

**MARCO ANTONIO VERA GAMBOA
ID UB08539SME15286**

SEMINARIO PROYECTOS INDUSTRIALES

“ INSTRUMENTATION ASSEMBLY “

**ATLANTIC INTERNATIONAL UNIVERSITY
HONOLULU HAWAI
WINTER 2012**

ÍNDICE

1. OBJETIVOS.
2. ALCANCE.
3. PROCEDIMIENTO.
 - 3.1. SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES.
 - 3.2. DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS.
 - 3.2.1 MONTAJE DE INSTRUMENTOS.
 - 3.2.1.1. MANOMETROS Y TRANSMISORES DE PRESION.
 - 3.2.1.2. TRANSMISORES DE FLUJO.
 - 3.2.1.3. TRANSMISORES DE DENSIDAD.
 - 3.2.1.4. TRANSMISORES DE TEMPERATURA.
 - 3.2.1.5. TRANSMISORES DE FLUJO MAGNETICOS.
 - 3.2.1.6. SWITCH DE FLUJO.
 - 3.2.1.7. SWITCH DE NIVEL.
 - 3.2.1.8. TRANSMISORES DE NIVEL.
4. INSTALACION DE SOPORTES Y PROTECCIONES.
 - 4.1. INSTALACION DE ESCALERILLA PORTA CONDUCTORES.
 - 4.2. INSTALACION DE CONDUITS.
5. TENDIDO DE CABLES.
 - 5.1. TIPOS DE CABLES.
 - 5.1.1. CABLES DE CONTROL.
 - 5.1.2. CABLES DE INSTRUMENTOS.
 - 5.1.3. CABLES DE ALIMENTACION.
 - 5.1.4. CABLES DE COMUNICACION.

- 5.1.5. CABLES MONOCONDUCTORES (ALAMBRADO).
- 5.1.6. CABLES MULTICONDUCTORES (ALAMBRADO).
- 6. VERIFICACION DE ALAMBRADO.
- 7. TERMINACIONES EN EL ALAMBRADO.
- 8. PUESTAS A TIERRA.
- 9. REVISION Y VERIFICACION OPERATIVA DE INSTRUMENTOS
- 10. CONEXIONADO Y PRUEBAS BASICAS
- 11. CRITERIOS DE ACEPTACION.
- 12. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE.
- 12.1. SEGURIDAD.
- 12.2. MEDIO AMBIENTE
- 13. CALIDAD.
- 14. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA.
- 15. COMENTARIOS

1....OBJETIVO.

Describir la metodología y requisitos para la correcta ejecución de los trabajos referentes a montaje de instrumentos a ejecutar en un proyecto, cumpliendo con lo establecido en estándares, especificaciones y planos del proyecto a fin de evitar acciones y/o condiciones sub estándares durante su proyecto.

2....ALCANCE.

Este procedimiento será de aplicación para todos los trabajos referidos a montaje de instrumentos y otros, desde el inicio de las actividades hasta la recepción de las obras del Proyecto, que han sido encomendadas .

3...PROCEDIMIENTO.

SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES.

El suministro de materiales y accesorios de construcción, estará regulado por las Especificaciones y Listados de Materiales, En este caso la expresión material es genérica e implica instrumentos y toda la variedad de componentes y materiales que se requieran para ejecutar el proyecto.

El Ejecutor será responsable de todo daño que sufra el material con posterioridad a su recepción conforme, Además durante el desarrollo de las obras, no podrá usar el material para otros fines que no sean aquellos para los cuales fueron entregados.

Cuando se realice recepción del material de instrumentación, se verificará, a lo menos visualmente, que los equipos e instrumentos estén de acuerdo con los planos certificados y con las especificaciones; el almacenaje del material se deberá realizar en recintos adecuados, acordados con la unidad de construcción y despachado para su uso a la respectiva zona . Aquellos materiales más delicados, como son instrumentos, etc., se deberán almacenar en recintos aislados y convenientemente acondicionados para tal efecto. Previo al montaje de los instrumentos, se deberá inspeccionar y revisar los equipos de instrumentación. Esta inspección debe verificar como mínimo:

- El estado general de los instrumentos.

- Que los elementos estén correctamente ensamblados, en el caso de haberlos.
- Que no existan conexiones sueltas, oxidadas, o que puedan ser un punto de mala conexión o generación de calor.

Los resultados de esta inspección deberán ser registrados por escrito de inmediato y se dejará constancia de este hecho y de los posibles daños de fácil reparación en terreno, en caso contrario no se hará la recepción del material o equipo.

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.

El montaje y conexionado de los elementos de control e instrumentación, se realizará de acuerdo a las especificaciones técnicas, planos del proyecto, a las instrucciones de instalación del fabricante y las normas que correspondan, cualquier discrepancia entre estos documentos será resuelta por Especialistas que mantendrá en sus oficinas un juego completo de planos y documentos del proyecto, con el fin de señalar en ellos, en forma destacada, las modificaciones necesarias de ser introducidas durante el desarrollo de la obra. El especialista resolverá cualquier modificación que sea necesaria ejecutar debido a las condiciones de terreno, interferencias u otras circunstancias.

Los materiales, accesorios, elementos de ferretería, etc. a emplear en el montaje, serán del tipo y calidad señalados en planos y documentos. La aceptación de un material o elemento alternativo será definida por el especialista, siempre que cumplan con las condiciones de calidad del proyecto.

Se protegerán adecuadamente los equipos y materiales destinados al montaje, de todo daño que éstos pudieran sufrir con posterioridad a la recepción en bodega. En la recepción de elementos, se verificará que los instrumentos estén de acuerdo a lo especificado en planos y/o documentos. Sólo se aceptarán instrumentos que se encuentren en buen estado y que cumplan las especificaciones.

Se verificará y dejará constancia del estado, protección contra daño y manipulación del material destinado al montaje, antes y durante su montaje, hasta la puesta en servicio y entrega final. Al ser retirado desde bodega algún elemento sin observaciones. Durante el desarrollo de la obra, el personal instalador no podrá usar los elementos o materiales de montaje para otros fines que no sean los específicos asignados. Será de su responsabilidad el carguío, el transporte, la descarga y desembalaje de todo el material y equipamiento destinado a la obra.

Los instrumentos deberán cubrirse con algún material protector durante el proceso de pintura de estructuras, cañerías, estanques u otros elementos. Se debe prestar especial atención en proteger los elementos durante las faenas de soldadura, construcción, instalación de equipos y actividades de lavado (con agua). El ejecutor será responsable de reparar las instalaciones existentes o en ejecución por terceros, que sufran daños o alteraciones durante el desarrollo de los trabajos de su competencia. Adicionalmente, tendrá la obligación de resolver cualquier problema de montaje planteado a la brevedad, o dentro de un plazo definido.

Los instrumentos deben estar protegidos durante todo el proceso de construcción y sólo serán descubiertos en la etapa de PRE comisionamiento.

El montaje de instrumentos se realizará con personal altamente calificado e idóneo para las funciones específicas a desarrollar.

MONTAJE DE INSTRUMENTOS.

No se podrá montar instrumentos mientras no sea protocolizada y entregada, la ubicación de los instrumentos y equipos que se encuentra indicada en los planos de disposición general y canalizaciones de instrumentación. Como pauta general, la ubicación de instrumentos se realizará considerando el siguiente criterio:

- Los elementos primarios (sensores), elementos de actuación y maniobra se instalarán en las líneas y equipos de proceso en la ubicación más apropiada para la función específica a desarrollar. Teniendo esto presente, se considerará para todos aquellos elementos que requieran algún tipo de mantención o servicio, ubicaciones de fácil acceso. Se deberán instalar plataformas o escalas de uso restringido, necesarias para alcanzar los elementos, como se especifique en planos de ubicación del proyecto.
- Los transmisores electrónicos e indicadores locales serán instalados en las cercanías del punto de medida, de modo de facilitar tanto la lectura a los operadores como las tareas de calibración o configuración, minimizando simultáneamente la longitud de los cables especiales utilizados entre el sensor y transmisor.

Los detalles de instalación de instrumentos y equipos nuevos, junto con las exigencias y requerimientos de montaje, se encuentran definidos en los planos del proyecto. Previo al montaje los instrumentos deberán ser revisados, configurados y/o calibrados de acuerdo a las indicaciones.

MANOMETROS Y TRASMISORES DE PRESION.

Todos los transmisores de presión serán del tipo sello de diafragma, con conexión Flushing para limpieza del diafragma. Todos los transmisores que no lleven tubo capilar, deberán ser instalados en una lámina de montaje, en un punto accesible al operador. La canalización y cableado de comunicación digital, será realizada acorde a lo indicado en los planos y especificaciones del proyecto. Todos los manómetros serán del tipo Bourdon, se especificarán con sello de diafragma y fluido de relleno. Contarán con capilar según se especifique en las hojas de datos. Las tomas de presión se harán en la parte superior de la cañería. Para los manómetros, si estos quedaran sobre los 1,5 m. sobre el nivel de piso, se incluirá tubo capilar y los indicadores deberán ser instalados en una lámina de montaje, en un punto accesible al operador.

TRASMISORES DE FLUJO TIPO SONAR.

Serán del tipo Sonar . Para la instalación del flujómetro se deberá respetar los diámetros antes y después especificados por el fabricante. El montaje del sensor será del tipo clamp-on no invasivo. Todos los transmisores deberán ser instalados en una lámina de montaje, en un punto accesible al operador. La canalización y cableado de comunicación digital entre sensor y transmisor, será realizada acorde a lo indicado en los planos y especificaciones del proyecto. Para la configuración y puesta en marcha del flujómetro tipo Sonar, se deberá subcontratar estos servicios con el representante del instrumento.

TRASMISORES DE DENSIDAD.

Los densímetros serán del tipo Nuclear y se considera la confección de un procedimiento específico en que se detallará su montaje, puesto que para la instalación y puesta en marcha del densímetro se subcontratará el servicio de puesta en marcha por el representante del instrumento. La canalización y cableado de comunicación digital entre sensor y transmisor, será realizada acorde a lo indicado en los planos y especificaciones del proyecto. Para todos los requerimientos mencionados anteriormente, se garantiza el cumplimiento de las normas internacionales como nacionales para la instalación de los Densímetros. Una vez instalados los densímetros, se realizarán pruebas donde se deberá demostrar el cumplimiento de las normas legales, las que especifican las dosis máximas admisibles que son compatibles con una seguridad adecuada, los niveles de exposición y contaminación máximos

admisibles permitidos, los cuales no deberán sobrepasar los 0,5 _Sv/hour a 30 centímetros de distancia de la fuente emisora.

TRANSMISORES DE TEMPERATURA

Todos los sensores de temperatura serán del tipo RTD, con protección thermowell y conexión a proceso con brida. Todos los transmisores serán remotos, y deberán ser instalados en una lámina de montaje, en un punto accesible al operador. La canalización y cableado de comunicación digital entre sensor y transmisor, será realizada acorde a lo indicado en los planos y especificaciones del proyecto.

TRANSMISORES DE FLUJO TIPO TUBO MAGNETICO.

Los transmisores de Flujo serán del tipo Tubo Magnético. Se deberá respetar el torque de apriete para no dañar el liner. El sensor deberá ser alineado horizontalmente y en dirección del fluido según lo indique, la caja de conexiones deberá quedar ubicada hacia arriba y accesible al operador. Todos los transmisores serán de tipo remoto y deberán ser instalados en una lámina de montaje, en un punto accesible al operador. La canalización y cableado de comunicación digital entre sensor y transmisor, será realizada acorde a lo indicado en los planos y especificaciones del proyecto.

SWITCH DE FLUJO.

Serán del tipo Térmico. Los switch de flujo serán instalados en la parte superior de la cañería en una toma de 2" con flange. La canalización, cableado de fuerza y control discreto será realizada acorde a lo indicado en los planos y especificaciones del proyecto.

SWITCH DE NIVEL.

Serán del tipo desplazado. Los switch de nivel serán instalados en la parte superior del estanque en una toma de 2" NPT. La canalización, cableado de fuerza y control discreto será realizada acorde a lo indicado en los planos y

especificaciones del proyecto., en cuanto a la construcción del soporte, se realizará de acuerdo a plano de detalle de montaje del switch.

TRANSMISORES DE NIVEL.

Todos los transmisores de nivel serán del tipo ultrasónico con unidad transmisora montada en forma remota al sensor, instalados en una lámina o pedestal de montaje para su lectura directa, en un punto accesible al operador. La canalización, cableado de fuerza y comunicación digital será realizada acorde a lo indicado en los planos y especificaciones del proyecto, así como la construcción del soporte, de acuerdo a plano de detalle de montaje del transmisor de nivel.

4...INSTALACION DE SOPORTES Y PROTECCIONES.

Los soportes para el montaje de instrumentos, serán fabricados de acuerdo a las indicaciones presentadas en los planos de instalación o detalles de montaje. Se fabricará e instalará protecciones metálicas a todos aquellos elementos de ubicación a la intemperie o áreas abiertas, estas protecciones se detallan en los planos.

Previo a su instalación, los soportes recibirán el tratamiento de pintura que corresponda, como se especifica. La fabricación de protecciones será determinada en la obra, de modo que proteja al equipo o instrumento de las condiciones atmosféricas, viento, agua, nieve, polvo, calor, según sea el caso.

Las protecciones de instrumentos deberán ser montadas de forma tal que el elemento quede visible, sin ser necesario el retiro de la protección para intervenir en la calibración o algún eventual desmontaje.

En el caso del tendido de cables de los instrumentos que deban ser por vías aéreas, será necesario instalar soportes o fijaciones para las bandejas (o escalerillas porta conductores), las cuales tendrán una separación máxima de 1,50 m, entre sí. En ningún caso se podrán utilizar como afianzamiento para arnés de seguridad.

Sin embargo, en los remates de éstos en cajas, gabinetes, equipos u otros similares, el soporte no podrá quedar a una distancia mayor que 0,90 m del elemento en cuestión. La fijación de los conduits a sus soportes será mediante abrazadera galvanizada, aceptándose el uso de pernos galvanizado o inoxidable. La soportación deberá ser marca Unistrut o similar. Los rieles o soportes de fijación de los conduits, una vez cortados sus extremos deberán ser limados, se cubrirán con una mano de antióxido y se pintarán con dos capas de pintura epóxica para recuperar su condición primitiva. Para mayor detalle la posición de los soportes está expresamente indicada en los planos del proyecto.

INSTALACION DE ESCALERILLA PORTA CONDUCTORES.

En el caso que se requiera realizar la instalación de escalerillas porta conductores se realizará acorde a lo indicado en procedimiento.

INSTALACION DE CONDUITS

La instalación de conduits y la conexión de todos los conductores eléctricos de control y de instrumentación a los equipos, paneles, botoneras, etc., se realizará de acuerdo a planos y especificaciones técnicas del proyecto, siguiendo lo indicado en procedimiento.

En el tendido de conduits se deberán respetar los radios de curvatura indicados en la Norma (NEC) para el posterior tendido de los cables, de acuerdo a los valores especificados por el fabricante. Los procedimientos que se utilicen en el tendido, no deberán alterar las características mecánicas de los conductores ni de su aislación debido a esfuerzos realizados en el cable, además de:

- Todas las curvas deben presentar una superficie pareja y sin hendiduras
- El ingreso a cajas y/o paneles deben terminar en boquilla y contra tuerca
- Instalados los ductos deben quedar con tapa gorro y enlauchadas
- Las uniones con coplas se deben proteger con Teflón.
-

5...TENDIDO DE CABLES.

El tendido de cables se realizará acorde a lo indicado. Se deberá respetar la cantidad y tipo de cables por ducto indicado en el proyecto, o en su defecto, si el proyecto no lo indica, respetar los porcentajes de utilización de ductos

establecidos por la Norma Chilena NCH Elect. 4/2003, de la Superintendencia de Servicios Eléctricos y Combustibles de Chile (SEC).

Los cables deberán ser instalados completamente secos y limpios en el interior de los ductos. Para el tendido, junto con utilizarse los adecuados arrastres, los ductos deberán lubricarse convenientemente con elementos que no dañen física ni químicamente la cubierta aislante del cable.

Los cables a ser tendidos dentro de un mismo ducto, se arrastrarán en forma simultánea usando de preferencia mallas de arrastre. El esfuerzo de tracción máximo no deberá exceder los valores entre 300 kgf y 5 kg/mm² aplicados a la sección total de cobre.

El personal deberá prestar un cuidado especial al manejo de los cables durante todas las etapas del trabajo, evitando las situaciones que puedan implicar un riesgo de daño. Para la descarga de carretes en el lugar del tendido, se utilizará una grúa o equivalente.

Se deberá evitar que los cables queden sometidos a tensión mecánica dentro de cámaras o cajas de paso. Para esto se dejará holgura suficiente en cada caso.

Una vez tendidos y ordenados, los cables se individualizarán colocando en sus extremos marcas provisionales tales como fichas, cinta adhesiva, etc., que permitan instalar posteriormente las marcas definitivas (marcas termocontraíbles de acuerdo a designaciones establecidas en planos de conexión).

Todos los cables y conductores deben ser de un solo tramo. No se permiten uniones intermedias en escalerillas y ductos.

Los tendidos de cables con tensiones inferiores a 30 VDC, se realizarán por conduit o bandejas independientes, separadas como mínimo a 300 mm de bandejas con cables de 380 VAC. No se aceptarán mezclas de cables en 24 VDC con cables de 115, 220 ó 380 VAC.

TIPOS DE CABLES.

El lanzamiento de cables, se realizará acorde a lo indicado en el listado de circuitos, donde se especifican los diversos tipos de cables a utilizar para cada sector y que se detalla en la siguiente clasificación:

CABLES DE CONTROL.

Multiconductor Tipo XTCC 14 AWG de sección, clase 600V, para 90°C de temperatura normal de operación, aislación de Polietileno Reticulado (XLPE), impresa o coloreada, relleno de polipropileno y cubierta de PVC color negro retardante a la llama y rayos solares.

CABLES DE INSTRUMENTOS.

Se usarán par # 16 a 18 AWG de sección con blindaje general, para las señales análogas. La aislación será similar a la indicada para los cables de control. Los cables tendrán conexión a tierra y pantalla electromagnética.

CABLES DE ALIMENTACION.

Se usarán par #14 AWG para la alimentación de instrumentos, y de mayor sección para la alimentación de tableros de distribución. La aislación es similar a la indicada para los cables de control.

CABLES DE COMUNICACIÓN.

Se usarán según tipo se protocolo, los cuales se describen a continuación:

- Foundation Fieldbus: Tipo BELDEN 3076F, color naranja.
- Profibus DP : Tipo BELDEN 3079A, Color violeta.

CABLES MONOCONDUCTORES ALAMBRADO

El alambrado entre elementos de un mismo equipo se debe realizar con mono conductores flexibles de mínimo 19 hebras, siempre que el cableado no se encuentre expuesto a daños mecánicos o ambientes corrosivos.

El alambrado con este tipo de cable se realizará principalmente en tableros, paneles, armarios, cajas, etc. En cada caso, las características del conductor y su sección son las indicadas en los planos del proyecto.

El alambrado deberá realizarse formando haces o paquetes de conductores, perfectamente ordenados de acuerdo a la ubicación física de los elementos que se unen, como también, de acuerdo con la ubicación de las vías porta cables (grillas).

Esto tiene como finalidad dar una presentación de conjunto ordenada, permitiendo intervenciones futuras sin alteraciones importantes en el tendido. Se debe evitar el tendido de cables de un solo conductor junto a multiconductores. Todo manejo de cable de un solo conductor deberá realizarse mediante el uso de herramientas adecuadas, con el fin de proteger la aislación o conductor metálico. Los cables de un solo conductor deben ser identificados de acuerdo a las numeraciones indicadas en los correspondientes planos de alambrado.

CABLES MULTICONDUCTORES ALAMBRADO.

No se procederá a la etapa de alambrado sin los protocolos de inspección a las verificaciones físicas de la instalación y medidas efectivas de los cables.

Para los alambrados con cables multi conductores se deberán considerar las mismas exigencias establecidas para el caso de mono conductor. El alambrado de tableros con este tipo de cable, se deberá realizar mediante el uso de bandejas o canaletas porta cables plásticas. A la entrada de estas canaletas, se deberá retirar la chaqueta protectora de los cables, para formar haces o paquetes de conductores, y posteriormente conectarse a regletas de terminales.

Los cables y conductores deberán identificarse con marcas tubulares plásticas, tipo termo-contráíbles (números y/o letras), de acuerdo con las designaciones establecidas en los correspondientes planos de cables y alambrado.

Los cables entrantes a través de ductos a cajas, armarios o instrumentos, deberán sujetarse a las cajas o armarios por medio de soportes o abrazaderas para impedir que los conductores queden ejerciendo presión o peso sobre los terminales.

Cuando el alambrado de un equipo instalado a la intemperie no especifique la utilización de vías porta cables, ductos o cualquier otro elemento protector, los cables utilizados deberán ser introducidos al gabinete mediante prensaestopas de diámetros adecuados. De igual manera en estas instalaciones deberá afirmarse el cable por medio de abrazaderas o soportes especiales a lo largo de todo su recorrido.

6...VERIFICACION DE ALAMBRADO

Todos los cables y circuitos del alambrado deberán verificarse para garantizar su instalación, continuidad y conexionado. El personal procederá a verificar el conexionado de todos los equipos, en aquellos puntos críticos antes de aplicar energía. La verificación de continuidad en los diversos conductores, se deberá realizar con elementos que empleen tensión continua no superior a 6 Volts, estando los equipos

Por alambrar desconectados.

Se prohíben las pruebas de alambrado con los equipos electrónicos e instrumentos en general conectados. De esta forma se evitará tener que aplicar tensiones peligrosas en los bornes de cualquier equipo.

7...TERMINACIONES DE ALAMBRADO

Los trabajos de terminaciones incluyen la preparación de los extremos de cables a conectar, instalación de conectores, preparación de blindajes en cables apantallados, instalación de protecciones plásticas en ranuras de distribución, etc. Para completar el trabajo, se deberá verificar la completa concordancia de los circuitos con los planos y listados del proyecto. Cualquier diferencia que se detecte durante las pruebas de revisión deberá ser solucionada. Si se requiere, se ejecutará alambrado interno de tableros utilizando cables de un solo conductor N° 12 a 14 AWG. El alambrado de instrumentos será mediante cables N° 18 AWG, según sea la capacidad de los bornes de conexión. Los cables deben quedar marcados en sus extremos de acuerdo al circuito al cual pertenecen. El tipo de marca usado debe ser tipo anillo termocontraíble.

8...PUENTAS A TIERRA

Se deberán conectar a tierra todos los equipos e instrumentos del Sistema de Control, incluyendo escalerillas. La conexión se realizará directamente desde los puntos de distribución de tierra asociados a la malla eléctrica del sector.

Las pantallas (shield) de los cables de señal de los instrumentos convencionales (4-20 mA), deben ser aterrizadas en forma individual, solamente en el extremo correspondiente al gabinete del sistema de control.

Las cañerías donde se encuentran instalados instrumentos electrónicos, deberán ser conectadas a la malla de tierra del sistema. Si existen uniones con flanges, las cañerías deberán ser unidas eléctricamente mediante cable apernado.

9...REVISIÓN Y VERIFICACIÓN OPERATIVA DE INSTRUMENTOS

Para ejecutar esta función, se deberá contar en faena con un laboratorio de verificación operativa certificado que le permita revisar, configurar y/o verificar operativamente todo instrumento, previo al montaje, para su correcta operación.

a) Los siguientes instrumentos deberán ser atendidos en terreno, para su revisión y/o calibración:

- Medidor magnético de flujo.
- Switch de flujo.
- Densímetro Nuclear.
- Medidor de nivel tipo ultrasónico.
- Switch de nivel.
- Manómetros con diafragma remoto.
- Transmisor de presión con diafragma remoto y tipo diferencial.
- Transmisores de temperatura.

b) A cada uno de estos instrumentos se procederá a realizar las siguientes pruebas:

- Energización del equipo.
- Verificación del punto "cero".
- Simulación de una señal equivalente a su rango máximo de acuerdo a la hoja de especificaciones.
- Configuración de los puntos mínimos y máximos.
- Verificación de respuesta en puntos intermedios de 25% - 50% - 75% en señal creciente y decreciente.

Todas estas pruebas serán registradas en los protocolo de instrumentación

c) Para las pruebas de instrumentos, se requiere como mínimo de lo siguiente:

- Calibrador de manómetros (certificado).
- Radios portátiles.
- Cronómetros de precisión (certificado).
- Registrador portátil de 4-20 mA, a baterías (certificado).
- Multi-probador de Tensión-corriente-resistencia (certificado).
- Banco de calibración Densímetros, basado en un trozo de tubería (certificado).
- Calibrador para transmisores de temperatura (certificado).

Para calibrar el densímetro, se deberá construir en terreno una pieza de calibración basada en un trozo de tubería con soportes para instalación vertical y válvula de drenaje. El trozo de tubería deberá ser idéntico al la tubería donde será instalado el densímetro.

Se deberá aportar con los insumos necesarios que permitan preparar soluciones líquidas a introducir en el tubo de calibración, que permitan simular densidades de una situación real donde funcionará el instrumento.

Antes de iniciar los ensayos, es necesario leer las instrucciones de manejo del equipo para evitar errores de conexión, ajustes o niveles de tensión. Toda anomalía detectada durante las pruebas, deberá ser informada y regularizada, para posteriormente dar curso a los reclamos de garantía y sustitución del equipo afectado.

Se prohíbe al personal efectuar la reparación de unidades o el retiro de sellos de garantía. Los instrumentos en calibración deberán estar almacenados bajo condiciones ambientales adecuadas. Si no es posible montar en un corto plazo los elementos listos, los instrumentos se retornarán a bodega, almacenándose con etiqueta "CALIBRADO".

10...CONEXIONADO Y PRUEBAS BASICAS.

- En el caso que se requiera realizar el tendido de cables se realizará acorde a lo indicado.
- Una vez tendidos se realizará prueba de aislación.
- Se realizará la verificación de que los circuitos estén correctamente conectados, considerando además sección y tipo.
- Se probará con energía que todos los circuitos sean operables y durante la etapa de comisionamiento se probarán en operación continua por mínimos de tiempo en forma continua, lo cual no es parte de este procedimiento.

- Todos los cables y conductores defectuosos deberán ser reemplazados

11...CRITERIOS DE ACEPTACIÓN.

- Los establecidos en planos y especificaciones del proyecto, siguiendo el siguiente orden: a) Planos de diseño, b) Planos estándares (aprobados en su última revisión), c) Especificaciones técnicas.
- Acorde a lo indicado en Plan de inspección y ensayos de instrumentación.

12...SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE.

SEGURIDAD.

- a) La persona responsable por la ejecución de los trabajos deberá capacitar a los trabajadores, en el contenido de este procedimiento y en las actividades a realizar descritas en este, y a través de los Diálogos Diarios de Prevención dar a conocer los riesgos potenciales de las operaciones descritas en el presente procedimiento, antes de iniciar por primera vez las actividades y/o cuando cambien las condiciones y/o cuando se incorpore personal nuevo a la fase.
- b) El personal involucrado en las tareas estará al tanto del Rol de Emergencia.
- c) Todo trabajador que trabaje en esta faena deberá utilizar los Elementos de Protección Personal.
- d) No se permitirá el tránsito de vehículos o personas ajenas a la tarea en el interior de la zona de trabajo.
- e) El Supervisor es responsable por inspeccionar el área cada día, previo al inicio de los trabajos.
- f) Se utilizarán los siguientes elementos de protección personal:
 - Casco de seguridad.
 - Botines con punta de acero y/o botas de goma (dieléctricos principalmente para pruebas funcionales)
 - Guantes de cuero combinado
 - Guantes largos (para instalación de soportes)
 - Chaqueta de cuero (para instalación de soportes)
 - Coletos de cuero (para instalación de soportes)

- Antiparras o anteojos de seguridad (claras y oscuras)
- chaleco reflectante para personal de maniobras (si requiere)
- Careta de protección (para utilizar durante soldadura exotérmica)

g) Equipos, Materiales y accesorios a utilizar:

- Letreros.
- Luces Destellantes
- Mallas
- Conos
- Barreras
- Extintor portátil de 10 Kg tipo ABC P.Q.S

MEDIO AMBIENTE.

- a) Será obligación de todo el personal el cumplimiento de todas las medidas de Protección al Medio Ambiente de la Organización.
- b) En el caso de descubrirse posibles piezas arqueológicas durante las actividades de movimiento de suelo, el trabajo será interrumpido y será informado el Supervisor Ambiental.
- c) Se deberán cumplir las normas generales tales como:

- Mantener en todo momento la limpieza y el orden del área de trabajo.
- Evitar el contacto con la fauna del sector. No se deben alimentar, molestar, ni maltratar a los animales que eventualmente sean vistos en el sector.
- No se transitará con vehículos por ningún motivo fuera de la pista o camino de acceso.
- Colocar/depositar los residuos sólo en los lugares autorizados.
- No arrojar desperdicios ni basura y mantener los contenedores de basura bien tapados para no atraer a los animales.
- Cada vez que el trabajador necesite de los servicios sanitarios, lo hará en los instalados a lo largo de la Obra.

13...CALIDAD.

El supervisor registrará los controles efectuados en terreno y luego emitirá el protocolo correspondiente a la actividad realizada. Los controles durante la etapa de montaje serán los indicados en Plan de inspección y ensayos de instrumentación. Los protocolos serán enviados por el departamento de calidad. Además se protocolizarán aquellas actividades que aprueben un determinado proceso y aquellas que establezcan, el jefe de terreno, jefe de área o jefe aseguramiento de calidad.

14...REFERENCIAS.

- **Documentación Personal.**
- **Experiencia personal en Proyectos (25 años)**
- **Norma Chilena NCH Elect. 4/2003.**
- **Norma NEC .**

15...COMENTARIOS

El propósito de este trabajo es proporcionar a los que desempeñan en montaje en los proyectos, como los interesados en los montajes Industrial Minero, tanto de la minería estatal y privada, que sea una guía de referencia de los conceptos básicos y técnicos de este tipo de montaje.

Como todos los buenos manuales, este es una guía de referencia de información práctica acerca de cómo hacerlo.

El profesional, Superintendente, Supervisor o personal en entrenamiento que tenga un problema con la buena ejecución de este tipo de Montaje pueda consultar este procedimiento y encontrar la ayuda necesaria para resolverlo.

Este procedimiento contiene los trabajos realizado a través de los años por mí a cargo de personal calificadas que han contribuido significativamente a la teoría y práctica del montaje de este tipo de equipo.

Así en este tipo de campo de tan rápido desarrollo incluso los más experimentados se enfrentan con el reto de mantenerse actualizado y seleccionar aquellos conceptos, técnicas y prácticas que le son más apropiados para sus necesidades.

Aquellos que no son parte activa de la ejecución de estos trabajos, tienen una tarea aun más difícil, porque deben permanecer en un área de rápida expansión que no es su especialidad por lo tanto este trabajo también está dirigido hacia sus necesidades en una forma practica.

Los estudiantes de Ingeniería pueden usar este aporte como una ayuda autodidáctica, ya que ha sido organizada para facilitar un aprendizaje acerca de esta disciplina, así como para proporcionar una fuente de referencia rápida sobre este tema.

Agradezco a todas las personas que han trabajado junto a mi en estos veinte y cinco años de los cuales he aprendido a través de el actuar practico del como hacerlo con la experiencia y jucios serios de muchos individuos calificados.

