

## Anexo

### CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA UN MÍNIMO MANTENIMIENTO

- Las soluciones técnicas deben estar orientadas a soluciones sostenibles, que permitan un mínimo costo de mantenimiento, tanto a nivel del personal, insumos, costo de energía, obsolescencia técnica y funcional, etc.
- Las soluciones técnicas deben evitar que el mantenimiento se base en actividades de limpieza. Por lo tanto, se deberá tener especial consideración a que existe ingreso de polvo a los LT, luego los armarios-gabinetes deben evitar que este ingrese al interior.
- Las soluciones tienen que integrar consideraciones de recambio rápido de equipos LRU( unidad reemplazable).
- Las soluciones deben evitar puntos únicos de falla.

### GESTIÓN DE LICENCIAS DE SOFTWARE

- Entrega de todas las licencias de software y documentación hardware original del fabricante de los equipamientos y/o desarrollados por el integrador. Estos deben estar documentados, en el caso que las licencias sean dejadas en los equipos, se debe dejar una copia fotográfica detallando donde fue instalado.
- Todas las licencias de software que requiera adquirir el proveedor para el suministro del Sistema, las debe adquirir a nombre de Metro S.A.

### EQUIPAMIENTO EN ESTACIONES

Las consideraciones generales para estos activos, son las siguientes:

- **Accesibilidad:** desde el punto de vista del montaje, el equipamiento instalado debe ser de fácil reemplazo y conexionado, el que debe estar claramente identificado en planos y físicamente.
- **Modularidad:** Debe poseer una arquitectura modular, que permita el reemplazo de componentes a nivel UD1Ny restablecer su funcionamiento en caso de una avería. Además, si un componente del sistema falla, no debe afectar el funcionamiento del resto de sus componentes.
- La conexión o acoplamiento a nivel eléctrico y/o mecánico, debe ser de acuerdo a norma y no deben considerar un riesgo para las personas u otros equipos aledaños.

- Los accesos a los comandos de estos equipos deben estar protegidos de manera de sólo permitir el acceso a funcionarios calificados, y no a otro tipo de funcionarios o usuarios del sistema. Deben considerarse todas las medidas de seguridad para evitar accidentes en los usuarios o daños en los equipos (en algunos casos inclusive ante eventos de vandalismo).
- **Intercambiabilidad:** se debe considerar una perspectiva de diseño estándar en dos aspectos:
  - En cuanto a la compatibilidad de los elementos funcionalmente equivalentes del sistema, de tal forma que sean intercambiables.
  - En cuanto a sus componentes internos, se debe garantizar la disponibilidad de más de un proveedor para su reemplazo) en caso de considerar adquisición de ingeniería, se debe contar con toda la información del diseño).
- Compatibilidad con el resto de las actividades de mantenimiento (lavado, limpieza interior, etc.).
- En los rack dejar con papel plastificado los unilineales eléctricos y diagramas de funcionamiento de los sistemas.
- Se debe retirar de los rack y local técnico todo elemento ajeno a la operación del sistema( embalajes y restos de insumos en los racks).
- El tamaño de los rack debe asegurar que todos los componentes y equipos estén holgados en espacio, asegurando un flujo del aire sin obstáculos, además, que permita una gestión adecuada del cableado.

## PLAN DE MANTENIMIENTO

Como parte del suministro, el proveedor debe diseñar y entregar a Metro un plan de mantenimiento, que incluya una descripción de todas las actividades preventivas necesarias para mantener su sistema en operación normal. En este plan se debe considerar los siguientes aspectos mínimos:

- Se debe incorporar las actividades necesarias para mantenimiento preventivo (inspecciones, calibraciones/ajustes, lubricación, sustitución de componentes, etc.) y la frecuencia con la que deben ser ejecutados, esto para cada uno de los componentes del equipo.
- Se deberá entregar un protocolo de verificación funcional del sistema y sus subcomponentes, incluyendo un árbol de fallas para la identificación de estas (árbol causa-efecto). Se debe incluir las instrucciones para desmontaje/montaje y reparaciones.
- Un listado de las herramientas necesarias para el mantenimiento preventivo y correctivo debe ser adjuntado.
- Perfiles y/o certificaciones relativa al personal.
- Arquitectura del sistema y su descomposición funcional a nivel general.
- Descripción de garantía, en términos de plazos, condiciones de cumplimiento y alcance.

- Protocolo de trabajo para definir la relación de Metro con el proveedor/mantenedor del sistema (coordinación de visitas, checklists de recepción y aceptación, informes, etc.)
- Definición de KPI's (RAMS u otros) que deberá cumplir el sistema.

## **GESTIÓN DE REPUESTOS Y OBSOLESCENCIA**

- **Repuestos:** listado de repuestos críticos (nivel de stock), orientado a garantizar la máxima disponibilidad del equipo.
- Arborización del equipo hasta llegar a cada uno de sus elementos con la tasa de falla de cada uno de ellos o del menor componente posible.
- Aspectos ambientales y de conservación.
- Proveedores (al menos dos) para cada uno de los componentes del equipo y el lead time de cada uno.
- Tasa de Fallas y Vida Útil de Repuestos.

## **CAPACITACIÓN**

Como parte del suministro, el proveedor deberá considerar un ciclo de capacitación distinto para el área de mantenimiento y para el área que operará los equipos, considerando los siguientes aspectos mínimos:

- Descripción funcional del sistema, sus componentes y su operación en general.
- Actividades de mantenimiento preventivo.
- Descripción detallada del sistema, con una descomposición detallada de su árbol de fallas.
- Procedimiento de diagnóstico y detección de fallas para mantenimiento correctivo.
- Actividades de mantenimiento correctivo.
- Definición de pruebas funcionales de salida.

Una semana antes de la capacitación se debe entregar al jefe del proyecto un documento autosuficiente que detalle el contenido de la capacitación a realizar.

Se deberá generar material audiovisual( video) de la capacitación el cual debe ser entregado en un CD o DVD.

## **DOCUMENTACIÓN**

Junto al sistema en operación, se debe hacer entrega de la siguiente documentación as-built (diseño) mínima:

- **Manual de Operación:** documento que debe describir en detalle las funcionalidades del sistema y sus componentes a nivel modular, las opciones de configuración que posea y las instrucciones de operación para el usuario para conseguir un desempeño óptimo. Este manual debe al menos:
  - Especificar capacidades y desempeño funcionales.
  - Describir procedimientos para puesta en servicio/puesta en marcha, rodaje, operación en servicio continuo, parada controlada, incidencias y emergencias.
  - Hacer mención a las limitaciones de operación y precauciones.
  - Procedimientos de verificación o diagnóstico a nivel funcional.
- **Manual Técnico del sistema:** documento que describe en detalle el sistema y sus componentes, el cual debe contemplar lo siguiente:
  - Datos de fabricación, como fabricante, origen, año de fabricación, modelo y serie, dimensiones, peso, capacidad, requisitos de potencia, entre otros.
  - Descripción de componentes a nivel modular e interno.
  - Procedimientos de verificación a nivel modular y componentes internos (placas electrónicas, sistemas mecánicos, etc.), incluyendo puntos de prueba, con datos de referencia. Este documento debe contener la información suficiente para realizar un proceso de detección y corrección de fallas.
  - Debe hacer correcta referencia a planos, esquemáticos, diagramas y otros documentos que lo complementen.
- **Manual de Mantenimiento:** manual descriptivo de las actividades de mantenimiento preventivo que el sistema requiera, incluyendo procedimientos de verificación y diagnóstico a nivel funcional, uso de interfaces y todo recurso asociado al mantenimiento. Este documento debe hacer referencia a toda otra documentación complementaria, incluido el plan de mantenimiento.
- **Plan de mantenimiento:** documento que incluye todo lo referido al plan de mantenimiento con la periodicidad correspondiente.
- **Catálogo de partes y piezas:** documento que debe incluir un listado completo de todos los elementos y componentes del sistema en su totalidad. Por cada uno de ellos se debe indicar:
  - Equipo, elementos de nivel superior y su desglose como arborización.
  - Descripción de los componentes y elementos
  - Nivel de criticidad, según árbol de fallas y funcionalidad.
  - Vida útil estimada para cada elemento/componente según aplique.
  - Indicar modelo, fabricante y proveedor.
  - Alternativas de proveedor para su reemplazo. Cuando no sea posible, indicar motivo.
  - Alternativas de fabricante y modelo equivalente. Cuando no sea posible, indicar motivo.
  - Plano esquemático donde se identifique cada sistema, sus componentes y para cada uno de estos, sus elementos.
  - Clasificación como parte “reparable” o “desechable”.
  - Clasificación como parte “Intercambiable” o “No Intercambiable”. En caso de ser intercambiable, se debe mencionar si fuese necesaria alguna reconfiguración o su intercambio es directo.

- **Planos de Instalación:** documento CAD que incluye el detalle de montaje de cada uno de los componentes, indicando su ubicación, soportes, fijaciones, espacios utilizados, etc.
- **Planos de Conexionado:** documento CAD que incluya diagramas esquemáticos de conexión de módulos, identificando con su etiquetado correspondiente, las señales involucradas. Debe considerar los puntos de conexión eléctrica, hidráulica y neumática. Incluye además diagrama de tuberías de aire, aceite, combustible, vapor, etc.)
  - *Nota: para los planos de conexionado, se debe incorporar a los planos de Metro, considerando nomenclatura y estándares metro.*
- **Planos de Diseño:** en el caso de placas electrónicas u otros, se debe hacer entrega de los diagramas esquemáticos y planos de construcción de módulos y subsistemas.
- **Control de Calidad:** se debe incluir una copia de toda la documentación relativa al control de calidad del sistema llevado a cabo durante su ejecución, lo que debe incluir como mínimo:
  - Procedimientos de pruebas realizados, que debe incluir una descripción de los puntos de inspección, variables verificadas, valores de referencia esperados, etc.
  - Checklists de verificación de cada componente, que muestre el resultado de cada prueba.
  - Actas o Certificados de recepción provisional.
- **Garantía:** Debe incluir una copia de toda la documentación relativa al período de garantía, incluyendo la descripción completa de su alcance y términos contractuales.
  - Tiempo de respuesta ante la restitución de equipos y/o componentes en falla en periodo de garantía, no mayor a una semana.
  - Certificado de vigencia de los equipos y que no se encuentran obsoletos o fuera de fabricación al momento de la licitación. (INDICAR LA VIDA UTIL Y OBSOLESCENCIA DE LOS EQUIPOS).
  - Certificado de pruebas de funcionamiento e integración de acuerdo a la especificación.