

Gestión de Computadoras y "Software" en Laboratorios de Metrología

Hoy en día es difícil entender la realización de servicios de metrología (calibración y prueba) sin el uso de las llamadas tecnologías de la información (IT), en su forma de hardware o software (SW); desde el control de documentos y registros hasta el control de datos, el aseguramiento de las mediciones y el análisis de datos para llevarnos a la elaboración de informes de calibración o reportes de prueba, pasando por la comunicación con el cliente (por ejemplo : este boletín).

Las llamadas IT facilitan y eficientizan las operaciones en laboratorios de metrología, sin embargo su uso y adaptación a los procesos de metrología requieren de una adecuada interpretación, así como de cumplir con ciertos requisitos indicados como "debes" en las normas de sistemas de gestión en metrología (17025, 10012, 15189).



En esta edición de La Guía MetAs se muestra el contenido del Reporte Técnico 2/2006 de "eurolab" referente a los lineamientos para la gestión de computadoras y software en laboratorios con referencia a la norma internacional ISO/IEC 17025 en su versión 2005. Este documento es considerado actualmente como una referencia básica para la interpretación y cumplimiento de los requisitos de la norma ISO/IEC 17025 (2005).

Somos su Relevo a la Calidad

La Guía MetAs, es el boletín periódico de MetAs & Metrólogos Asociados.

En *La Guía MetAs* se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs & Metrólogos Asociados, que deseamos compartir con nuestros colegas, usuarios, clientes, amigos y con todos aquellos relacionados con la metrología técnica e industrial.

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro
49 000, Cd. Guzmán, Zapotlán El Grande, Jalisco, México
Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23 & 4 14 69 12 con tres líneas
E-mail: laguiametas@metas.com.mx. Web: www.metas.com.mx

Servicios Metroológicos:

Laboratorio de Calibración:

Presión, Alto Vacío, Temperatura, Humedad, Eléctrica, Vibraciones, Masa, Densidad, Volumen y Óptica

Ingeniería:

Selección de Equipos, Desarrollo de Sistemas de Medición y Software, Reparación y Mantenimiento

Gestión Metroológica:

Subcontratación de Servicios, Outsourcing, Selección de Proveedores, Confirmación Metroológica

Consultoría:

Capacitación, Entrenamiento, Asesoría, Auditorías, Ensayos de Aptitud, Sistemas de Calidad

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN (IT) EN LABORATORIOS DE METROLOGÍA

Las situaciones en las que se utiliza equipo de cómputo en un laboratorio de metrología (calibración y prueba) son diversas, algunas aplicaciones son las siguientes:

- ☐☐ Como una simple máquina de escribir - todo se imprime y se archiva en papel,
- ☐☐ Para preparar y administrar el manual del sistema de gestión, procedimientos de operación, organigrama, datos de personal y entrenamiento, etc.,
- ☐☐ Para proporcionar documentos vía intranet,
- ☐☐ Archivar documentos,
- ☐☐ Base de datos de clientes,
- ☐☐ Control de instrumentos,
- ☐☐ Como parte funcional de un instrumento,
- ☐☐ Evaluación de resultados de calibración y prueba,
- ☐☐ Mantener cartas de control de calidad y curvas de calibración,
- ☐☐ Como información intra-laboratorio y del sistema de gestión,
- ☐☐ Elaboración de reportes de resultados (informes o certificados de calibración y prueba),
- ☐☐ Internet como fuente de información externa (catálogos, normas, referencias, etc.),
- ☐☐ Comunicación con los clientes (por ejemplo vía "e-mail"),
- ☐☐ Presentación de la organización en la página Web, ...



17025
control de:

Documentos,
Registros,
Datos.

DEFINICIONES REFERENTES A IT

Sistema de cómputo

Un sistema que contiene una o más computadoras, dispositivos periféricos y productos de software asociados.

Verificación

Confirmación por examen y provisión de evidencia objetiva que los requisitos especificados se han cumplido. En este contexto verificación es ej. una comprobación del sistema de cómputo, pruebas de aceptación del usuario y revisiones del código.

Validación

Confirmación por examen y provisión de evidencia objetiva que los requisitos particulares para un uso específico propuesto se han cumplido. El grado de validación necesaria depende del uso propuesto.

Registros electrónicos

Cualquier combinación de prueba, gráficas, dato, audio, o cualquier otra representación de información en forma digital que es creada, modificada, mantenida, archivada, recuperada, o distribuida por un sistema de cómputo.

Fuente electrónica (e-source)

Registros técnicos y de calidad sin mantener originales en papel.

Software de prueba

Software en un sistema de cómputo utilizado para prueba, calibración o muestreo.

Software documental

Software en un sistema de cómputo utilizado para gestionar control de documentos, gestión de contratos, compras, quejas, no-conformidades, acciones correctivas, revisiones de la dirección, acciones preventivas, auditorías, registros, análisis de competencias, reportes y transmisión de resultados.

INTERPRETACIÓN DE CLÁUSULAS REFERENTES A COMPUTADORAS Y SOFTWARE EN ISO/IEC 17025

Existen varias cláusulas en la norma internacional ISO/IEC 17025 que pueden tener implicación en software y u o computadoras. La siguiente tabla enlista aquellas que podrían implementarse utilizando sistemas de cómputo.

Cláusula ISO/IEC 17025	Descripción	Se menciona directamente en la cláusula el uso de: Computadora, Software o IT	Interpretación y comentarios
4.1.5 c	El laboratorio debe: tener políticas y procedimientos para asegurar la protección de la información confidencial y los derechos de propiedad de los clientes, incluidos los procedimientos para la protección del almacenamiento y la transmisión electrónica de los resultados.	Si	Cuando se utilizan computadoras para registrar información de los clientes esta debe estar asegurada (ej. acceso vía identificación, función ó contraseña).
4.1.6	La alta dirección debe asegurarse de que se establecen los procesos de comunicación apropiados dentro del laboratorio y de que la comunicación se efectúa considerando la eficacia del sistema de gestión.	No	Comunicación electrónica, ej. e-mail, intranet, etc. Es considerada como un proceso de comunicación adecuado.
4.2.7	La alta dirección debe asegurarse de que se mantiene la integridad del sistema de gestión cuando se planifican e implementan cambios en éste.	No	Aplicable también para el sistema de gestión electrónico.
4.3.1	El laboratorio debe establecer y mantener procedimientos para el control de todos los documentos que forman parte de sus sistema de gestión...	No	Aplica a documentos, reportes, etc. En formato electrónico.
4.3.2.1	Todos los documentos distribuidos entre el personal del laboratorio como parte del sistema de gestión deben ser revisados y aprobados para su uso, por el personal autorizado antes de sus emisión. Se debe establecer una lista maestra o un procedimiento equivalente de control de la documentación, identificando el estado de revisión vigente y la distribución de los documentos del sistema de gestión, la cual debe ser fácilmente accesible con el fin de evitar el uso de documentos no válidos u obsoletos.	No	Cuando el manual de calidad es almacenado solo en forma electrónica. Sin requerimiento para firmas electrónicas solo aprobación ej. vía sistema de gestión del conocimiento y acceso escrito al directorio.
4.3.2.2	Los procedimientos adoptados deben asegurar que: a) las ediciones autorizadas de los documentos pertinentes estén disponibles en todos los sitios en los que se llevan a cabo operaciones esenciales para el funcionamiento eficaz del laboratorio; b) los documentos sean examinados periódicamente y, cuando sea necesario, modificados para asegurar la adecuación y el cumplimiento continuos con los requisitos aplicables; c) los documentos no válidos u obsoletos serán retirados inmediatamente de todos los puntos de emisión o uso, o sean protegidos, de alguna otra forma, de su uso involuntario; d) los documentos obsoletos; retenidos por motivos legales o de preservación del conocimiento, sean adecuadamente marcados.	No	Cuando el manual de calidad es almacenado solo en forma electrónica. No aplica dado que solo existe una copia en intranet. Negando declaraciones como "copia no controlada" o "copia controlada por el usuario" cuando se imprime.
4.3.3.2	Cuando sea posible, se debe identificar el texto modificado o nuevo en el documento o en los anexos apropiados.	No	Cuando el manual de calidad es almacenado solo en forma electrónica. Puede utilizarse control de cambios o algún método manual si se desea.
4.3.3.4	Se deben establecer procedimientos para describir cómo se realizan y controlan las modificaciones de los documentos conservados en los sistemas informáticos.	Si	Cuando el manual de calidad es almacenado solo en forma electrónica. Cómo mantener documentos, referenciarse al sistema de gestión de conocimientos etc.
4.4.1 a	a) los requisitos, incluidos los métodos a utilizar, están adecuadamente definidos documentados y entendidos (véase 5.4.2)...	No	El laboratorio debe declarar el nivel de seguridad de su transmisión electrónica, tanto en reportes de calibración y prueba como en algunos casos correspondencia.

Cláusula ISO/IEC 17025	Descripción	Se menciona directamente en la cláusula el uso de: Computadora, Software o IT	Interpretación y comentarios
4.6.1	El laboratorio debe tener una política y procedimientos para la selección y la compra de los servicios y suministros que utiliza y que afectan a la calidad de los ensayos o de las calibraciones. ...	No	Aplicable también para software y computadoras, ver además 5.5.2.
4.6.2	El laboratorio debe asegurarse de que los suministros, los reactivos y los materiales consumibles comprados, que afectan la calidad de los ensayos o de las calibraciones, no sean utilizados hasta que no hayan sido inspeccionados, o verificados de alguna otra forma, como que cumplen las especificaciones normalizadas o los requisitos definidos en los métodos relativos a los ensayos o las calibraciones concernientes. ...	No	Aplicable también para software y computadoras, ver además 5.5.2.
4.6.3	Los documentos de compra de los elementos que afectan a la calidad de las prestaciones del laboratorio deben contener datos que describan los servicios y suministros solicitados. Estos documentos de compra deben ser revisados y aprobados en cuanto a su contenido técnico antes de ser liberados.	No	Aplicable también para software y computadoras, ver además 5.5.2.
4.13.1.2	Todos los registros deben ser legibles y se deben almacenar y conservar de modo que sean fácilmente recuperables en instalaciones que le provean un ambiente adecuado para prevenir los daños, el deterioro y las pérdidas. Se debe establecer el tiempo de retención de los registros.	No	Asegurar que el formato de los registros técnicos y de calidad son legibles durante todo el periodo de retención. Migración de datos en caso de ser necesario.
4.13.1.3	Todos los registros deben ser conservados en sitio seguro y en confidencialidad.	No	Aplicable también para registros electrónicos.
4.13.1.4 (5.4.7.2 b)	El laboratorio debe tener procedimientos para proteger y salvaguardar los registros almacenados electrónicamente y para prevenir el acceso no autorizado o la modificación de dichos registros.	Si	Asegurarse que existen procedimientos para respaldo y para protección contra acceso no autorizado de registros electrónicos.
4.13.2.1	El laboratorio debe conservar, por un periodo determinado, los registros de las observaciones originales, de los datos derivados y de información suficiente para establecer un protocolo de control, los registros de calibración, los registros del personal y una copia de cada informe de ensayos o certificado de calibración emitido. ... Los registros deben incluir la identidad del personal responsable del muestreo, de la realización de cada ensayo o calibración y de la verificación de los resultados.	No	Normalmente no es necesario mantener los sistemas de cómputo antiguos durante todo el periodo de retención pero ser capaces de mostrar la evidencia de validación de la aceptabilidad del sistema al momento de su uso.
4.13.2.2	Las observaciones, los datos y los cálculos se deben registrar en el momento de hacerlos y deben poder ser	No	Identificación de los datos al asignado.
4.13.2.3	Cuando ocurran errores en los registros, cada error debe ser tachado, no debe ser borrado, hecho ilegible ni eliminado, y el valor correcto debe ser escrito al margen. Todas estas alteraciones a los registros deben ser firmadas o visadas por la persona que hace la corrección. En el caso de los registros guardados electrónicamente, se deben tomar medidas similares para evitar pérdida o cambio de los datos originales.	Si	Los laboratorios deben identificar una sesión de cómputo, los datos cambiados fuera de la sesión requieren evidencia de auditoría (ej. el dato no se borra pero ha expirado).

Cláusula ISO/IEC 17025	Descripción	Se menciona directamente en la cláusula el uso de: Computadora, Software o IT	Interpretación y comentarios
5.4.1	... el laboratorio debe tener instrucciones para el uso y el funcionamiento de todo el equipamiento pertinente, y para la manipulación y la preparación de los ítems a ensayar o a calibrar, o ambos, cuando la ausencia de tales instrucciones pudieran comprometer los resultados de los ensayos o de las calibraciones. Todas las instrucciones, normas, manuales y datos de referencia correspondientes al trabajo del laboratorio se deben mantener actualizados y deben estar fácilmente disponibles para el personal (véase 4.3). Las desviaciones respecto de los métodos de ensayo y de calibración deben ocurrir solamente si la desviación ha sido documentada, justificada técnicamente, autorizada y aceptada por el cliente. ...	No	Esta cláusula incluye manuales del usuario del software.
5.4.7.1	Los cálculos y la transferencia de los datos deben estar sujetos a verificaciones adecuadas llevadas a cabo de una manera sistemática.	No	Cálculos automatizados y transferencia de datos se verifican durante la validación de software. No se necesitan comprobaciones adicionales hasta que ocurra un evento de re-validación.
5.4.7.2 a	... a) el software desarrollado por el usuario esté documentados con el detalle suficiente y haya sido convenientemente validado, de modo que se pueda asegurar que es adecuado para el uso;	Si	Adicionalmente el software comprado necesita prueba de aceptación como comprobación de 5.5.2.
5.4.7.2 b	b) se establecen e implementan procedimientos para proteger los datos; tales procedimientos deben incluir, pero no limitarse a, la integridad y la confidencialidad de la entrada o recopilación de los datos, su almacena-	No	Ver 4.13.1.4. La seguridad debe considerarse cuando se transmiten datos, ej. en revisión de contratos. Debe considerarse la protección de virus informáticos, etc.
5.4.7.2 c	c) se hace el mantenimiento de las computadoras y equipos automatizados con el fin de asegurar que funcionan adecuadamente y que se encuentran en las condiciones ambientales y de operación necesarias para preservar la integridad de los datos de ensayo o de calibración.	Si	No debe ser diferente que cualquier otro equipo de calibración y prueba.
5.5.2	Los equipos y su software utilizado para los ensayos, las calibraciones y el muestreo deben permitir lograr la exactitud requerida y deben cumplir con las especificaciones pertinentes para los ensayos o las calibraciones concernientes. Se deben establecer programas de calibración para las magnitudes o los valores esenciales de los instrumentos cuando dichas propiedades afecten significativamente a los resultados. Antes de poner en servicio un equipo (incluido el utilizado para el muestreo) se lo debe calibrar o verificar con el fin de asegurar que responde a las exigencias especificadas del laboratorio y cumple las especificaciones normalizadas pertinentes. El equipo debe ser verificado o calibrado antes de sus uso (véase 5.6).	Si	Software/firmware cumple los requisitos del usuario mediante pruebas de aceptación o validación.

Cláusula ISO/IEC 17025	Descripción	Se menciona directamente en la cláusula el uso de: Computadora, Software o IT	Interpretación y comentarios
5.5.4	Cada equipo y su software utilizado para los ensayos y las calibraciones, que sea importante para el resultado, debe, en la medida de lo posible estar unívocamente identificado.	Si	Cada caso de software debe pasar por pruebas de aceptación en su ambiente de cómputo.
5.5.5	Se deben establecer registros de cada componente del equipamiento y sus software que sea importante para la realización de los ensayos o las calibraciones. Los registros deben incluir por lo menos lo siguiente: ... c) las verificaciones de la conformidad del equipo con la especificación (véase 5.5.2). ... f) las fechas, los resultados y las copias de los informes y de los certificados de todas las calibraciones, los ajustes, los criterios de aceptación, y la fecha prevista de la próxima calibración. ...	Si	El software debe considerarse como una pieza única de equipo de prueba. La evidencia de validación y u o verificación debe mantenerse como sus análogos de calibración.
5.5.10	Cuando se necesitan comprobaciones intermedias para mantener la confianza en el estado de calibración de los equipos, éstas se deben efectuar según un procedimiento definido.	No	Comprobaciones periódicas de que los objetos de software no han cambiado de tamaño o fecha impresa. Cambios en sistemas operando requieren generar un evento de revalidación.
5.5.11	Cuando las calibraciones den lugar a un conjunto de factores de corrección, el laboratorio debe tener procedimientos para asegurarse de que las copias (por ejemplo, en el software), se actualizan correctamente.	Si	La comprobación es necesaria solo si se realiza manualmente. Si se registran automáticamente vía software validado ninguno es prudente.
5.5.12	Se deben proteger los equipos de ensayo y de calibración, tanto el hardware como el software, contra ajustes que pudieran invalidar los resultados de los ensayos o de las calibraciones.	Si	Si se tiene el perfil de administrador con todas las funciones habilitadas este no debe utilizarse para operación. Es preferible un perfil de usuario más restringido para operaciones.
5.9.2	Los datos de control de la calidad deben ser analizados y si no satisfacen los criterios predefinidos, se deben tomar las acciones planificadas para corregir el problema y evitar consignar resultados incorrectos.	No	Los datos de control de calidad pueden registrarse y u o analizarse con computadoras y software.
5.10.1	Nota 2. Los informes de ensayo o certificados de calibración pueden ser entregados como copia en papel o por transferencia electrónica de datos siempre que se cumplan los requisitos de esta Norma internacional.	Si	Reportes enviados a clientes en formato electrónico deben ser no-editables. Utilice reportes en formato protegido (ej. archivos tipo pdf).
5.10.2 j	Cada informe de ensayo o certificado de calibración debe incluir la siguiente información, salvo que el laboratorio tenga razones válidas para no hacerlo así: el o los nombres, funciones y firmas o una identificación equivalente de la o de las personas que autorizan el informe de ensayo o el certificado de calibración.	No	La producción de reportes de fuentes electrónicas (e-source) deben estar acordes con las legislaciones nacionales concernientes a firmas electrónicas, ej. firma-pki. En otras situaciones es preferible tener un página completa con la firma escaneada que se enmienda al reporte.
5.10.7	En el caso que los resultados de ensayo o de calibración se transmitan por teléfono, fax u otros medios electrónicos o electromagnéticos, se deben cumplir los requisitos de esta Norma Internacional (véase también 5.4.7).	Si	La transmisión electrónica debe encriptarse, al menos que otra forma se acuerde en la revisión del contrato.

CATEGORÍAS DE SOFTWARE

En la siguiente tabla se categorizan diferentes tipos de software en cinco 1...5 diferentes categorías.

Existen otras formas de categorizar software, ej.:

COTS

Comercial, (por sus siglas en inglés “Comercial off-the-shelf”),

MOTS

Modificable y Comercial, (por sus siglas en inglés “Modified off-the-shelf”),

CUSTOM

A la Medida (personalizado).



Sistemas Operativos,
Firmware,
Comercial,
Configurable,
Desarrollado/Pedido.

Cate- goría	Tipos	Grupos de programas, ejemplos	Ejemplos de programas
1	OS. Sistemas operati- vos (COTS).	Sistemas operativos.	Windows, LINUX.
2	Firmware (COTS).	Software integrado.	Instrumentos, voltímetros, máquinas de prueba de tensión.
3	Paquetes de software comunes, comercia- les de mostrador (COTS).	Programas de e-mail, procesadores de palabras.	Word, Excel (solo como tablas), etc., Outlook, Internet Explorer, Acrobat, Software para control de inventario de instrumentos “out of the box”.
4	Paquetes de software configurable, modifi- cable de mostrador (MOTS).	Programas en ambiente de progra- mación y configuración. Es neces- ario adaptación y personalización antes de su uso.	Excel con fórmulas, LabVIEW, Lab- Windows, Labtech Notebook, Matchcad.
5	Software hecho por encargo, por pedido (CUSTOM).	Software escrito por encargo utili- zando herramientas de programa- ción de software. Incluye documen- tos de Word/Excel con código de macros (código VBA) Visual Basic para Aplicaciones.	Aplicaciones escritas en C++, SQL+, Java, Visual Basic, XML, LabVIEW, LabWindows y otros lenguajes. Las aplicaciones también pueden ser consideradas en algunos casos como hechos a solicitud.

VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DE SOFTWARE

La validación/verificación de software depende de si el software es comprado o hecho bajo pedido. El esfuerzo requerido debe basarse en el riesgo estimado. El software adquirido debe comprobarse (verificarse) para confirmar su posibilidad de uso en el ambiente del usuario. Esto es comúnmente evidente mediante pruebas de aceptación con respecto a las especificaciones del fabricante y u o los requisitos del usuario.



Firmware (Software integrado)



Desarrollador de Software

El software hecho bajo pedido o configurable debe validarse en todo lo necesario, la siguiente tabla da una guía respecto al tipo de validación y prueba a realizar para cada categoría de software.

Categoría de Software	Nivel de riesgo IT		
	Bajo	Medio	Alto
1	No requiere prueba del OS (sistema operativo) en si mismo. Nueva prueba de aceptación para SW de riesgo medio/alto en categoría 4...5 después de actualización del OS.		
2	No requiere validación.	El SW es parte del equipo, el cual debe calibrarse/probarse de acuerdo con ISO/IEC 17025 5.5.2. Esto puede incluir dependiendo del equipo actual, por ejemplo: Validación: V1, V4 Pruebas: T1	
3	No requiere validación.	Comprobar entrada/salida para consistencia (ej. revisión exhaustiva de documentos). Ejemplo: procesadores de palabras utilizados para escribir reportes de calibración/prueba.	Validación: V1, V4 Pruebas: T1...T2
4	Comprobar entrada/salida para consistencia (ej. revisión exhaustiva de documentos).	Validación: V1, V4 Pruebas: T1...T3	Validación: V1...V5 Pruebas: T1...T4
5	Validación: V1, V4 Pruebas: T1	Validación: V1...V5 Pruebas: T1...T3	Validación: V1...V5 Pruebas: T1...T5

**Aceptación
Software
=
Pruebas
+
Validación**

Las fases de validación V1...V6 se refieren a las diferentes fases en un plan de validación típico basado en el ciclo de vida del software, como se muestra en la tabla siguiente

ID	Responsable	Fase de validación (V1...V6)
V0	-	Documentación de fabricantes.
V1	Usuario final	Especificación de requisitos.
V2	Desarrollador de software	Diseño e implementación (codificación).
V3	Desarrollador de software	Inspección y prueba estructural (prueba de "caja-blanca").
V4	Usuario final	Instalación.
V5	Usuario final	Prueba de aceptación (prueba de "caja-negra").
V6	-	Operación y mantenimiento.

Los diferentes tipos de pruebas de “caja-negra” que se muestran en la siguiente tabla, son utilizados en la validación (V5) de software, pero no son una lista exhaustiva.

ID	Pruebas de “caja-negra” (T1...T5)
T0	Especificaciones de fabricantes.
T1a	Conjunto típico de datos de entrada, comprobación de errores obvios en la salida producida.
T1b	Prueba de transferencia de datos por observación directa, ej. desde un instrumento a un archivo de datos bajo condiciones de operación típicas.
T2	Prueba de funcionalidad de SW, en particular con respecto a la integridad, trazabilidad, permisos de acceso, seguridad, etc.
T3a	Conjunto típico de datos de entrada, donde la salida producida es comprobada contra un procesamiento de datos paralelo (ej. cálculos manuales, software de referencia).
T3b	Calibración de patrones “conocidos” (ej. con un historial o por inter-comparación).
T3c	Generación de un conjunto típico de datos de prueba con resultados de salida conocidos.
T4a	Generación de un conjunto de datos para análisis de valores en la frontera (límites).
T4b	Generación de un conjunto de datos con valores inesperados (datos de entrada extremos).
T4c	Prueba de transferencia de datos bajo condiciones extremas, ej. donde el instrumento o el SW están estresados.
T5	Pruebas utilizando simulación de dispositivos particulares.

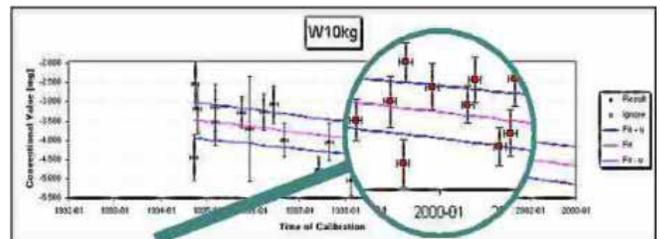
Validación
=
Usuario
+
Desarrollador

Muchos laboratorios de metrología (calibración y prueba) con frecuencia utilizan hojas de cálculo, ej. Excel, Lotus, Minitab, en sus actividades diarias. Dependiendo de lo complejo de la programación, la aplicación debe validarse como software de categoría 3 (COTS, comercial de mostrador) o categoría 4 (MOTS, modificable de mostrador). Los siguientes puntos dan una guía referente al formato de las hojas de cálculo:

- ☒ Utilice colores o sombreados en las celdas para distinguir una clasificación,
- ☒ Proteja las celdas que no se utilizan para entrada de datos,
- ☒ Proteja las hojas o libros de trabajo con contraseña,
- ☒ Proporcione instrucciones al operador en la hoja de cálculo donde se registran los datos de entrada o una hoja de cálculo propia para las instrucciones,
- ☒ De formato a las celdas apropiadamente de acuerdo con los datos que aparecen en ellas.

Los siguientes parámetros de la hoja de cálculo deben comprobarse/probarse si es aplicable:

- ☒ La implementación de los cálculos es correcta,
- ☒ Los cálculos repetitivos han sido copiados correctamente,
- ☒ El redondeo se ha hecho con la cantidad de lugares o cifras apropiadas al cálculo,
- ☒ Exactitud de los cálculos utilizando datos de prueba típicos o de referencia,
- ☒ Correcto tratamiento de los parámetros utilizando datos de prueba con valores de los parámetros dentro del intervalo, en los extremos del intervalo y fuera del intervalo de valores esperados o permitidos.



REFERENCIAS

- BT-NMX-Z-055-IMNC-2007. (2007). Vocabulario internacional de términos fundamentales y generales de metrología (BORRADOR). IMNC/COTNNMET/SC12. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C.
- ISO/IEC 17025. (2005). International Standard: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission.
- ISO VIM (DGUIDE 99999.2). (2006). International vocabulary of basic and general terms in metrology (VIM) (DRAFT). Third edition.
- EUROLAB Technical Report 2/2006. (2006). Guidance for the management of Computers and Software Laboratories with Reference to ISO/IEC 17025:2005. October 2006. EUROLAB, European Federation of National Associations of Measurements, Testing and Analytical Laboratories. http://www.eurolab.org/docs/technical%20report/Technical_Report_Guidance_for_Management_Computers_October_2006.pdf

**Hojas de
Cálculo
=
Software
Comercial
Configurable**