

**PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL LABORATORIO DE DOSIMETRIA  
EXTERNA DEL CPHR**

**D. Molina Pérez, R. Pernas Salomón, E. Martínez Herrera, J. Cárdenas Herrera**  
**Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones**

Calle 20 No. 4113 e/ 41 y 47. Playa

C.P. 11300. La Habana, Cuba

A.P. 6195. C.P. 10600

[rpernas@cphr.edu.cu](mailto:rpernas@cphr.edu.cu)

**RESUMEN.**

Desde el año 1999 el Laboratorio de Dosimetría Externa del Centro de Protección e higiene de las Radiaciones viene aplicando en su servicio de dosimetría personal un Programa de Aseguramiento de la Calidad. Este programa fue diseñado acorde con las recomendaciones de organizaciones nacionales e internacionales como la Oficina Nacional de acreditación de la república de Cuba (ONARC), la Organización Internacional de Estandarización (ISO), la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y el Organismo internacional de Energía atómica (OIEA). En este trabajo se presenta de forma resumida el funcionamiento de este Programa de Aseguramiento de la Calidad el cual incluye la administración y conservación de los resultados y la documentación del servicio, los controles que se realizan al equipamiento, las pruebas de aceptación que se aplican a los equipos y dosímetros nuevos, el envío y procesamiento de los dosímetros, la evaluación, almacenamiento y conservación de las dosis, el reporte de los resultados, la trazabilidad y reproducibilidad de las mediciones, la atención a las reclamaciones y quejas de los clientes y las auditorías internas y externas a las que se somete periódicamente el laboratorio.

**INTRODUCCIÓN**

En el año 1987 el Laboratorio de Dosimetría Externa (LDE) del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR) comenzó a ofrecer su servicio de dosimetría Personal a un incipiente número de trabajadores ocupacionalmente expuestos (TOEs) en todo el país. Esta cifra se fue incrementando paulatinamente en la medida en que el servicio fue mejorando sus condiciones técnicas y la preparación de su personal. Un paso importante tuvo lugar en el año 2000 cuando el CPHR llevó a cabo un proyecto para el desarrollo de nuevos métodos dosimétricos y la introducción de modernas tecnologías que permitieron ampliar y automatizar este servicio. Como resultado, en Marzo del 2001 los dosímetros de películas fílmicas utilizados hasta entonces, comenzaron a ser sustituidos por dosímetros termoluminiscentes que pasaron a ser por sus ventajas los dosímetros oficiales del servicio. Actualmente sus capacidades le permiten garantizar el control dosimétrico ocupacional a alrededor de 5500 TOEs de 1000 instituciones de todo el país, en su mayoría vinculados a la práctica de radiodiagnóstico. El equipamiento que posee hoy es completamente automático y similar al utilizado por servicios de este tipo en países desarrollados.

Con el objetivo de ofrecer un servicio de calidad y asegurar el cumplimiento de las regulaciones y recomendaciones nacionales e internacionales, nuestro laboratorio promovió desde sus inicios el desarrollo de un Programa de Aseguramiento de la Calidad (PAC) basado en los requisitos contenidos en la norma cubana, vigente entonces: ISO/IEC 25 [1], así como en las recomendaciones de la IEC [2] y el OIEA [3]. Como resultado, en el año 1999 el laboratorio fue acreditado en base a esta norma (ISO/IEC 25) por la Oficina Nacional de acreditación de la república de Cuba (ONARC). Posteriormente en el año 2000, cuando en Cuba se adopta la nueva Norma ISO/IEC 17025 el laboratorio adecuó el diseño de su Programa (PAC) a los requisitos de esta nueva norma y en el año

2001 recibió nuevamente la condición de laboratorio acreditado, en esta ocasión por la Norma ISO/IEC 17025.

En el presente trabajo se presenta la estructura del Programa de Aseguramiento de la Calidad del Laboratorio de Dosimetría Externa del CPHR, su documentación, aspectos de su organización y dirección, así como aspectos de su funcionamiento.

## DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL LDE

### **Documentación del sistema de calidad del LDE**

La documentación del sistema de calidad del Laboratorio describe, controla y registra paso a paso todo el ciclo de evaluación del dosímetro, desde su envío al cliente hasta el reporte de sus resultados. Para su elaboración, aprobación y conservación el laboratorio se subordinó a los requisitos del sistema de calidad implantado en el CPHR. Teniendo en cuenta su función los documentos están organizados de la forma siguiente:

- I. Un Manual de Calidad donde se describe y documenta todo el sistema de calidad del laboratorio. En él se establecen los objetivos y la política de la calidad, la función social del LDE, su localización, los recursos humanos de que dispone y las responsabilidades de cada uno de sus miembros. También están establecidos los servicios que brinda, describe su interacción con los clientes y suministradores, describe la estructura de la documentación del sistema de calidad y las disposiciones establecidas en el laboratorio referente a los procesos de revisión del sistema de calidad implantado. El Manual de Calidad hace referencia también al método empleado para la ejecución de sus ensayos, la estimación de la incertidumbre de sus resultados, el control y conservación de sus datos, el control de su equipamiento, la trazabilidad de las mediciones, la manipulación de los dosímetros y la calidad e informe de sus resultados.
- II. Procedimientos de trabajo que describen, teniendo en cuenta las recomendaciones nacionales e internacionales, cómo ejecutar cada etapa del servicio, quien es responsable de ejecutarla y cuando debe ejecutarla. La descripción detallada de los métodos de medición, el uso, calibración, mantenimiento y control de calidad del equipamiento, la recepción y envío de los dosímetros y el reporte y conservación de las dosis evaluadas son los temas principales de estos documentos. Los procedimientos conforman el Manual de Procedimientos del LDE.
- III. Registros del sistema. Los registros son la evidencia de la trazabilidad de todo el proceso y de los controles de calidad. Un modelo de cada registro vigente en el sistema se encuentra en el Manual de registros del LDE.
- IV. Normas Técnicas y documentos de referencia. Contienen los requisitos y las recomendaciones por los cuales se rige toda la actividad técnica y de calidad del Laboratorio.
- V. Expedientes del personal. Estos están conformados por la hoja de vida, el expediente de certificación y la documentación del puesto de trabajo de cada trabajador.
- VI. Expediente de los equipos. Incluyen toda la documentación de los equipos: Manuales, planes de calibración y/o verificación, etc.
- VII. Expedientes de los clientes, con los modelos de constancia de entrega de dosímetros, comunicación de las dosis altas y respuesta a las quejas o no conformidades.
- VIII. Reportes de dosis. Certificados con los resultados de las dosis evaluadas cada mes y el resumen anual de las dosis.

El Manual de calidad, los procedimientos de trabajo y los registros son codificados con un código cuyas letras y números indican el tipo de documento, el laboratorio a que pertenecen y un número de

serie consecutivo. Después de su elaboración la documentación es revisada por el responsable de calidad y aprobada por el jefe del laboratorio y tanto las copias impresas como en formato electrónicos son controladas y guardadas bajo la responsabilidad del personal asignado para ello.

### **Estructura Organizativa y dirección del LDE**

La estructura organizativa del laboratorio está establecida en el Manual de Calidad del Laboratorio. El jefe del laboratorio es el máximo responsable por la calidad y la credibilidad de las mediciones que lleva a cabo el laboratorio. El responsable de la calidad responde por el correcto funcionamiento del programa de aseguramiento de la calidad implantado en el laboratorio. Cada técnico del laboratorio tiene bajo su responsabilidad una determinada actividad o etapa del servicio que debe ejecutar con la calidad requerida en los respectivos procedimientos de trabajo. El personal que se incorpora por primera vez al servicio es sometido a un período de adiestramiento de 180 días que finaliza con un examen para evaluar las capacidades y habilidades adquiridas para el puesto que va a ocupar. Para garantizar la idoneidad del personal del laboratorio, todos los puestos de trabajo están sometidos a un proceso de certificación laboral por el cual todos los trabajadores deben acreditar su competencia para desempeñar las funciones correspondientes. De igual forma cada trabajador tiene un plan de superación individual anual en correspondencia con los indicadores de desempeño específicos de las funciones que realiza.

### **Revisión de la calidad. Auditorias de calidad internas y externas**

El programa de aseguramiento de la calidad del laboratorio es supervisado cada dos años por el Organo Nacional de Acreditación de la República de Cuba (ONARC) y anualmente es sometido a un programa de auditorias internas dirigido por el CPHR. En ambos casos participan todos los miembros del laboratorio y siempre que se detecten deficiencias se elabora un Plan de Acciones Correctivas cuyo cumplimiento es chequeado en las siguientes evaluaciones. Con independencia de estos chequeos, el laboratorio tiene establecido la revisión anual de su sistema de calidad. En esta revisión se evalúan aspectos como: La idoneidad de las políticas y objetivos de la calidad, la idoneidad de la documentación del sistema (incluye procedimientos de trabajo y el Manual de calidad), acciones correctivas y preventivas, resultados de las intercomparaciones entre laboratorios, entrenamiento del personal, cambios en el volumen y tipos de servicios científicos que se brindan, retroalimentación con los clientes, quejas y no conformidades, así como otros que se consideren pertinentes en el momento de la revisión. Los resultados de esta revisión son redactados en un informe con carácter confidencial.

#### *Reclamaciones o quejas*

El laboratorio recibe las reclamaciones o quejas de sus clientes directamente por la vía telefónica o a través de su oficina comercial. Una vez informado, el responsable de calidad investiga las causas de la reclamación y decide si deben tomarse acciones correctivas. Las medidas propuestas deben ser aprobadas por el jefe del LDE. El responsable de calidad emite una respuesta al cliente y examina si otros clientes están o pueden ser afectados por el mismo problema. La queja y las medidas correctivas tomadas son registradas por el laboratorio que chequea periódicamente el cumplimiento y la efectividad de las mismas.

#### *No conformidades*

Las situaciones que se consideren una desviación de lo establecido por los requisitos y mecanismos del sistema de calidad, son registrados como no conformidades y pueden detectarse después de analizar los resultados de las calibraciones, intercomparaciones, Pruebas a ciegas (blind test), mantenimientos, revisiones del sistema de calidad, auditorias internas o externas, quejas de los

clientes, etc. En tales casos la persona que detecta la desviación informa al responsable de la calidad en el laboratorio, quien investigará las causas, encontrará una solución y con la aprobación del jefe del laboratorio, aplicará medidas correctivas e informará al cliente implicado. Las no conformidades así como las medidas correctivas también serán registradas por el laboratorio que chequeará periódicamente el cumplimiento y la efectividad de las mismas.

#### *Acciones correctivas y preventivas*

Las acciones correctivas pueden resultar de las propuestas hechas por el personal técnico o especializado del laboratorio basados en las solicitudes o quejas de los clientes, de los análisis de los controles de calidad, inspecciones internas o deficiencias encontradas por las auditorías. El responsable de calidad y el personal técnico investigan las causas y proponen las acciones correctivas a tomar. Después de aprobada, la medida correctiva y la causa que la motivó son registradas por el laboratorio y el responsable de calidad le dará seguimiento y verificará la aplicación de la misma. La efectividad de la acción correctiva será evaluada durante las revisiones anuales del sistema de calidad. Las medidas preventivas están encaminadas a reducir la probabilidad de ocurrencia de no conformidades y garantizar una mejora continua del sistema de calidad y de los servicios. Estas medidas por lo general son el resultado de la experiencia y la creatividad alcanzada por el laboratorio. De igual forma que las acciones correctivas, estas son registradas por el laboratorio y analizada su efectividad durante las revisiones anuales del sistema de calidad.

#### *Trazabilidad y reproducibilidad*

La metodología de calibración empleada por el laboratorio se fundamenta en las recomendaciones descritas en la Norma Internacional ISO 4037-3: 1995 [4]. Las irradiaciones de las muestras empleadas para la calibración en los ensayos del laboratorio, son ejecutadas por el Laboratorio Secundario de Calibraciones dosimétricas, LSCD utilizando una fuente de <sup>137</sup>Cs. Este laboratorio también fue acreditado por la ONARC en base a los requisitos de la NC ISO/IEC 17025. Los termómetros empleados para los controles de calidad de las muflas y los higrómetro-termómetros utilizados para controlar las condiciones ambientales en los locales de medición son calibrados y verificados en el Instituto Nacional de Investigaciones en metrología (INIMET) cuyos instrumentos de referencia constituyen patrones primarios. Siguiendo el principio de que los dosímetros son personales e intransferibles cada uno de ellos se identifica por una etiqueta que contiene el nombre de la persona que lo va a utilizar y su código personal e indica también el nombre de la Entidad y el mes en que será utilizado. Todos estos datos aparecen además en un código de barras que le permite al servicio determinar en cualquier momento en que etapa del proceso de evaluación se encuentra el dosímetro. Todas las calibraciones, mediciones y parámetros relacionados con la evaluación de las dosis en los dosímetros son registradas en tal forma que las dosis pueden ser recalculadas con posterioridad en caso de que sea necesario.

#### *Intercomparaciones.*

El laboratorio ha estado participando a través de proyectos en distintas intercomparaciones regionales organizadas por la OIEA pues estas han demostrado ser un medio efectivo para evaluar y mejorar el desempeño de servicio de dosimetría personal que brinda nuestro laboratorio. De forma complementaria dirección de calidad del CPHR ha efectuado pruebas a ciegas o de control enviando al Laboratorio dosímetros, irradiados a dosis desconocidas por este para su evaluación. En la figura 1 se muestran los resultados de la Intercomparación más reciente en la que participó el Laboratorio junto con los resultados de la última prueba de control. En ambos casos los resultados fueron considerados satisfactorios.

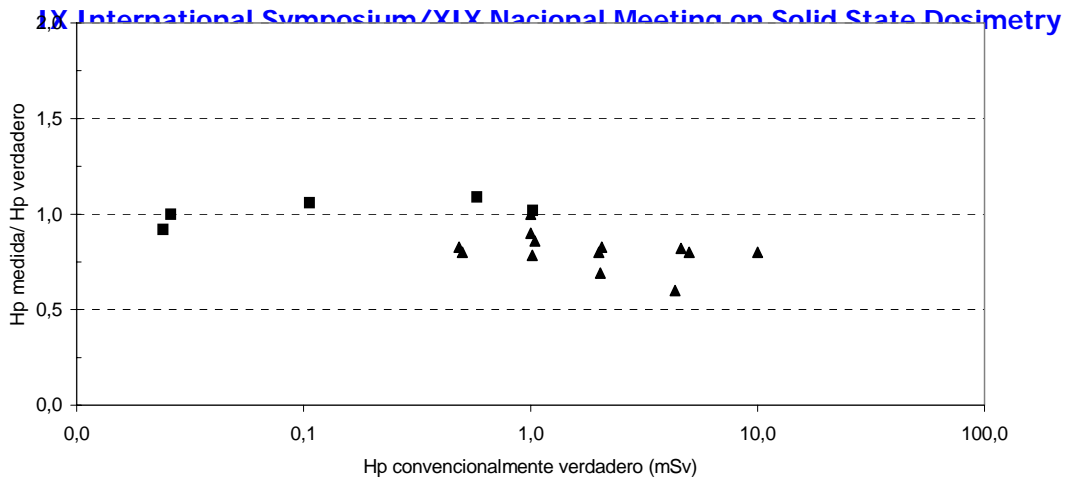


Fig. 1 Resultados de los dosímetros de control  $\blacksquare$  y resultados de la Intercomparación OIEA  $\blacktriangle$ .

### Especificaciones de calidad y aceptación del equipamiento

Los dosímetros son sometidos a ensayos de calidad y de tipo de acuerdo con las recomendaciones descritas en las normas internacionales [2,5]. A cada dosímetro se le chequea el código de huecos y los filtros compensadores de la energía. En el caso de los lectores TLD también se chequean las características y principios de operación especificados por el fabricante y se le aplican además los correspondientes ensayos [6] descritos en las normas internacionales [2]. Los programas para el control de los lectores y el procesamiento de las mediciones [7] son instalados en las computadoras conectadas a estos equipos para chequear el funcionamiento de los mismos siguiendo las instrucciones del proveedor.

#### Calibraciones

Para cada dosímetro que se utiliza por primera vez en el servicio se calibra el fondo y el factor de calibración individual de cada detector en la base de datos que posee el sistema de medición. Las lecturas de los dosímetros de calibración (divididos en tres grupos: calibración diaria, mensual y anual) son corregidas con ayuda de sus respectivos factores permitiendo calibrar la sensibilidad del lector con un error inferior al 1.5 %. Cada dosímetro es recalibrado cada dos años o cuando la dosis total evaluada alcanza los 20 mSv.

El laboratorio realiza tres tipos de calibración del sistema. Diariamente la señal del lector es calibrada utilizando un grupo de dosímetros de calibración irradiados en un irradiador automático con una fuente de  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ . Después de cada calibración se chequea la incertidumbre de las mediciones teniendo en cuenta las dosis evaluadas en los dosímetros de control de calidad previamente irradiados en el mismo equipo. Se considera que el sistema evalúa correctamente los dosímetros si el valor medio de las dosis evaluadas en los dosímetros de control se encuentra entre los límites, previamente establecidos por el laboratorio, con un nivel de confianza mayor o igual al 95%, figura 2.

Mensualmente la señal del lector es calibrada empleando el segundo grupo de dosímetros lo que permite detectar y corregir los cambios en la sensibilidad del lector debido a posibles pérdidas en la sensibilidad de los detectores que se utilizan diariamente con este fin. Una vez al año el factor cuentas a dosis (dosis  $H_p(10)$  por exposición) se calibra empleando el tercer grupo de calibración y de acuerdo con los requisitos del software que controla el sistema. En este caso los dosímetros son irradiados a niveles de dosis de referencia en el LSCD de nuestro centro. Las correcciones por fondo ambiental, fading y dependencia energética de la respuesta de los dosímetros son aplicadas durante el cálculo de las dosis.

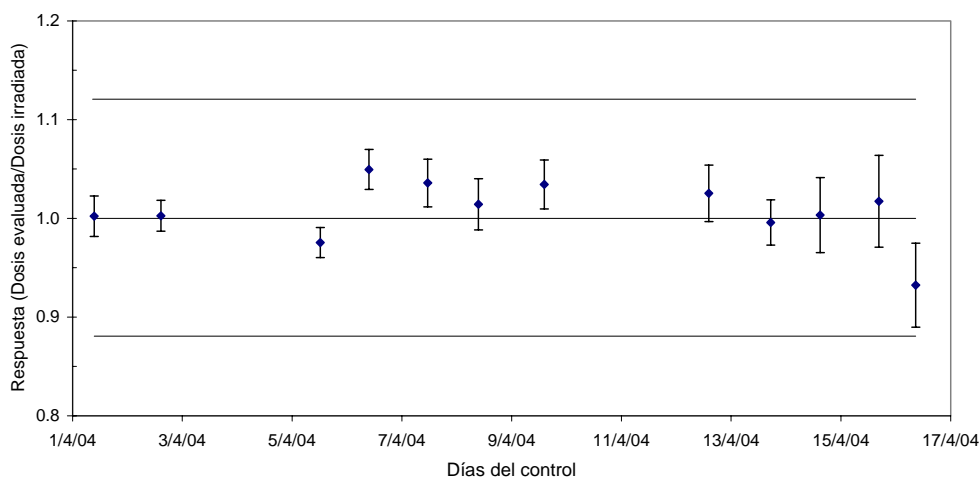


Fig.2 Control diario de la incertidumbre, Abril 2004. Las líneas superior e inferior indican los límites establecidos por el laboratorio y las barras de error los intervalos de confianza al 95%.

#### *Controles de calidad internos.*

Durante la lectura de los dosímetros el lector chequea y registra los valores de los parámetros que determinan la calidad de las mediciones. La temperatura y el flujo del nitrógeno así como la respuesta del fotomultiplicador a la señal de referencia (conteos de referencia) son monitoreados constantemente por el sistema de alarmas que posee el software que controla el lector. Si alguna de estas variables sale fuera del rango establecido para su variación, el lector detiene las lecturas indicando a través de un mensaje en pantalla el error ocurrido. De esta forma es posible eliminar las causas de los errores sin afectar las mediciones. Para evitar que posibles interrupciones afecten la dosis a reportar, por cada dosímetro son colocados y evaluados dos detectores mientras que el lector es conectado a la red de alimentación eléctrica a través de un dispositivo suplente (backup). El valor del factor de calibración de la sensibilidad del lector (diario) así como el de los conteos de referencia (chequeado antes de leer cada detector) son desechados en caso de diferir, respectivamente, en más de un 4% y un 6% de sus valores previos. El factor de calibración del lector es además analizado como una variable de control [8] para determinar si el sistema se encuentra estadísticamente bajo control, ver gráfico de la figura 3. Todos estos parámetros también son chequeados después de un mantenimiento, una rotura o cualquier cambio en el sistema.

Anualmente el responsable de la calidad realiza una revisión general del sistema para evaluar la homogeneidad, el umbral de detección y la linealidad de los dosímetros así como la exactitud con la cual el sistema evalúa las dosis. Adicionalmente se realiza un análisis de los errores ocurridos con más frecuencia durante la lectura de los dosímetros, lo cual le permite al servicio, con la asesoría del fabricante, dirigir sus recursos a erradicar o atenuar las causas de los mismos.

Para cada equipo se ha elaborado un plan de verificación siguiendo las recomendaciones del fabricante el cual es ejecutado por un servicio interno del CPHR. Los instrumentos de medición termómetros e higrómetros son verificados por un laboratorio primario del sistema nacional de metrología, INIMET.

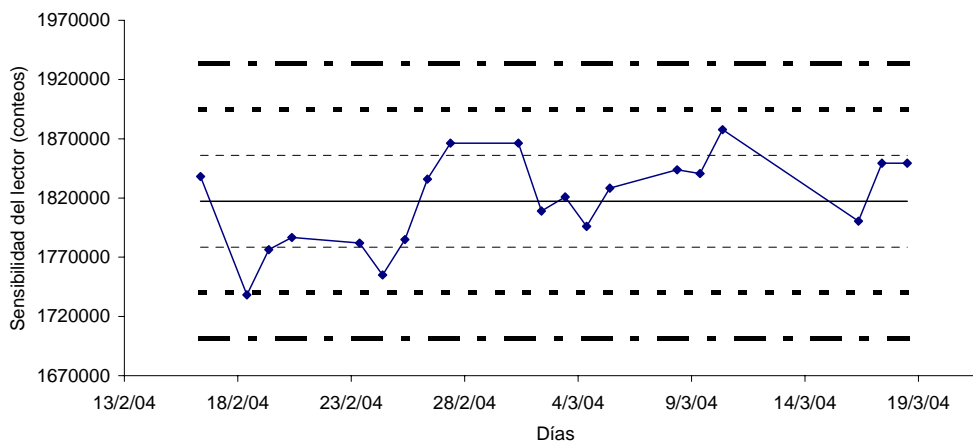


Fig.3 Gráfico de control de Shewar. La línea central indica el valor medio de la sensibilidad del lector, la línea ---- representan los límites simples ( $\pm$  Std), las líneas ....representan los límites de advertencia ( $\pm$  2Std) y las líneas \_ . \_ . \_ Representan los límites de control ( $\pm$  3Std). El sistema se encuentra bajo control.

### Análisis de las incertidumbres

El control de calidad que se le aplica al sistema, incluye además el cálculo de la incertidumbre total [9] con que se estiman las dosis Hp(10) y Hp(0.07) en los dosímetros de cuerpo entero y de extremidades, así como el cumplimiento de los requisitos establecidos para este parámetro [10]. Siempre que sea necesario, el responsable de la calidad repetirá el cálculo de la incertidumbre, por ejemplo en caso de que se modifiquen las características del material de los detectores, después de una modificación al equipamiento o cuando el resultado del control de calidad difiere de los resultados obtenidos con anterioridad.

### Uso, mantenimiento y reparación del equipamiento

Cada equipo cuenta con un expediente donde se registra su nombre, su código, el número de serie, modelo, país de fabricación, ubicación dentro del laboratorio, fecha en que fue recibido y fecha en que fue puesto en servicio. El expediente incluye además un plan de mantenimiento, un plan de verificación y/o calibración, un registro para el control de los mantenimientos y de las reparaciones, dictamen o informe técnico de las reparaciones y los certificados de verificación y/o calibración. El laboratorio tiene establecido también el personal autorizado a manipular su equipamiento. Las recomendaciones del proveedor del equipo son registradas y forman parte de los procedimientos de reparación. Después de cada mantenimiento o reparación el técnico que opera el equipo chequea los resultados de las mediciones de control de calidad e informa de ello al responsable de calidad quien decide la incorporación del equipo al servicio. Los equipos en condiciones de operación se etiquetan como "APTO" y en caso contrario como "NO APTO" y no podrán ser utilizados para ejecutar el servicio.

### **Lectura de los dosímetros y cálculo de las dosis.**

Antes de cada medición el sistema chequea internamente los valores de aquellos parámetros que determinan la evaluación óptima de los dosímetros: Temperatura del nitrógeno, temperatura del fotomultiplicador, los conteos de referencia, el flujo y la presión del nitrógeno. El lector se detiene automáticamente en caso de que alguno de los mencionados parámetros exceda los límites pre-establecidos para su valor. De forma simultánea a la medición el sistema muestra las curvas de emisión de cada detector la cual es un importante indicador de la calidad del proceso de lectura. En caso de cualquier desviación el técnico de mediciones le informa la situación al responsable de calidad quien procede a investigar las causas. Al final de la jornada de lectura el técnico de mediciones chequeará que los datos relacionados con la medición de cada dosímetro estén debidamente registrados en la base de datos del sistema e identificará los dosímetros que por el nivel de dosis recibida deban ser recalibrados o requieran simplemente de un borrado adicional. En estos casos el servicio envía a la entidad y al Órgano Regulador pertinente un listado con los TOEs que recibieron dosis altas.

Las dosis son calculadas automáticamente por el programa que controla las lecturas y posteriormente corregidas teniendo en cuenta la radiación de fondo a que fueron sometidos los dosímetros durante su utilización, la pérdida espontánea de la señal termoluminiscente (fading) y la dependencia energética de la respuesta de los dosímetros.

### **Aseguramiento de la calidad en el envío, la recepción y el almacenamiento de los dosímetros.**

Después de evaluados, los dosímetros son almacenados bajo condiciones climáticas estables. Los dosímetros son enviados mensualmente a nuestros clientes a través del correo con tiempo suficiente para evitar retrasos en su utilización. A cada entidad se le envía un paquete debidamente cerrado en cuyo interior los dosímetros van acompañados del modelo de Constancia, entrega y utilización de dosímetros. En este documento se indica el mes en que se utilizarán los dosímetros y el tipo de dosímetro que se le entrega, el nombre y el código de la entidad, el nombre completo de cada trabajador y su respectivo código ordenado en orden creciente. De forma adicional se indica un código de observaciones con el cual el cliente puede indicar si utilizó o no su dosímetro e incluso si se le perdió. Todos los paquetes de dosímetros que se envían a los clientes son previamente revisados para garantizar que sean enviados todos los dosímetros solicitados.

A cada dosímetro se le coloca una etiqueta para su rápida y fácil identificación. La etiqueta contiene el nombre del trabajador, el código que lo identifica en la base de datos, el período en que utilizará el dosímetro y un código de barras que representa el código de la medición. Con este código es posible asociar de manera inequívoca la dosis evaluada en un dosímetro con el TOE que lo utilizó durante un período de tiempo dado.

Durante la recepción el sistema registra la fecha en que el servicio recibió cada dosímetro empleando para ello un lector de código de barras lo que reduce la probabilidad de ocurrencia de errores humanos. En esta etapa se chequea el estado físico del dosímetro para detectar posibles daños. Antes de la medición los dosímetros son agrupados teniendo en cuenta la fecha de su recepción con el objetivo de velar porque se cumpla el intervalo de tiempo acordado con el cliente para el reporte de los resultados.

### **Aseguramiento de la calidad en el reporte de las dosis.**

El LDE emite un certificado para informar a sus clientes los resultados de la evaluación de las dosis el cual está diseñado sobre la base de la utilización mensual de los dosímetros. El certificado indica el código y el nombre de la entidad, el mes en que se utilizaron los dosímetros y la fecha en que fueron



recepcionados. El nombre y el código de cada trabajador así como el resultado de la dosis, expresada en términos de la magnitud Hp(10) o Hp(0.07) son presentados indicando en cada caso la dosis anual acumulada por cada trabajador hasta la fecha de emisión del mismo. Cumpliendo con los requisitos establecidos por la norma ISO/IEC 17025 en cuanto a la emisión de los certificados, se indican también la incertidumbre de las dosis reportadas y los requisitos en que está basado el método de ensayo [11]. De cada certificado emitido, el laboratorio conserva una copia electrónica exactamente igual al original en formato pdf.

Todos los meses de Abril el Laboratorio envía a todos sus clientes un resumen anual de las dosis recibidas por sus trabajadores en el año anterior. Este resumen anual puede ser emitido antes a solicitud del propio cliente.

### **Aseguramiento de la calidad en la conservación de las dosis evaluadas y los datos de las mediciones.**

El laboratorio cuenta con una base de datos donde se registra de manera permanente la dosis recibida por cada trabajador en cada uno de los períodos en que fue controlado por el servicio. Esta base de datos se encuentra instalada en una computadora que funciona como servidor y diariamente los servicios informáticos del CPHR le realizan una copia de seguridad.

Los datos relacionados con las mediciones (Curvas de emisión, perfil de calentamiento, parámetros de funcionamiento del lector y factores de calibración del sistema) y que se registran en la computadora conectada al lector son guardados diariamente en otra computadora. Todos los meses se hace una copia de respaldo de esta información (que incluye además los resultados de los dosímetros de control) en un disco compacto junto con una copia de los certificados de las dosis reportadas. Los discos son almacenados por el laboratorio en condiciones seguras.

### **CONCLUSIONES**

Son bien conocidos los objetivos de un servicio de vigilancia radiológica individual y por tanto la necesidad de introducir en ellos un Programa para el Aseguramiento de la Calidad. Precisamente para cumplir su propósito, el Laboratorio de Dosimetría Externa del CPHR ha implantado un Programa de Aseguramiento de la Calidad en su servicio de Dosimetría Personal. Este fue el resultado de un largo proceso que comenzó por la superación del personal y la implementación de una disciplina y cultura tecnológica que tuvo como primer resultado la acreditación del Laboratorio en base a la Norma NC ISO/IEC-17025 y cuyo fin es el perfeccionamiento constante del servicio. Fueron elaborados decenas de documentos: procedimientos de trabajo, registros y un manual de calidad que constantemente han sido modificados y actualizados como resultado del mejoramiento del sistema. El CPHR realizó importantes inversiones en el campo informático para alcanzar un nivel adecuado en la gestión y procesamiento de los datos generados por el laboratorio. Todo ello es compensado con la posibilidad que tiene nuestro servicio de probar a sus clientes la calidad de sus resultados y justifica la introducción y mantenimiento de su programa de aseguramiento de la calidad.

### **REFERENCIAS**

- [1] NC-ISO/IEC 25: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de calibración y ensayo.
- [2] International Electrotechnical Commission. Thermoluminescence Dosimetry Systems for Personal and environmental monitoring. International Standard IEC 1066 (Geneva: IEC) (1991).
- [3] R. Cruz Suárez and K. Mrabit. OIEA. Quality Assurance Systems for Individual Monitoring Services. Radiat. Prot. Dosim. 96 (1-3), 113-116 (2001)

**IX International Symposium/XIX Nacional Meeting on Solid State Dosimetry**  
**Mexico city, Aug. 29<sup>th</sup> – Sept. 1<sup>st</sup>.**

- [4] International Organization for Standardization. X and Gamma Reference Radiation for Calibrating Dosimeters and Doserate Meters and for Determining their Response as a Funtion of Photon Energy--Part 3: Calibration of Area and Personal Dosimeters and the measurement of their Response as a Funtion of Energy and Angle of Incidence. International Standard ISO 4037-3 (Geneva: ISO) (1999).
- [5] International Organization for Standardization. Nuclear energy-Radiation Protection-Individual Thermoluminiscence Dosimeters for Extremities and Eyes. International Standard ISO 12794 (Geneva: ISO) (2000).
- [6] R. Pernas y D. Molina. Estudio de un Sistema Automático de Dosimetría TLD para su empleo en el Servicio de Dosimetría Personal. CPHR 2003.
- [7] Rados-Technology Oy. WinTLD2 versión 2.0. Manual del Usuario.
- [8] International Standard ISO 8258, Shewart control charts.
- [9] International Organization for Standardization. *Guide to the expression of Uncertainty in measurement*. ISO/TAG 4/WG 3: June 1992.
- [10] ICRP 35 (1982). International Commission on Radiological Protection. General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers.
- [11] ICRU 47 (1922). International Commission on Radiation Units and measurements. Measurement of Dose equivalent from External Photon and Electron Radiations.