 mm y una válvula compuerta, además de una conexión a un transmisor de presión PT2006W, el cual transmite la presión de la línea y tiene configuración a una alarma por baja presión

5.14.4. Puesta a tierra de los recipientes

Los recipientes se conectan a un conductor de puesta a tierra por la parte estructural será hacia una malla de puesta a tierra acondicionada desde un terminal en las estructuras de los mismos.

CAPÍTULO VI

RECEPCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO

6.1. FINALIZACIÓN LA TERMINACIÓN MECÁNICA

6.1.1. Término de construcción

Es la condición de terminación de trabajos a cargo del Contratista, asegurando la finalización de tareas constructivas e instalación de elementos de los sistemas cumpliendo las especificaciones. Abarca las instalaciones realizadas en todas las especialidades del sistema involucrado (mecánicas, eléctricas, tuberías e instrumentación) y *facilities* (civiles y estructuras). Se entiende por sistema al conjunto de tuberías, equipos mecánicos, eléctricos, etc. definidos bajo una condición de operación de un proceso que guardan vinculación de interconexión y su estado de marcha o parada influye en un determinado proceso. Asimismo, se entiende por *facility* a las instalaciones de una zona; tales como obras civiles y estructuras que en general su estado de encendido o apagado no tiene influencia en el proceso propiamente dicho.

En esta etapa, el Contratista JJC-SC comunica al cliente VM-CJM la finalización y solicita las caminatas correspondientes para verificación de la culminación constructiva contractual emitiendo la solicitud de recepción preliminar por término de construcción emitida para programar la primera

caminata a veintiún (21) días de la fecha estimada de término de actividades constructivas del sistema a finalizar.

6.1.2. Caminatas de verificación

6.1.2.1. Primera caminata

Una vez emitida la carta de solicitud de recepción preliminar por término de construcción se programa la primera caminata en la cual participan la entidad Proyectista y La Supervisión Amec, El Contratista JJC-SC, El Cliente VM-CJM en su división de Proyectos.

La caminata se realiza a los veintiún (21) días antes de la fecha estimada de término de actividades constructivas y se señalan los pendientes por término de construcción, los cuales son clasificados y priorizados.

6.1.2.2. Segunda caminata

El Contratista emitida la carta de solicitud de recepción final por término de construcción programando la segunda caminata para la fecha objetivo de culminación de término de actividades constructivas por terminación mecánica (*Mechanical Completion*). En esta caminata participan la entidad Proyectista y La Supervisión Amec, El Contratista JJC-SC, El Cliente VM-CJM en su división de Proyectos y Pre Operaciones.

6.1.3. Listado de pendientes por construcción (*Punch list*)

Es un listado de detalles y/o tareas constructivos pendientes, incompletas y faltantes por el Contratista que ha solicitado la inspección de las obras terminadas mediante la Solicitud de Recepción Preliminar por Término de Actividades de Construcción, constatados que dichos detalles son

de alcance del contrato o están incluidos en los planos, especificaciones técnicas u otros documentos contractuales con el proveedor o contratista.

Los ítems de *Punch List* o pendientes de construcción se categorizan y priorizan de la siguiente manera:

6.1.3.1. Categoría C1

Se asignara esta prioridad a todas aquellas instalaciones que al no estar terminadas impiden el funcionamiento de sistema o componente; para una mejor comprensión, puede asignarse esta categoría a aquellos pendientes que para ser subsanados requerirían una parada del equipo luego de una supuesta puesta en servicio. Este es el límite de responsabilidad entre Construcción y Precomisionamiento (*Mechanical Completion*). Para el levantamiento de este tipo de ítems de *Punch List* se da un plazo de siete (07) días.

6.1.3.2. Categoría C2

Se asignara esta prioridad a todos aquellos pendientes que deberán estar cerrados luego de las actividades de trabajos en frío, estáticas; para una mejor comprensión, serían aquellos pendientes que para ser subsanados no requerirían una parada del equipo luego de un supuesto arranque, pero podría traer problemas de funcionamiento normal prolongado o confusiones en operación. Este es el límite de responsabilidad entre Precomisionado y Comisionado. Para el levantamiento de este tipo de pendientes se da un plazo máximo de veintiún días calendarios.

6.1.3.3. Categoría C3

Son Ítems que no representan impedimento para iniciar la Puesta en Marcha en condiciones normales, son de los alcances contractuales.

6.1.3.4.Categoría C4

Son ítems que no representan impedimento para iniciar el precomisionamiento, comisionamiento, puesta en marcha; ni son del alcance contractual, constituyen una mejora al proyecto.

6.2. PRECOMISIONAMIENTO (*PRECOMM*)

Conjunto de tareas de verificaciones y ensayos de las instalaciones a realizarse en condición estática. Implica la verificación del cumplimiento de las características constructivas dadas en las especificaciones del proyecto y la verificación documental de liberaciones constructivas por el área de Calidad.

Las pruebas y verificaciones aplicables (no limitativamente) de precomisionamiento y para la planta de aire comprimido son las siguientes:

6.2.1 Pruebas de precomm de tuberías

- Revisión documental de liberación constructiva por parte de Calidad; como son verificaciones dimensionales, inspección visual de soldadura y pruebas de presión neumática de cada spool y verificación final.
- Prueba neumática al total de cada línea; reemplazando los instrumentos por carretes provisionales y torqueo de pernos.

6.2.2 Pruebas de precomm de electricidad

- Revisión documental de liberación constructiva de los circuitos eléctricos por parte de calidad; comprendiendo las pruebas de continuidad, aislamiento y punto-punto de todos los circuitos.

- Nueva realización de pruebas de aislamiento y continuidad de los cables de los circuitos instalados, verificación punto-punto; reasignación de puntos de conexión que apliquen modificaciones autorizadas.
- Revisión documental de liberación constructiva de los equipos eléctricos, como son pruebas de aislamiento de devanados de motores eléctricos, pruebas de aislamiento de barras de centros de control de motores, tableros y transformadores.
- Nueva prueba de aislamiento de devanado de motores y de aislamiento de barras de Centros de Control de Motores, tableros y transformadores.
- Prueba de continuidad de los conductores de puesta a tierra; desde el equipo hasta la platina correspondiente o hasta la varilla de descarga.
- Prueba de resistencia de contactos de uniones empernadas de conexiones eléctricas; aplicando tensión en los puntos de unión y verificando que la diferencia de resistencia no exceda el valor de 20 % entre ellas.
- Prueba de continuidad de circuitos internos de los Centros de Control de motores, siguiendo todos y cada uno de ellos mediante los diagramas funcionales de cada arrancador de los MCC's.
- Prueba de aislamiento *Hi Pot (High Potential; alto potencial)* para cables de media tensión 4 160 VAC; aplicando una tensión acorde a la clase de aislamiento del cable por cinco minutos; para el presente caso. Al no detectarse evidencia de fallas de aislamiento ni daños en los terminales conectores se da por aceptada la prueba.
- Energización inicial de los tableros y Centros de Control de motores; verificación de tensiones en terminales accesibles y/o instrumentos

internos de los equipos; bloqueo de los interruptores de circuitos derivados en posición apagado (Off).

- Prueba de energización y verificación del sentido de giro de los motores eléctricos de los compresores. Para ello se requiere la energización previa de los circuitos derivados en los respectivos MCC's de los motores y de los tableros de servicios.

6.2.3 Pruebas de precomm de instrumentación

- Verificación documental de liberación constructiva de los instrumentos; incluyendo las hojas de calibración e instalación de instrumentos.
- Verificación del término de la instalación, incluyendo conexiones eléctricas alimentadoras, a la red de aire y a proceso.
- Verificación de la continuidad y punto a punto de los circuitos alimentadores de energía eléctrica y comunicaciones.

6.2.4 Pruebas de precomm de equipos

- Verificación documental de la liberación constructiva de la instalación del equipo mecánico por calidad; incluyendo verificaciones topográficas, nivelaciones y alineamientos; para el caso de los compresores se cuenta con la asistencia del representante del vendor o proveedor.
- Nueva prueba de alineamiento y nivelación del acople del equipo, tanto a máquina motriz como a líneas de proceso que apliquen.
- Verificación de la instalación de los compresores; comprendiendo las mencionadas y además las siguientes:

Limpieza y corrosión en recipientes de aceite, filtros y tuberías.

Verificación de filtros y tuberías de ingreso de aire, by pass, aire de control, válvulas, agua de enfriamiento, trampas de condensado.

Lubricación del acoplamiento; verificación de la lubricación de cojinetes; giro del eje comprobando libertad de movimiento.

- Verificación del alineamiento del acople.

6.3. COMISIONAMIENTO

Es el conjunto de actividades de inspección y ensayo efectuados luego de finalizar el Precomisionamiento. Esto permite asegurar la calidad de las instalaciones para las actividades posteriores de puesta en marcha. Involucra el arranque del equipo y pruebas en vacío y carga de prueba, por lo cual es indispensable la participación del representante del Vendor o proveedor de equipos para constatar la validez de las pre operaciones iniciales. Las actividades de comisionamiento a desarrollar incluyen las siguientes:

6.3.1 Comisionamiento de tuberías

- Prueba de *flushing* o barrido de cada línea, aplicando presión y haciendo pasar aire a una velocidad superior a la de flujo para limpieza de cada línea con los actuadores, válvulas e instrumentos desconectados e instalando una conexión a un compresor que pueda impulsar un caudal de casi el doble del de trabajo y filtros que capturen elementos indeseados que se encuentren en las tuberías.

6.3.2 Comisionamiento de compresor y motor eléctrico

- Energización del panel de cada compresor.
- Prefijación (seteo) del sistema de control (por vendor presente en obra).

- Prefijación (seteo) del sistema de aceite para trabajo entre 20 y 30 PSIG.
- Prefijación de válvulas suministradas con el compresor (vendedor en obra).
- **Arranque** inicial del compresor, comprendiendo:
 - Encendido del fluido de enfriamiento para enfriadores de aceite, aire, y cualquier otro intercambiador de calor opcional.
 - Apertura de la válvula de la línea de aire de instrumentos en el panel de control.
 - Verificaciones de niveles de aceite.
 - Verificación del encendido de la bomba de pre lubricación.
 - Verificación de la temperatura de aceite en 95 °F (nominal).
 - Verificación de alternancia entre válvulas de by pass y entrada.
 - Drenaje del condensado residual por apertura de las trampas.
 - Apertura de la válvula de aislamiento en las líneas de descarga.
 - Drenaje de condensados en las líneas de entrada de aire.
 - Verificación y ajuste necesario del seteo de la presión de descarga.
 - Arranque del compresor mediante botonera en panel de control.
 - Verificación y ajuste de la presión de aceite.
 - Verificación de vibración; si es excesiva el equipo se detiene.
 - Verificación de la temperatura de suministro de aceite a la cubierta del compresor entre 101 @ 115 °F, con temperatura de suministro de agua menor o igual a 95 °F.
 - El compresor Centac cuenta por lo menos con las siguientes funciones de protección:

Parada por baja presión de aceite.

Parada por alta o baja temperatura de aceite.

Parada por alta temperatura de aire.

Parada por alta vibración en el eje.

Alarma por sobretensiones.

- La parada manual del compresor se da simplemente por accionamiento del botón de parada (Stop).

6.3.3 Comisionamiento de secador de aire comprimido

- Drenaje de condensado en las líneas de entrada y descarga del secador.
- Verificación de tensión en el circuito alimentador del secador.
- Arranque inicial mediante botón de encendido.
- Verificación de la configuración de los tres modos de operación:

Modo manual (establecido de fábrica por defecto); no requiere acciones, el secador arranca o para según se accionen los botones de encendido (On) o apagado (Off).

Modo *Auto Restart*; permite que el secador se inicie después de un breve retraso cuando se aplica energía a la secadora y los reinicios del secador son automáticos; aunque el pad táctil aún controla manualmente el arranque o parada del secador.

Modo remoto; el arranque y/o parada se permite desde el centro de control de motores en BT. Este modo funciona independientemente de la configuración de inicio automático.

6.3.4 Comisionamiento de instrumentación

- Encendido de cada instrumento desde el panel de PLC correspondiente.
- Verificación de conectividad de cada instrumento en panel de PLC.

- Comprobación del estado energizado del instrumento.
- Comprobación del accionamiento para válvulas On/Off (abierto/cerrado).
- Comprobación de niveles de operación para instrumentos con señal de 4 @ 40 mA; verificando el estado de operación al 0, 25, 50, 75 y 100 %; correspondiendo cada estado a partes proporcionales del rango.

6.4. PUESTA EN SERVICIO

Es el conjunto de actividades que aseguran el correcto arranque de las instalaciones, la integridad de las mismas y el ajuste de sus componentes a los parámetros de Operación y Diseño. Comprende las pruebas de performance; entre las cuales están las que se mencionan a continuación:

6.4.1 Pruebas de performance de los compresores

- Verificación de temperaturas del cojinete y devanados del motor.
- Verificación de presiones de descarga de aire en el panel del compresor.
- Verificación de temperatura de aire en el panel del compresor.
- Verificación de presiones y temperaturas en las líneas de entrada y salida de agua de enfriamiento.
- Operatividad de las válvulas de presión en las líneas *By Pass*.
- Operatividad de las válvulas de flujo en las líneas de agua.

6.4.2 Pruebas de performance en los recipientes

- Prueba de presión a la presión máxima de trabajo del sistema.
- Pruebas de las válvulas de alivio.

6.4.3 Pruebas de performance del secador de aire

- Prueba de operatividad del secador en los tres modos de funcionamiento aplicado luego de las pruebas de operatividad de los compresores:

Modo manual

Modo restart automático

Modo remoto

- Verificación de encendido y apagado en los tres modos.

6.4.4 Pruebas de la calidad del aire suministrado¹

Toma de muestras de aire en distintos puntos de las redes de aire comprimido industrial y aire seco para instrumentación, evaluando contenidos máximos:

- Clase IG 1 para instrumentos

Partículas de 0.1 a 0.5 micras / m³: 100

Partículas de 0.5 a 1.0 micras / m³: 1.0

Partículas de 1.0 a 5.0 micras / m³: 0.0

Contenido de aceite mg/m³: 0.01

- Clase IN1 para instrumentos

Partículas de 1.0 a 5.0 micras / m³: 1000

Contenido de aceite mg/m³: 5.00

¹ Obtenidos de ISO 8573

CAPÍTULO VII

COSTOS E INDICADORES DE GESTIÓN

7.1. ESTRUCTURA DE LAS PARTIDAS

7.1.1. Clasificación / Unidad

Las partidas a Suma Alzada (SA) corresponden los elementos del proyecto cuya naturaleza cuando se describe en forma global. El Contratista JJC-SC hace sus propios metrados y asume plena responsabilidad de ellos.

Las partidas a Precios Unitarios (PU) corresponden a todos los elementos del Proyecto que se describen en cantidades unitarias y el total depende del metrado final, ya que las cantidades definitivas pueden variar durante la ejecución de las obras o la ingeniería de detalles no está terminada.

7.1.2. Alcance y exclusiones

El alcance especifica el trabajo a desarrollar en la partida o sub-partida y su costo se incluye en la misma. Las exclusiones se constituyen por los trabajos fuera del alcance de la partida o sub-partida.

Para el presente estudio involucran sólo los trabajos comprendidos en el área de generación de aire comprimido comprendiendo edificio de compresores y la sala eléctrica respectiva; se excluyen los trabajos que se realizan fuera de ésta.

7.1.3. Suministros

Los suministros, materiales y equipos que aparecen indicados en cada partida serán de dos tipos, suministrados por VM-CJM o por JJC-SC.

En el caso donde se mencionan suministros por VM-CJM, el Contratista es responsable de la integridad y protección de los equipos ó materiales que se le entregan, considerando los cuidados adecuados para evitar pérdidas o deterioros.

7.1.4. Bases de medición y pagos

Son criterios adoptados para metrados de las cantidades o volúmenes de obra y la forma de aprobación a ser presentadas en los estados de pago del Contratista JJC-SC. Se considera para todas las actividades de cada partida de obra un porcentaje (%) de pago por avances parciales de las actividades ejecutadas y recepcionadas, con el respaldo de los registros de calidad (producto del llenado de los formatos y/o protocolos correspondientes) debidamente Aprobados y Autorizados por VM-CJM y/o La Supervisión Amec.

7.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS PRINCIPALES PARTIDAS

7.2.1 Movilización y desmovilización

7.2.1.1 Clasificación/Unidad

Corresponde a la categoría de suma alzada; su unidad de medición para forma de pago es global.

7.2.1.2 Alcance y exclusiones

Considera la construcción, habilitación, mantenimiento de instalaciones temporales destinadas a oficinas, talleres, vestíbulos, almacenes, centro de

atención de emergencias, primeros auxilios, baños modulares. Se incluyen como parte del alcance la suscripción a las instalaciones del comedor y alimentación para todos los contratistas participantes del proyecto ubicado dentro de las instalaciones de la planta de VM-CJM y la alimentación del personal en el mismo. No hay exclusiones.

7.2.1.3 Suministros, medición y forma de pago

El Contratista JJC-SC hace todos los suministros, con excepción del comedor y alimentación; sin embargo, se suscribe al uso y pago de tales facilidades con el concesionario para el uso de los mismos.

El pago por el servicio prestado corresponde al 50% del precio que ha cotizado en su oferta, previa verificación del cumplimiento (incluye la entrega de registros y/o protocolos) de dicho servicio, conforme al plan detallado que el Contratista presentará en su propuesta y desglosa en su análisis de PU. La partida desmovilización y cierre ambiental tendrá un pago equivalente al 40% del total, una vez realizado el retiro y recepcionado conforme a las condiciones originales del sitio, por VM-CJM y/o la Supervisión Amec. El 10 % restante estará supeditado a la aprobación del informe de cierre ambiental que deberá presentar el Contratista.

7.2.2 Instalación de equipo mecánico

7.2.2.1 Clasificación/Unidad

Corresponde a la categoría de sumaalzada; su unidad de medición para forma de pago es global por equipo.

7.2.2.2 Alcance y exclusiones

Esta partida comprende el traslado desde almacén de VM-CJM en obra al lugar de emplazamiento, instalación del equipo, entendiendo como tal

al armado del mismo colocándose en su lugar todos los componentes que completan el equipo y las conexiones de aire comprimido y a proceso. Están incluidos los compresores, recipientes de aire comprimido, polipasto y equipo secador de aire. Incluye también la aplicación de grout en las bases de equipos. Dentro de lo considerado no hay exclusiones.

7.2.2.3 Suministro, medición y forma de pago

El suministro de todos los equipos es por parte de VM-CJM; la entrega a JJC-SC es en almacén de VM-CJM en obra.

Para el pago de la valorización de cada partida, se procederá previa presentación de los registros de calidad aprobados por VM-CJM y/o la Supervisión Amec. Se paga el 80% del valor de la partida al término del montaje del equipo con todos sus componentes. Un 10% al término de las pruebas en vacío y pre comisionamiento y el 10% restante al culminar las pruebas de comisionamiento y recepción por VM-CJM y/o La Supervisión.

7.2.3 Instalación de tuberías

7.2.3.1 Clasificación/Unidad

Corresponde a la categoría de precios unitarios; su unidad de medición para forma de pago es por metro instalado para el caso de tuberías que incluye todos accesorios como parte de la tubería equivalente, con excepción de las válvulas que se contabilizan por unidad.

7.2.3.2 Alcance y exclusiones

Esta partida comprende prefabricación, montaje, inspección, pruebas y certificación de tuberías de acero carbono para aire comprimido; incluyendo el traslado desde el almacén de importaciones de VM-CJM, calificación y

preparación de uniones soldadas o bridadas, apriete de pernos, instalación de válvulas y demás accesorios de tuberías, spools, inspecciones antes del montaje, montaje, inspección de uniones, certificaciones y las pruebas. Incluye los trabajos de pintura y soportería aplicable con la respectiva aplicación de grout requerida Dentro del marco definido no hay exclusiones.

7.2.3.3 Suministro, medición y forma de pago

El suministro de todos los tubos, bridas, válvulas y accesorios es por parte de VM-CJM, entregados a JJC-SC en almacén de VM-CJM.

Para el pago de la valorización se procede; previa presentación de los registros de calidad aprobados por VM-CJM y/o La Supervisión, al pago del 80% del precio unitario por unidad (m) por prefabricación y montaje, 10% por pruebas de presión de los sistemas de tuberías; el 10% restante a la recepción; por VM-CJM y/o La Supervisión Amec, de todos los trabajos correspondientes a esta partida. La soportería se paga proporcionalmente al avance de tubería instalada; las válvulas se pagan según su emplazamiento en la línea correspondiente al 100 % contra instalación.

7.2.4 Montaje de equipos eléctricos

7.2.4.1 Clasificación/Unidad

Corresponde a la categoría de sumaalzada; su unidad de medición para forma de pago es global por equipo.

7.2.4.2 Alcance y exclusiones

Comprende el montaje e instalación de Centros de control de motores, tableros de distribución y alumbrado para el sector de la planta de generación de aire comprimido. También incluye la aplicación de grout requerido y la cobertura

contra incendios de pases de cables. Se excluyen todos los equipos y tableros de control para aire acondicionado.

7.2.4.3 Suministro, medición y forma de pago

El suministro de todos los equipos eléctricos es por parte de VM-CJM a JJC-SC en almacén de VM-CJM en obra.

Se paga el 50% por equipos instalados, incluyendo la nivelación, fijación de las canalizaciones de acometidas en los gabinetes en los que se incluye por partida, el registro de control de calidad liberado y autorizado por VM-CJM y/o La Supervisión; 40%, por el conexionado de cables con su marcación y Tag's, pruebas de energización y pruebas de señal en bornes del equipo de control, en los que se incluye por partida, el registro de control de calidad liberado y autorizado por VM-CJM y/o La Supervisión; y el 10% restante al finalizar el levantamiento de pendientes de instalación, planos As-Built de conexiones terminados y recepción de trabajos finalizados.

7.2.5 Bandejas y tuberías conduit

7.2.5.1 Clasificación/Unidad

Corresponde a la categoría de precios unitarios; su unidad de medición para forma de pago es por metro instalado.

7.2.5.2 Alcance y exclusiones

Montaje de soportes (incluye accesorios de fijación a pared, techo o estructuras), bandejas porta cables, tuberías conduit rígidas schedule 80 y tuberías PVC schedule 80, tuberías conduit flexibles con revestimiento de PVC, sellos y todos los accesorios necesarios para su instalación, incluyendo la

aplicación de grout requerido y fijación para la canalización de cables de fuerza, control e instrumentación.

Instalación de bandejas rectas, curvas con sus correspondientes accesorios y tuberías conduit en sus diferentes diámetros, sean éstos metálicos, flexibles o de PVC, así como sus respectivos accesorios de unión, conexión y/o terminación, incluyendo la elaboración de curvas (bayonetas) donde se requiera.

7.2.5.3 Suministro, medición y forma de pago

Los suministros entregados por VM-CJM en su almacén de obra son las bandejas rectas de fierro galvanizado en caliente en tramos de 3m, empaquetadas para maniobra con grúa. Reducciones, curvas verticales y horizontales, curvas T y X en sus diferentes medidas para las bandejas porta-cables; así como también las tuberías conduits metálicas.

Se paga el 100% por metro instalado, incluyendo nivelación, fijación de las canalizaciones por partida, el registro de control de calidad liberado y autorizado por VM-CJM y/o La Supervisión Amec. La soportería se paga proporcionalmente al avance de tubería instalada.

7.2.6 Cableado en MT y BT e instrumentación

7.2.6.1 Clasificación/Unidad

Corresponde a la categoría de precios unitarios; su unidad de medición para forma de pago es por metro instalado.

7.2.6.2 Alcance y exclusiones

Montaje e instalación de cables en media tensión en 4.16 kV, en BT y para instrumentación; incluye prensaestopas, pasa-cables, terminaciones y la fijación de los cables de tierra.

Rotulado con impresora para cada circuito utilizando mangas termo contraíbles, considerando el etiquetado por cada cable y por cada hilo para el caso de los multi-conductores. Incluye señalización del nivel de tensión.

En el alcance están comprendidos los ensayos de aislamiento, continuidad de conductores y prueba punto – punto.

7.2.6.3 Suministro, medición y forma de pago

VM-CJM suministra los cables en carretes sellados de fábrica.

El pago de estas partidas es el 90 % por metro instalado de cable de cada circuito; el 10 % restante al finalizar el comisionado de los circuitos.

7.2.7 Calibración e instalación de instrumentos

7.2.7.1 Clasificación/Unidad

Corresponde a la categoría de precios unitarios; su unidad de medición para forma de pago es por metro instalado.

7.2.7.2 Alcance y exclusiones

El alcance contempla la ejecución de todos aquellos trabajos que se requieren para la instalación y funcionamiento de los instrumentos, incluyendo la confección del soporte, para su montaje final, conexión, calibración, ajustes, marcación de los conductores y equipos y pruebas de todos los instrumentos de terreno; así como el conexionado neumático y eléctrico que requieran.

7.2.7.3 Suministro, medición y forma de pago

VM-CJM suministra los instrumentos con certificados de calibración en fábrica con mangueras, tubos y accesorios.

JJC-SC suministra los materiales para el conexionado: terminales, conectores, fundas de protección, sellos pasa cables, etc.; materiales para la marcación e identificación: placas de identificación y etiquetado; y además los equipos, herramientas, accesorios de acople provisorios para pruebas de calibración y ajuste. También suministra los soportes y bases.

El pago de estas partidas es de la siguiente manera:

50% por cada instrumento calibrado e instalado en su soporte, incluyendo la nivelación, fijación y canalizaciones flexibles, conexionado de cables con marcación, conexionado eléctrico y/o neumático donde aplique; incluye el registro autorizado por VM-CJM y/o La Supervisión Amec.

El siguiente 40% al culminar las pruebas de energización y comisionado del equipo de control.

El 10% restante al finalizar el levantamiento de pendientes de montaje y cableado, incluyendo planos As-Built terminados y se hayan recepcionado los trabajos correspondientes por VM-CJM y/o La Supervisión.

7.3. COSTOS UNITARIOS Y METRADO PRESUPUESTO

La tabla 7.1 proporciona los datos de los análisis de costos unitarios y metrado presupuesto base de las obras en función a lo estipulado en los párrafos del acápite 7.2; La tabla 7.1 está dividida por disciplina constructiva de los trabajos comprendidos en el presente estudio, siendo éstas las de mecánica (7.1. ME), electricidad (7.1 EL), instrumentación (7.1 IN), tuberías (*piping*) (7.1 PI) y los Tie-In's (7.1 TI).

La tabla 7.2 enmarca el presupuesto dentro del total de disciplinas constructivas del proyecto; de esta manera se puede dimensionar la construcción y equipamiento electromecánico de la sala de compresores en el total del proyecto de ampliación, teniendo en cuenta que los equipos y principales materiales permanentes son suministrados por VM-CJM.

El costo de la obra de implementación de la planta de generación de aire comprimido comprendiendo la terminación mecánica (*mechanical completion*) asciende a US \$ 233 620.72 (son doscientos treinta y tres mil seiscientos veinte Dólares USA con 72 céntimos), enmarcado dentro del contrato 402, cuyo costo total de obras encargadas por VM-CJM a JJC-SC que asciende a US\$ 12 204 717.62 (son doce millones doscientos cuatro mil setecientos diecisiete Dólares USA con sesenta y dos céntimos); las cuales no contemplan los costos por administración para pruebas de recepción y puesta en servicio; finalmente éstas fueron encargadas por VM-CJM a JJC-SC en otro contrato, con la finalidad de salvaguardar la independencia de las actividades de arranque de los diversos sistemas de la planta.

7.4. INDICADORES DE GESTIÓN

En un proyecto como el descrito en el presente trabajo se generan numerosos indicadores de gestión; algunos referidos a los procesos constructivos como por ejemplo los referidos a los rendimientos de los recursos asignados, otros por gestión de calidad, otros por gestión de Seguridad y Salud ocupacional, otros por Gestión medio ambiental, etc. Para

el presente trabajo se tomará en cuenta los indicadores de gestión de calidad tomados a partir de una auditoría de sistema de gestión de calidad en obra.

7.4.1 Requerimientos de la gestión de calidad de obra

La Norma ISO 9001: 2008 indica en el acápite 8.2.3 que debe hacerse una medición de los procesos; es por ello que se generan indicadores para tal medición de la eficacia del sistema de gestión. La misma norma indica en el acápite 8.4 que debe hacerse una recopilación y análisis de datos apropiados.

En la misma norma, el acápite 8.2.2 establece que se deben llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados para determinar si el sistema de gestión de calidad de la empresa es conforme con las actividades planificadas y si se ha implementado y se mantiene de manera eficaz.

Dentro del marco de obras que JJC-SC realiza en la refinería de Cajamarquilla, la obra de construcciones electromecánicas del sector 94 sala de compresores y sala eléctrica del sector se ha proyectado para 2.5 meses. En ese lapso se realizó una auditoría, la misma que incluyó las verificaciones de cumplimiento de requisitos del sistema de gestión en obra para esta área. Los resultados de los hallazgos de esta auditoría se encuentran en la tabla 7.3; la cual concentra tales hallazgos en una matriz.

7.4.2 Datos del sistema de gestión de calidad a partir de la auditoría

A partir de la auditoría del sistema de gestión de calidad se establecen las necesidades de mejoras que influyen en la metodología del trabajo en obra; tanto en la parte operativa como en las áreas administrativas y directrices; en este contexto se analizan los resultados de los hallazgos y se toman decisiones para la mejora continua.

TABLA 7.1 ME: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - DISCIPLINA MECÁNICA - ÁREA 94

ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIP. NO. COMMODITY	UNIDAD	CANTIDAD ESTIMADA	SUMINISTRO		MONTAJE / INSTALACIÓN			PRECIO UNITARIO (1+2) US \$	PRECIO PARCIAL US \$
					POR	US \$ (1)	HH	HH TRABAJADAS	US \$ (2)		
40	DISCIPLINA MECÁNICA - AREA 94 AIRE COMPRIMIDO										
40.1	MONTAJE DE EQUIPOS Y CALDERERIA										
40.1.1	Compresor centrifugo 5700Nm3/h-900HP	W2000.4102	c/u	1.00	VM-CJM	0.0	120.0	120.0	\$ 1,401.71	\$ 1,401.71	\$ 1,401.71
40.1.2	Compresor centrifugo 5700Nm3/h-900HP	W2001.4102	c/u	1.00	VM-CJM	0.0	120.0	120.0	\$ 1,401.71	\$ 1,401.71	\$ 1,401.71
40.1.3	Compresor centrifugo 5700Nm3/h-900HP	W2002.4102	c/u	1.00	VM-CJM	0.0	120.0	120.0	\$ 1,401.71	\$ 1,401.71	\$ 1,401.71
40.1.4	Polipasto 5ton	W2007.4444	c/u	1.00	VM-CJM	0.0	180.0	180.0	\$ 2,102.56	\$ 2,102.56	\$ 2,102.56
40.1.5	Tk aire industrial de acero 7 m3	W2005.4023	c/u	1.00	VM-CJM	0.0	160.0	160.0	\$ 1,868.94	\$ 1,868.94	\$ 1,868.94
40.1.6	Tk de aire de instrumentacion de acero 3 m3	W2006.4023	c/u	1.00	VM-CJM	0.0	100.0	100.0	\$ 1,168.09	\$ 1,168.09	\$ 1,168.09
40.1.7	Secador de Aire de Instrumentos	W2004.4135	c/u	1.00	VM-CJM	0.0	160.0	160.0	\$ 1,868.94	\$ 1,868.94	\$ 1,868.94
TOTAL											\$ 11,213.67

Tabla 7.1. EL: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - DISCIPLINA ELECTRICIDAD - ÁREA 94

ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIP. NO. COMMODITY	UNIDAD	CANTIDAD ESTIMADA	SUMINISTRO		MONTAJE / INSTALACIÓN			PRECIO UNITARIO (1+2) US \$	PRECIO PARCIAL US \$
					POR	US \$ (1)	HH	HH TRABAJADAS	US \$ (2)		
AREA 94											
60.1	Equipos Eléctricos										
60.1.1	Montaje de Centro de Control de Motores Media Tensión, incluye transporte desde almacén hasta sala eléctrica, ensamble, alineamiento, anclaje y suministro de ferretería.	W2101.6925	un	1.00	VM-CJM	\$ 147.46	410.74	410.7	\$ 3,630.12	\$ 3,777.58	\$ 3,777.58
60.1.2	Montaje de Centro de Control de Motores Baja Tensión, incluye transporte desde almacén hasta sala eléctrica, ensamble, alineamiento, anclaje y suministro de ferretería.	W2102.6925	un	1.00	VM-CJM	\$ 69.12	224.04	224.0	\$ 1,980.06	\$ 2,049.18	\$ 2,049.18
60.1.3	Montaje de Panel de Alumbrado, incluye transporte, ensamble, anclaje, suministro de soporte y ferretería.	W2121.6922	un	1.00	VM-CJM	\$ 39.16	56.01	56.0	\$ 495.02	\$ 534.20	\$ 534.20
60.1.4	Montaje de Transformador Seco de Alumbrado 30kVA, incluye transporte, fijación, suministro de soporte y ferretería.	W2111.6541	un	1.00	VM-CJM	\$ 122.71	56.01	56.0	\$ 495.02	\$ 617.72	\$ 617.72
60.1.5	Montaje de Gabinete de Control (Vendor Package), incluye transporte, ensamble, soporte y suministro de ferretería.	W2000.6920 W2001.6920 W2002.6920	un	3.00	VM-CJM	\$ 32.37	65.35	196.0	\$ 577.52	\$ 609.89	\$ 1,829.68
60.1.5	Montaje de Gabinete de Control de Secuencia (Vendor Package), incluye transporte, ensamble, soporte y suministro de ferretería.	W2124.6920	un	1.00	VM-CJM	\$ 32.37	65.35	65.3	\$ 577.52	\$ 609.89	\$ 609.89
60.1.6	Montaje de Panel de Corriente Continua, incluye transporte, ensamble, soporte y suministro de ferretería.	W2125.6922	un	1.00	VM-CJM	\$ 39.16	168.03	168.0	\$ 1,485.05	\$ 1,524.23	\$ 1,524.23
60.1.7	Montaje de Cargador de Baterías con Banco de Baterías, incluye transporte desde almacén hasta sala eléctrica, ensamble, anclaje y suministro de ferretería.	W2123.6585 W2125.6585 W2126.6525	un	1.00	VM-CJM	\$ 72.86	261.38	261.4	\$ 2,310.07	\$ 2,382.93	\$ 2,382.93
60.1.8	Instalación de Salida para máquina de soldar industrial 600V, 63A, 3 fases, con interruptor de seguridad.	W2151.6740	un	1.00	VM-CJM	\$ 20.38	13.07	13.1	\$ 115.50	\$ 135.88	\$ 135.88
60.1.9	Instalación de interruptor de seguridad en caja metálica 600V, 60A, 3 fases, sin fusibles.	W2144.6525 W2141.6525	un	2.00	VM-CJM	\$ 32.55	32.67	65.3	\$ 288.76	\$ 321.31	\$ 642.61
60.1.10	Instalación de caja de conexiones, envoltura NEMA 4, para empalmes de cables de fuerza		un	2.00	VM-CJM	\$ 84.49	28.01	56.0	\$ 247.51	\$ 331.99	\$ 663.99
60.2	Cables de Fuerza y Control										
Cables de Fuerza											
60.2.1	Instalación de cable multiconductor tipo TC, XHHW, clase 1000V, 3c#12 / (T)		m	390.00	VM-CJM	\$ 0.10	0.28	109.2	\$ 2.48	\$ 2.57	\$ 1,002.67
60.2.2	Instalación de cable multiconductor tipo TC, XHHW, clase 1000V, 3c#10 / (T)		m	230.00	VM-CJM	\$ 0.10	0.33	75.1	\$ 2.89	\$ 2.98	\$ 686.20
60.2.3	Instalación de cable multiconductor tipo TC, XHHW, clase 1000V, 3c#8 / (T)		m	16.00	VM-CJM	\$ 0.10	0.37	6.0	\$ 3.30	\$ 3.40	\$ 54.34
60.2.4	Instalación de cable multiconductor tipo TC, XHHW, clase 1000V, 3c#8 / (T)		m	20.00	VM-CJM	\$ 0.10	0.42	8.4	\$ 3.71	\$ 3.81	\$ 76.17
60.2.5	Instalación de cable multiconductor tipo TC, XHHW, clase 1000V, 3c#2 / (T)		m	120.00	VM-CJM	\$ 0.10	0.51	61.6	\$ 4.54	\$ 4.63	\$ 556.02
60.2.6	Instalación de cable multiconductor tipo TC, XHHW, clase 1000V, 3c#10 / (T)		m	60.00	VM-CJM	\$ 0.10	0.56	33.6	\$ 4.95	\$ 5.05	\$ 302.76
60.2.7	Instalación de cable multiconductor tipo TC, XHHW, clase 1000V, 3c#20 / (T)		m	300.00	VM-CJM	\$ 0.10	0.61	182.0	\$ 5.36	\$ 5.46	\$ 1,637.56
60.2.8	Instalación de cable multiconductor tipo TC, XLPE, clase 5000V, 3c#20 / (T)		m	145.00	VM-CJM	\$ 0.19	1.96	284.3	\$ 17.33	\$ 17.52	\$ 2,540.01
Cables de Control											
60.2.9	Instalación de cable multiconductor tipo TC, XHHW, clase 600V, 5C#14.		m	145.00	VM-CJM	\$ 0.09	0.28	40.6	\$ 2.48	\$ 2.56	\$ 371.40
60.2.10	Instalación de cable multiconductor tipo TC, XHHW, clase 600V, 7C#14.		m	98.00	VM-CJM	\$ 0.09	0.33	31.4	\$ 2.89	\$ 2.97	\$ 285.49
60.2.11	Instalación de cable apantallado, clase 300V, 10TR#20		m	145.00	VM-CJM	\$ 0.09	0.89	128.6	\$ 7.84	\$ 7.92	\$ 1,148.98
Conexión Cable de Fuerza (Tubería conduct rígida y flexible por VM-CJM)											
60.2.12	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de fuerza, clase 1000V, XHHW, 3c#12 / (T), lado de la Carga.		un	5.00	Contratista	\$ 0.65	1.77	8.9	\$ 15.68	\$ 16.33	\$ 81.64
60.2.13	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de fuerza, clase 1000V, XHHW, 3c#12 / (T), lado del Centro de Control de Motores.		un	5.00	Contratista	\$ 0.65	1.96	9.8	\$ 17.33	\$ 17.98	\$ 89.89
60.2.14	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de fuerza, clase 1000V, XHHW, 3c#10 / (T), lado de la Carga.		un	9.00	Contratista	\$ 0.69	1.87	16.8	\$ 16.50	\$ 17.19	\$ 154.72
60.2.15	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de fuerza, clase 1000V, XHHW, 3c#10 / (T), lado del Centro de Control de Motores.		un	9.00	Contratista	\$ 0.69	1.96	17.6	\$ 17.33	\$ 18.02	\$ 162.14
60.2.16	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de fuerza, clase 1000V, XHHW, 3c#8 / (T), lado de la Carga.		un	1.00	Contratista	\$ 2.68	1.96	2.0	\$ 17.33	\$ 20.01	\$ 20.01
60.2.17	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de fuerza, clase 1000V, XHHW, 3c#8 / (T), lado del Centro de Control de Motores.		un	1.00	Contratista	\$ 2.68	2.05	2.1	\$ 18.15	\$ 20.83	\$ 20.83
60.2.18	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de fuerza, clase 1000V, XHHW, 3c#8 / (T), lado de la Carga.		un	1.00	Contratista	\$ 3.07	2.05	2.1	\$ 18.15	\$ 21.22	\$ 21.22

Tabla 7.1. EL: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - DISCIPLINA ELECTRICIDAD - ÁREA 94

ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIP. NO. COMMODITY	UNIDAD	CANTIDAD ESTIMADA	SUMINISTRO		MONTAJE / INSTALACIÓN			PRECIO UNITARIO (1+2) US \$	PRECIO PARCIAL US \$
					POR	US \$ (1)	HH	HH TRABAJADAS	US \$ (2)		
60.2.19	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de fuerza, clase 1000V, XHHW, 3c#6 / (T), lado del Centro de Control de Motores.		un	1.00	Contratista	\$ 3.07	2.15	2.1	\$ 18.98	\$ 22.04	\$ 22.04
60.2.20	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de fuerza, clase 1000V, XHHW, 3c#2 / (T), lado de la Carga.		un	3.00	Contratista	\$ 5.18	2.24	6.7	\$ 19.80	\$ 24.98	\$ 74.93
60.2.21	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de fuerza, clase 1000V, XHHW, 3c#2 / (T), lado del Centro de Control de Motores.		un	3.00	Contratista	\$ 5.18	2.33	7.0	\$ 20.63	\$ 25.80	\$ 77.41
60.2.22	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de fuerza, clase 1000V, XHHW, 3c#1/0 / (T), lado de la Carga.		un	1.00	Contratista	\$ 12.16	2.43	2.4	\$ 21.45	\$ 33.61	\$ 33.61
60.2.23	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de fuerza, clase 1000V, XHHW, 3c#1/0 / (T), lado del Centro de Control de Motores.		un	1.00	Contratista	\$ 12.16	2.52	2.5	\$ 22.28	\$ 34.43	\$ 34.43
60.2.24	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de fuerza, clase 1000V, XHHW, 3c#2/0 / (T), lado de la Carga.		un	4.00	Contratista	\$ 7.40	2.52	10.1	\$ 22.28	\$ 29.68	\$ 118.71
60.2.25	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de fuerza, clase 1000V, XHHW, 3c#2/0 / (T), lado del Centro de Control de Motores.		un	4.00	Contratista	\$ 7.40	2.61	10.5	\$ 23.10	\$ 30.50	\$ 122.01
60.2.26	Suministro e instalación de terminaciones 5kV para cable multiconductor de fuerza, clase 5000V, XLPE, 3c#2/0 / (T), lado de la Carga.		un	3.00	Contratista	\$ 153.43	7.93	23.8	\$ 70.13	\$ 223.58	\$ 670.88
60.2.27	Suministro e instalación de terminaciones 5kV para cable multiconductor de fuerza, clase 5000V, XLPE, 3c#2/0 / (T), lado del Centro de Control de Motores.		un	3.00	Contratista	\$ 153.43	8.87	26.6	\$ 78.38	\$ 231.81	\$ 695.43
	Conexión Cable de Control (Tubería conduct rígida y flexible por VM-CJM)										
60.2.28	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de control, clase 600V, XHHW, 5c#14, lado de Estación de Control en campo.		un	3.00	Contratista	\$ 0.43	0.47	1.4	\$ 4.13	\$ 4.56	\$ 13.67
60.2.29	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de control, clase 600V, XHHW, 5c#14, lado de Centro de Control de Motores.		un	3.00	Contratista	\$ 0.43	1.03	3.1	\$ 9.08	\$ 9.51	\$ 28.52
60.2.30	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de control, clase 600V, XHHW, 7c#14, lado de Gabinete de Control (PLC).		un	3.00	Contratista	\$ 0.80	0.56	1.7	\$ 4.95	\$ 5.55	\$ 16.66
60.2.31	Suministro e instalación de terminaciones para cable multiconductor de control, clase 600V, XHHW, 7c#14, lado de Centro de Control de Motores.		un	3.00	Contratista	\$ 0.60	1.12	3.4	\$ 9.90	\$ 10.50	\$ 31.51
60.2.32	Suministro e instalación de terminaciones para cable apantallado, clase 300V, 10TR#20		un	3.00	Contratista	\$ 0.43	3.17	9.5	\$ 28.05	\$ 28.48	\$ 85.45
60.2.33	Suministro e instalación de terminaciones para cable apantallado, clase 300V, 10TR#20		un	3.00	Contratista	\$ 0.43	3.17	9.5	\$ 28.05	\$ 28.48	\$ 85.45
60.3	Escalerillas de Acero Galvanizado										
60.3.1	Instalación de Escalerilla acero galvanizado 600x100		m	110.00	VM-CJM	\$ 32.39	5.80	616.1	\$ 49.50	\$ 81.89	\$ 9,008.38
60.3.2	Instalación de Escalerilla acero galvanizado 300x100		m	25.00	VM-CJM	\$ 25.37	3.03	75.8	\$ 26.81	\$ 52.18	\$ 1,304.48
60.3.3	Instalación de Escalerilla acero galvanizado 150x100		m	40.00	VM-CJM	\$ 17.38	4.67	186.7	\$ 41.25	\$ 58.63	\$ 2,345.26
60.3.4	Instalación de Separador de 100 en Acero Galvanizado		m	57.00	VM-CJM	\$ 1.57	2.43	138.3	\$ 21.45	\$ 23.02	\$ 1,312.30
60.3.5	Instalación de Curva horizontal de acero galvanizado 90° 600x100		un	12.00	VM-CJM	\$ 9.72	2.99	35.8	\$ 26.40	\$ 36.12	\$ 433.46
60.3.6	Instalación de Curva horizontal de acero galvanizado 90° 300x100		un	2.00	VM-CJM	\$ 7.61	2.24	4.5	\$ 19.80	\$ 27.41	\$ 54.82
60.3.7	Instalación de Curva vertical interior de acero galvanizado 90° 600x100mm		un	2.00	VM-CJM	\$ 9.72	2.99	6.0	\$ 26.40	\$ 36.12	\$ 72.24
60.3.8	Instalación de Curva vertical exterior de acero galvanizado 90° 600x100mm		un	2.00	VM-CJM	\$ 9.72	2.99	6.0	\$ 26.40	\$ 36.12	\$ 72.24
60.3.9	Instalación de Curva vertical interior de acero galvanizado 90° 300x100mm		un	1.00	VM-CJM	\$ 7.61	2.24	2.2	\$ 19.80	\$ 27.41	\$ 27.41
60.3.10	Instalación de Curva vertical exterior de acero galvanizado 90° 300x100mm		un	1.00	VM-CJM	\$ 7.61	2.24	2.2	\$ 19.80	\$ 27.41	\$ 27.41
60.3.11	Instalación de Reducción escalerilla 600x100 a 300x100mm		un	1.00	VM-CJM	\$ 9.72	3.27	3.3	\$ 28.88	\$ 38.60	\$ 38.60
60.3.12	Instalación de Derivación tipo Tee escalerilla 600x100mm		un	6.00	VM-CJM	\$ 9.72	3.27	19.6	\$ 28.88	\$ 38.60	\$ 231.58
60.3.13	Instalación de Tapa para escalerilla recta 600mm Acero Galvanizado		un	57.00	VM-CJM	\$ 1.41	1.96	111.7	\$ 17.33	\$ 18.73	\$ 1,067.88
60.3.14	Instalación de Unión para escalerilla 100mm Acero Galvanizado		un	16.00	VM-CJM	\$ 1.57	2.43	38.8	\$ 21.45	\$ 23.02	\$ 368.37
60.4	Estaciones de Control Areas no Clasificadas										
60.4.1	Instalación de Estación de Control de campo. Arranque, parada y parada de emergencia.		un	3.00	VM-CJM	\$ 32.37	16.80	50.4	\$ 148.50	\$ 180.88	\$ 542.83
60.5	Luminarias y Tomacorrientes en Areas no Clasificadas										
60.5.1	Instalación de luminaria tipo Montaje en Muro, lámpara de Haluro Metálico, tipo industrial 150W 220 VAC, c/balasto completo		un	3.00	VM-CJM	\$ 28.20	10.27	30.8	\$ 90.75	\$ 118.96	\$ 356.87
60.5.2	Instalación de luminaria tipo Montaje en Cielo, lámpara de Haluro Metálico, tipo industrial 150W 220 VAC, c/balasto completo		un	6.00	VM-CJM	\$ 33.05	11.20	67.2	\$ 99.00	\$ 132.06	\$ 792.34

Tabla 7.1. EL: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - DISCIPLINA ELECTRICIDAD - ÁREA 94

ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIP. NO. COMMODITY	UNIDAD	CANTIDAD ESTIMADA	SUMINISTRO		MONTAJE / INSTALACIÓN			PRECIO UNITARIO (1+2) US \$	PRECIO PARCIAL US \$
					POR	US \$ (1)	HH	HH TRABAJADAS	US \$ (2)		
60.5.3	Instalación de luminaria tipo fluorescente, tipo industrial hermético, 2x40 vatios, 220 VAC, c/balasto completo. Montaje en cielo o colgante		un	15.00	VM-CJM	\$ 70.58	6.07	91.0	\$ 53.63	\$ 124.20	\$ 1,863.04
60.5.4	Instalación de luminaria de emergencia, montaje en Muro con baterías __ VDC, __ vatios, dos cabezales.		un	4.00	VM-CJM	\$ 53.43	5.13	20.5	\$ 45.38	\$ 98.80	\$ 395.21
60.5.5	Instalación de luminaria de salida de emergencia "EXIT", montaje en Muro con baterías VDC, __ vatios		un	4.00	VM-CJM	\$ 63.74	5.13	20.5	\$ 45.38	\$ 109.12	\$ 438.47
60.5.6	Instalación de tomacorriente doble, tipo industrial, 220 VAC, 2P+T, montaje en baranda.		un	4.00	VM-CJM	\$ 9.78	13.07	52.3	\$ 115.50	\$ 125.28	\$ 501.13
60.5.7	Instalación de tomacorriente doble, tipo industrial, 220 VAC, 2P+T, montaje en Muro.		un	2.00	VM-CJM	\$ 20.38	11.20	22.4	\$ 89.00	\$ 119.38	\$ 238.77
60.6	Tubería Conduit y Accesorios										
60.6.1	Instalación de tubería conduit acero galvanizado 3/4" de diám., con copla, para circuitos de alumbrado con conductor THHN.		m	168.00	VM-CJM	\$ 9.85	2.24	376.4	\$ 19.80	\$ 29.66	\$ 4,982.13
60.6.2	Suministro e Instalación de accesorio conduit de acero galvanizado, tipo C, de 3/4" de diám, para circuitos de alumbrado		un	4.00	Contratista	\$ 11.50	0.84	3.4	\$ 7.43	\$ 18.93	\$ 75.72
60.6.3	Suministro e Instalación de accesorio conduit de acero galvanizado, tipo L, de 3/4" de diám, para circuitos de alumbrado		un	24.00	Contratista	\$ 11.50	0.84	20.2	\$ 7.43	\$ 18.93	\$ 454.30
60.6.4	Suministro e Instalación de accesorio conduit de acero galvanizado, tipo T, de 3/4" de diám, para circuitos de alumbrado		un	6.00	Contratista	\$ 12.53	1.03	6.2	\$ 9.08	\$ 21.60	\$ 129.63
60.6.5	Interruptor para control de alumbrado en caja FS		un	3.00	VM-CJM	\$ 9.78	11.20	33.6	\$ 89.00	\$ 108.78	\$ 326.34
60.7	Malla de Puesta a Tierra										
60.7.1	Suministro e instalación de cable de cobre desnudo 4/0 AWG en escalerillas,		m	135.00	Contratista	\$ 7.08	1.49	201.6	\$ 13.20	\$ 20.28	\$ 2,738.45
60.7.2	Suministro e instalación de barra de cobre perforada para puesta a tierra en muro o estructura metálica		un	4.00	Contratista	\$ 6.63	2.81	10.5	\$ 23.10	\$ 29.73	\$ 118.94
60.7.3	Suministro e instalación de cable de cobre desnudo 2/0 AWG para conexión a tierra de equipos eléctricos		un	12.00	Contratista	\$ 71.46	1.87	22.4	\$ 16.50	\$ 87.96	\$ 1,055.50
60.7.4	Suministro e instalación de cable de cobre desnudo 2/0 AWG para conexión a tierra de estructuras metálicas		un	4.00	Contratista	\$ 8.61	1.87	7.5	\$ 16.50	\$ 25.11	\$ 100.44
TOTAL										\$ 57,562.76	

Tabla 7.1 IN: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - DISCIPLINA INSTRUMENTACIÓN - ÁREA 94

ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIP. NO. COMMODITY	UNIDAD	CANTIDAD ESTIMADA	SUMINISTRO		MONTAJE / INSTALACIÓN			PRECIO UNITARIO (1+2) US \$	PRECIO PARCIAL US \$
					POR	US \$ (1)	HH	HH TRABAJADAS	US \$ (2)		
70	INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL										
	Área 94										
70.2	Instrumentos de Campo (Montaje, conexionado, marcado)										
70.2.1	Transmisor indicador de presión		c/u	2.00	VM-CJM	\$ 87.63	25.7	51.4	\$ 279.31	\$ 366.94	\$ 733.87
70.2.2	Indicadores de Presión (Manómetros)		c/u	2.00	VM-CJM	\$ 39.09	18.0	36.0	\$ 195.70	\$ 234.79	\$ 469.58
70.3	Instrumentos de Equipos Vendor (Montaje, conexionado, marcado)										
70.3.1	Indicadores de Presión (Manómetros)		c/u	6.00	VM-CJM	\$ 39.09	18.0	108.0	\$ 195.70	\$ 234.79	\$ 1,408.73
70.3.2	Indicadores de Temperatura		c/u	6.00	VM-CJM	\$ 39.09	25.7	154.4	\$ 279.85	\$ 318.94	\$ 1,913.63
70.3.3	Interruptor de presión Diferencial		c/u	3.00	VM-CJM	\$ 39.09	18.0	54.0	\$ 195.70	\$ 234.79	\$ 704.36
70.3.4	Válvulas de alivio		c/u	2.00	VM-CJM	\$ 39.09	24.0	48.0	\$ 66.97	\$ 126.06	\$ 252.12
70.3.5	Indicadores de nivel		c/u	1.00	VM-CJM	\$ 28.02	9.9	9.9	\$ 18.02	\$ 46.04	\$ 46.04
70.3.6	Válvulas de Control de flujo y trampas de condensado		c/u	2.00	VM-CJM	\$ 61.10	26.2	52.4	\$ 95.44	\$ 156.54	\$ 313.08
70.4	Instrumentos internos Equipos Vendor (Conexionado y Marcado)										
70.4.1	Transmisor de presión		c/u	15.00	VM-CJM	\$ 87.63	25.7	385.4	\$ 279.31	\$ 366.94	\$ 5,504.03
70.4.2	Transmisor Temperatura		c/u	24.00	VM-CJM	\$ 87.63	25.7	617.8	\$ 279.85	\$ 367.48	\$ 8,819.50
70.4.3	Transmisor de Vibración		c/u	9.00	VM-CJM	\$ 87.63	25.7	231.2	\$ 279.31	\$ 366.94	\$ 3,302.42
70.4.4	Interruptor de Presión		c/u	3.00	VM-CJM	\$ 39.09	18.0	54.0	\$ 195.70	\$ 234.79	\$ 704.36
70.5	Cajas de conexionado (Montaje, conexionado, marcado)										
70.5.1	Caja de conexiones en terreno		c/u	2.00	VM-CJM	\$ 39.18	25.0	50.0	\$ 271.80	\$ 310.98	\$ 621.96
70.6	Cajas de control válvulas (Suministro, montaje, conexionado, marcado)										
70.6.1	Caja Control local de Válvulas On-Off		c/u	1.00	Contratista	\$ 39.09	23.9	23.9	\$ 259.41	\$ 298.50	\$ 298.50
70.7	Tendido, conexionado y marcado en cajas de conexionado										
70.7.1	1x1 Par 16 AWG CABLE DE INSTRUMENTACIÓN, IND + OVERALL SHIELD		m	50.00	VM-CJM	\$ -	0.2	10.0	\$ 2.17	\$ 2.17	\$ 108.72
70.7.2	1x8 Pares 16 AWG CABLE DE INSTRUMENTACIÓN, IND + OVERALL SHIELD		m	50.00	VM-CJM	\$ -	1.2	60.0	\$ 13.05	\$ 13.05	\$ 652.33
70.7.3	1x3 Cond 12 AWG CABLE DE CONTROL		m	50.00	VM-CJM	\$ -	0.2	10.0	\$ 2.17	\$ 2.17	\$ 108.72
70.7.4	1x3 Cond 14 AWG CABLE DE CONTROL		m	50.00	VM-CJM	\$ -	0.2	10.0	\$ 2.17	\$ 2.17	\$ 108.72
70.7.5	1x5 Cond 14 AWG CABLE DE CONTROL		m	50.00	VM-CJM	\$ -	0.3	12.5	\$ 2.72	\$ 2.72	\$ 135.90
70.7.6	1x19 Cond 14 AWG CABLE DE CONTROL		m	50.00	VM-CJM	\$ -	1.3	65.0	\$ 14.13	\$ 14.13	\$ 706.69
70.8	Sistema de Control (Montaje, conexionado, marcado)										
70.8.1	Gabinete PLC autosoportado	W2301.7910	c/u	1.00	VM-CJM	\$ 39.18	100.0	100.0	\$ 1,087.21	\$ 1,126.39	\$ 1,126.39
70.8.2	Gabinete Secuenciador de Compresoras		c/u	1.00	VM-CJM	\$ 39.18	100.0	100.0	\$ 1,087.21	\$ 1,126.39	\$ 1,126.39
70.8.3	Tablero de control de compresoras		c/u	3.00	VM-CJM	\$ 39.18	100.0	300.0	\$ 1,087.21	\$ 1,126.39	\$ 3,379.18
70.9	Sistema de Suministro en 120 VAC (Montaje, conexionado, marcado)										
70.9.1	Sistema de UPS 480/120 VAC, 10 kVA	W2113.7018	c/u	1.00	VM-CJM	\$ 39.18	50.0	50.0	\$ 543.61	\$ 582.79	\$ 582.79
70.9.2	Tablero de Alimentación a Instrumentos	W2122.6923	c/u	1.00	VM-CJM	\$ -	25.0	25.0	\$ 271.80	\$ 271.80	\$ 271.80
70.10	Cable de Comunicación Devicenet/Ethernet (Montaje, conexionado, marcado)										
70.10.1	1x5 Conductores + Sh Calibre 18 AWG		m	30.00	VM-CJM	\$ -	0.3	9.6	\$ 3.48	\$ 3.48	\$ 104.37
70.10.2	1x4 par cable industrial Ethernet, Sh Calibre 24 AWG.		m	80.00	VM-CJM	\$ -	0.3	24.0	\$ 3.26	\$ 3.26	\$ 260.93
70.13	Válvulas de Control y On-Off (conexionado y marcado, incluye suministro de tubing, fittings)										
70.13.1	Válvula On-Off electroneumática - 100 mm		c/u	3.00	VM-CJM	\$ 39.09	23.9	71.6	\$ 259.41	\$ 298.50	\$ 895.50
70.13.2	Válvula On-Off electroneumática - 200 mm		c/u	1.00	VM-CJM	\$ 39.09	23.9	23.9	\$ 259.41	\$ 298.50	\$ 298.50
70.13.3	Válvula de Control Modulante - 75 mm		c/u	3.00	VM-CJM	\$ 39.09	26.0	78.1	\$ 283.11	\$ 322.20	\$ 966.60
70.14	Suministro, Tendido y Soportacion de Conduit rígido										
70.14.1	3/4" de Diametro		m	70.00	VM-CJM	\$ 9.85	1.7	119.0	\$ 18.48	\$ 28.34	\$ 1,983.58
70.14.2	1 1/2" de Diametro		m	20.00	VM-CJM	\$ 21.17	2.1	42.0	\$ 22.83	\$ 44.00	\$ 879.96
TOTAL											

\$ 38,789.27

Tabla 7.1 TI: NÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - TIE - IN's - ÁREA 94

ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIP. NO. COMMODITY	SIZE	UNIDAD	CANTIDAD ESTIMADA	QUANTITY INGENIERIA	SUMINISTRO		MONTAJE / INSTALACIÓN			PRECIO UNITARIO (1+2) US \$	PRECIO PARCIAL US \$
							POR	US \$ (1)	HH	HH TRABAJADAS	US \$ (2)		
1.0	ÁREA 94- AIRE COMPRIMIDO												
1.1	94-200-WCR-001-4001A		94-01	c/u	1.00		contratista	0.0	90.0	90.0	\$ 942.45	\$ 942.45	\$ 942.45
1.2	94-200-WCS-001-4006A		94-02	c/u	1.00		contratista	0.0	90.0	90.0	\$ 942.45	\$ 942.45	\$ 942.45
1.3	94-250-AC-044-4032A		94-03	c/u	1.00		contratista	0.0	90.0	90.0	\$ 942.45	\$ 942.45	\$ 942.45
1.4	94-200-AC-044-4036A		94-04	c/u	1.00		contratista	0.0	90.0	90.0	\$ 942.45	\$ 942.45	\$ 942.45
1.5	94-200-WCS-001-4005A		94-05	c/u	1.00		contratista	0.0	90.0	90.0	\$ 942.45	\$ 942.45	\$ 942.45
1.6	94-40-AI-040-4051A		94-06	c/u	1.00		contratista	0.0	70.0	70.0	\$ 733.02	\$ 733.02	\$ 733.02
1.7	94-40-AI-040-4047A		94-07	c/u	1.00		contratista	0.0	70.0	70.0	\$ 733.02	\$ 733.02	\$ 733.02
1.8	94-40-AI-040-4048A		94-08	c/u	1.00		contratista	0.0	70.0	70.0	\$ 733.02	\$ 733.02	\$ 733.02

\$ 6,911.33

Tabla 7.2: PRESUPUESTO - CUADRO RESUMEN

AMPLIACIÓN		ÁREA 94 - AIRE COMPRIMIDO			TOTAL OBRAS JJC-SC EN TODAS LAS ÁREAS		
Conjunto	Disciplina constructiva	Presupuesto base US\$	Gastos generales y utilidades US\$	Parcial por disciplina US\$	Presupuesto base US\$	Gastos generales y utilidades US\$	Parcial por disciplina US\$
10	Disciplina Civil	14,722.58	3,580.53	18,303.11	1,778,322.84	432,488.11	2,210,810.95
20	Disciplina estructuras	23,442.46	5,497.26	28,939.72	1,216,682.19	295,897.11	1,512,579.30
40	Disciplina mecánica	11,213.67	2,555.60	13,769.27	999,401.92	243,054.55	1,242,456.47
50	Disciplina tuberías (Piping)	44,706.07	9,830.86	54,536.93	3,841,246.92	934,191.25	4,775,438.17
60	Disciplina electricidad	57,562.76	11,898.22	69,460.98	1,226,450.61	298,272.79	1,524,723.40
70	Disciplina Instrumentación	38,789.27	9,821.44	48,610.71	755,075.07	183,634.26	938,709.33
TI	Tie In's	6,911.33	1,749.95	8,661.28	106,142.93	25,813.96	131,956.89
TOTAL US \$		197,348.14	44,933.86	233,620.72	9,817,179.55	2,413,352.03	12,204,717.62

TABLA 7.3 HALLAZGOS AUDITORÍA DE SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

ITEM	CLÁUSULA	TÍTULO	DESCRIPCIÓN	TIPO	TIPIFICACIÓN	RESPONSABILIDAD	ESTADO	CAUSAS	ACCIÓN INMEDIATA	FECHA PROPUESTA	PLAN DE ACCIONES CORRECTIVAS	FECHA CIERRE	ESTADO FINAL	COMENTARIO
1	4.1	Requisitos generales	Capacitación de la Norma Internacional - Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos ISO-9001:2008, conocimiento de la Política y Plan de Calidad de JJC del proyecto.	NC	Falta de conocimiento	Calidad; Jefatura de obra	CERRADO	Falta de inducción en temas relativos a Calidad al personal que ingresa a obra; falta de carácter obligatorio a las asistencias a las capacitaciones. Inducciones de calidad; carga laboral en terreno impide participación del personal staff de otras áreas en actividades de calidad.	Capacitaciones en temas Acciones correctivas y preventivas.	13/02/2009	Curso en obra ISO 9001: 2008; evaluación. Toma de conciencia. Evaluación del curso. Inducción al curso a la Gerencia de Obra.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
5	4.2.1	Req. Documentación - generalidades	No uso de formatos codificados conforme al Procedimiento Administración de equipos JJC-EQ-01 Rev 5; (matriz): Formato de relación de Equipos, asegurar FO-JJC-EQ-01-02 Rev 2 Formato Check list de equipos FO-JJC-EQ-01-07 de fecha 16 feb 2009 Formato de evaluación de Neumáticos FO-JJC-EQ-01-07	NC	No se utilizan formatos del procedimiento	Jefe de equipos	CERRADO CERRADO CERRADO CERRADO	Los formatos si son utilizados y corresponden a los anexos del procedimiento JJC-EQ-01; sin embargo, éstos no cuentan con la codificación. Los formatos que salen de la herramienta SAP y los impresos enviados desde la Of. En Lima no consignan la codificación.	Solicitar autorización a Of. Principal de JJC SC la implementación de sellos para la codificación de documentos según anexos dados en el procedimiento.	13/02/2009 13/02/2009 13/02/2009 13/02/2009	Revisión de los formatos aplicables al procedimiento JJC-EQ-01 e implementación de sellos según codificación dada en el procedimiento.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
6	4.2.4	Control de registros	Registros (008606/008574/008575, fecha 22-04-2008) PARTE DIARIO DE EQUIPO Incompletos, sin firma de capataz, solo firmado por Operador y jefe de área. EVALUACIÓN DE NEUMÁTICOS sin fecha, revisión y aprobación. Se requiere control de registros eficiente en el área auditada.	NC	Falta de firmas en formatos	Jefe de equipos	CERRADO	Faltan instrucciones y disposiciones de estandarización e inducción a sub alternos en llenado de registros. Faltan disposiciones para control y filtro para llenado de documentos y/o registros en la recepción. Falta de inducciones de la conceptualización de evidencias para llenado de registros, su completación y firmas. La inducción debe incluir entre otros a Capataces, operadores, maestros de obra y jefes de frente y área. Ambiente de trabajo ocasiona prisa en llenado y firma de formatos.	Se utilizará el formato FO-JJC-EQ-01-09 para evaluación y acción referida neumáticos. Se dan instrucciones al jefe de equipos respecto a la firma del parte diario y cierre de espacios vacíos.	13/02/2009	Instrucción del llenado de firmas y espacios en blanco. Inducción acerca de la conceptualización de registros y las evidencias que consignan. Instrucción a los responsables del manejo de registros a la verificación del llenado de los mismos; incluyendo a los capataces involucrados.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
7	4.2	Req. Documentación - generalidades	Conforme a evaluación de neumáticos, al momento que dicha evaluación indique el retiro de los mismos no hay formato para dejar registro documentado, se recomienda realizar dicha trazabilidad.	AP	falta de registro	Jefe de equipos	CERRADO	Dudas en aplicación del procedimiento de evaluación de equipos.	No aplica	No Aplica	Se utilizará el formato FO-JJC-EQ-01-09 para evaluación y acción referida a los neumáticos.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
8	4.2	Req. Documentación - generalidades	El personal entrevistado requiere más conocimiento del procedimiento de No Conformidades.	AP	Falta de conocimiento	Calidad	CERRADO	Falta de inducción en temas relativos a Calidad al personal que ingresa a obra; falta de carácter obligatorio a las asistencias a las capacitaciones. Inducciones de calidad; carga laboral en terreno impide participación del personal staff de otras áreas en actividades de calidad.	No aplica	No Aplica	Inclusión de la capacitación de No Conformidades en la capacitación de Análisis de Causa y Norma ISO 9001: 2008.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
9	4.2.3	Control de documentos	Se detecta que la matriz de distribución no está a nivel de capataces como se distribuye en la Obra, el registro mostrado fue electrónico del mes de abril con el formato No. JJC-CSSM-02 rev 06 y la distribución refleja solo gerencias y jefaturas, por lo que se considera que no está actualizado dicho documento incumpliendo con el punto 4.15 "Matriz de documentos" del procedimiento JJC-CSSM-01 Rev 5, así mismo bajo este concepto no se tiene forma de demostrar el control de documentos distribuidos.	NC	Distribución incompleta de documentación	Of. Técnica	CERRADO	No Aplica	No aplica como NCR: errores en la consignación de evidencias; el documento JJC-CSSM-02 no es un formato sino un procedimiento (Control de Registros) y su revisión actualizada no es la 6 sino la 5. Por otro lado; la matriz de documentos consignada en el acápite 4.15 del procedimiento de control de documentos (JJC-CSSM-01) consigna documentos de gestión y otros de obra que no son aplicables de ser alcanzados a los capataces. Los planos que se alcanzan a los capataces se consignan en la FDD donde si aparece la evidencia de tal distribución.	19/02/2008	NO APLICA	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK	
11	4.2.4	Control de registros	El control de registros de la mayoría de las áreas los almacena control de documentos, se hace la observación de que dichos documentos se han resguardados por cada departamento durante el desarrollo del proyecto y posteriormente conforme a su disposición transmitirá a control de documentos. Además de establecer internamente una forma estándar de identificación de carpetas (tomos y carátulas), actualmente la identificación es	AP	Registros almacenados en control de documentos	Of. Técnica	CERRADO	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Coordinación entre área de Of. Técnica, Calidad y otras a fin de que cada una administre los registros que le corresponden. El hallazgo no menciona cuáles son los registros observados ni consigna a qué otras áreas corresponden.		CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
12	4.2.3	Control de documentos	Se realiza la observación al personal auditado que el acceso a la oficina de control de documentos debe ser restringido por la información que se controla, lo anterior se debe a que durante la auditoría personal de JJC de otras áreas entraron y salieron de la oficina de control de documentos en varias ocasiones.	AP	Ingreso no restringido a Of. Técnica	Of. Técnica	CERRADO	Requerimientos del personal de solicitar Informaciones en Of. Document Control; aglomeraciones momentáneas de personal en Of. De Control de Documentos.	No Aplica	No Aplica	Se ha observado qué personal es el que ingresa libremente a la oficina de control de documentos y el trámite que realizan; se implementan señalizaciones en la puerta de "acceso restringido".		CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
14	4.2.4	Control de registros	Se mostró evidencia del registro porcentaje de asignaciones completas (PAC) formato FO-JJC-CG-04-06 del mes de Abril, sin la firma del ingeniero de planeamiento, incumpliendo con el punto 5.1.6 del procedimiento Planificación de Proyectos JJC-CG-04 Rev 0.	NC	Falta de firmas en formatos	Of. Técnica	CERRADO	Faltan instrucciones y disposiciones de estandarización e inducción a sub alternos en llenado de registros. Faltan disposiciones para control y filtro para llenado de documentos y/o registros en la recepción. Falta de inducciones de la conceptualización de evidencias para llenado de registros, su completación y firmas. La inducción debe incluir entre otros a Capataces, operadores, maestros de obra y jefes de frente y área. Ambiente de trabajo ocasiona prisa en llenado y firma de formatos.	Instrucción al personal responsable y revisión de firmas; Instrucción al Document Control para verificar firmas completas	19/02/2009	Instrucción del llenado de firmas y espacios en blanco. Inducción acerca de la conceptualización de registros y las evidencias que consignan. Instrucción a los responsables del manejo de registros a la verificación del llenado de los mismos. Se implementará un programa de revisiones permanentes; para el presente caso se adiciona como acción la instrucción del despacho inmediato de tales registros.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
15	8.2.4	Seguimiento y medición del producto	Se tiene documentado un retraso en el proyecto del 5% con respecto al cronograma máster; sin embargo, no se evidenciaron alternativas de recuperación, se hace la observación para tener dicho cronograma en recuperación para el proyecto, lo anterior para dar seguimiento y medición del producto.	NC	Falta de plan de acción	Of. Técnica / Jefe de Obra	CERRADO	No Aplica	No aplica como NCR debido a ser un tema contractual en discusión. La gerencia de obra de JJC enviará correspondencia a CPP al respecto.	No Aplica	NO APLICA		CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
16	4.2.1	Requisitos de la documentación	Para las áreas de control de costos y administración de contratos no se mostró evidencia de contar con un procedimiento documentado; sin embargo, operan en base al manual de ocupaciones corporativo.	AP	Falta de procedimiento	Of. Técnica	CERRADO	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Se revisó el manual de ocupaciones y luego de evaluar se determinó que no era necesario contar con un procedimiento propio.		CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
17	4.2.3	Control de documentos	Se mostró evidencia del procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS) para las actividades de topografía P-0109-PETS-01 Rev 0, el cual es obsoleto en su revisión, la revisión correcta es Rev 2.	NC	Uso de documento obsoleto	Topografía	CERRADO	No se asignan responsabilidades para controlar documentos en terreno (frentes de obra), falta de dirección y control. El personal del área conserva demasiados documentos en desorden; algunos obsoletos; Falta de orden y limpieza en oficinas de terreno. Personal de terreno requiere inducción acerca de orden y limpieza y procedimiento de control de documentos.	Comprobación del envío del procedimiento P-109-PETS-01 en revisión 2; retiro de documentos obsoletos.	26/02/2009	Implementación de auditorías de documentos en terreno; retiro de documentos obsoletos y/o señalización de "Superados" o similar para el caso de necesidad de contar con ellos. Orden y limpieza en oficinas de terreno (frentes de obra) y topografía; asignación de responsabilidades para las auditorías de documentos. Instrucciones de metodología de conservación de archivos electrónicos de documentos para tener files actualizados. Inducción en los frentes de obra acerca de orden y limpieza; inducción a las jefaturas acerca del control de documentos.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
18	4.2.4	Control de registros	Se detecta un archivo y control deficiente de los registros de topografía, incumpliendo con el punto 4.2.4 de la norma ISO 9001: 2008 el cual menciona el control de registros para identificar, almacenar, proteger, recuperar, retener y disponer.	NC	Desorden en mantenimiento de documentos.	Topografía	CERRADO	No se asignan responsabilidades para controlar documentos en terreno (frentes de obra), falta de dirección y control. El personal del área conserva demasiados documentos en desorden; algunos obsoletos; Falta de orden y limpieza en oficinas de terreno. Personal de terreno requiere inducción acerca de orden y limpieza y procedimiento de control de documentos.	Ordenamiento de documentos en oficina de topografía; ordenamiento de registros; despacho de registros culminados al área de calidad.	26/02/2008	Revisiones de registros, auditoría general de documentos; orden y limpieza verificando que se tenga sólo los documentos aplicables	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK

TABLA 7.3 HALLAZGOS AUDITORÍA DE SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

ITEM	CLÁUSULA	TÍTULO	DESCRIPCIÓN	TIPO	TIPIFICACIÓN	RESPONSABILIDAD	ESTADO	CAUSAS	ACCIÓN INMEDIATA	FECHA PROPUESTA	PLAN DE ACCIONES CORRECTIVAS	FECHA CIERRE	ESTADO FINAL	COMENTARIO
19	4.2.4	Control de registros	El control de verificación de equipo topográfico se está registrando en el formato Fo.P-0109-PETS-01-03 Rev 0; sin embargo, se detecta la No actualización de los mismos, el procedimiento P-109-PETS-01 señala que dicha verificación se tiene que realizar semanal. Casos específicos (muestreo): ESTACIÓN TOTAL LEICA TS06 PLUS 2ª SERIE 1357922 se tiene hasta el 13 Nov 2008, no realizada la verificación en varias semanas. ESTACIÓN TOTAL LEICA TS02 POWER SERIE 1320984, se tiene al 30 de Agosto de 2008, no realizada la verificación.	NC	Falta de actualización de registros	Topografía	CERRADO	Falta de tiempo disponible para realizar la verificación. Requerimientos de obra en general sobrepasaron los recursos disponibles del área de topografía. Falta de información de la planificación hacia topografía; por lo que Topografía no dosificaba de la mejor manera sus actividades en terreno incluyendo la verificación de equipos. Deficiencias en la comunicación entre las áreas de Calidad y Topografía.	Puesta al día de registros de verificación de equipos	26/02/2009	La carga laboral en terreno viene disminuyendo, para todos los casos incluyendo extrema necesidad por nuevas exigencias de la obra se mejorará la dosificación de carga laboral de Topografía en terreno de manera que además de sus actividades diarias se descuide la verificación de equipos mediante un mejor acceso a la planificación actualizada que se coordina con Producción. Se mejorará la comunicación entre Calidad y Topografía mediante un mejor seguimiento al cumplimiento del llenado de registros de verificación.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
20	4.2.3	Control de documentos	Se mostró evidencia de la Especificación de Movimiento de Tierras MTST-DA-29700-02-TS-501 Rev A., la cual No Aplica para el proyecto la especificación correcta es la PMT-DA-207000-02-TS-502 Rev. 0, mismo caso para la especificación del concreto se mostró el documento PATCT-DA-297000-03-TS-501 Rev C, la cual tampoco aplica, la especificación correcta es la PMT-DA-29700-03-TS-501 Rev. 0. Regularizar archivo de campo y/o colocar sellos de CANCELADO o SUPERADO	NC	Uso de documento obsoleto	Of. Técnica; producción	CERRADO	No se asignan responsabilidades para controlar documentos en terreno (frentes de obra), falta de dirección y control. Los capataces y supervisores conservan demasiados documentos en desorden; algunos obsoletos; Falta de orden y limpieza en oficinas de terreno. Personal de terreno requiere inducción acerca de orden y limpieza y procedimiento de control de documentos.	Ordenamiento de documentos en oficinas de terreno y en campo; verificación de uso de revisiones actualizadas. En caso de necesidad de retención de versiones anteriores se procederá a marcarlos como "obsoletos".	26/02/2009	Implementación de auditorías de documentos en terreno; retiro de documentos obsoletos y/o señalización de "Superados" o similar para el caso de necesidad de contar con ellos. Orden y limpieza en oficinas de terreno (frentes de obra) y topografía; asignación de responsabilidades para las auditorías de documentos. Instrucciones de metodología de conservación de archivos electrónicos de documentos para tener files actualizados. Inducción en los frentes de obra acerca de orden y limpieza; inducción a las jefaturas acerca del control de documentos.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
21	4.2.4	Control de registros	No se muestra evidencia del registro Fo.P-0109-PETS-06-01 LISTA DE CHEQUEO PREVIA AL VACIADO DE CONCRETO.	NC	falta de registro	Calidad; Producción	CERRADO	Formato Fo.P-0109-PETS-06-01 LISTA DE CHEQUEO PREVIA AL VACIADO DE CONCRETO no fue retirado del procedimiento y a la fecha sigue consignado en el mismo. No hubo inducción ni repaso del procedimiento de Colocación de concreto .P-0109-PETS-06. Se hace notar que se vienen haciendo liberaciones con formato proporcionado por VM-CIM 00-F-00000-025 REPORTE DE INSPECCIÓN DE PRE VACIADO DE CONCRETO. Se indica que VM-CIM liberaba los vaciados de concreto sólo con el formato proporcionado por Amec sin requerir el de JJC, antes y después de la auditoría. Plan de Inspección y ensayos de vaciado de concreto apoyado por Amec no consigna el registro Fo.P-0109-PETS-06-01.	Emisión de nueva revisión del procedimiento excluyendo el registro Fo.P-0109-PETS-06-01 LISTA DE CHEQUEO PREVIA AL VACIADO DE CONCRETO	19/02/2009	Solicitar aprobación de procedimiento que regularice el uso de formatos; inducción y repaso del mismo de acuerdo a lo realmente verificado en terreno durante las liberaciones de vaciado de concreto y Plan de Inspección y ensayos aprobados; inducción y repaso del nuevo procedimiento.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
23	4.2.4	Control de registros	Se detectan registros de horario extendido sin archivar e incompletos en su llenado.	NC	Registros incompletos	Producción	CERRADO	Faltan instrucciones y disposiciones de estandarización e inducción a sub alternos en llenado de registros. Faltan disposiciones para control y filtro para llenado de documentos y/o registros en la recepción. Falta de inducciones de la conceptualización de evidencias para llenado de registros, su completación y firmas. La inducción debe incluir entre otros a Capataces, operadores, maestros de obra y Jefes de frente y área. Ambiente de trabajo ocasiona prisa en llenado y firma de formatos.	Se implementa revisión de registros por el área de producción; quien implementará una inducción al personal encargado a completarlos, cerrar espacios vacíos y encargárselos en Of. Técnica, donde son archivados.	19/02/2009		28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
24	4.2	Requisitos de la documentación	Se detecta que no se cuenta en oficina de campo el estatus de No conformidades internas y externas para su atención y seguimiento	AP	Falta de plan de acción	Calidad; Producción	CERRADO	No se publicaron en las oficinas de terreno; sin embargo, si se difunden vía correos electrónicos internos y en reuniones de coordinación internas.	Colocación del estado de NCR's en oficinas de Producción en terreno.	No Aplica	Además del estatus de NCR's, se plantea ponerlas como parte de agenda de reuniones semanales.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
25	4.2.3	Control de documentos	Se detecta que en el área de rellenos compactados específicamente MME-M5, planos con revisiones obsoletas sin sello de CANCELADO y/o SUPERADO PL-07 y PL-08 se tiene Rev. 0 cuando la vigente es la Rev. 1	NC	Uso de documento obsoleto	Of. Técnica; producción	CERRADO	No se asignan responsabilidades para controlar documentos en terreno (frentes de obra), falta de dirección y control. Los capataces y supervisores conservan demasiados documentos en desorden; algunos obsoletos; Falta de orden y limpieza en oficinas de terreno. Personal de terreno requiere inducción acerca de orden y limpieza y procedimiento de control de documentos.	Ordenamiento de documentos y planos en oficinas de producción en terreno; verificación de uso de revisiones actualizadas. En caso de necesidad de retención de versiones anteriores se procederá a marcarlos como "obsoletos".	16/02/2009	Implementación de auditorías de documentos en terreno; retiro de documentos obsoletos y/o señalización de "Superados" o similar para el caso de necesidad de contar con ellos. Orden y limpieza en oficinas de terreno (frentes de obra) y topografía; asignación de responsabilidades para las auditorías de documentos. Instrucciones de metodología de conservación de archivos electrónicos de documentos para tener files actualizados. Inducción en los frentes de obra acerca de orden y limpieza; inducción a las jefaturas acerca del control de documentos.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
26	4.2.3	Control de documentos	Se mostraron las especificaciones de Control de soldadura DA-29700-02-TS-501 Rev. A y PMT-DA-207000-02-TS-502 Rev. 0 ésta última la correcta para el proyecto; sin embargo, la obsoleta no cuenta con ningún tipo de leyenda (CANCELADO y/o SUPERADO)	NC	Uso de documento obsoleto	Of. Técnica; producción	CERRADO	No se asignan responsabilidades para controlar documentos en terreno (frentes de obra), falta de dirección y control. Los capataces y supervisores conservan demasiados documentos en desorden; algunos obsoletos; Falta de orden y limpieza en oficinas de terreno. Personal de terreno requiere inducción acerca de orden y limpieza y procedimiento de control de documentos.	Ordenamiento de documentos y planos en oficinas de producción en terreno; verificación de uso de revisiones actualizadas. En caso de necesidad de retención de versiones anteriores se procederá a marcarlos como "obsoletos".	16/02/2009	Implementación de auditorías de documentos en terreno; retiro de documentos obsoletos y/o señalización de "Superados" o similar para el caso de necesidad de contar con ellos. Orden y limpieza en oficinas de terreno (frentes de obra) y topografía; asignación de responsabilidades para las auditorías de documentos. Instrucciones de metodología de conservación de archivos electrónicos de documentos para tener files actualizados. Inducción en los frentes de obra acerca de orden y limpieza; inducción a las jefaturas acerca del control de documentos.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
27	4.2.3	Control de documentos	Se detecta plano PATCT-DA-292300-03-CC-503 Rev.3 no actualizado en el log del capataz, la versión correcta tiene un RD de fecha 26.01.09	NC	Uso de documento obsoleto	Of. Técnica; producción	CERRADO	No se asignan responsabilidades para controlar documentos en terreno (frentes de obra), falta de dirección y control. Los capataces y supervisores conservan demasiados documentos en desorden; algunos obsoletos; Falta de orden y limpieza en oficinas de terreno. Personal de terreno requiere inducción acerca de orden y limpieza y procedimiento de control de documentos.	Se distribuyó en terreno la revisión 4 actualizada del plano, el mismo que también fue actualizado en el log. La versión actualizada contempla los RD emitidos.	16/02/2009	Implementación de auditorías de documentos en terreno; retiro de documentos obsoletos y/o señalización de "Superados" o similar para el caso de necesidad de contar con ellos. Orden y limpieza en oficinas de terreno (frentes de obra) y topografía; asignación de responsabilidades para las auditorías de documentos. Instrucciones de metodología de conservación de archivos electrónicos de documentos para tener files actualizados. Inducción en los frentes de obra acerca de orden y limpieza; inducción a las jefaturas acerca del control de documentos.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK

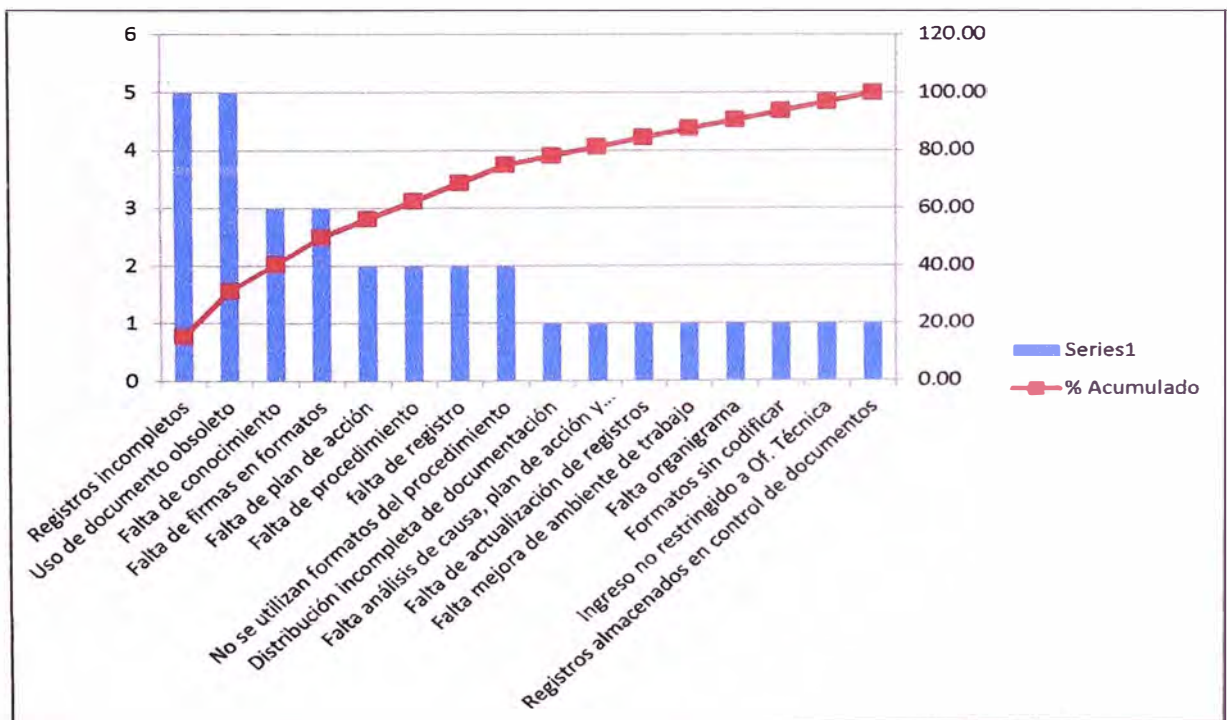
TABLA 7.3 HALLAZGOS AUDITORÍA DE SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

ITEM	CLÁUSULA	TÍTULO	DESCRIPCIÓN	TIPO	TIPIFICACIÓN	RESPONSABILIDAD	ESTADO	CAUSAS	ACCIÓN INMEDIATA	FECHA PROPUESTA	PLAN DE ACCIONES CORRECTIVAS	FECHA CIERRE	ESTADO FINAL	COMENTARIO	
28	4.2.4	Control de registros	Se detectan registros incompletos espacios sin llenar, muestreo de protocolos de vaciado y prevaciado de concreto fecha 15-01-09	NC	Registros Incompletos	Calidad; Producción	CERRADO	Faltan instrucciones y disposiciones de estandarización e inducción a sub alternos en llenado de registros. Faltan disposiciones para control y filtro para llenado de documentos y/o registros en la recepción. Falta de inducciones de la conceptualización de evidencias para llenado de registros, su completación y firmas. La inducción debe incluir entre otros a Capataces, operadores, maestros de obra y Jefes de frente y área. Ambiente de trabajo ocasiona prisa en llenado y firma de formatos. El formato (dado por VM-CJM) solicita datos a consignarse luego del vaciado (m3 reales, enumeración de probetas); los cuales recién se colocan luego del vaciado completo. (Formato 00-F-00000-025 Rev. 04).	Reinducción del concepto de registros según interpretación de la Norma ISO 9001; incluyendo la necesidad de llenar espacios en blanco y completar las firmas; sin embargo, se llenan las firmas con los datos de m3 reales y enumeración de probetas abierto hasta la confrontación con los datos dados por el laboratorio.	24/02/2009	Inducciones al personal de calidad y producción acerca del llenado de registros; auditoría de registros.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK	
30	4.2.1	Requisitos de la documentación	Se detecta que no se está utilizando el formato Fo. JJC-AL-06-12 SALIDA DE MERCANCIAS documentado en el procedimiento ADMINISTRACIÓN DE ALMACENES EN SAP JJA-AL-06 Rev. 0, se usala herramienta SAP. Para el caso del formato (Fo.JJC-AL-06-23) ACTA DE BAJA DE MATERIALES se está utilizando sin estar codificado, mismo caso para el formato de TARJETA DE IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES Fo.JJC-AL-06-08	NC	No se utilizan formatos del procedimiento	Almacén	CERRADO	Los formatos si son utilizados y corresponden a los anexos del procedimiento ; sin embargo, éstos no cuentan con la codificación. La herramienta SAP no imprime los códigos . Hay formatos impresos que llegan desde la oficina en lima no consignan la codificación.	Solicitar autorización a Of. Principal de JJC SC la implementación de sellos para la codificación de documentos según anexos dados en el procedimiento.	02/02/2009	Inducciones al personal de calidad y producción acerca del llenado de registros; auditoría de registros.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK	
					Formatos sin codificar		CERRADO								Inducciones al personal de calidad y producción acerca del llenado de registros; auditoría de registros.
31	4.2.4	Control de registros	En muestreo realizado se detecta el registro Reporte diario de combustible Fo.JJC-AL-06-16 de fecha 27Diciembre/ 2008, sin firma de "V"B" del jefe de equipos	NC	Falta de firmas en formatos	Jefe de equipos	CERRADO	Faltan instrucciones y disposiciones de estandarización e inducción a sub alternos en llenado de registros. Faltan disposiciones para control y filtro para llenado de documentos y/o registros en la recepción. Falta de inducciones de la conceptualización de evidencias para llenado de registros, su completación y firmas. La inducción debe incluir entre otros a Capataces, operadores, maestros de obra y Jefes de frente y área. Ambiente de trabajo ocasiona prisa en llenado y firma de formatos.	Se ha remitido un correo para consulta de aplicabilidad de la firma del Jefe de Equipos en el parte diario.	12/02/2009	Instrucción del llenado de firmas y espacios en blanco	01/03/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK	
33	4.2.1	Requisitos de la documentación	No se cuenta con un procedimiento documentado para la operación del laboratorio, sin embargo se utilizan las normativas nacionales e internacionales para el concreto y suelos.	AP	Falta de procedimiento	Calidad	CERRADO	Se cuenta con los planes de Inspección de los PETS y con los requerimientos de normas.	No Aplica	No Aplica	Los controles de calidad aplicables en laboratorio se sustentan en los procedimientos PETS y los Planes de Inspección y Ensayos aprobados por VM-CJM, los mismos que están de acuerdo a normas internacionales. Por lo tanto, no se ha visto por necesidad de contar con un procedimiento específico para la operación del laboratorio.	NA	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK	
34	4.2.1	Requisitos de la documentación	Se detecta el registro Incompleto Estatus de No Conformidades la falta de Acciones de Corrección a Implementar para el cierre de las No Conformidades (Internas y Externas)	AP	Registros Incompletos	Calidad	CERRADO	Faltan instrucciones y disposiciones de estandarización e inducción a sub alternos en llenado de registros. Faltan disposiciones para control y filtro para llenado de documentos y/o registros en la recepción. Falta de inducciones de la conceptualización de evidencias para llenado de registros, su completación y firmas. La inducción debe incluir entre otros a Capataces, operadores, maestros de obra y Jefes de frente y área. Ambiente de trabajo ocasiona prisa en llenado y firma de formatos.	No Aplica	No Aplica			CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK	
35	7.1	Planificación de la realización del producto	Se detecta la no documentación eficiente conforme a lo indicado en el procedimiento N° JJC-CSSM-03 Rev. 3 CONTROL DE NO CONFORMIDADES Y PRODUCTO NO CONFORME, en lo correspondiente al análisis de causa-raíz. Cierre de No Conformidad/Producto No Conforme y Verificación de la Efectividad, lo anterior en relación al índice elevado de No Conformidades (Externas en promedio 46 emitidas - 21 Abiertas - 25 Cerradas) las causas repetitivas en algunos casos de los hallazgos, respuesta tardía de corrección y efectividad casi nula.	NC	Falta análisis de causa, plan de acción y verificación de eficacia	Calidad	CERRADO	APLICABLE SÓLO PARCIALMENTE: Para NCR's externas CPP solicitó y viene aceptando el cierre de NCR's con sólo acciones de corrección inmediata, antes y después de la auditoría; para las NCR's externas VM-CJM ha solicitado no incluir análisis de causa raíz, lo cual ha sido y sigue siendo aceptado por VM-CJM; el formato dado por VM-CAL-PMT-08 Rev. 0 no da espacio para análisis de causa ni planes de acción correctiva. Se ha venido realizando el análisis de causa de las NCR's internas, aunque aún se tiene la mayoría pendiente, debido a la sobrecarga laboral exigida por liberaciones en terreno; asimismo, ha faltado inducción en el procedimiento por la misma razón.	Inclusión del personal de Calidad en la capacitación de Análisis de Causa y acciones correctivas y preventivas y la norma ISO 9001: 2008.	19/02/2009	La carga laboral en terreno viene disminuyendo, se mejorará la dosificación de carga laboral de Calidad en terreno de manera que además de sus actividades diarias no se descuide el tratamiento de las No Conformidades Internas; para ello, el Jefe de Calidad transmitirá a su personal la planificación de actividades en terreno. El personal de Calidad ha recibido inducciones de análisis de causa e ISO 9001. También se hará mención en las reuniones internas semanales de las NCR's pendientes y cumplimiento de responsabilidades para las acciones correctivas, eficacia y cierre de las mismas.	01/03/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK	
37	4.1	Requisitos generales	Se detecta la falta de capacitación por el poco conocimiento de la Norma ISO 9001: 2008 en algunos integrantes del área de Calidad.	AP	Falta de conocimiento	Calidad	CERRADO	Falta de inducción en temas relativos a Calidad al personal que ingresa a obra; falta de carácter obligatorio a las asistencias a las capacitaciones inducciones de calidad; carga laboral en terreno impide participación del personal staff de otras áreas en actividades de calidad.	No Aplica	No Aplica	Capacitación en la Norma ISO 9001: 2008	02/03/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK	
38	6.3	Infraestructura	Se hace la observación de contar en el sitio del proyecto con infraestructura (oficina de campo), actualmente no hay oficina de campo para la supervisión de calidad el trabajo se realiza en las oficinas de producción. (Áreas Liby/lación y Planta de Indio). De lo anterior No se tiene la infraestructura como equipos de cómputo, impresoras, etc.	AP	Falta mejora de ambiente de trabajo	Producción	CERRADO	Los ambientes de oficinas en terreno son temporales y reducidos.	Implementación de escritorios para el personal de Calidad en oficinas de terreno.	No Aplica	No Aplica			CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK
39	6.2.2	Competencia, formación y toma de conciencia	Por Ingreso del personal de calidad para reforzar el equipo de trabajo se hace la observación de generar un organigrama operativo, funciones y responsabilidades asignadas para cada persona.	AP	Falta organigrama	Calidad	CERRADO	El organigrama se desfasó debido a ingresos de personal, lo cual requirió reorganización y actualización de funciones y responsabilidades.	No Aplica	No Aplica	Actualización del organigrama de Calidad y diversas áreas de obra.	28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK	
42	4.2.4	Control de registros	Se detectan registros ya archivados con espacios vacíos, el muestreo fue en los productos de liberación para colocación de concreto, de lo anterior se requiere acción inmediata en el resto de los registros generados por producción y calidad. Cabe mencionar que estos documentos son parte del dossier de calidad del proyecto.	NC	Registros Incompletos	Calidad; Producción; Of. Técnica; Jefatura de obra	CERRADO	Faltan instrucciones y disposiciones de estandarización e inducción a sub alternos en llenado de registros. Faltan disposiciones para control y filtro para llenado de documentos y/o registros en la recepción. Falta de inducciones de la conceptualización de evidencias para llenado de registros, su completación y firmas. La inducción debe incluir entre otros a Capataces, operadores, maestros de obra y Jefes de frente y área. Ambiente de trabajo ocasiona prisa en llenado y firma de formatos.	Inducción al personal que interviene en la elaboración de registros para no dejar espacios vacíos.	18/02/2009		28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK	
43	8.2.4	Seguimiento y medición del producto	En el desarrollo del proyecto se han detectado materiales fabricados (específicamente insertos) con información de respaldo que llega al área de Calidad de manera tardía y en ocasiones incompleta, el requisito 8.2.4 de la ISO 9001: 2008 nos indica claramente el Seguimiento y Medición del producto, motivo por el cual se debe detectar la desviación de lo mencionado y tomar acción para cumplir con el requisito de la Norma.	NC	Registros Incompletos	Calidad	CERRADO	No Aplica	La NCR emitida por CPP no consigna evidencia objetiva de cuál fue el registro observado.	No Aplica		28/02/2009	CERRADO	VERIFICACIÓN DE EFICACIA OK	

TIPIFICACIÓN POR HALLAZGO PATRÓN

TIPIFICACIÓN POR HALLAZGO PATRÓN		% INC	% ACUM
Registros incompletos	5	15.63	15.63
Uso de documento obsoleto	5	15.63	31.25
Falta de conocimiento	3	9.38	40.63
Falta de firmas en formatos	3	9.38	50.00
Falta de plan de acción	2	6.25	56.25
Falta de procedimiento	2	6.25	62.50
falta de registro	2	6.25	68.75
No se utilizan formatos del procedimiento	2	6.25	75.00
Distribución incompleta de documentación	1	3.13	78.13
Falta análisis de causa, plan de acción y verificación de eficacia	1	3.13	81.25
Falta de actualización de registros	1	3.13	84.38
Falta mejora de ambiente de trabajo	1	3.13	87.50
Falta organigrama	1	3.13	90.63
Formatos sin codificar	1	3.13	93.75
Ingreso no restringido a Of. Técnica	1	3.13	96.88
Registros almacenados en control de documentos	1	3.13	100.00

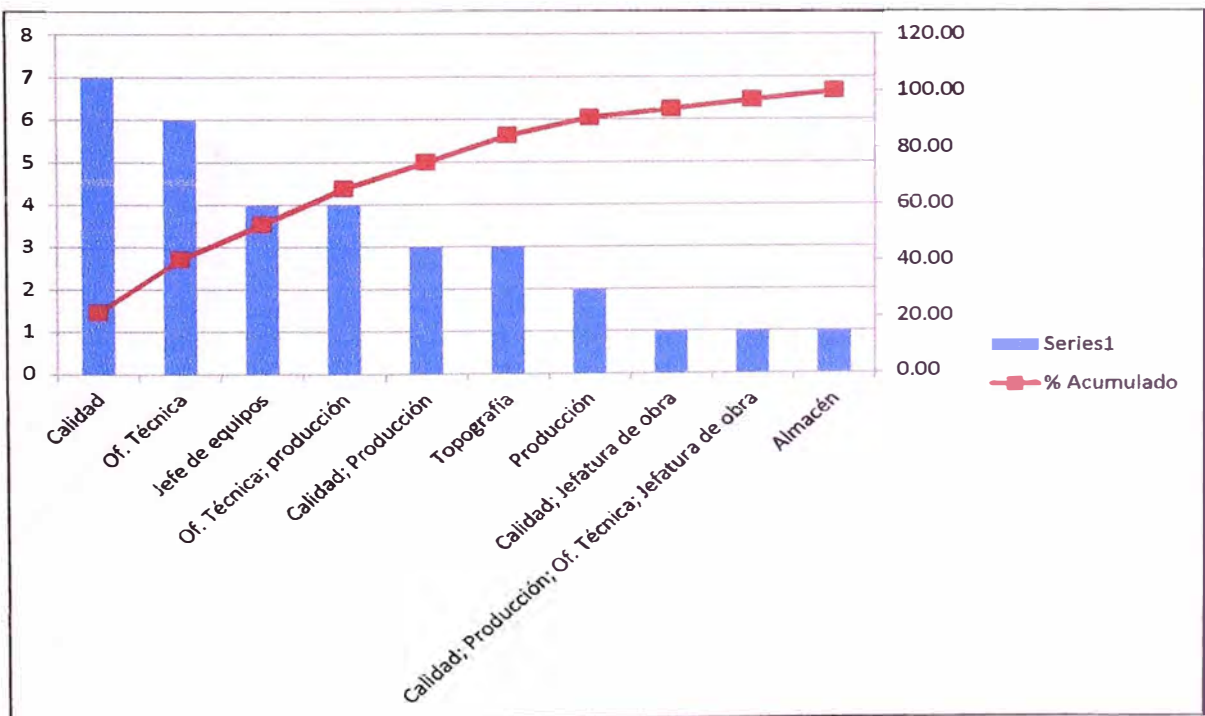
TOTAL 32



TIPIFICACIÓN DE HALLAZGO POR RESPONSABILIDADES

TIPIFICACIÓN POR HALLAZGO POR RESPONSABILIDADES		% INC	% ACUM
Calidad	7	21.88	21.88
Of. Técnica	6	18.75	40.63
Jefe de equipos	4	12.50	53.13
Of. Técnica; producción	4	12.50	65.63
Calidad; Producción	3	9.38	75.00
Topografía	3	9.38	84.38
Producción	2	6.25	90.63
Calidad; Jefatura de obra	1	3.13	93.75
Calidad; Producción; Of. Técnica; Jefatura de obra	1	3.13	96.88
Almacén	1	3.13	100.00

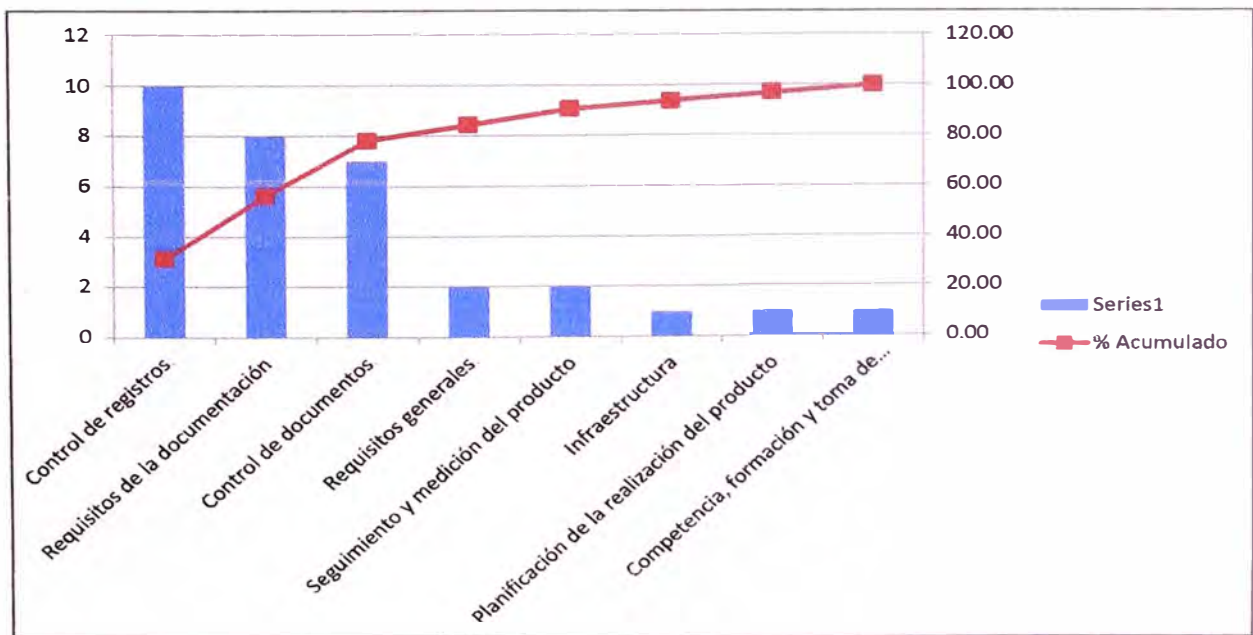
TOTAL 32



TIPIFICACIÓN DE HALLAZGO POR ÍTEM DE NORMA ISO 9001: 2008

TIPIFICACIÓN POR HALLAZGO POR ÍTEM DE LA NORMA ISO 9001: 2008		% INC	% ACUM
Control de registros	10	31.25	31.25
Requisitos de la documentación	8	25.00	56.25
Control de documentos	7	21.88	78.13
Requisitos generales	2	6.25	84.38
Seguimiento y medición del producto	2	6.25	90.63
infraestructura	1	3.13	93.75
Planificación de la realización del producto	1	3.13	96.88
Competencia, formación y toma de conciencia	1	3.13	100.00

TOTAL 32



CONCLUSIONES

1. El proyecto 320K se ejecutó entre el mes de Agosto de 2 008, llegándose a culminar en Junio de 2 010, luego de la primera ampliación enmarcada en el proyecto 160K. Al ser implementado, VM-CJM ha tomado acciones concretas en el cumplimiento de su plan estratégico, emprendiendo un plan arriesgado enmarcado en la crisis de ese año; para ello se aprovechó el escenario en que el Perú era uno de los países menos afectados.
2. Dentro del marco mencionado en el acápite anterior, el equipamiento electromecánico de instalación de compresores y equipos auxiliares se desarrolló entre los meses de octubre y diciembre de 2 009, dándose la culminación de la puesta en marcha en febrero de 2 010, con lo cual se ha cumplido el objetivo planteado para el presente trabajo. Actualmente la planta viene funcionando en buenas condiciones.
3. Se considera que el término de obras de este sector es crítico debido a que de la culminación de las obras depende la disponibilidad del aire de la ampliación de la planta, así como el refuerzo de la red existente debido a que esta nueva planta de generación se une a la existente a través de los Tie-in's

proyectados. La puesta en servicio de las obras de este sector habilitan el aire comprimido de uso industrial y el aire comprimido seco para instrumentos para efectos de la ampliación de la planta; de allí la criticidad de tales obras y la necesidad de su exitosa culminación antes del precomisionamiento de otros sectores de la planta, conjuntamente con la planta de agua de enfriamiento (Sector 93) y los Centros de control de cargas (sector 40-11), que abastecen de energía eléctrica a gran parte de los sectores ampliados.

4. El escenario planteado para la generación de aire comprimido en cuanto al número de unidades a instalar permite asegurar un abastecimiento de aire comprimido a toda la planta, contándose con los equipos existentes antes de la ejecución del proyecto 320K y las unidades a implementar en este proyecto, quedando en reserva siempre una unidad de la presente ampliación.
5. Los motores eléctricos WEG motrices de los compresores son de alta eficiencia; asimismo, el factor de potencia de 0.88 % contribuye más aún a un uso racional de la energía, lo cual contribuye siempre a reducir costos de operación de los equipos.
6. La complejidad de funciones a controlar y cumplir en el panel BCM permite un control de performance en diversos modos de operación del compresor, controlándose riesgos de flujo inverso, limitaciones de corriente, paradas intempestivas; además, una secuencia de operaciones adecuada de los compresores mediante el sistema administrador ASM.

7. La secuencia de alimentación eléctrica dispuesta para el panel del PLC, en la cual éste se alimenta desde el UPS permite la continuidad de operaciones de automatización, aún cuando haya corte de energía eléctrica; de esta manera las funciones de protección de los equipos está garantizada.
8. En lo que se refiere a gestión de calidad; se ha visto que la problemática más urgente por atender es la de inducción sobre llenado de registros y uso de documentos obsoletos; asimismo, se debe trabajar en tales inducciones con las áreas de oficina técnica, calidad, jefatura de equipos y producción. En lo que refiere al cumplimiento de la norma ISO 9001: 2008 se requiere mayor sensibilización en los temas documentarios de gestión y registros. Para mejorar el sistema de gestión en proyectos de esta naturaleza se evidencia la necesidad de mayor compromiso en temas de control de documentos y registros (acápites 4.2.3 y 4.2.4 de la norma ISO 9001: 2008).
9. La conclusión anterior ha servido como lección aprendida para JJC en otros proyectos iniciados posteriormente al correspondiente al presente estudio.
10. Las especificaciones técnicas del proyecto consignadas en el capítulo III del presente trabajo, conjuntamente con el universo de planos del proyecto, dan cumplimiento a los acápites 7.1, 7.2.1 y 7.2.2 de la Norma del sistema de gestión de calidad ISO 9 001: 2 008 en la que se establece como requisitos la identificación y revisión de los requisitos del producto, que para este caso se

conforma con el montaje electromecánico de los compresores y los equipos para su funcionamiento.

11. Los procedimientos constructivos consignados en el capítulo V del presente trabajo, tanto para instalación de equipos mecánicos, tuberías, canalizaciones eléctricas, instalaciones de equipos eléctricos e instrumentos, consignan la metodología constructiva, las inspecciones y ensayos aplicables, así como los criterios de aceptación de tales obras. La documentación de todo este conjunto da cumplimiento al acápite 7.5.1 de la norma ISO 9 001: 2 008 que establece que la producción o prestación del servicio debe llevarse a cabo de manera controlada, ya que se ha descrito la información del producto (Capítulo III), la disponibilidad de instrucciones de trabajo dadas en el capítulo V, las actividades de liberación dadas en las inspecciones, ensayos aplicables y criterios de aceptación y las actividades de entrega dadas en el capítulo VI del presente trabajo referido a la recepción y puesta en servicio.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASME B31.3 – 2 008 (Revision of ASME B31.3 – 2 006): Process piping ASME Code for Pressure Piping B31.
2. ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section V – 2 008: Nondestructive examination.
3. ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII Division 1– 2 010: Rules for Construction of pressure vessels.
4. NETA 2 005 National Electrical Testing Association: Maintenance Testing Specifications for Electrical Power Distribution Equipment and Systems.
5. NEMA Standards Publication 250-2003: Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum).
6. ISO 8573: Air Quality Standards

7. Norma Internacional ISO 9001: 2008: Sistema de Gestión de la Calidad – Requisitos.
8. Código Nacional de Electricidad – Utilización; 2 006.
9. Código Nacional de Electricidad – Suministro.
10. Memoria y cálculos Instalaciones de gas y aire comprimido; proyecto Parque tecnológico Leganes, ampliación fase II.
11. Publicaciones Pacific Credit Rating (www.ratingspcr.com); Informe sectorial Perú Sector Zinc.
12. Ingersoll-Rand. General Installation Requirements (Typical work general installation).
13. Centac C700 Instruction manual. © 2005 Ingersoll-Rand Company. C700 Instruction Manual Rev.0; Ingersoll-Rand Company. Issue: November, 2005.
14. Centac Installation Guide; Ingersoll-Rand Company. Issue: 18 March, 1 999.
15. CMC 2 005 Technical reference manual. Version 3.20; 1 996 - 2 004 Ingersoll-Rand Company. Issue: December 15, 2 004.

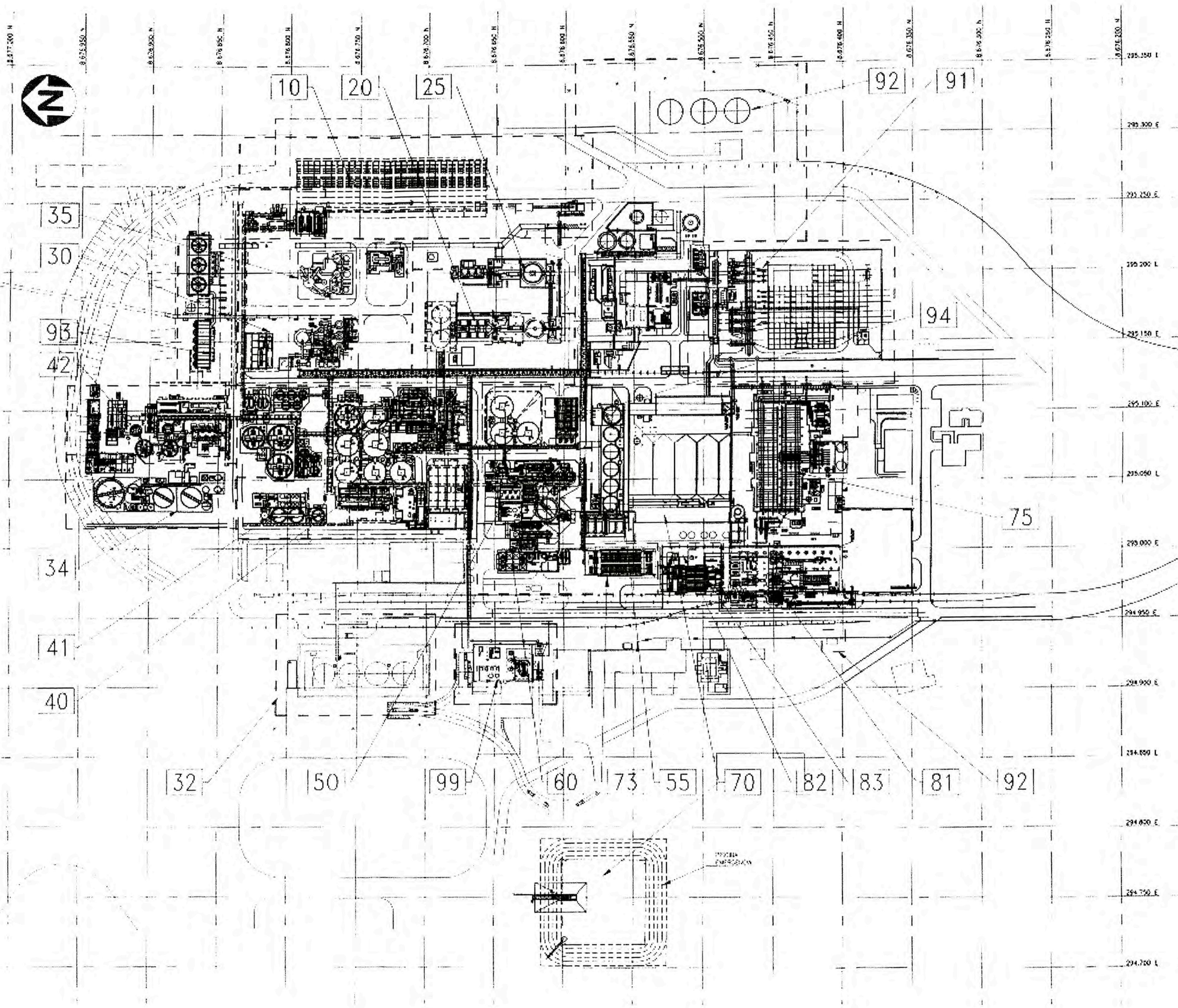
16. IR Air solutions ASM – Air System Manager. Heavy Industrial Air Solutions. Controls and Software Systems
17. Dryer NVC 300 Operator manual. NIRVANA CYCLING REFRIGERATED DRYER; Models 200-400; December 2 006, Rev. A
18. Manual: Tablero de fuerza de media tensión HVL/ccTM en gabinete de metal Metal enclosed 2,4 a 38 KV, 60 a 150 KV BIL 25 KA de tiempo corto para interiores o exteriores Clase 6045 – Boletín de instrucciones; 1 999 – 2 005.
19. Manual WEG Centro de control de motores CCM-03; MANUAL DE INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO. ITEM MANUAL: 0899.3106-MN03.
20. EnerGenius IQ Automatic DC Power Supply/Charger With Intelligent Battery Monitoring and Data Logging. www.sens-usa.com.
21. UTN - FRBA Hidráulica General Aplicada; curso 2 010, gráficos y tablas.
22. Catálogo de cables tipo Voltalene (Aislamiento XLPE) Prysmian Cables / Systems (www.prysmian.es).
23. Catálogo de cables en MT XLPE VIAKON; Copyright © 2012 Conductores Monterrey S.A. (www.viakon.com).

PLANOS

- 01-00-4001: Área 1 – General plot plan – Planta Cajamarquilla.
- 94-60-4650: Área 94 – Aire comprimido – Disposición de fuerza y control – Arreglo general.
- 94-40-4604: Área 94 – Aire comprimido – Edificio de compresores -- Detalle de montaje.
- 01-60-4000: Área 01 – Simbología eléctrica – Listado de símbolos.
- 91-60-4002: Área 91 – Subestación principal – Sistema eléctrico 4.16 KV – Diagrama unilineal.
- 94-60-4601: Área 94 – Aire comprimido – CCM W2101.6925 – Diagrama unifilar 4 160 V.
- 92-60-4605: Área 92 – Casa de fuerza servicios auxiliares CCM Y2106.6925 – Diagrama unifilar 460 V.
- 94-60-4700: Área 94 – Aire comprimido – Diagrama de bloques.
- 01-01-4010: Leyenda de P&ID – Hoja 1 de 2 – General P&ID Legend.
- 01-01-4011: Leyenda de P&ID – Hoja 2 de 2 – General P&ID Legend.
- 94-01-4101: Área 94 – Aire comprimido – Sala de compresores P&ID.
- 94-01-4102: Área 94 – Aire comprimido - Diagrama de distribución P&ID.
- 94-70-4750: Área 94 – Aire comprimido – Diagrama de bloques sistema de control.

1102110-G2247A: Arreglo general TAG G2247.

1102110-G2285A: Arreglo general TAG G2285.



AREA No.	DESCRIPCION	MECH. G.A. DWG. No.
10	CONCENTRADO HANDLING	
20	ROASTER (EXISTING)	
25	ROASTER (320K)	
30	SULPHURIC ACID PLANT (EXISTING)	
32	SULPHURIC ACID STORAGE AND DISTRIBUTION	32-40-4801
34	EFFLUENT TREATMENT PLANT	34-40-4801
35	SULPHURIC ACID PLANT (320K)	
40	LEACHING	
41	LEAD / SILVER FLOTATION	41-40-4601
42	INDIUM	42-40-2501
50	PURIFICATION	50-40-4001
55	NEUTRAL SOLUTION COOLING	55-40-4601
60	CADMIUM	60-40-4601
70	ELECTROLYSIS (EXISTING CELL-HOUSE) AND EMERGENCY INPAD	70-40-4801
73	160K CELL-HOUSE	73-40-2001
75	320K CELL-HOUSE	75-40-4001/2
81	ZINC MELTING AND CASTING	81-40-4001
82	DROSS TREATMENT	
83	ZINC DUST PURIFICATION	83-40-4001
91	PRIMARY POWER SUPPLY	91-60-4001/2
92	WATER, STEAM AND FUELS	92-40-4801
93	COOLING WATER	93-40-4601
94	COMPRESSED AIR	94-40-4601
99	OXYGEN PLANT (EXISTING)	99-40-4601

AREA No.	DESCRIPCION	MECH. G.A. DWG. No.
10	RECEPCION, DESCARGA, ALMACENAJE Y MANIPULACION DE CONCENTRADO	
20	TOSTADOR (EXISTENTE)	
25	TOSTADOR (320K)	
30	PLANTA ACIDO SULFURICO (EXISTENTE)	
32	ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE ACIDO SULFURICO	32-40-4801
34	PLANTA TRATAMIENTO EFLUENTES	34-40-4801
35	PLANTA DE ACIDO SULFURICO (320K)	
40	LIQUIACION	
41	FLOTACION DE PLOMO Y PLATA	41-40-4601
42	INDIO	42-40-2501
50	PURIFICACION	50-40-4001
55	ENfriAMIENTO SOLUCION NEUTRA	55-40-4601
60	PRODUCCION CADMIO	60-40-4601
70	ELECTROLISIS (CASA DE CELDAS EXISTENTE) Y PISCINA DE EMERGENCIA	
73	CASA DE CELDAS 160K	73-40-2001
75	CASA DE CELDAS 320K	75-40-4001/2
81	FUNDICION Y MOLDEO DE ZINC	81-40-4001
82	PLANTA DE ESCORIA (POR VM CD)	
83	PLANTA PRODUCCION PLOMO DE ZINC	83-40-4001
91	SUBSTACION PRINCIPAL	91-60-4001/2
92	AGUA, VAPOR Y COMBUSTIBLE	92-40-4801
93	AGUA DE ENfriAMIENTO	93-40-4601
94	SALA DE COMPRESORES	94-40-4601
99	PLANTA DE OXIGENO (EXISTENTE)	99-40-4601

NOTA:
1 - COORDENADAS EN METROS

30 JUL. 2011
Log 00 4218
33P-00 12

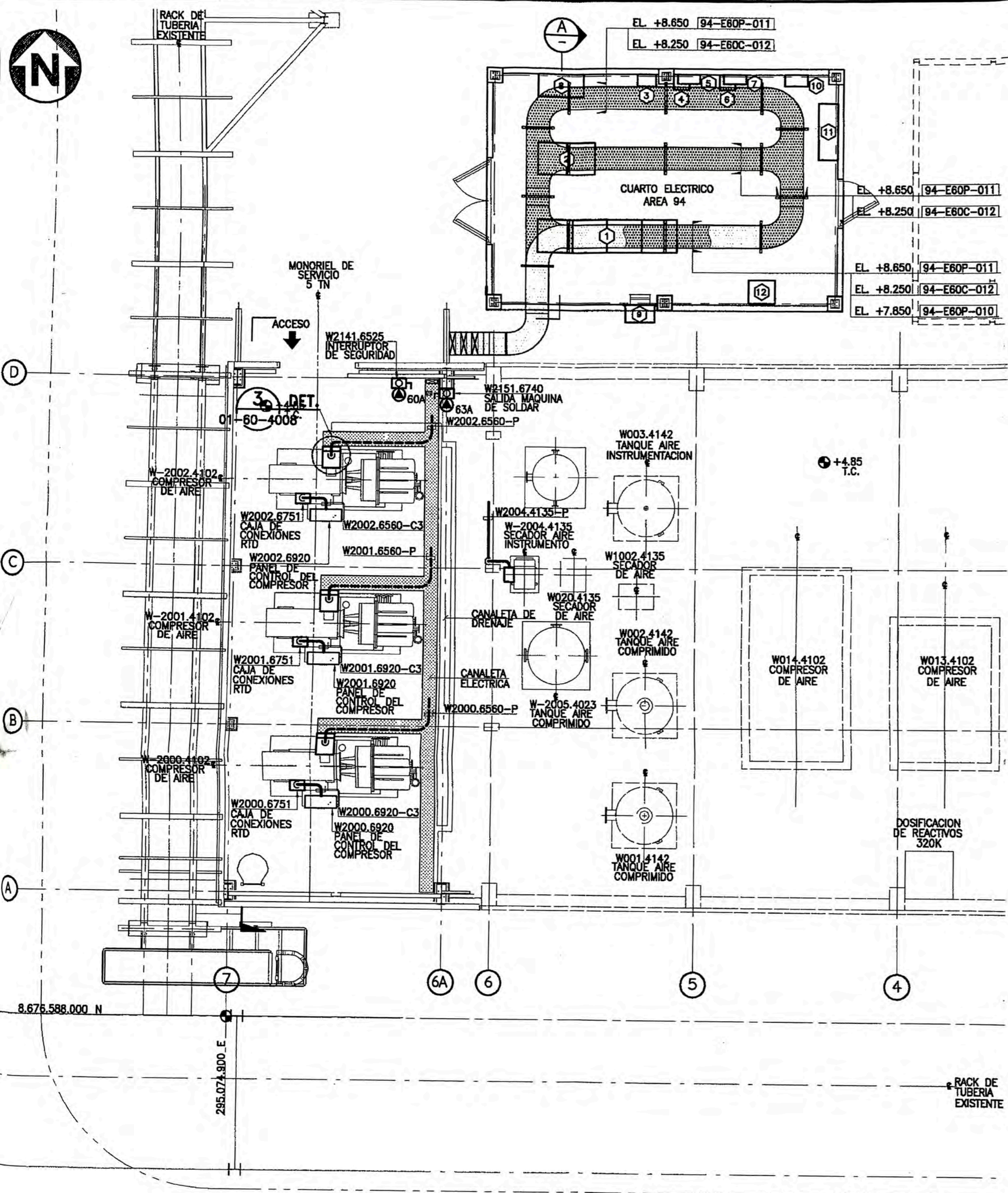
<p>UNICO PARA CONSULTA</p> <p>UNICO PARA APROBACION DEL CLIENTE</p> <p>UNICO PARA COORDINACION INTERNA</p>	<p>20.01.08</p> <p>02.05.07</p> <p>03.08.07</p>	<p>UNICO PARA APROBACION DEL CLIENTE</p> <p>UNICO PARA COORDINACION INTERNA</p>	<p>20.01.08</p> <p>02.05.07</p> <p>03.08.07</p>	<p>UNICO PARA APROBACION DEL CLIENTE</p> <p>UNICO PARA COORDINACION INTERNA</p>	<p>20.01.08</p> <p>02.05.07</p> <p>03.08.07</p>	<p>UNICO PARA APROBACION DEL CLIENTE</p> <p>UNICO PARA COORDINACION INTERNA</p>	<p>20.01.08</p> <p>02.05.07</p> <p>03.08.07</p>
--	---	---	---	---	---	---	---

APROBACION - INGENIERIA

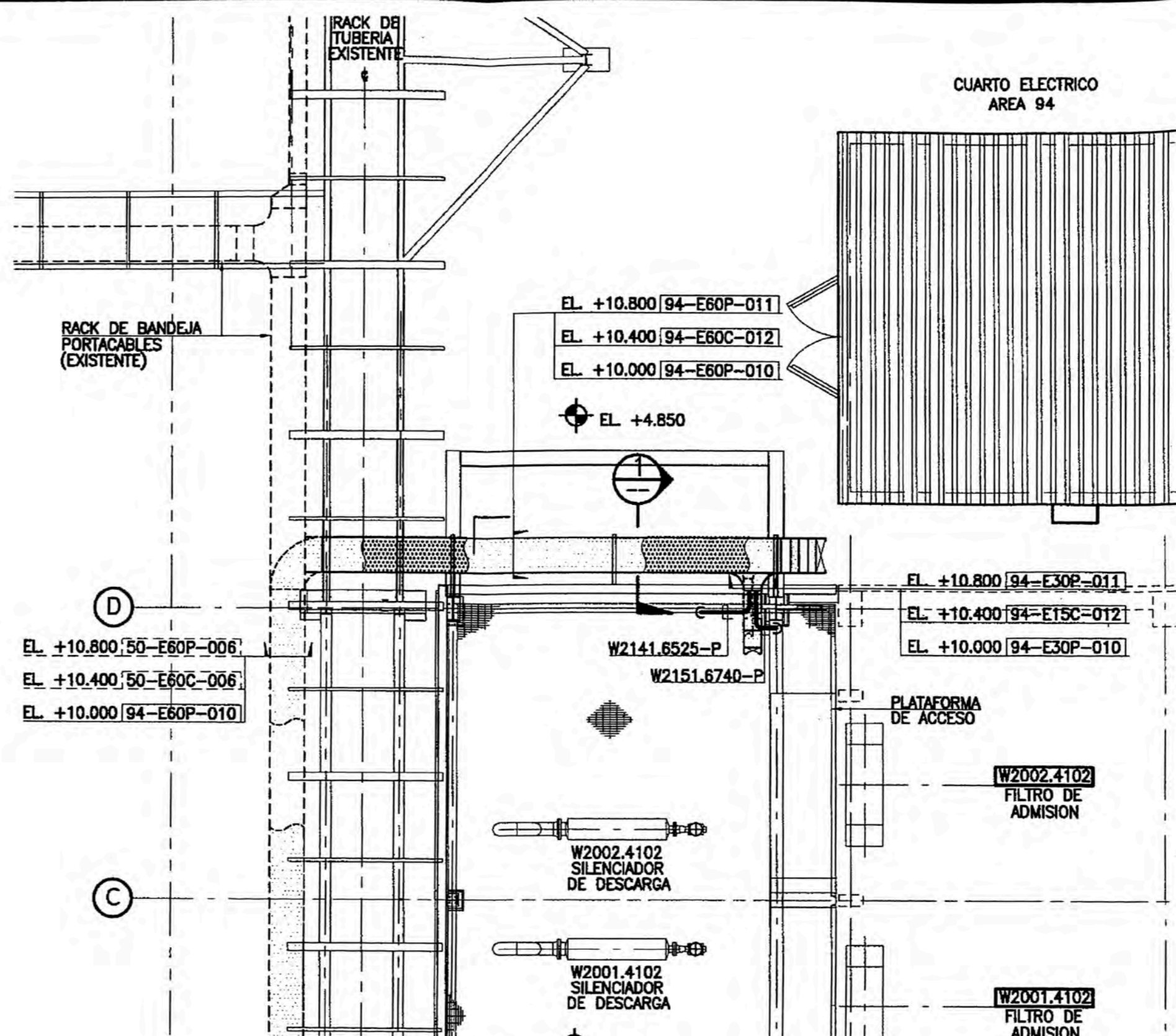
amtec

PROYECTO 320K
CAJAMARQUILLA

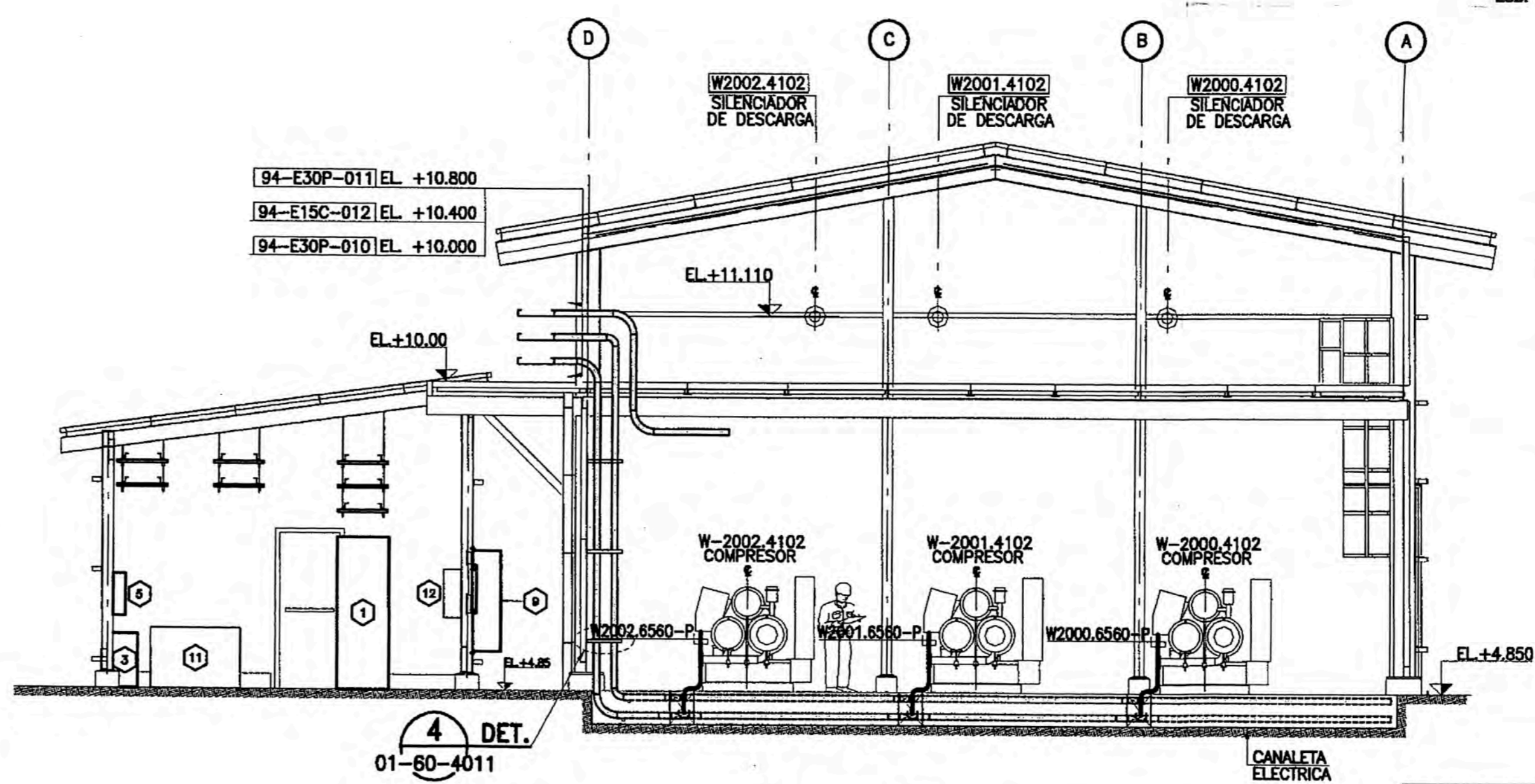
<p>PROYECTO 320K</p> <p>AREA 01 - GENERAL</p> <p>PLOT PLAN</p> <p>PLANTA CAJAMARQUILLA</p>	<p>01-00-4001</p>
--	-------------------



PLANTA @ EL. +4.850
ESC 1:75

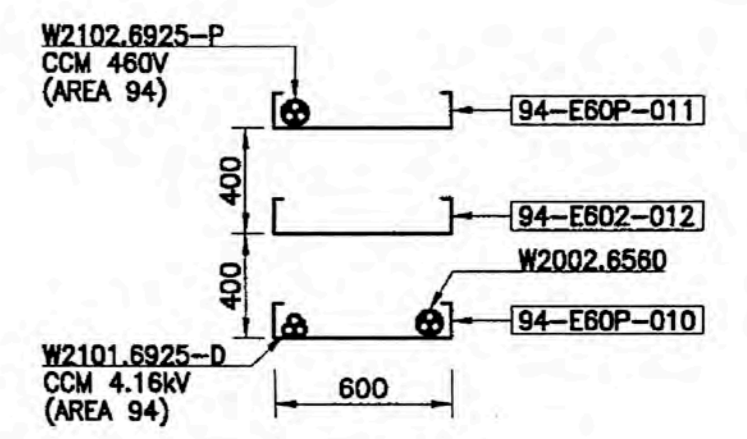


PLANTA @ EL. +10.00
ESC 1:75



SECCION A-A
ESC. 1/75

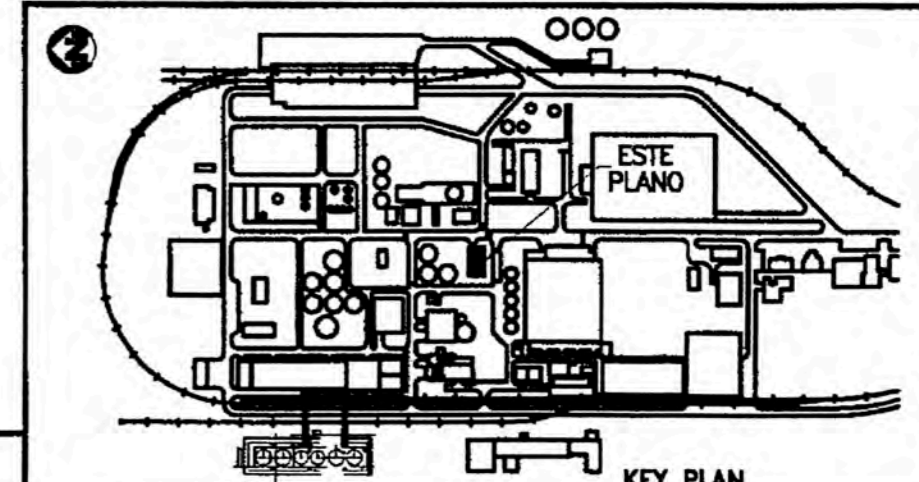
LISTA DE EQUIPOS/INSTALACIONES PROYECTO 320K		
ITEM	# EQUIPO	DESCRIPCION
1	W2101.6925	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 4160V
2	W2102.6925	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 460V
3	W2223.6581	CARGADOR/RECTIFICADOR
4	W2113.6541	TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO 15KVA, 3ø, 460/230V
5	W2221.6922	PANEL DE ALUMBRADO
6	W2222.6922	TRANSFORMADOR DE INSTRUMENTACION 3KVA, 1ø, 460/230V
7	W2114.6541	PANEL DE INSTRUMENTACION
8	W2301.7910	PLC
9	W2401.4136	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO
10	W2124.6922	PANEL 125VDC
11	W2123.6585	CARGADOR Y BANCO DE BATERIA 125VDC
12	W2003.7910A	ASM-PC



SECCION 1-1
ESC. S/E

SIMBOLOGIA :

TIPO DE CANALIZACION AREA	94-E45P-010 EL. 2.940
DIMENSION	
NIVEL DE TENSION	
N° CORRELATIVO	
ELEVACION (S.N.P.T.) = SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO	



PLANO UBICACION
ESC: 1:2000

DESCRIPCION	FECHA	DEBIDO	HECHO	JEFE DISC.	COORD. INC.	GERENTE INC.	ITEM	N° DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
EMITIDO PARA CONSTRUCCION	15.AGO.08	A.Q.	P.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.		
EMITIDO PARA APROBACION	02.AGO.08	A.Q.	P.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.	91-80-4621	DISPOSICION DE BANDEJAS Y CANALETA ELECTRICA - EL. +10.00
EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	09.MAY.08	A.Q.	P.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.	91-80-4620	DISPOSICION DE BANDEJAS Y CANALETA ELECTRICA - EL. +4.850

GERENTE INGENIERIA	S. THORNTON
COORD. INGENIERIA	D. DURAND
JEFE DISCIPLINA	C. HUANCLO
CHEQUEO	P. HUAMBACHANO
DESEO	P. HUAMBACHANO
DEBIDO	A. QUEZADA

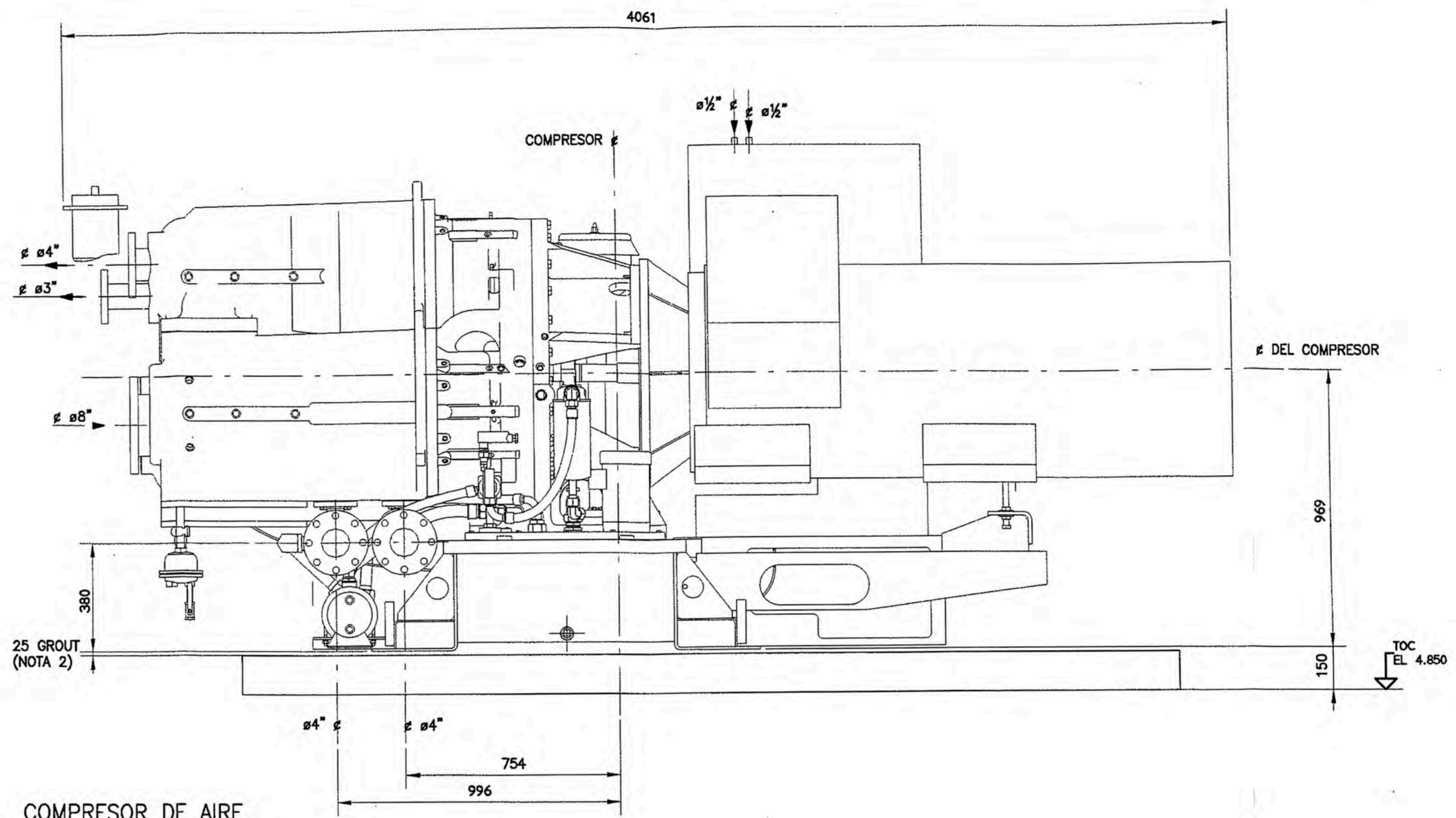
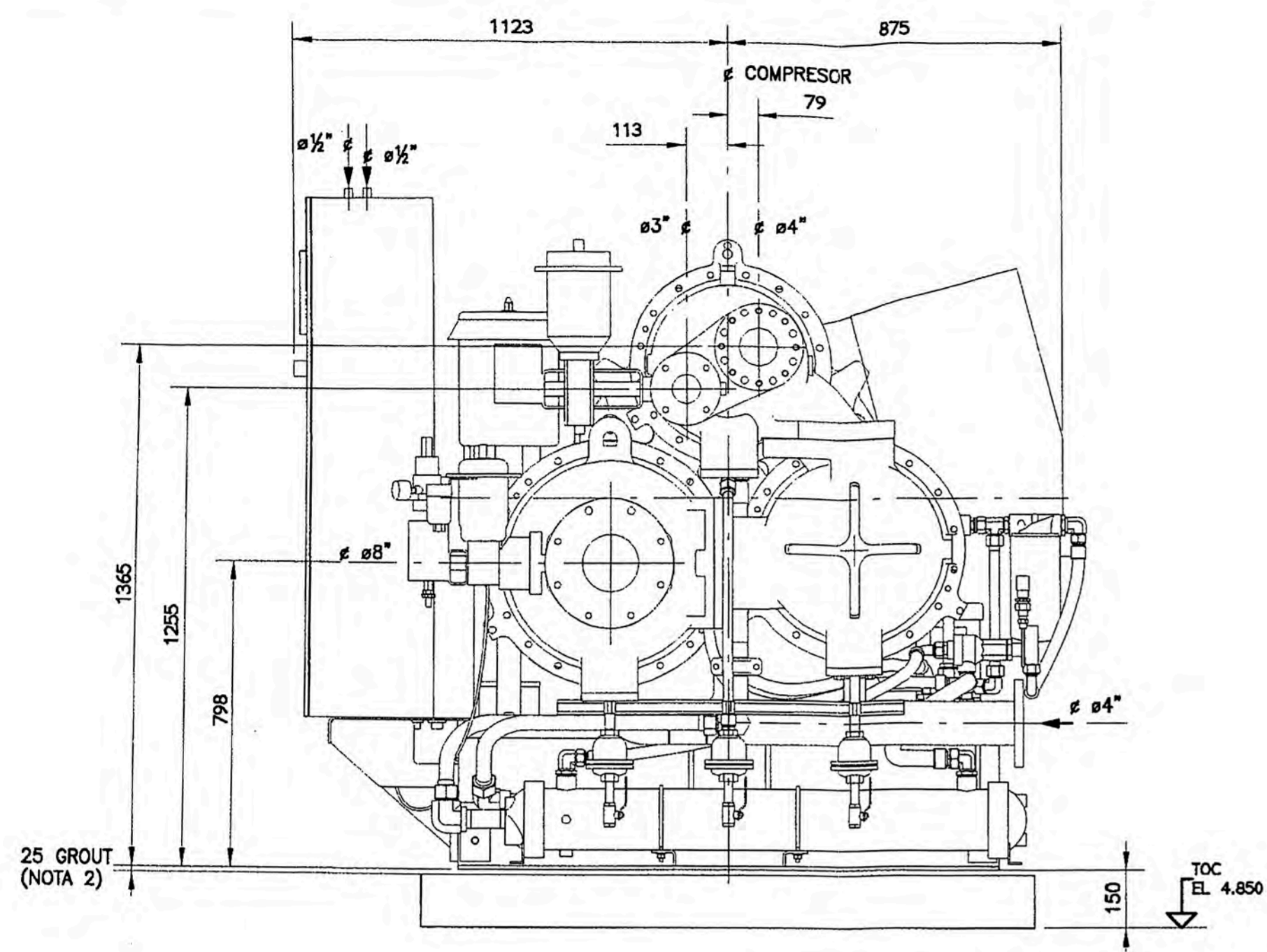
amec

PROYECTO 320K
CAJAMARQUILLA

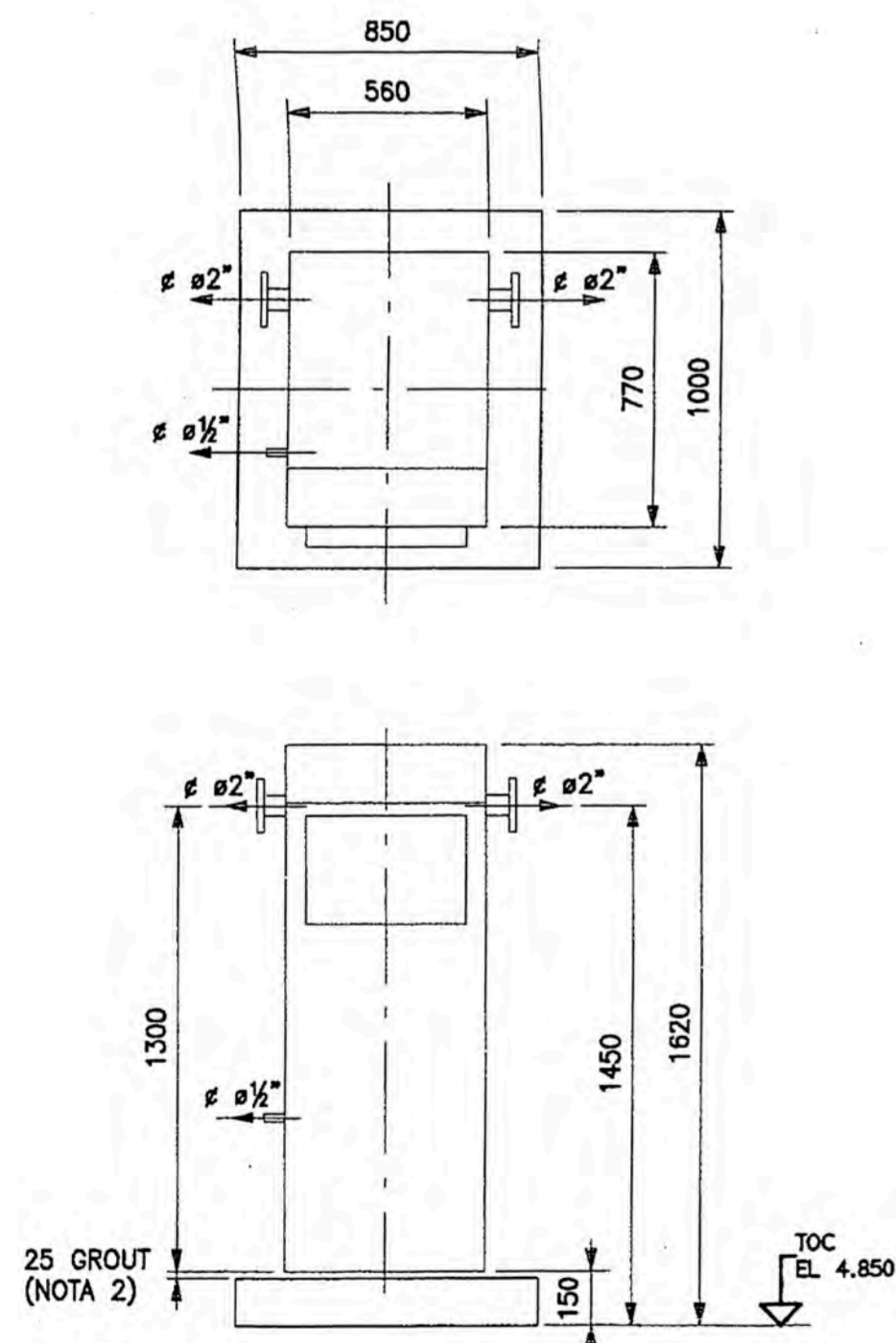
ORDEN DE COMPRA N° : N/A
CONTRATO N° : 402-94-00

APROBACION-CLIENTE
P. CATALDI

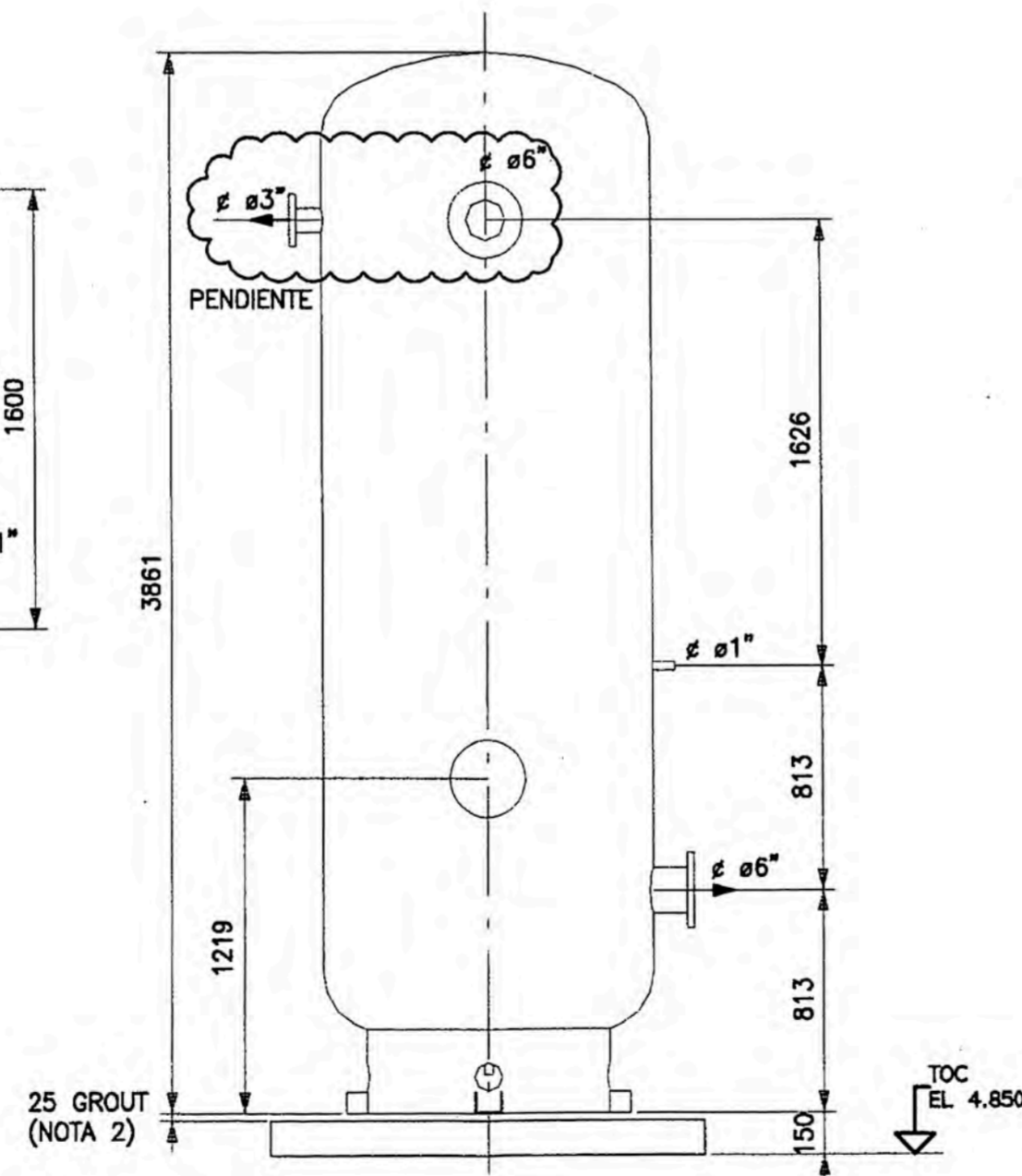
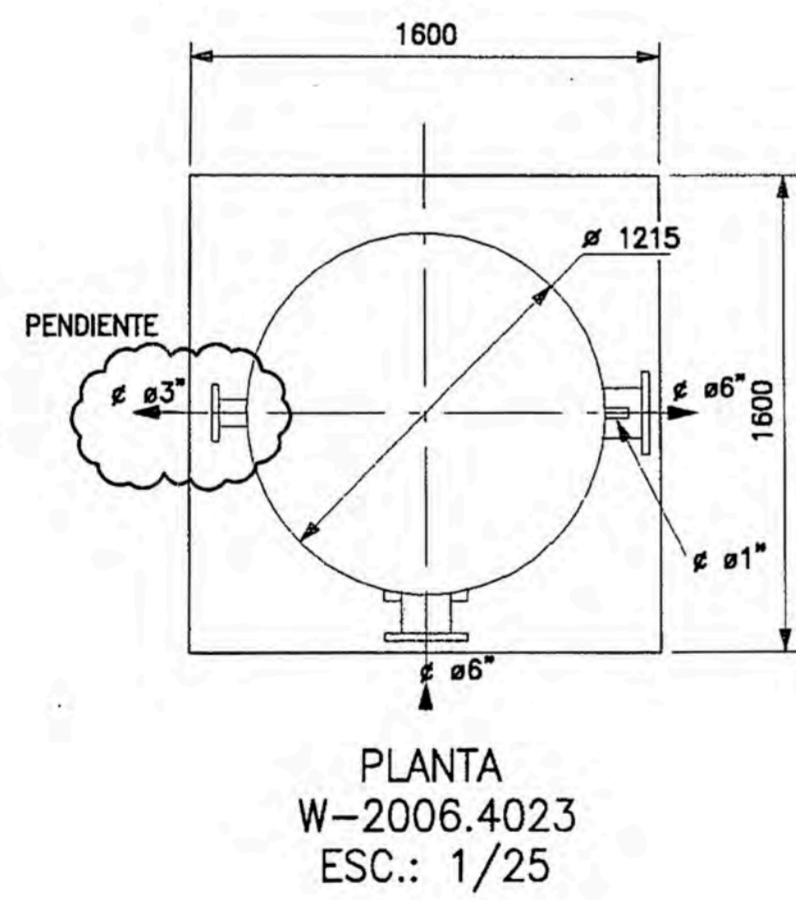
N° PROYECTO 155339
ESCALA 1:75
PLANO N° 94-60-4650
REV. 0



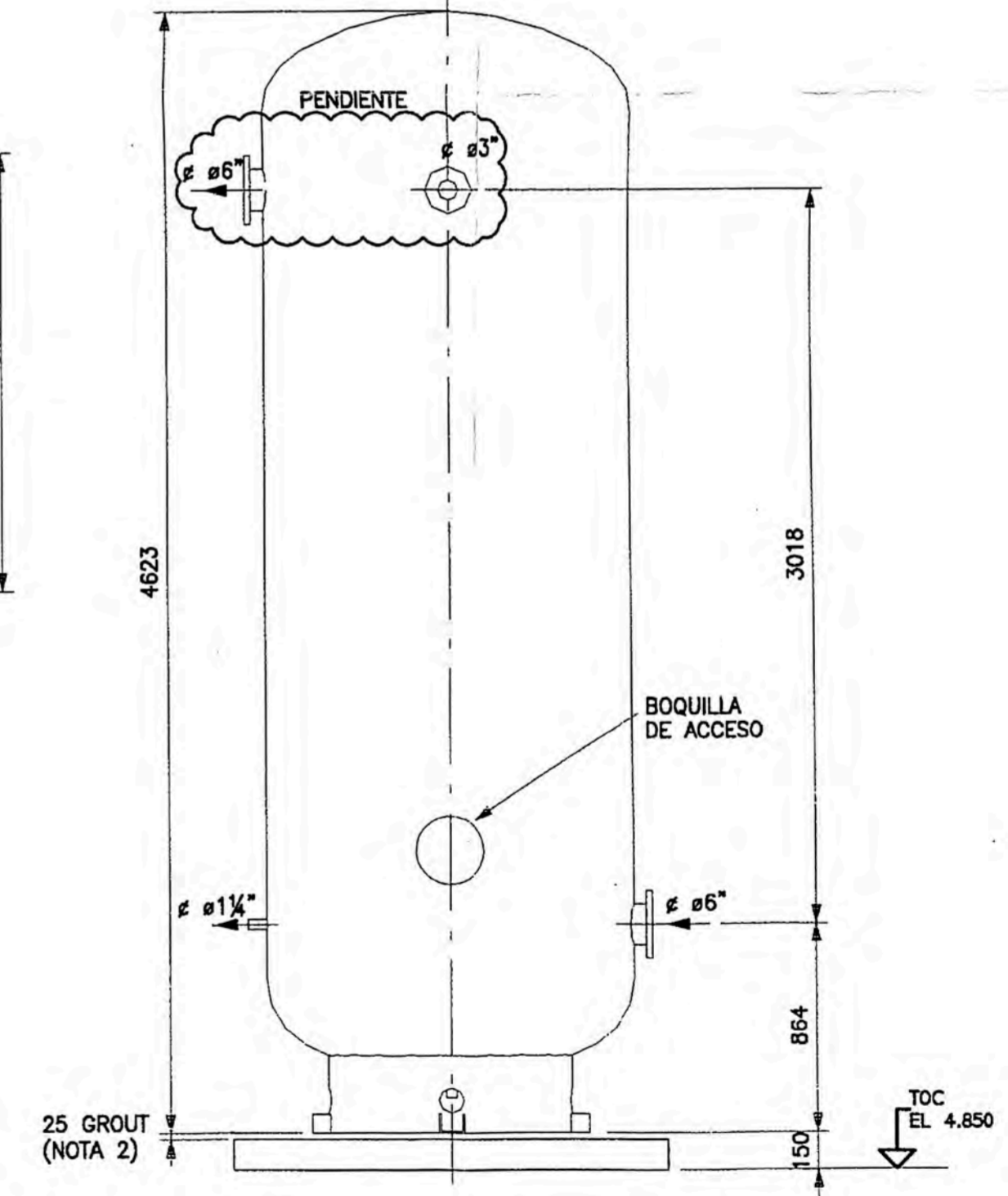
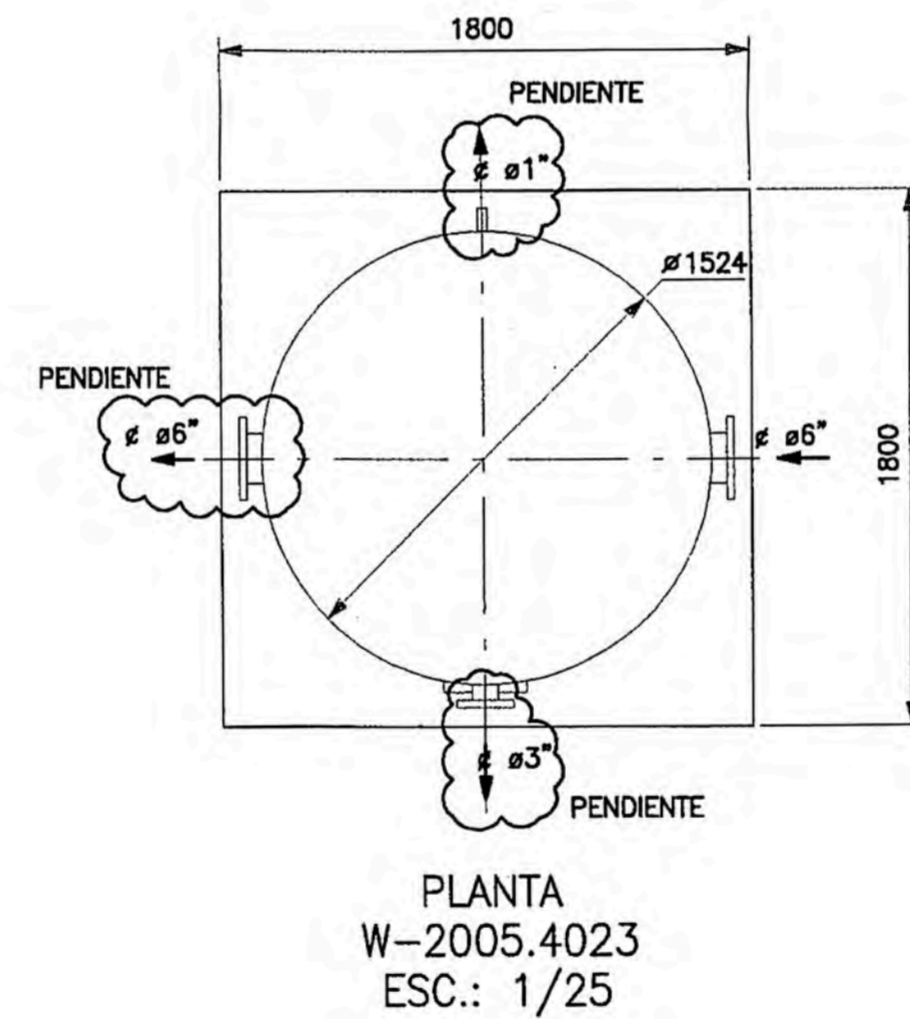
COMPRESOR DE AIRE
W-2000.4102 (TIPICO)
ESC.: 1/12.5



W-2004.4135
SECADOR AIRE DE INSTRUMENTACION
ESC.: 1/20



W-2006.4023
TANQUE AIRE DE INSTRUMENTACION
ESC.: 1/25



W-2005.4023
TANQUE AIRE COMPRIMIDO
ESC.: 1/25

NOTA:
1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS Y ELEVACIONES EN METROS (S.I.S.)
2.- VER ESPECIFICACION DEL GROUT SP-20-4301
3.- EL NIVEL 0.000 DE LA PLANTA CORRESPONDIENTE AL NIVEL ABSOLUTO ALTITUD 435mm

ORDEN DE COMPRA N : -
CONTRATO N : 402-94-00

APROBACION-CUENTE



PROYECTO
320K
CAJAMARQUILLA

PROYECTO 320K
AREA 94 - AIRE COMPRIMIDO
EDIFICIO DE COMPRESORES
DETALLE DE MONTAJE

N PROYECTO
155339

ESCALA
IND.

PLANO N

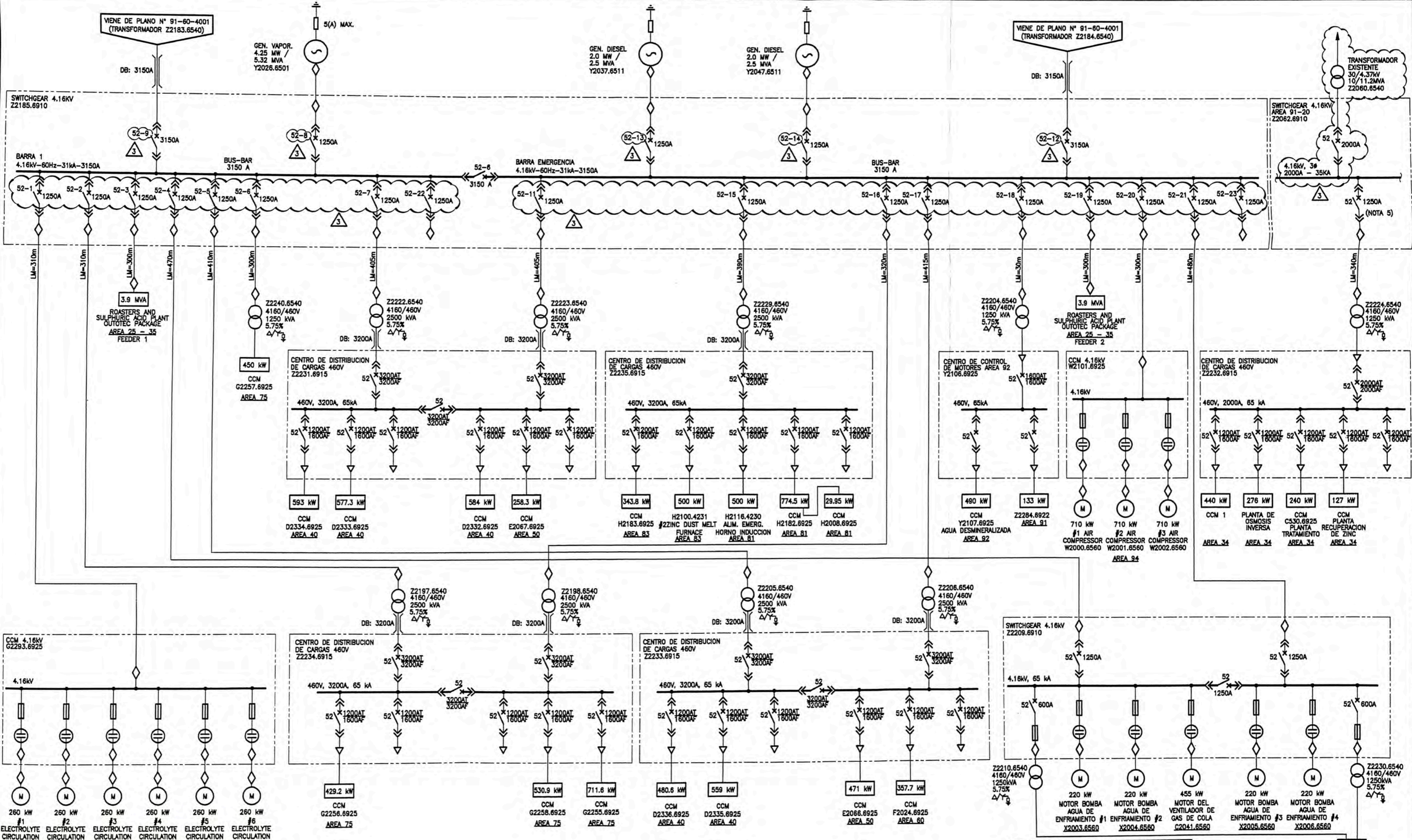
94-40-4604

REV.
0

DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	DISEÑO	CHEQUEO	JEFE DISEÑO	COORD. ING.	GERENTE ING.	ITEM	N° DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA
EMITIDO PARA CONSTRUCCION	25 JUN. 08	J.D.	C.B.	C.B.	F.C.	O.D.	S.T.				
EMITIDO PARA APROBACION DEL CLIENTE	02 JUN. 08	J.D.	C.B.	C.B.	F.C.	O.D.	S.T.				
EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	08 FEB. 08	J.D.	C.B.	E.P.	F.C.	O.D.	S.T.				

GERENTE INGENIERIA	S. THORNTON
COORD. INGENIERIA	O. DURAN
JEFE DISEÑO	F. CUYA
CHEQUEO	C. BENITES
DISEÑO	C. BENITES
DISEÑO	J. DE LA CRUZ

AL PRESENTAR ESTE DISEÑO DE CONSTRUCCION EN DATOS POR CALIFICADO DEBE ENTENDERSE QUE LA EMPRESA QUE RECIBI LA INFORMACION ACEPTA QUE TAMPOCO PODRA RESPONSABILIZARSE POR LOS DATOS DE SU INTERES GENERAL, ANTES DE QUE LA INFORMACION SE UTILICE PARA DISEÑOS DE CONSTRUCCION DE OBRAS DE INGENIERIA O SIMILARES. SE RECOMIENDA AL CLIENTE QUE CONFIRME LA INFORMACION ACEPTA QUE TAMPOCO PODRA RESPONSABILIZARSE POR LA COMPLETITUD, CORRECCION O OMBROSOS DE LA INFORMACION.



NOTAS:
 1.- EN RECUADRO SE MUESTRA LA POTENCIA INSTALADA (NO SE CONSIDERAN LOS EQUIPOS STAND BY).
 2.- LOS NUEVOS CCM DEL AREA 55 Y 70 SERAN ALIMENTADOS DESDE EL CDC EXISTENTE DEL AREA 73 (SE UTILIZA INTERRUPTOR DE RESERVA).
 3.- LAS CARGAS DEL AREA 41 SERAN ALIMENTADAS DESDE CCM EXISTENTE DEL AREA 40.
 4.- LAS CARGAS DEL AREA 42 SERAN ALIMENTADAS DESDE LOS CCM EXISTENTES.
 5.- SE AGREGA NUEVA COLUMNA EN SWITCHGEAR EXISTENTE.

CCM 4.16kV G2293.6925	4.16kV	260 kW	260 kW	260 kW	260 kW	260 kW	260 kW
ELECTROLYTE CIRCULATION PUMP MOTOR	ELECTROLYTE CIRCULATION PUMP MOTOR	ELECTROLYTE CIRCULATION PUMP MOTOR	ELECTROLYTE CIRCULATION PUMP MOTOR	ELECTROLYTE CIRCULATION PUMP MOTOR	ELECTROLYTE CIRCULATION PUMP MOTOR	ELECTROLYTE CIRCULATION PUMP MOTOR	ELECTROLYTE CIRCULATION PUMP MOTOR

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DEBIDO	DESERVO	CHEQUEADO	JEFE DE DISEÑO	COORD. INC.	GERENTE INC.	ITEM	N° DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA
3	REVISION GENERAL	10.FEB.09	E.Q.	M.B.	P.H.	G.H.	O.D.	S.T.				
2	REVISION GENERAL	19.AGO.08	H.R.	H.R.	M.D.	M.D.	G.C.	S.T.				
1	REVISION GENERAL	03.JUN.08	A.B.	H.R.	M.D.	M.D.	G.C.	S.T.				
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	26.MAR.08	A.B.	H.R.	M.D.	M.D.	G.C.	S.T.				
C	PREMITO PARA APROBACION DEL CLIENTE	25.ENE.08	A.B.	H.R.	M.D.	M.D.	G.C.	S.T.				
B	EMITIDO PARA APROBACION DEL CLIENTE	22.NOV.07	M.Z.	H.R.	M.D.	M.D.	G.C.	S.T.				
A	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	26.SEP.07	A.B.	R.S.	M.D.	M.D.	G.C.	S.T.		91-60-4001	DIAGRAMA UNILINEAL GENERAL 30 KV	

GERENTE INGENIERIA	COORD. INGENIERIA	JEFE DESEPLMA	CHEQUEO	DESERVO	DEBIDO	FECHA
S. THORNTON	G. CASTELLANOS	M. DEVANDAS	H. RUBIO	M. ZURITA		26.MAR.08

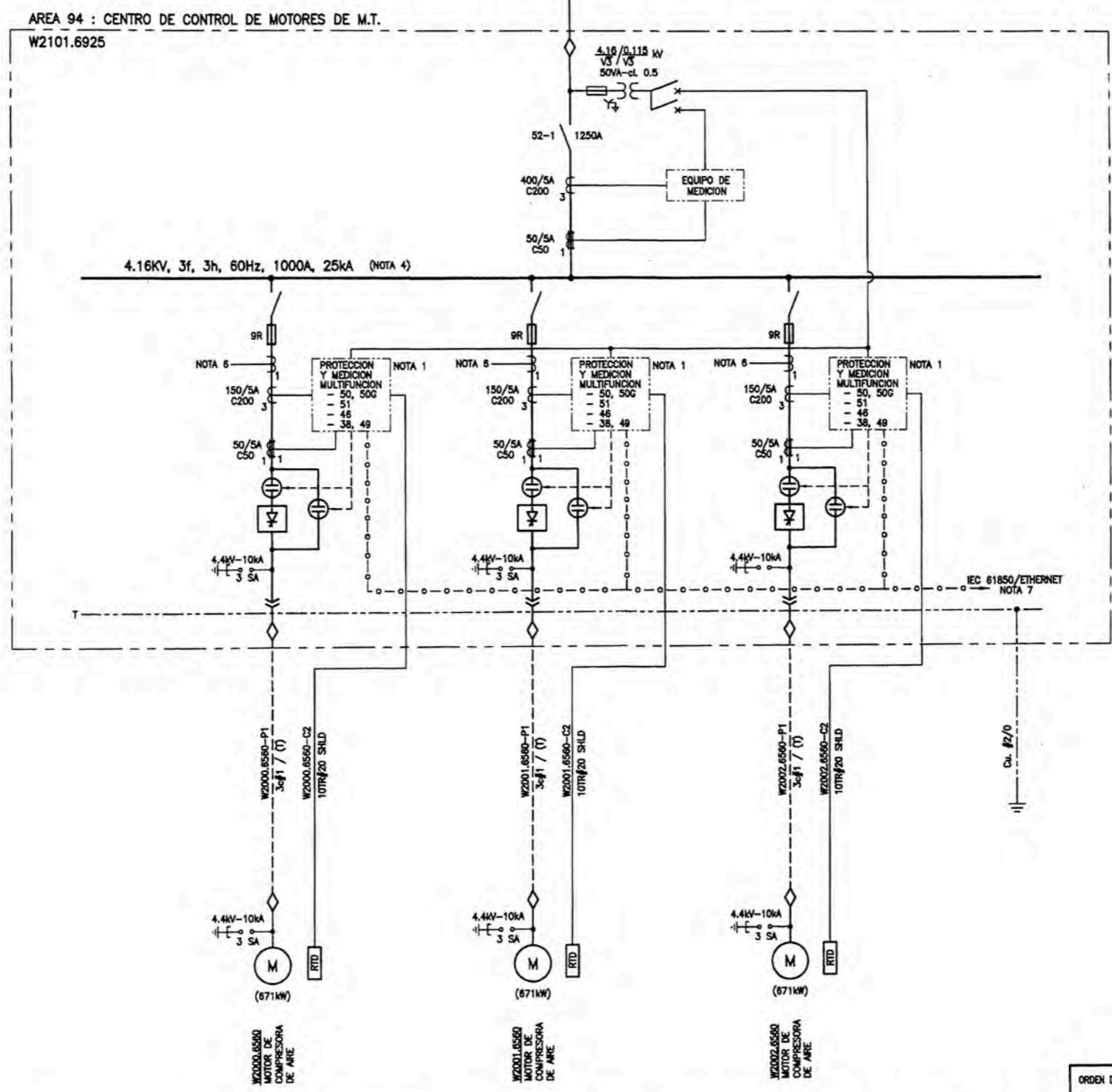
amec
 PROYECTO 320K
 CAJAMARQUILLA

ORDEN DE COMPRA N°: 65821/65830/65840
 65841/65850
 CWP : 402-50-00/402-60-00
 404-75-00/404-81-00
 404-83-00/501-91-00

APROBACION-CLIENTE		P. CATALDI	
N° PROYECTO	ESCALA	PLANO N°	REV.
155339	S/E	91-60-4002	3

PROYECTO 320K
 AREA 91 - SUBESTACION PRINCIPAL
 SISTEMA ELECTRICO 4,16 kV
 DIAGRAMA UNILINEAL

VIENE DEL CENTRO DE DISTRIBUCION DE CARGA DE M.T. # Z2185.6910 (VER PL. N° 91-60-4006)



- NOTAS:**
- 1.- EQUIPO DE PROTECCION MULTIFUNCION CON MEDICION DE VARIABLES ELECTRICAS, COMUNICACION, REGISTRO DE EVENTOS Y OSCILOGRAFIA, CON PROTOCOLO DE COMUNICACION IEC 61850.
 - 2.- EL SWITCHGEAR VENDRA CON SU RED DE COMUNICACION INSTALADA Y APROBADA DESDE FABRICA.
 - 3.- PREPARADO PARA AGREGAR CELDA.
 - 4.- VER PLANO N° 91-60-4006.
 - 5.- EL CIRCUITO DE MANDO SERA EN CC. A 125VDC ALIMENTADO DESDE PANEL CC W2125.6922, SUMINISTRADO POR EL CLIENTE.
 - 6.- CIRCUITO DE TRANSFORMADOR DE CORRIENTE HACIA EL CMC (PANEL DE CONTROL DEL COMPRESOR)
 - 7.- LA RED DE COMUNICACION DEL SISTEMA SCADA ELECTRICO SERA IMPLEMENTADA A FUTUROS POR OTROS.

ORDEN DE COMPRA N° : 65830
CONTRATO N° : 402-94-00

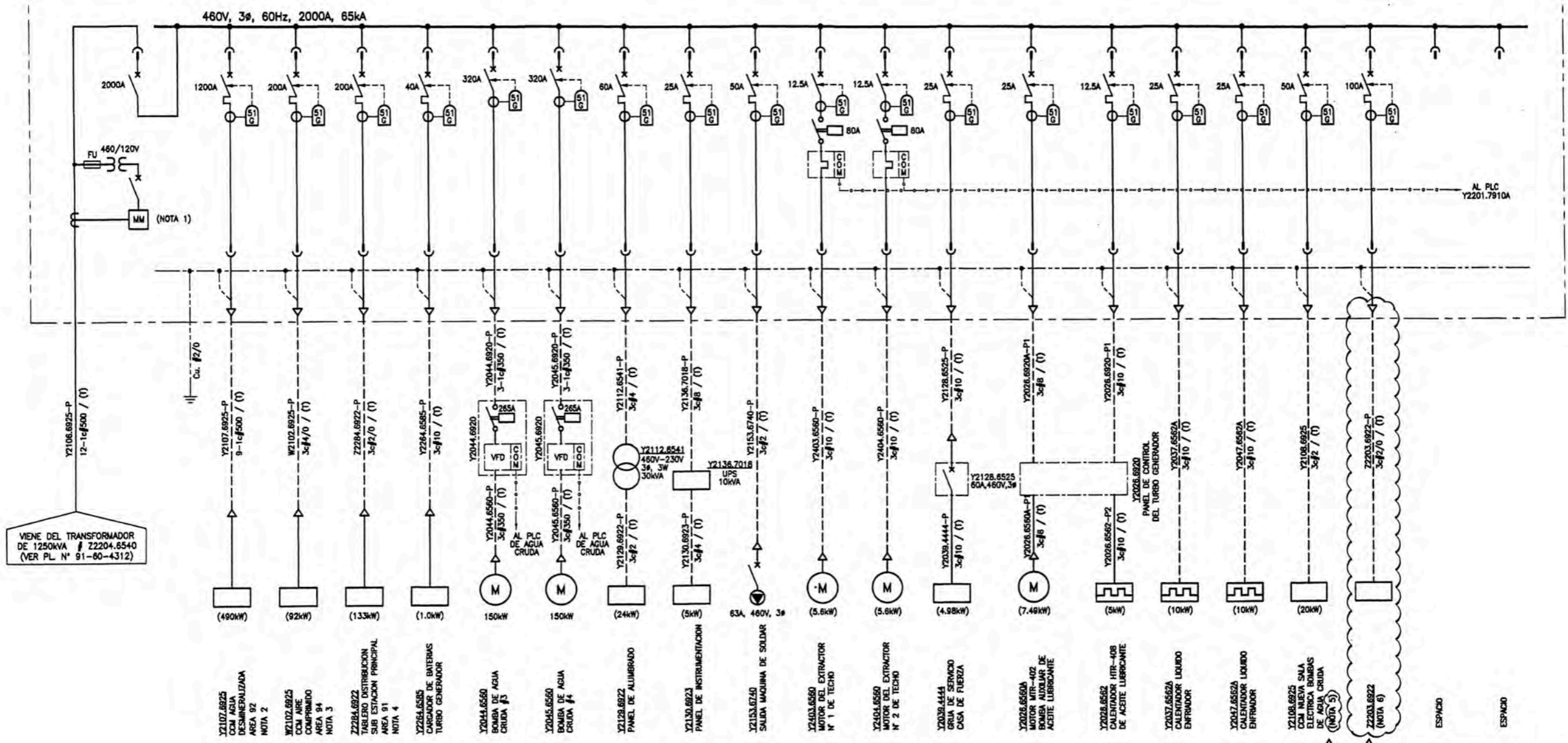
APROBACION-CLIENTE		PROYECTO 320K	
P. CATALDI		AREA 94 - AIRE COMPRIMIDO	
		CCM W2101.6925	
		DIAGRAMA UNIFILAR 4160V	
N° PROYECTO	ESCALA	PLANO N°	REV.
155339	S/E	94-60-4601	0



PROYECTO
320K
CAJAMARQUILLA

FECHA	DEBIDO	REVISADO	JEFE DESECCION	COORD. INC.	GERENTE INC.	ITEM	N° DE PLANO	PLANCOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA
11.AGO.06	A.G.	P.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.			
13.MAY.06	A.G.	P.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.			
28.ABR.06	E.R.	A.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.			
27.AGO.07	A.G.	C.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.	91-60-4006	SWITCHGEAR 4.18KV - Z2185.6910	

AREA 92 : CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
Y2106.6925



VIENE DEL TRANSFORMADOR DE 1250KVA # Z2204.6540 (VER PL. N° 91-60-4312)

- Y2107.6925 CCM AGUA DESMINERALIZADA AREA 92 NOTA 2
- Y2102.6925 CCM AIRE COMPRIMIDO AREA 94 NOTA 3
- Y2204.6922 TABLERO DISTRIBUCION SUB ESTACION PRINCIPAL AREA 91 NOTA 4
- Y2204.6925 CARGADOR DE BATERIAS TURBO GENERADOR
- Y2044.6920 BOMBA DE AGUA CRUDA #3
- Y2045.6920 BOMBA DE AGUA CRUDA #4
- Y2120.6922-P PANEL DE ALUMBRADO
- Y2130.6923-P PANEL DE INSTRUMENTACION
- Y2136.7018 63A, 460V, 3#
- Y2112.6541 MOTOR DEL EXTRACTOR N° 1 DE TECHO
- Y2403.6560-P MOTOR DEL EXTRACTOR N° 2 DE TECHO
- Y2039.4444 GRUA DE SERVICIO CASA DE FUERZA
- Y2026.6560A MOTOR MTR-402 BOMBA AUXILIAR DE ACEITE LUBRICANTE
- Y2026.6560-P2 CALENTADOR HTR-408 DE ACEITE LUBRICANTE
- Y2037.6562A CALENTADOR LIQUIDO ENFRIGADOR
- Y2047.6562A CALENTADOR LIQUIDO ENFRIGADOR
- Y2108.6925 SALA NUEVA SALA ELECTRICA BOMBAS DE AGUA CRUDA (NOTA 5)
- Y2203.6922 (NOTA 6)

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
MM	MEDIDOR MULTIFUNCION (NOTA 1)
51	RELE DE FALLA A TIERRA

- NOTAS:
- EQUIPO MEDIDOR MULTIFUNCION CON MEDICION DE: ENERGIA, TENSION, CORRIENTE, FACTOR DE POTENCIA.
 - VER DIAGRAMA UNIFILAR EN PLANO 92-60-4605
 - VER DIAGRAMA UNIFILAR EN PLANO 94-60-4602
 - VER DIAGRAMA UNIFILAR EN PLANO 91-60-4055
 - PON AGUA CRUDA
 - VER DIAGRAMA UNIFILAR EN PLANO 91-60-4051

ORDEN DE COMPRA N° : 85841
CONTRATO N° : 404-92-03/404-92-04

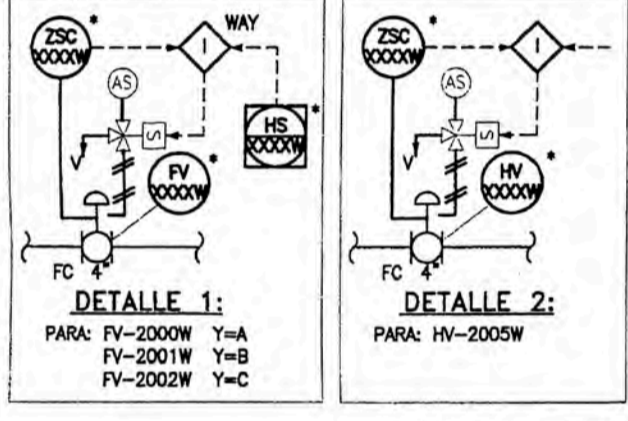
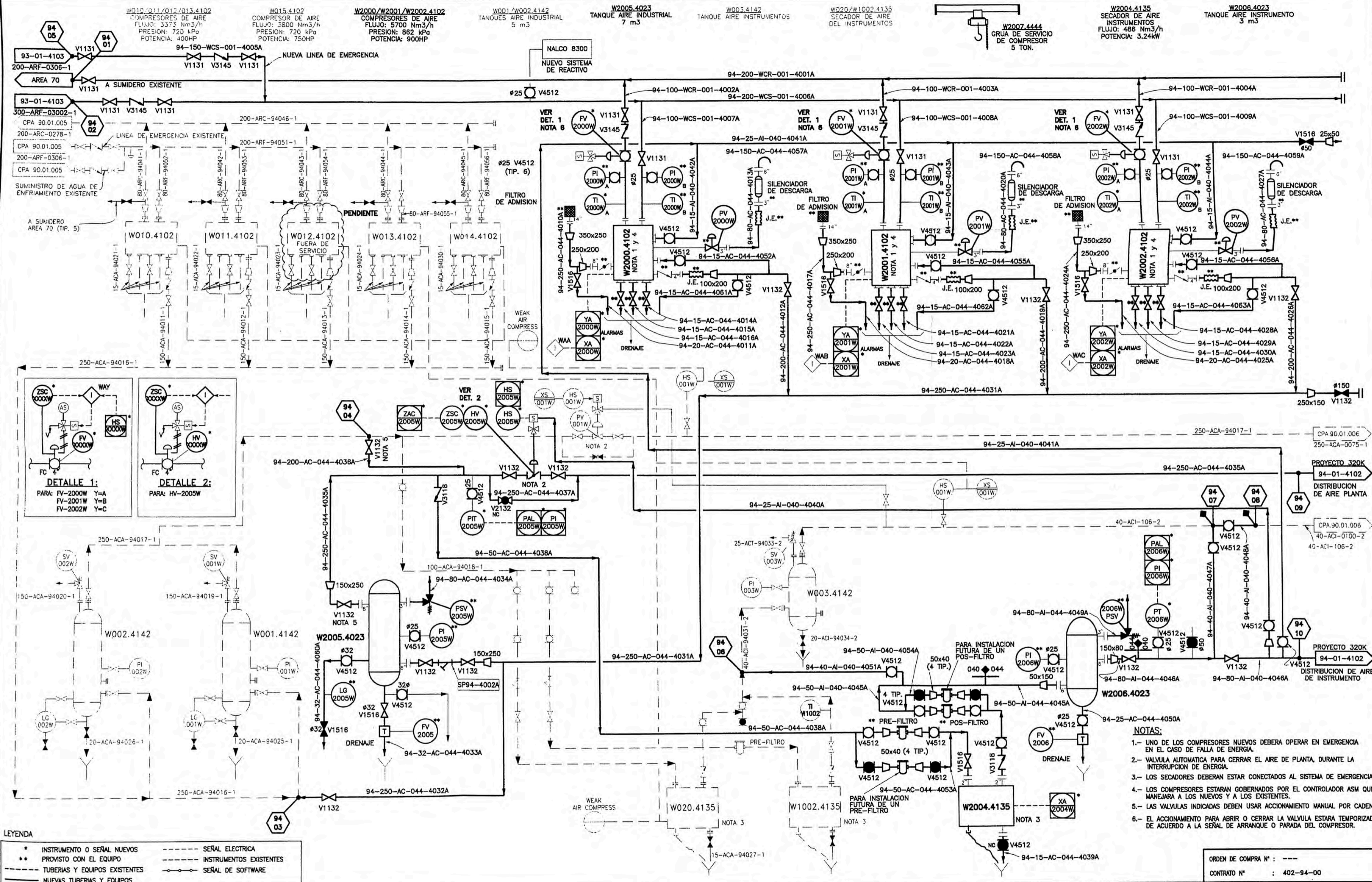
FECHA	ORIGEN	OBJETO	CHEQUEO	JEFE DISC.	GERENTE INCL.	ITEM	N° DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA
04.JUN.08	E.O.	P.H.V	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.			GERENTE INGENIERIA S. THORNTON
21.07.08	E.O.	P.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.			COORD. INGENIERIA O. DURAND
22.07.08	A.Q.	P.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.			JEFE DISEÑO C. RIVANCO
14.AGO.08	A.Q.	P.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.			CHEQUEO P. HUMERCHANDI 28.MAR.08
30.JUL.08	A.Q.	P.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.			DISEÑO A. HARO 28.MAR.08
24.JUL.08	A.Q.	P.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.			DISEÑO E. RAMIREZ 28.MAR.08
27.JUN.08	A.Q.	P.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.			



APROBACION-CUENTE
P. CATALDI

PROYECTO 320K
AREA 92 - CASA DE FUERZA
SERVICIOS AUXILIARES CCM Y2106.6925
DIAGRAMA UNIFILAR 460V

N° PROYECTO 155339 ESCALA S/E PLANO N° 92-60-4605 REV. 7



- NOTAS:**
- 1.- UNO DE LOS COMPRESORES NUEVOS DEBERA OPERAR EN EMERGENCIA EN EL CASO DE FALLA DE ENERGIA.
 - 2.- VALVULA AUTOMATICA PARA CERRAR EL AIRE DE PLANTA, DURANTE LA INTERRUPCION DE ENERGIA.
 - 3.- LOS SECADORES DEBERAN ESTAR CONECTADOS AL SISTEMA DE EMERGENCIA.
 - 4.- LOS COMPRESORES ESTARAN GOBERNADOS POR EL CONTROLADOR ASM QUE MANEJARA A LOS NUEVOS Y A LOS EXISTENTES.
 - 5.- LAS VALVULAS INDICADAS DEBEN USAR ACCIONAMIENTO MANUAL POR CADENA.
 - 6.- EL ACCIONAMIENTO PARA ABRIR O CERRAR LA VALVULA ESTARA TEMPORIZADA DE ACUERDO A LA SEÑAL DE ARRANQUE O PARADA DEL COMPRESOR.

LEYENDA

* INSTRUMENTO O SEÑAL NUEVOS	----- SEÑAL ELECTRICA
** PROVISTO CON EL EQUIPO	----- INSTRUMENTOS EXISTENTES
--- TUBERIAS Y EQUIPOS EXISTENTES	----- SEÑAL DE SOFTWARE
--- NUEVAS TUBERIAS Y EQUIPOS	

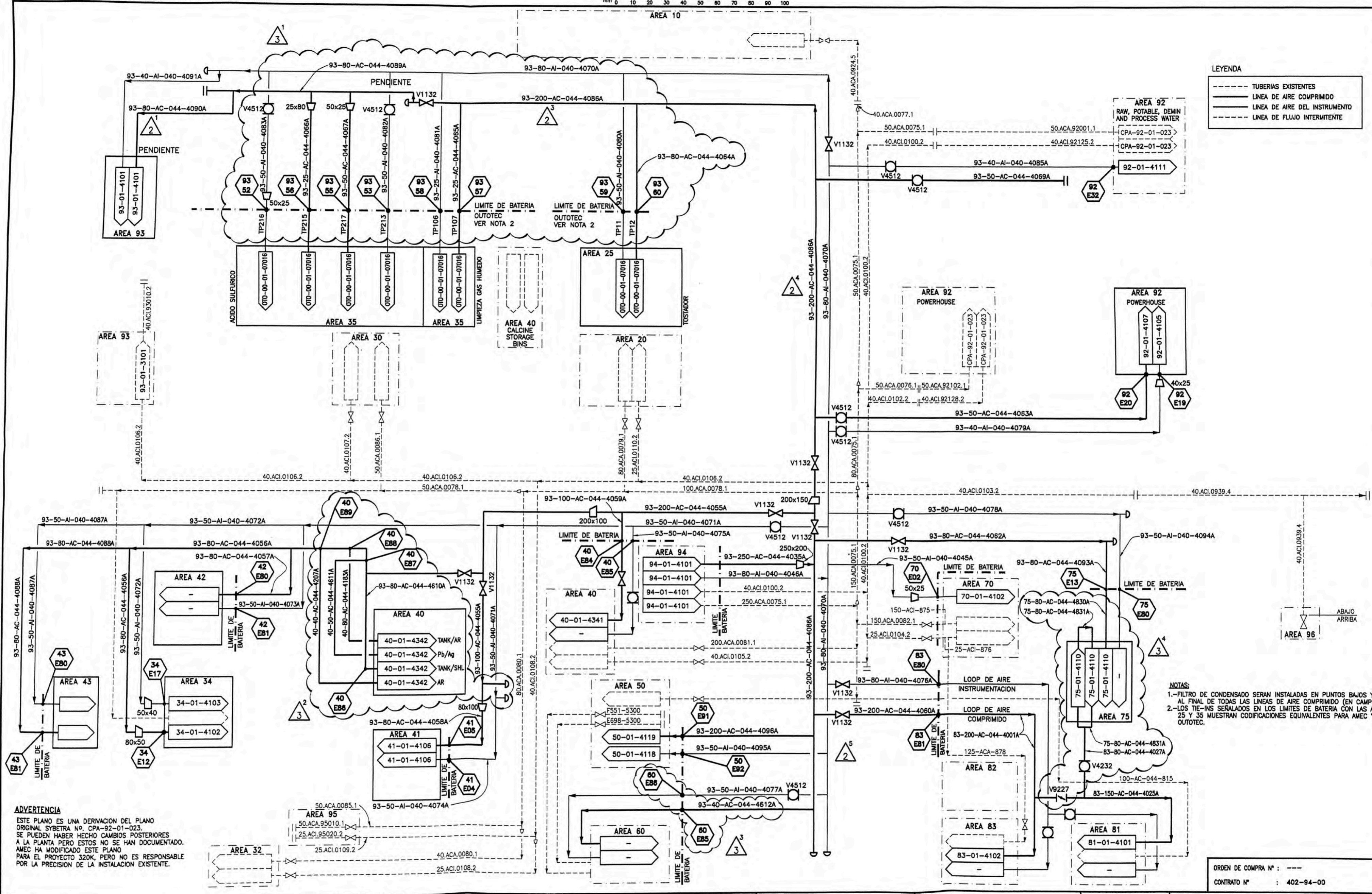
ORDEN DE COMPRA N° : ---
CONTRATO N° : 402-94-00

FECHA	ELABO	DESEN	CHECADO	JEFE DESE	GERENTE INC.	ITEM	N° DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA
25 JUN 08	J.A.	C.B.	C.B.	J.G.	O.D.	S.T.			GERENTE INGENIERIA S. THORNTON
15 FEB 08	A.R.	C.B.	E.P.	J.G.	O.D.	S.T.			COORD. INGENIERIA D. DURAND
09 JUL 07	A.R.	E.P.	E.P.	J.G.	O.D.	S.T.			JEFE DESPLAMA J. GUZMAN
									CHECADO E. PON 14 FEB 08
									DESEN C. BENTES 14 FEB 08
									REVISO A. ROSALES 09 JUL 07



APROBACION-CLIENTE			PROYECTO 320K	
			AREA 94 - AIRE COMPRIMIDO	
			SALA DE COMPRESORES	
			P&ID	
N° PROYECTO	ESCALA	PLANO N°	94-01-4101	
155339	S/E			
			REV.	0

H:\P\proyectos\155339\10.19 PID\AREA 94\EN TRABAJO\94-01-4101_RO.dwg, 26-6-2008, valdrin.rosales



LEYENDA

- TUBERIAS EXISTENTES
- LINEA DE AIRE COMPRIMIDO
- LINEA DE AIRE DEL INSTRUMENTO
- - - LINEA DE FLUJO INTERMITENTE

NOTAS:
 1.- FILTRO DE CONDENSADO SERAN INSTALADOS EN PUNTOS BAJOS Y AL FINAL DE TODAS LAS LINEAS DE AIRE COMPRIMIDO (EN CAMPO).
 2.- LOS TIE-INS SEÑALADOS EN LOS LIMITES DE BATERIA CON LAS AREAS 25 Y 35 MUESTRAN CODIFICACIONES EQUIVALENTES PARA AMEC Y OUTOTEC.

ADVERTENCIA
 ESTE PLANO ES UNA DERIVACION DEL PLANO ORIGINAL SYBETRA NO. CPA-92-01-023. SE PUEDEN HABER HECHO CAMBIOS POSTERIORES A LA PLANTA PERO ESTOS NO SE HAN DOCUMENTADO. AMEC HA MODIFICADO ESTE PLANO PARA EL PROYECTO 320K, PERO NO ES RESPONSABLE POR LA PRECISION DE LA INSTALACION EXISTENTE.

ORDEN DE COMPRA N° : ---
 CONTRATO N° : 402-94-00

NO.	DESCRIPCION	FECHA	DEBIDO	DISERIO	CHEQUEADO	JEFE DISP.	COORD. INC.	GERENTE INC.	ITEM	N° DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA
3	SE MODIFICO LO INDICADO	04.JUN.09	J.D.	C.B.	C.B.	J.G.	O.D.	O.D.				GERENTE INGENIERIA S. THORNTON 22.JUL.08
2	LO INDICADO	23.ABR.09	J.A.	C.B.	C.B.	J.G.	O.D.	S.T.				COORD. INGENIERIA O. DURAND 22.JUL.08
1	ADICION DE TIE-IN	27.AGO.08	J.A.	C.B.	C.B.	J.G.	O.D.	S.T.				CHEFE DISCIPLINA J. GUZMAN 22.JUL.08
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	22.JUL.08	J.A.	C.B.	C.B.	J.G.	O.D.	S.T.				CHEQUEADO C. BENTES 25.JUN.08
B	EMITIDO PARA APROBACION	25.JUN.08	J.A.	C.B.	C.B.	J.G.	O.D.	S.T.				DISERIO C. BENTES 25.JUN.08
A	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	18.JUL.07	J.A.	N.M.	N.M.	J.G.	O.D.	S.T.				DEBIDO J. ALARCON 19.JUL.07

amec

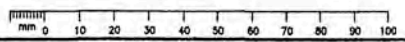
AL PRESTAR UNA SERVICIO DE TRANSFERENCIA DE DATOS POR CUALQUIER MEDIO ELECTRONICO LA COMPANIA QUE RECIBE LA INFORMACION ACEPTA QUE AMEC NO PUEDE SER RESPONSABLE POR LOS USUARIOS DE LOS DATOS ASISTIDOS ELECTRONICAMENTE. ASIMISMO, DESDE QUE LA INFORMACION ALMACENADA EN MEDIOS ELECTRONICOS PUEDE SER DISTRIBUIDA SIN SER DETECTADA O SER REPRODUCIDA SIN EL CONSENTIMIENTO DEL COMITENTE, LA COMPANIA QUE RECIBE LA INFORMACION ASUMIÓ QUE AMEC NO PUEDE RESPONSABILIZARSE POR LA COMPLETITUD, CORRECTITUD O CONSERVACION DE LA INFORMACION.

PROYECTO
320K
 CAJAMARQUILLA

APROBACION-CUENTE

N° PROYECTO	ESCALA	PLANO N°
155339	S/E	94-01-4102

PROYECTO 320K
 AREA 94 - AIRE COMPRIMIDO
 DIAGRAMA DE DISTRIBUCION
 P&ID



SALA ELECTRICA
AREA 94

SALA DE CALDERAS
AREA 92

MANEJADOR DEL SISTEMA DE AIRE (ASM-PC)
W2003.7910

GABINETE DE COMUNICACIÓN
W2301.7015

GABINETE DE COMUNICACIÓN
W2301.7015A

GABINETE DE COMUNICACIÓN
W2003.7015A

SALA DE COMPRESORES

GABINETE DE MODULO I/O
W2003.7015B

GABINETE DE CONTROL
W2301.7910

CONTROL LOGIX
CHASIS 1
AREA 94

POWER SUPPLY 1756-PA75	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
	CPU	DNB	ENB	DI	DI	DO	AI			
	1756-LB3	1756-DNB	1756-ENBT	1756-1A16I	1756-1H16I	1756-1H16I	1756-1F16I	1756-N2	1756-N2	

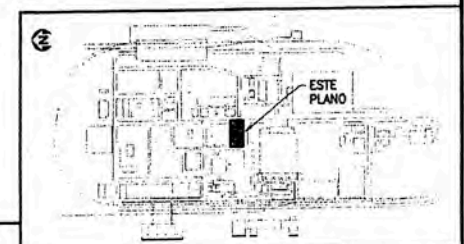
INSTRUMENTOS DE CAMPO
AREA - 94

PENDIENTE A SER DEFINIDO
SISTEMA CONTROL COMPRESORAS

RED SCADA IEC-61850
INSTALACION FUTURA O POR
TERCEROS

NOTAS:

- SUMINISTRADO POR EL PROVEEDOR DE LOS EQUIPOS
N° W2000.4102, W2001.4102, W2002.4102 (INGERSOLL
RAND)



PLANO UBICACION

PROYECTO 320K
AREA 94 - AIRE COMPRIMIDO
DIAGRAMA DE BLOQUES
SISTEMA DE CONTROL

ORDEN DE COMPRA N° : 75060
CONTRATO N° : 402-94-00

APROBACION-CUENTE

P. CATALDI
N° PROYECTO 155339
ESCALA S/E

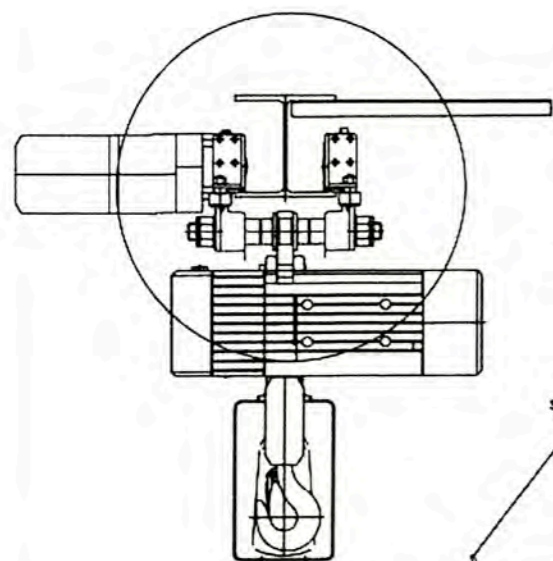
PLANO N° 94-70-4750
REV. 1

REV.	FECHA	DESCRIPCION	ITEM	DEBIDO	DESERO	CHEQUEO	JEFE DEB.	COORD. INC.	REPORTE INC.	ITEM	N° DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA
1	25.FEB.09	A.R.	C.O.	C.D.	C.D.	O.D.	S.T.						
0	11.SET.08	L.G.	C.O.	C.D.	C.D.	O.D.	S.T.						
B	25.ABR.08	A.R.	C.O.	C.D.	C.D.	O.D.	S.T.			93-70-4750	AREA 93 - DIAGRAMA DE BLOQUES - SISTEMA DE CONTROL		
A	24.MAR.08	A.R.	C.O.	C.D.	C.D.	O.D.	S.T.			01-70-4001	DIAGRAMA DE BLOQUES - SISTEMA DE CONTROL (LAMINA 1 DE 2)		

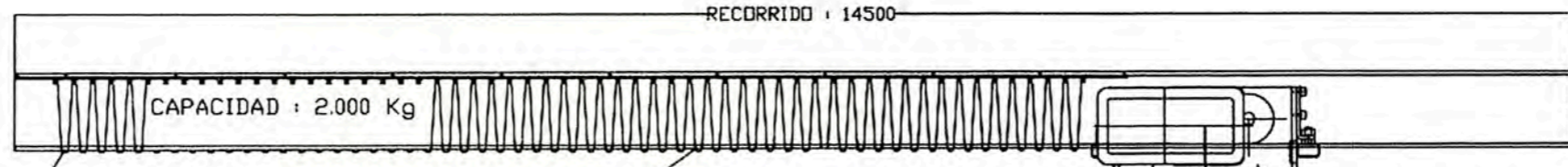


PROYECTO
320K
CAJAMARQUILLA

SEÑALADO UN BLOQUEO DE TRABAJOS DE SERVICIO POR CONSULTAS MEDIO ELECTRONICO. LA EMPRESA QUE REALICE LA INFORMACION ASPIRA QUE ASER NO PUEDA SER RESPONSABLE POR LOS DAÑOS DE NUESTRO ACCIONADO. ASIMISMO, DESDE LA FEA LA INFORMACION ASPIRA EN NUESTRO ELECTRONICO PUEDA RECIBIRSE SIN SER DETECTADA O SER ASOCIADA CON EL CONOCIMIENTO DEL CONSULTOR LA EMPRESA QUE REALICE LA INFORMACION ASPIRA QUE ASER NO PUEDA RESPONSABILIZARSE POR LA COMPLETUDIN, CANTIDAD O CONEXION DE LA INFORMACION.



altura del bucle
1000



ALIMENTACION ELECTRICA
IGA

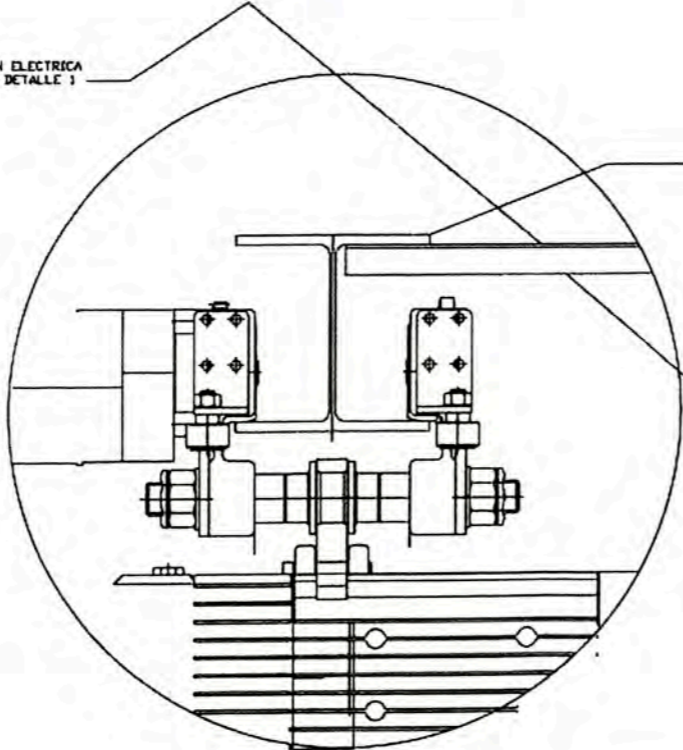
ST 2010-8/2 2/1

caja de paso de
4 bornes a nivel
de la viga
monorriel, por
parte del
cliente, caja al
final de la viga
monorriel

cable 4x10 por
parte del cliente

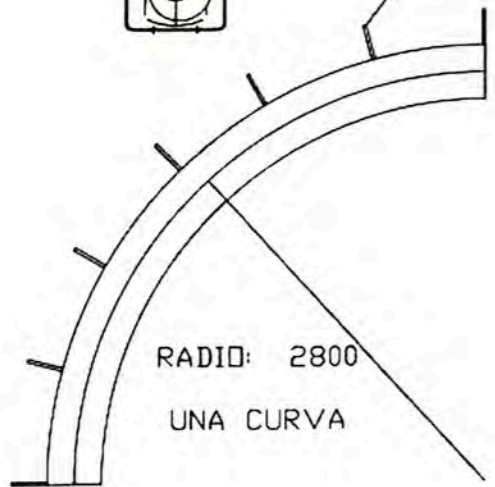
SOPORTE DE ALIMENTACION ELECTRICA
POR PARTE DEL CLIENTE DETALLE 1

DETALLE 1
SECCION
VIGA CARRILERA
tag. G2285



SOPORTE DE ALIMENTACION ELECTRICA
POR PARTE DEL CLIENTE

BREAKER
PRINCIPAL por
parte del cliente



RADIO: 2800
UNA CURVA

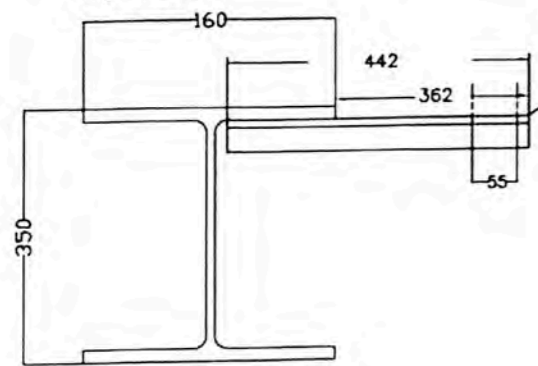
1	Not Acceptable - Released for Production - Revise and Resubmit
2	Subjected to Revision as Indicated - Released for Production - Submit Certified Drawings
3	No exception Taken - Released for Production - Submit Certified Drawing
4	Certified Drawing Accepted - Released for Production
5	Reviewed for Information Only - This Drawing not Required by Consultant for Engineering Design

FOR GENERAL COMPLIANCE WITH THE DESIGN CONCEPT OF THE PROJECT AND CONTRACT DOCUMENTS, NO RESPONSIBILITY IS ASSUMED FOR CORRECTNESS OF DIMENSIONS OR DETAILS

LINEA REAGENTS HANDLING HOIST
DATE: 10/09/08
SIGNATURE: [Signature]

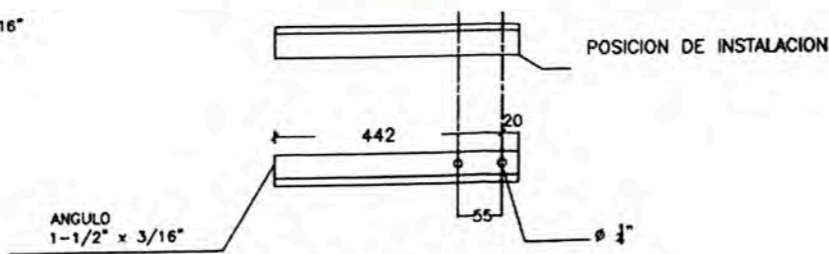
DETALLE 1

SECCION
VIGA CARRILERA
tag. G2285



ANGULO
1-1/2" x 3/16"

ANGULO DE SOPORTE ALIMENTACION ELECTRICA



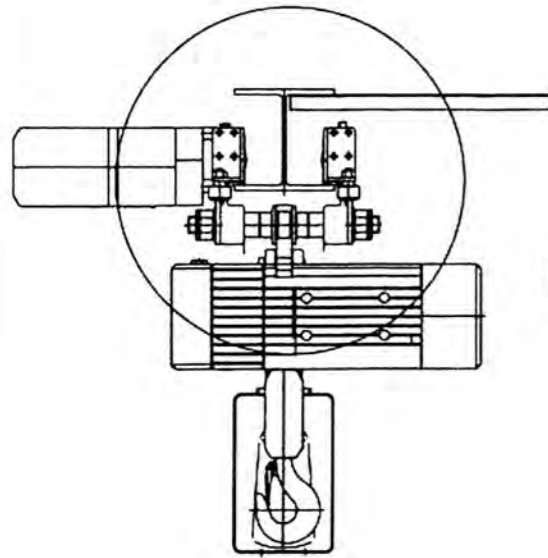
POSICION DE INSTALACION

ANGULO
1-1/2" x 3/16"

INSTALACION CADA 2.0 METS.
ALINEAR POR EL EJE DE CENTRO DE AGUEROS

IMOCOM		STAHL	
Línea Movimiento de Materiales		Cranes Systems	
DIBUJO: AR	DISEÑO: STAHL	TITULO: ARREGLO GRAL tag G2285	
REVISO: J.I.O.	APROBO: J.I.O.	PROYECTO: LINEA REAGENTS HANDLING HOIST	
FIRMA IMOCOM S.A.:	FIRMA CLIENTE O INTERVENTOR:	CLIENTE: AMEC	
		INTERVENTOR: NINGUNO	
		PLANO No: 1102110-G2285A	
		ESC: SIN	MEDIDAS: mm
		FECHA: 10/09/08	REV: 2
OBSERVACIONES: NINGUNA			PLANO: 1 de 1

43560
02 OCT 2008
43560-0008
105 1682



altura del bucle
1000

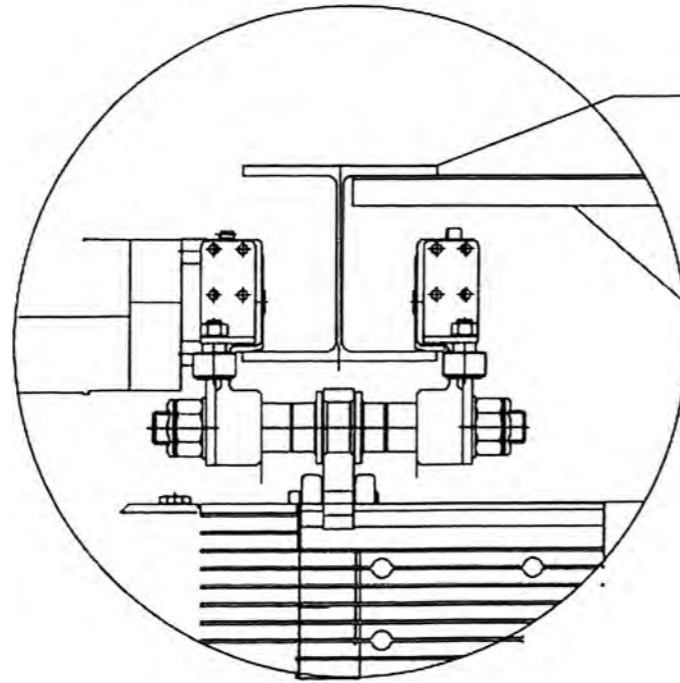


ALIMENTACION ELECTRICA
IGA

ST 2010-8/2 2/1

caja de paso de
4 bornes a nivel
de la viga
monorriel, por
parte del
cliente, caja al
final de la viga
monorriel

cable 4x10 por
parte del cliente



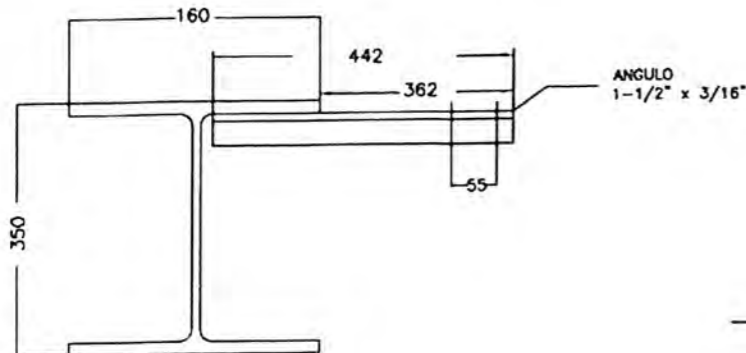
DETALLE 1
SECCION
VIGA CARRILERA
tag. G2247

SOPORTE DE ALIMENTACION ELECTRICA
POR PARTE DEL CLIENTE

BREAKER
PRINCIPAL por
parte del cliente

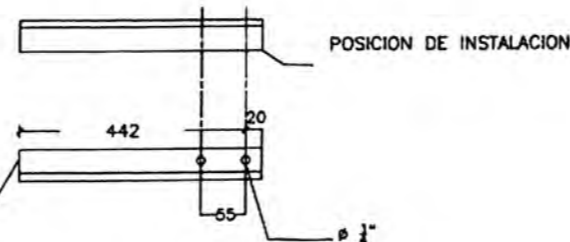
DETALLE 1

SECCION
VIGA CARRILERA
tag. G2247



ANGULO DE SOPORTE ALIMENTACION ELECTRICA

ANGULO
1-1/2" x 3/16"



POSICION DE INSTALACION

INSTALACION CADA 2.0 METS.
ALINEAR POR EL EJE DE CENTRO DE AGUJEROS

<input type="checkbox"/>	1 - Not Acceptable Released for Production, Revise and Resubmit
<input type="checkbox"/>	2 - Subjected to Revision as Indicated, Released for Production, Submit Certified Drawings
<input checked="" type="checkbox"/>	3 - No exception taken, Released for Production, Submit Certified Drawing
<input type="checkbox"/>	4 - Certified Drawing Accepted, Released for Production
<input type="checkbox"/>	5 - Reviewed for Information Only, This Drawing not Requested by Consultant for Engineering During

FOR GENERAL COMPLIANCE WITH THE DESIGN CONCEPT OF THE PROJECT AND THE CONTRACT DOCUMENTS, NO RESPONSIBILITY IS ASSUMED FOR CORRECTNESS OF DIMENSIONS OR DETAILS

DATE: 10/11/08 SIGNATURE: [Signature]

LINEA MAIN CIRCULATION TANK PUMP MOTOR HOIST

IMOCOM		STAHL	
Línea Movimiento de Materiales		Cranes Systems	
DIBUJO: A.R.	DISEÑO: STAHL	TITULO: ARREGLO GRAL. tag G2247	
REVISO: J.I.O.	APROBO: J.I.O.	PROYECTO: LINEA MAIN CIRCULATION TANK PUMP	
FIRMA IMOCOM S.A.:	FIRMA CLIENTE O INTERVENIOR:	CLIENTE: AMEC	
		INTERVENIOR: NINGUNO	
		PLANO No: 1102110- G2247A	
		ESC: SIN	MEDIDAS: mm
		FECHA: 10/09/08	REV: 2
OBSERVACIONES: NINGUNA			PLANO: 1 de 1

Handwritten notes and signatures: 43560-000E, 43560, 4682

APÉNDICE

- APÉNDICE 1: Prefijos numéricos y propiedades del aire
- APÉNDICE 2: Gráfico de viscosidad de los fluidos, rugosidades relativas de tuberías y diagrama de Moody.
- APÉNDICE 3: Valores de resistencia e inductancia eléctrica y tabla de características físicas de los cables eléctricos en MT.
- APÉNDICE 4: Especificaciones de *Piping Class*.
- APÉNDICE 5: Tablas para pruebas de inspección visual de soldadura.
- APÉNDICE 6: Valores típicos para pruebas eléctricas.

APÉNDICE 1:

PREFIJOS NUMÉRICOS Y PROPIEDADES DEL AIRE

PREFIJOS

Tabla 1

Prefijo	Símbol	Factor	Término
	o		
tera	T	10^{12}	un billón
giga	G	10^9	mil millones
mega	M	10^6	un millón
kilo	k	10^3	mil
hecto	h	10^2	cien
deca	da	10	diez
deci	d	10^{-1}	un décimo
centi	c	10^{-2}	un centésimo
mili	m	10^{-3}	un milésimo
micro	μ	10^{-6}	un millonésimo
nano	n	10^{-9}	un milmillonésimo
pico	p	10^{-12}	un billonésimo

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AIRE a presión atmosférica

Tabla 2

Temperatura	Densidad	Viscosidad dinámica	Viscosidad cinemática	Velocidad del sonido
$^{\circ}\text{C}$	ρ kg/m^3	μ $\text{N.s/m}^2 \cdot 10^5$	ν $\text{m}^2/\text{s} \cdot 10^5$	c m/s
-30	1.452	1.56	1.08	312
-20	1.394	1.61	1.16	319
-10	1.342	1.67	1.24	325
0	1.292	1.72	1.33	331
10	1.247	1.76	1.42	337
20	1.204	1.81	1.51	343
30	1.164	1.86	1.60	349
40	1.127	1.91	1.69	355
50	1.092	1.95	1.79	360
60	1.060	2.00	1.89	366
70	1.030	2.05	1.99	371
80	1.000	2.09	2.09	377
90	0.973	2.13	2.19	382
100	0.946	2.17	2.30	387
200	0.746	2.57	3.45	436
300	0.616	2.93	4.75	480

APÉNDICE 2:

GRÁFICO DE VISCOSIDAD DE LOS FLUIDOS Y DE RUGOSIDADES DE TUBERÍAS Y DIAGRAMA DE MOODY

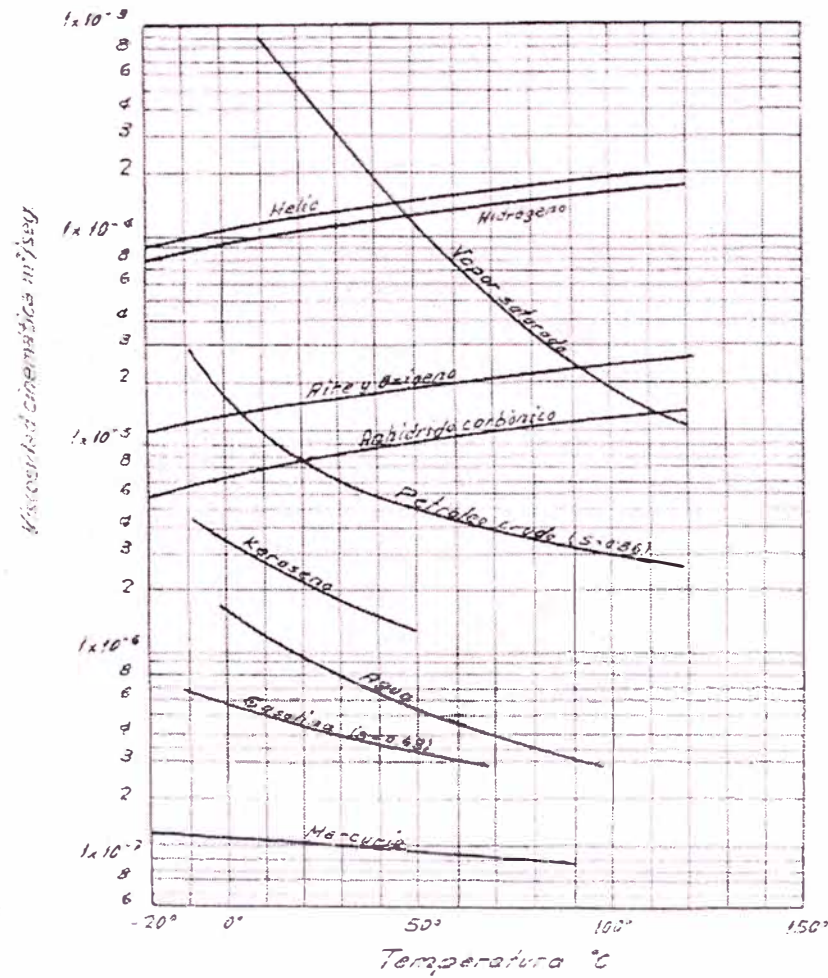


FIG. A. 1: Diagrama de viscosidades cinemáticas

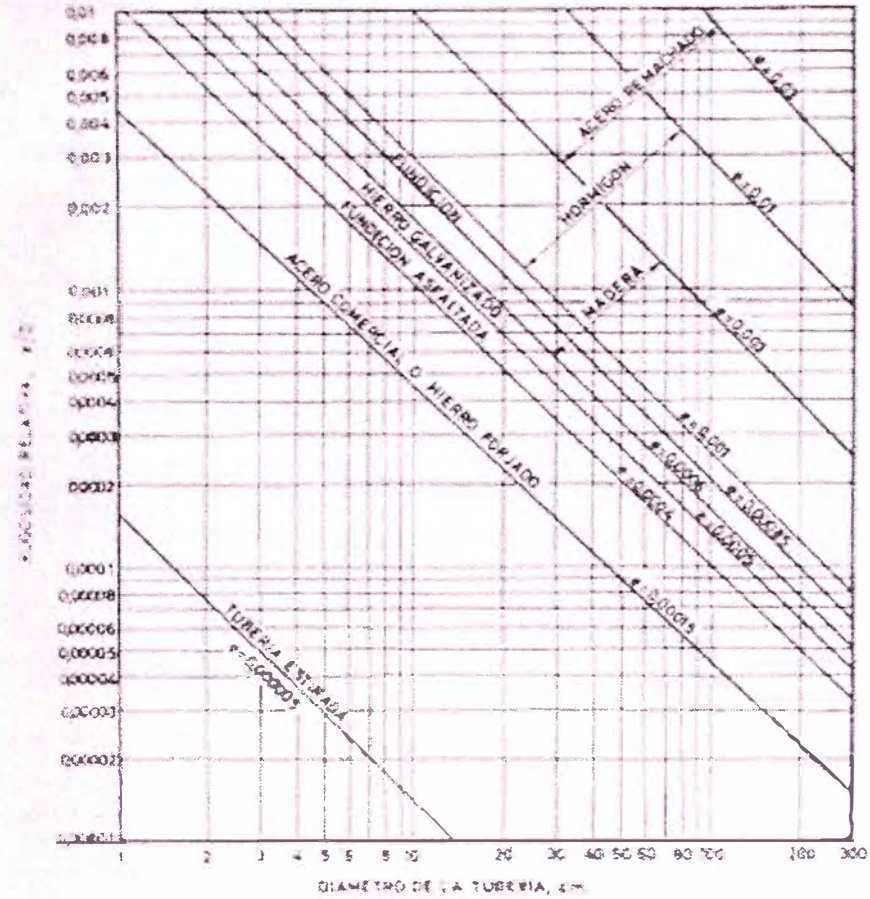


FIG. A. 2: Diagrama de rugosidades relativas

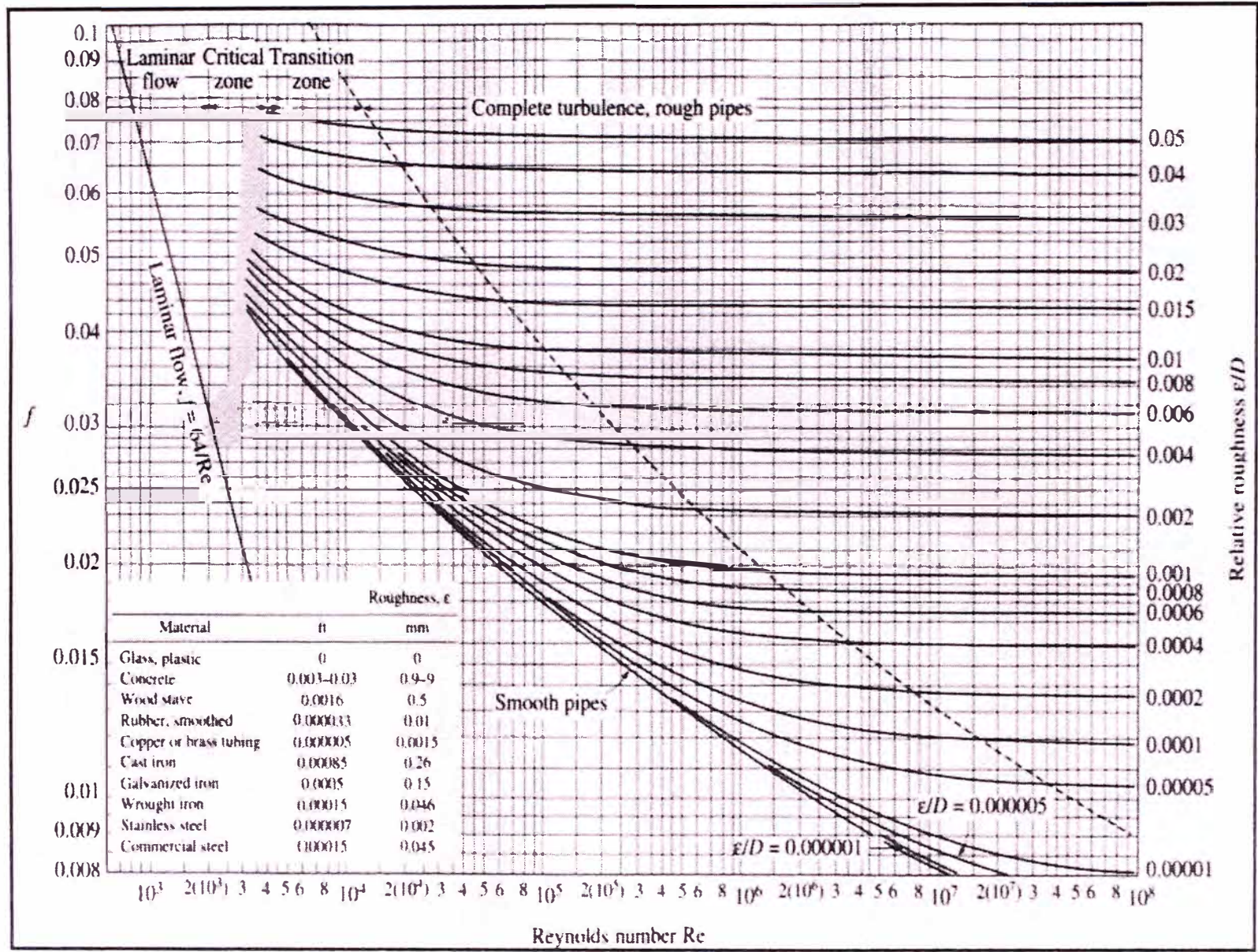


FIG. A. 3: Diagrama de Moody

APÉNDICE 3

VALORES DE RESISTENCIA E INDUCTANCIA ELÉCTRICA Y TABLA DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CABLES ELÉCTRICOS EN MT

TABLA 1¹



Sección nominal mm ²	Resistencia máxima en c.a. y a 90°C en Ω/km			
	Cables Unipolares 		Cables Tripolares 	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.310	-	2.346	-
16	1.455	2.392	1.479	2.431
25	0.918	1.513	0.936	1.542
35	0.663	1.093	0.675	1.112
50	0.490	0.800	0.499	0.822
70	0.339	0.558	0.345	0.568
95	0.245	0.403	0.249	0.410
120	0.195	0.321	0.197	0.324
150	0.159	0.262	0.161	0.265
185	0.127	0.209	0.129	0.212
240	0.098	0.161	0.099	0.163
300	0.078	0.128	-	-
400	0.062	0.102	-	-
500	0.051	0.084	-	-

TABLA 2²

Sección nominal mm ²	Reactancia X en Ω/km por fase Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
	Tres cables unipolares en contacto mutuo						
10	0.136	0.141	-	-	-	-	-
16	0.126	0.130	0.143	-	-	-	-
25	0.117	0.121	0.134	0.141	-	-	-
35	0.111	0.115	0.128	0.135	0.140	-	-
50	0.106	0.109	0.122	0.128	0.133	0.139	0.144
70	0.100	0.103	0.115	0.120	0.125	0.131	0.136
95	0.095	0.098	0.110	0.115	0.120	0.126	0.130
120	0.092	0.095	0.106	0.111	0.115	0.121	0.125
150	0.090	0.092	0.102	0.108	0.112	0.117	0.121
185	0.088	0.091	0.100	0.104	0.108	0.113	0.117
240	0.085	0.088	0.097	0.101	0.105	0.109	0.113
300	0.083	0.087	0.093	0.097	0.101	0.105	0.109
400	0.081	0.085	0.091	0.095	0.098	0.102	0.106
500	0.080	0.084	0.089	0.092	0.095	0.099	0.102

¹ ² Valores de resistencia e inductancia según tablas de catálogos Voltalene para MT

TABLA 3³

MEDIA TENSIÓN XLPE-PB 5 KV							
Calibre	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	100% Nivel de Aislamiento Espesor de aislamiento=2,29		133% Nivel de Aislamiento Espesor de aislamiento=2,92		Capacidad de conducción de corriente*
			Diámetro total aproximado	Peso total aproximado	Diámetro total aproximado	Peso total aproximado	
AWG o kcmil	mm ²		mm	kg /100 m	mm	kg /100 m	Ampere
6	13,3	7	17,8	113	19,1	123	106
4	21,2	7	19,0	128	20,2	139	137
2	33,6	7	20,4	150	21,7	165	178
1	42,4	19	21,2	169	23,3	180	185
1/0	53,5	19	22,2	186	24,3	230	233
2/0	67,4	19	24,1	239	26,2	253	265
3/0	85,0	19	26,1	267	27,4	280	302
4/0	107,2	19	27,5	299	28,8	313	345
250	126,7	37	28,9	331	30,2	345	379
300	152,0	37	30,2	366	31,5	381	426
350	177,3	37	31,4	401	32,7	415	460
500	253,4	37	34,6	556	37,3	573	561
600	304,0	61	38,3	628	39,5	645	628
750	380,0	61	40,8	725	42,0	750	702
1 000	506,7	61	45,5	892	46,8	911	816

NOTA: Las dimensiones y los pesos estan sujetos a tolerancias de manufactura

³ Fuente: Tablas de conductores VIAKON.

APÉNDICE 4: ESPECIFICACIONES DE PIPING CLASS

TABLA 1: ESPECIFICACIONES DE MATERIALES PARA TUBERÍAS DE AIRE COMPRIMIDO

CARACTERÍSTICA		SERVICIO		
ESPECIFICACIÓN		044	040	001
FLUIDO		AIRE COMPRIMIDO DE PLANTA (AC)	AIRE COMPRIMIDO DE INSTRUMENT (AI)	SUMINISTRO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO (WCS) Y RETORNO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO (WCR)
PRESIÓN Y TEMP. MÁXIMA		1 030 KPa, 40 °C	1 030 KPa, 40 °C	1 030 KPa, 60 °C
CÓDIGO APLICABLE		ANSI B31.3	ANSI B31.3	ANSI B31.3
PLAN DE INSPECCIONES NDT		Insp. Visual 100 % y prueba de servicio	Insp. Visual 100 % y prueba de servicio	Insp. Visual 100 % y prueba de servicio
LIMPIEZA		Lavado de la línea, secado y limpieza a lo largo de la misma.	Lavado de la línea, secado y limpieza a lo largo de la misma; purga seca con calidad de aire de instrumentos al punto de rocío -4 °C	Lavado de la línea, secado y limpieza a lo largo de la misma.
COLOR DE PINTURA		Celeste RAL 5012 (NTP 399.012)	Celeste RAL 5012 (NTP 399.012)	Verde pastel RAL 6019 (NTP 399.012)
TUBERÍA	DN ≤ 50 mm	Acero al carbono ASTM A-53 Gr B cédula 80; extremos roscados	Acero al carbono ASTM A-53 Gr B galvanizado, pared por peso estándar; extremos roscados	Acero al carbono ASTM A-53 Gr B cédula 80; extremos roscados
	DN > 50 mm	Acero al carbono ASTM A-53 Gr B, esp. Pared por peso estándar; extremos biselados	Acero al carbono ASTM A-53 Gr B galvanizado, cédula 40, extremos ranurado victaulic	Acero al carbono ASTM A-53 Gr B, esp. Pared por peso estándar; extremos biselados
ACCESORIOS	DN ≤ 50 mm	Hierro maleable A-197 conex. hembra NPT clase 150	Hierro maleable galvanizado A-197 conex. hembra NPT clase 150	Hierro maleable A-197 conex. hembra NPT clase 150
	DN > 50 mm	Acero al carbono forjado ASTM A-234, conex. Soldadura a tope, clase peso estándar.	Hierro dúctil galvanizado ASTM A-536, conex. Ranurado victaulic	Acero al carbono forjado ASTM A-234, conex. Soldadura a tope, clase peso estándar.
UNIONES	DN ≤ 50 mm	Hierro maleable A-197 conex. hembra NPT clase 150	Hierro maleable galvanizado A-197 conex. hembra NPT clase 150	Hierro maleable A-197 conex. hembra NPT clase 150
ACOPLES	DN > 50 mm	No Aplica	Hierro dúctil galvanizado ASTM A-536, conex. Con empaque EPDM, clase 150	No Aplica
BRIDAS	DN ≤ 50 mm	Acero forjado ASTM A-105 cara plana o alto relieve, conex. hembra NPT, clase 150	Acero forjado galvanizado ASTM A-105 cara plana, conex. hembra NPT, clase 150	Acero forjado ASTM A-105 cara plana o alto relieve, conex. hembra NPT, clase 150
	DN > 50 mm	Acero forjado ASTM A-105 cara plana o alto relieve, conex. Sleep on o weld neck, clase 150	Hierro dúctil galvanizado ASTM A-536, tipo Brida split para tubos ranurados, conex victaulic con empaque EPDM, clase 150	Acero forjado ASTM A-105 cara plana o alto relieve, conex. Sleep on o weld neck, clase 150
EMPAQUETADURAS	TODOS LOS TAMAÑOS	Material SBR Rubber tipo cara completa, espesor 3 mm, clase 150 Garlock 7125 o equivalente	Material SBR Rubber tipo cara completa, espesor 3 mm, clase 150 Garlock 7125 o equivalente	Material SBR Rubber tipo cara completa o tipo anillo, espesor 3 mm, clase 150 Garlock 7125 o equivalente
BRIDAS CIEGAS	DN > 50 mm	Acero forjado ASTM A-105, cara plana, clase 150	Acero forjado ASTM A-105, cara plana, clase 150	Acero forjado ASTM A-105, cara plana, clase 150
PERNOS	TODOS LOS TAMAÑOS	Acero al carbono ASTM A-307 Gr 8 tipo cabeza hexagonal serv. Pesado; clase 2A para roscas ≤ 25 mm y BUN para roscas > 25 mm	Acero al carbono ASTM A-307 Gr 8 tipo cabeza hexagonal serv. Pesado; clase 2A para roscas UNC	Acero al carbono ASTM A-307 Gr B tipo cabeza hexagonal serv. Pesado; clase 2A para roscas ≤ 25 mm y BUN para roscas > 25 mm
TUERCAS	TODOS LOS TAMAÑOS	Acero al carbono tipo cabeza hexagonal ASTM A-563 Gr A clase 2B rosca UNC	Acero al carbono tipo cabeza hexagonal ASTM A-563 Gr A clase 2B rosca UNC	Acero al carbono tipo cabeza hexagonal ASTM A-563 Gr A clase 2B rosca UNC
VÁLVULA DE BOLA	DN ≤ 50 mm	Acero al carbono / inoxidable conexión hembra NPT clase 1500 W.O.G.	Acero al carbono / inoxidable conexión hembra NPT clase 1500 W.O.G.	Acero al carbono / inoxidable conexión hembra NPT clase 1500 W.O.G.
	DN > 50 mm	Hierro dúctil / Acero inoxidable, conexión bridada, clase 150	No Aplica	Hierro dúctil / Acero inoxidable, conexión bridada, clase 150
VÁLVULA COMPUERTA	DN ≤ 50 mm	Acero forjado, conexión hembra NPT, clase 800	No Aplica	Acero forjado, conexión hembra NPT, clase 800
	DN > 50 mm	Hierro fundido, conexión bridada, clase 125	Hierro fundido, conexión bridada, clase 125	Hierro fundido, conexión bridada, clase 125
VÁLVULA CHECK	DN ≤ 50 mm	Bronce, conexión hembra NPT, clase 125	Bronce, conexión hembra NPT, clase 125	Bronce, conexión hembra NPT, clase 125
	DN > 50 mm	Hierro fundido, conexión wafer, clase 125	Hierro fundido, conexión wafer, clase 125	Hierro fundido, conexión wafer, clase 125
VÁLVULA GLOBO	DN ≤ 50 mm	Acero forjado, conexión hembra NPT, clase 800	Acero forjado, conexión hembra NPT, clase 800	Acero forjado, conexión hembra NPT, clase 800
	DN > 50 mm	Hierro fundido, conexión bridada, clase 125	Hierro fundido, conexión bridada, clase 125	Hierro fundido, conexión bridada, clase 125
VÁLVULA MARIPOSA	DN ≤ 50 mm	Hierro dúctil / EPDM, conexión lug, clase 150	No Aplica	Hierro dúctil / EPDM, conexión lug, clase 150
	DN > 50 mm	Hierro fundido / EPDM, conexión wafer, clase 150	No Aplica	Hierro fundido / EPDM, conexión wafer, clase 150

APÉNDICE 5¹

TABLAS PARA PRUEBAS DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA

Tabla 1. Examen de soldaduras.

Tipo de imperfección	Criterio (A-E) para tipo de soldaduras y para métodos de examen			
	Método	Tipo de soldadura		
	Visual	Ranura circunferencial	Filete (3)	Conexión ramificada (4)
Grietas	X	A	A	A
Falta de fusión	X	A	A	A
Penetración incompleta	X	A	A	A
Porosidad interna	B	B	B
Inclusión de escoria o alargamiento	C	NA	C
Socavaciones	X	A	A	A
Superficie raíz cóncava (absorción)	X	D	NA	D
Acabado superficial	X	E	E	E
Refuerzo o protuberancia interior	X	F	F	F

Nota general: X = Examen requerido; NA = No Aplica; = No requerido.

(3): Soldaduras de filete sólo para soportes y estructuras adicionales

(4): Conexiones ramificadas, soldadura biselada de penetración completa.

Tabla 2. Criterios de evaluación y aceptación de soldaduras.

CRITERIO		VALORES LÍMITES DE ACEPTACIÓN	
SÍMBOLO	MEDICIÓN		
A	Extensión de la imperfección	Cero (no debe ser evidente)	
B	Tamaño y distribución de porosidad interna	No aplica calificación	
C	Inclusión de escoria o alargamiento		
	Longitud individual	$\leq T_w/4$ y ≤ 4 mm (5/32")	
	Ancho individual	$\leq T_w/4$ y ≤ 2.5 mm (3/32")	
D	Longitud acumulada	$\leq T_w$ en cualquier longitud $12 T_w$.	
	Profundidad de superficie cóncava	T_w mm (in) Prof. mm (in)	
		≤ 13 (1/2) ≤ 1.5 (1/16)	
E	Rugosidad superficial	≤ 12.5 \square m (500 \square in)	
	F	Altura del refuerzo o protuberancia interna	T_w mm (in) Prof. mm (in)
			≤ 13 (1/2) ≤ 1.5 (1/16)
		>13 (1/2) y ≤ 51 (2) ≤ 3 (1/8)	
		> 51 (2) ≤ 4 (5/32)	

¹ ADAPTACIÓN EXTRAÍDA DE LA NORMA ASME B.31.3





APÉNDICE 6¹

VALORES TÍPICOS PARA PRUEBAS ELÉCTRICAS

Tabla 1: Valores requeridos para la prueba de aislamiento de circuitos, equipos y sistemas eléctricos.

Nominal Rating of Equipment in Volts	Minimum Test Voltage, DC	Recommended Minimum Insulation Resistance in Megohms
250	500	25
600	1,000	100
1,000	1,000	100
2,500	1,000	500
5,000	2,500	1,000
8,000	2,500	2,000
15,000	2,500	5,000
25,000	5,000	20,000
34,500 and above	15,000	100,000

Tabla 2.a: Valores de torque de pernos para conexiones eléctricas.
Acero tratado térmicamente – Cadmio o Zinc Plateado.

Grade	SAE 1&2	SAE 5	SAE 7	SAE 8
Head Marking				
Minimum Tensile (Strength) (lb/in ²)	64K	105K	133K	150K
Bolt Diameter in Inches		Torque (Pound-Feet)		
1/4	4	6	8	8
5/16	7	11	15	18
3/8	12	20	27	30
7/16	19	32	44	48
1/2	30	48	68	74
9/16	42	70	96	105
5/8	59	96	135	145
3/4	96	160	225	235
7/8	150	240	350	380
1.0	225	370	530	570

¹ VALORES DE PRUEBA Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN EXTRAÍDOS DE LA NORMA NETA 2 005

Tabla 2.b: Valores de torque (lb-pie) para fijadores d Bronce – Silicona.

Bolt Diameter in Inches	Nonlubricated	Lubricated
5/16	15	10
3/8	20	14
1/2	40	25
5/8	55	40
3/4	70	60

Tabla 2.c: Valores de torque (lb-pie) para fijadores de aleación de Aluminio.

Bolt Diameter in Inches	Lubricated
5/16	8.0
3/8	11.2
1/2	20.0
5/8	32.0
3/4	48.0

Tabla 2.d: Valores de torque (lb-pie) para fijadores de acero inoxidable

Bolt Diameter in Inches	Uncoated
5/16	14
3/8	25
1/2	45
5/8	60
3/4	90

Tabla 2.e: Valores de torque de pernos para equipos Schneider Group

Tamaño de tornillo (tornillos de acero SAE #2)	Valores de par de apriete	
	Uniones de hojas metálicas	Conexiones eléctricas
1/4-20	7 lbs-pie (9,5 N*m)	10 lbs-pie (13,5 N*m)
5/16-8	14 lbs-pie (19 N*m)	20 lbs-pie (27 N*m)
3/8-6	21 lbs-pie (28,5 N*m)	35 lbs-pie (47,5 N*m)
1/2-3	42 lbs-pie (57 N*m)	70 lbs-pie (95 N*m)
M8 (8 mm)	15 lbs-pie (20,5 N*m)	21 lbs-pie (28,5 N*m)
M10 (10 mm)	22 lbs-pie (30 N*m)	36 lbs-pie (49 N*m)