



# Análisis del estado actual de la Ingeniería Clínica en las instituciones hospitalarias de Cali

A. González-Vargas<sup>1,2,ψ</sup>, M. Collazos<sup>1,2</sup>, L.J. García<sup>2</sup>, J.A. Ladino<sup>2</sup>, A. Cano<sup>2</sup>, S.A. González<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Grupo de Investigación en Instrumentación Electrónica, Industrial y Ambiental GIEIAM, Cali, Colombia*

<sup>2</sup> *Programa de Bioingeniería, Universidad Santiago de Cali, Colombia*

Recibido 1 de julio de 2015. Aceptado 15 de agosto de 2015

## ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF CLINICAL ENGINEERING IN HOSPITALS IN CALI

### A ANÁLISE DO ESTADO ATUAL DA ENGENHARIA CLÍNICA EM HOSPITAIS DE CALI

**Resumen** —En este trabajo se presentan los resultados obtenidos tras analizar la información recolectada en once instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS) en la ciudad de Cali y municipios aledaños, sobre tres elementos clave para la buena práctica de la Ingeniería Clínica: adquisición de tecnología, gestión de mantenimiento y formación del personal. Se realizó una comparación entre las prácticas actuales de IC en las IPS encuestadas y las prácticas propuestas en la literatura existente. Se propone además una serie de aspectos a tomar en cuenta con miras a mejorar el desempeño de los departamentos de IC tanto en la ciudad como en el país.

**Palabras clave** — Equipos biomédicos; gestión tecnológica; ingeniería clínica; mantenimiento.

**Abstract**— This paper summarizes the results obtained after analyzing the information gathered in eleven institutions providing health services (IPS, in Colombia) in the city of Cali and surrounding municipalities, three key elements for good clinical engineering practice are presented: Acquisition technology, management, maintenance and staff training. A comparison between current practices in the surveyed IC at IPS and practices proposed in the literature was conducted. It also proposes a number of aspects to consider in order to improve performance of both IC departments in the city and in the country.

**Keywords**— Biomedical Equipment; Technology Management; Clinical Engineering; Maintenance.

**Resumo**— Este artigo apresenta os resultados obtidos depois de analisar as informações coletadas em onze instituições prestadoras de serviços de saúde (IPS), na cidade de Cali e municípios vizinhos, sobre três elementos-chave para a boa prática de engenharia clínica: aquisição de tecnologia, gestão de manutenção e treinamento de pessoal. Uma comparação foi feita entre as práticas atuais nas IPS e práticas propostos na literatura atual. Ele também propõe uma série de aspectos a considerar, a fim de melhorar o desempenho dos departamentos IC tanto na cidade quanto no país.

**Palavras-chave**— Equipamentos biomédicos; Gestão de tecnologia; Engenharia clínica; Manutenção.

<sup>ψ</sup> Dirección para correspondencia: [agonzalez@usc.edu.co](mailto:agonzalez@usc.edu.co)

DOI: <http://dx.doi.org/10.14508/rbme.2015.9.18.73-80>

## I. INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Clínica (IC) busca apoyar y mejorar la atención al paciente mediante la aplicación de conocimientos de ingeniería y de gestión de la tecnología del cuidado de la salud [1]. La IC es una sub-especialidad de la ingeniería biomédica cuyo objetivo fundamental es brindar la mejor atención al paciente, manteniendo una buena relación costo-beneficio en los servicios del hospital.

En este trabajo se analizarán varios aspectos importantes dentro de la IC. En la sección III-A se analizará el estado actual de los procesos de acreditación en las clínicas encuestadas. La sección III-B tratará sobre la gestión de la adquisición de la tecnología, la cual se ocupa de evaluar las necesidades de equipamiento en los servicios del hospital, determinar cuándo es necesario adquirir nuevos equipos, y realizar un adecuado proceso de selección, evaluación y negociación que permita obtener la tecnología que se adapta mejor a las necesidades y condiciones de la institución. En la sección III-C se tratará el tema de la gestión de mantenimiento, la cual nos ayuda a proporcionar un entorno seguro y garantizar el adecuado funcionamiento de los equipos y las infraestructuras mediante el buen manejo de la información y la planeación, y la ejecución de actividades regulares de revisión, limpieza, ajuste y calibración. Finalmente, en la sección III-D se considerará la formación académica del personal que integra el área de IC en el hospital. Este último aspecto es importante ya que, aunque en el país existe una buena cantidad de programas relacionados con este campo, cada uno ofrece fortalezas distintas, y del adecuado aprovechamiento de estas fortalezas depende el buen funcionamiento del departamento de IC.

Cabe señalar que, aunque a lo largo del documento se hace referencia de manera general al departamento de IC, la realidad es que las instituciones suelen dar nombres diferentes a este departamento, como por ejemplo: departamento de mantenimiento, de ingeniería o de equipos biomédicos. Además, las diferentes instituciones pueden emplear ingenieros biomédicos para áreas específicas como mantenimiento, compras, metrología o tecnovigilancia, que pueden constituir departamentos aparte, pero que, como unidad, son responsables por la labor de IC en la institución.

El desarrollo de la IC en los hospitales de Colombia ha sido lento y, aunque a nivel mundial sus inicios se remontan a la década de los 60s, sólo se presentó una verdadera evolución en este campo a partir de la aparición de la Ley 100 de 1993 [2], la cual determinó que el mantenimiento de la infraestructura y el equipamiento debía constituir obligatoriamente al menos el 5% del presupuesto anual de los hospitales públicos y privados [3]. En la última década,

factores como la expedición del decreto 4725 para la comercialización de dispositivos médicos, la creación del Instituto Nacional de Metrología, el Programa Nacional de Tecnovigilancia y el Sistema Único de Acreditación en Salud, además del aumento del número de programas de pregrado en ingeniería biomédica en Colombia, dan una visión alentadora en cuanto al presente y al futuro de la IC. Sin embargo, en muchas instituciones aún se da poca importancia a la labor del departamento de IC, y su existencia se limita en ocasiones a ser un instrumento para cumplir con las exigencias legales, sin otorgarle la importancia o el poder de decisión necesarios para contribuir adecuadamente al desempeño de la institución.

Este estudio parte de la necesidad de cuantificar el verdadero estado de la práctica de la IC en la ciudad de Cali, e identificar las posibles fortalezas con que cuentan las IPS locales en dicha área. Así mismo, los autores piensan que este estudio puede servir como punto de partida para un análisis a escala nacional, que permita generar estrategias más efectivas que contribuyan a mejorar la calidad de los servicios de salud a partir de la buena gestión de la tecnología.

## II. METODOLOGÍA

La encuesta fue realizada en diez instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS) de la ciudad de Cali y una del municipio de Santander de Quilichao. El principal objetivo fue obtener información de las IPS de alta y mediana complejidad, ya que son éstas quienes concentran la mayor cantidad de pacientes atendidos y la mayor variedad de tecnología biomédica, lo cual determina la complejidad de la labor del departamento de IC.

Las IPS de baja complejidad ofrecen servicios de consulta externa médica y dental, atención obstétrica normal, procedimientos quirúrgicos básicos, servicios básicos de laboratorio clínico, rayos X y atención básica de emergencia. Las IPS de mediana complejidad cuentan con un mayor número de especialistas, acceso a una mejor infraestructura y equipamiento para diagnósticos y tratamientos, además de servicios especializados, como las unidades de cuidados intensivos. Las IPS de alta complejidad cuentan con la más moderna infraestructura, y servicios como tomografía axial computarizada, laboratorios clínicos automatizados, unidades de medicina nuclear, unidades de cuidados intensivos, unidades de tratamiento del cáncer, aceleradores lineales, y unidades neonatales [3].

Se entrevistaron 6 IPS de alta complejidad, 2 de mediana-alta, 2 de mediana y 1 de baja complejidad. El cuestionario fue elaborado conjuntamente entre el profesor y los estudiantes del curso de Ingeniería Clínica de la Universidad Santiago de Cali durante el periodo 2015A. Del total de preguntas propuestas en la etapa inicial, se

filtraron las más relevantes y se produjo un total de 77 preguntas divididas en las siguientes áreas temáticas: Adquisición de tecnología (19 preguntas), gestión de mantenimiento (37 preguntas), formación y capacitación (14 preguntas). En este documento se presentarán y analizarán algunos de los resultados más relevantes.

### III. RESULTADOS

#### A. Acreditación de Calidad

El primer punto consistió en conocer el estado actual de las clínicas participantes en cuanto a los procesos de acreditación, tanto nacionales como internacionales. Cabe recordar que Colombia cuenta con el Sistema Único de Acreditación en Salud (SUA), que fue reglamentado con la Resolución 1774 de 2002 y cuya última modificación se dio por el Decreto 903 de 2014 [4]. En la Fig. 1 se muestran las diferentes acreditaciones o certificaciones con que las entidades cuentan.

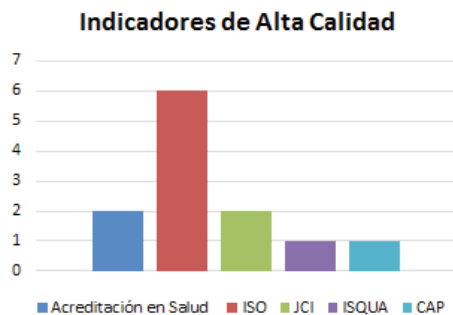


Fig. 1. Certificaciones y acreditaciones obtenidas por las entidades

Solo dos de las instituciones cuentan actualmente con la acreditación de alta calidad del SUA, mientras otras tres reportaron estar trabajando actualmente para obtenerlo. Varias entidades reportaron tener certificaciones de calidad ISO 9001 en uno o varios de sus servicios. Adicionalmente, dos entidades cuentan con acreditación por parte de la *Joint Commission International* (JCI), mientras que las certificaciones de la *International Society for Quality in Healthcare* (ISQUA) y la del *College of American Pathologists* (CAP) han sido logradas por una entidad diferente cada una. Todas las instituciones reportaron estar trabajando para obtener/renovar certificaciones en gestión de calidad ISO 9001.

Cabe resaltar que dentro de las instituciones encuestadas, dos se encuentran clasificadas entre las 15 mejores de Latinoamérica [5].

#### B. Adquisición de Tecnología

El proceso de adquisición de tecnología es un punto importante dentro del plan de mejoramiento de la institución. En [6] se habla de la importancia de consultar las bases de

datos de instituciones y agencias internacionales como la ECRI o la FDA, así como de contactar a otras instituciones hospitalarias que tengan experiencia con el equipo en cuestión. En cuanto a esta última recomendación, es interesante la iniciativa adoptada en años recientes de realizar “Cafés Técnicos” en los cuales se discuten experiencias y problemáticas de los departamentos de IC, y que es organizada por varias IPS e instituciones académicas de la región [7]. La Fig. 2 nos muestra que la fuente más consultada es el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA, seguido por la Red Nacional de Tecnovigilancia y la FDA.

El hecho de que las entidades más consultadas sean nacionales podría atribuirse a la facilidad de consecución de sus documentos y reportes, y al hecho de que esta información se encuentra en idioma español. En efecto, la información de entidades como ECRI o AAMI requiere generalmente un pago o suscripción, y se encuentra usualmente disponible sólo en inglés.

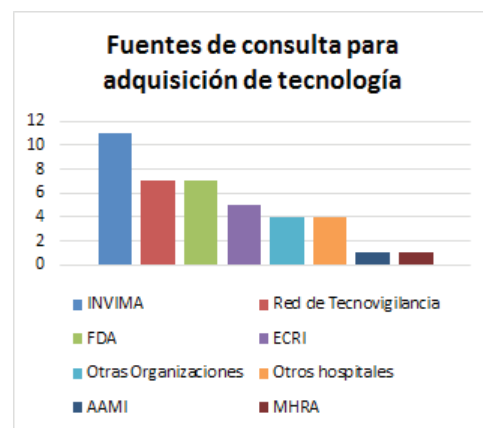


Fig. 2. Fuentes consultadas por la IPS para asesorarse durante la adquisición de equipos biomédicos.

Cuando la institución decide comprar un nuevo equipo, son muchos los factores que entran en juego. En [6] y [8] se menciona la importancia de factores referentes al equipo, como la facilidad de consecución de repuestos, los accesorios utilizados y las especificaciones técnicas. Igualmente se mencionan factores relacionados con el vendedor, como su reputación y el tiempo que lleva en el medio. En la Fig. 3 se observa que las principales características del equipo que influyen la compra son la facilidad de consecución de repuestos, las especificaciones técnicas y el costo del equipo. Aunque existe una percepción general de que la marca es un factor importante, los resultados de la encuesta muestran que la marca es uno de los factores menos relevantes. La Fig. 4 muestra que el requisito más importante que debe cumplir un proveedor es tener un buen respaldo en mantenimiento. El respaldo en los repuestos es también importante y en varias institu-

ciones se pide una garantía de consecución de repuestos de entre 5 y 10 años. La representación exclusiva de ciertas marcas es uno de los factores de menos peso a la hora de seleccionar un proveedor. Esto probablemente se debe a que en Colombia el mercado de los equipos biomédicos, en años recientes, se ha abierto bastante a la llegada de equipos procedentes de Asia, muchos de los cuales no exigen distribuidores exclusivos, y ofrecen equipos con buenas prestaciones a bajo precio.

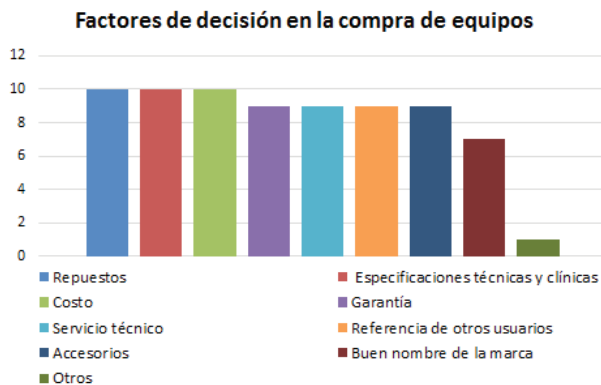


Fig. 3. Características del equipo que influyen la decisión de compra

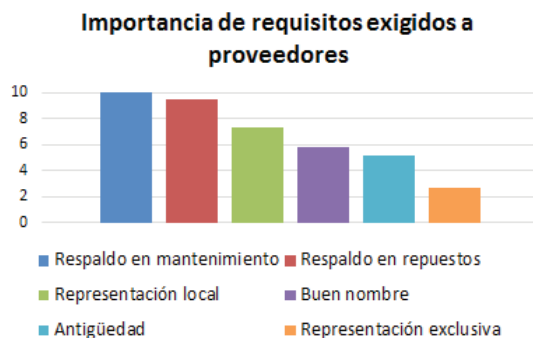


Fig. 4. Importancia de los requisitos que se exigen a los proveedores de equipos biomédicos.

### C. Gestión de mantenimiento

Los indicadores de gestión son de gran ayuda para medir el desempeño del departamento de IC en la planificación y ejecución de las tareas de mantenimiento. Con base en los indicadores propuestos en [9], se elaboró una lista de indicadores que son de gran importancia y se indagó si las distintas instituciones hacen uso de estos en su departamento de IC. Los indicadores propuestos fueron:

- Disponibilidad: Probabilidad de que el componente o sistema se encuentre apto o listo para operar en el momento requerido.
- Cumplimiento del plan de mantenimiento: Calculado como horas ejecutadas vs. horas planificadas, o eventos de mantenimiento realizados vs. los planificados.

- Eficiencia de la utilización de fondo de tiempo: Refleja que parte del fondo de tiempo del personal se emplea en las actividades de mantenimiento del equipo instalado en el hospital.
- Eficacia del mantenimiento correctivo: Evaluación de la eficacia en la ejecución de las tareas de mantenimiento correctivo, comparando los distintos integrantes.
- Costo: Compara los costos de mantenimiento, contra los costos de adquisición del equipo.

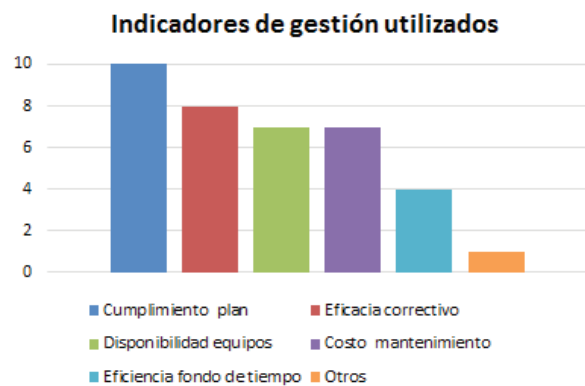


Fig. 5. Indicadores de gestión de mantenimiento utilizados por la IPS.

La ecuación específica de cada indicador puede variar ligeramente de institución a institución, pero la intención de estas preguntas era conocer si los conceptos generales de estos indicadores estaban siendo implementados. Como muestra la Fig. 5 El indicador utilizado con más frecuencia es el cumplimiento del plan de mantenimiento, seguido por la eficacia en el mantenimiento correctivo. La gran mayoría de las instituciones reportaron utilizar dichos indicadores, lo cual muestra un creciente interés en sistematizar la evaluación de los procesos de mantenimiento, aunque también llama la atención el hecho de que la eficiencia del fondo de tiempo sea un indicador poco utilizado, lo cual hace difícil evaluar cuánto tiempo se utiliza en las tareas de mantenimiento dentro de la totalidad de tiempo laborado por el empleado. En [10] se sugiere que dicha eficiencia debe estar entre un 70 y 75%. La eficiencia en el fondo de tiempo puede indicar si la cantidad de personal es adecuada, y si el personal de mantenimiento está efectivamente dedicando la mayor parte de su tiempo a su actividad principal.

En [3] se muestra un interesante reporte de la repartición de labores de mantenimiento preventivo y correctivo entre distintos tipos de personal: el personal interno contratado directamente por la IPS, el personal perteneciente a empresas externas pero que labora internamente (in-house), personal de empresas externas que tiene un contrato de mantenimiento, y personal de empresas externas que

realiza mantenimientos atados a la garantía de un producto adquirido por la institución. En el presente estudio se realizó el mismo análisis, y los resultados muestran (Fig. 6 y Fig. 7) que hoy en día la tendencia parece apuntar hacia la interiorización de los procesos de mantenimiento, ya que tanto el mantenimiento preventivo (43%) como el correctivo (37%) son realizados por personal directamente empleado por la institución, lo cual contrasta con lo reportado hace 11 años en [3], donde el mismo indicador no superaba el 4% para preventivo y correctivo juntos. Esto puede interpretarse como una muestra de que en los últimos años las instituciones hospitalarias, en aras de cumplir con los procesos de acreditación cada vez más exigentes, se han preocupado por crear y fortalecer departamentos de IC al interior de la institución, lo cual reduce su dependencia de los proveedores externos.



Fig. 6. Porcentaje del mantenimiento preventivo realizado por personal de la clínica y proveedores externos.

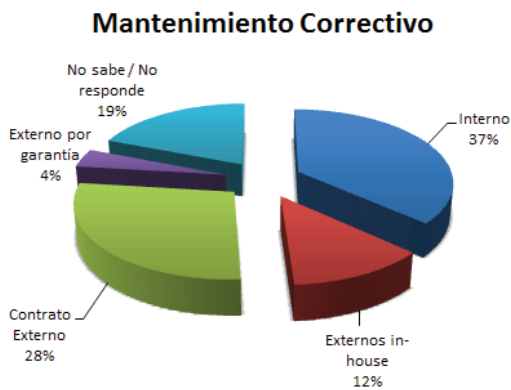


Fig. 7. Porcentaje del mantenimiento correctivo realizado por personal de la clínica y proveedores externos.

El índice de prioridad de mantenimiento preventivo ( $P_{MP}$ ). [10] es una herramienta que permite clasificar de manera precisa los equipos biomédicos para establecer su prioridad a la hora de realizar el inventario de mantenimiento, de esta manera se puede establecer cuáles equipos requieren un mantenimiento dedicado y cuáles pueden ser atendidos

dentro de las labores de mantenimiento del entorno. Algunas de las variables sugeridas para calcular el  $P_{MP}$  son:

- Función del equipo en el cuidado del paciente.
- Riesgo clínico ante una falla del equipo.
- Historial de fallas.
- Requisitos o complejidad de la actividad de mantenimiento del equipo.

En la Fig. 8, parte superior derecha, se puede observar que, de las instituciones encuestadas, aún queda un porcentaje significativo que no utiliza un algoritmo o ecuación para determinar el  $P_{MP}$ . En estas instituciones la clasificación de los equipos prioritarios para mantenimiento se realiza basándose en la experiencia del encargado de elaborar el plan anual de mantenimiento. En la parte inferior de la Fig. 8 se puede ver que, de las instituciones que usan un  $P_{MP}$ , la mayoría lo define basado en la función del equipo y el riesgo clínico que representa. Sin embargo, se observa que incluso en estos casos, la experiencia previa del encargado del plan es utilizada como un factor importante dentro de la ecuación.

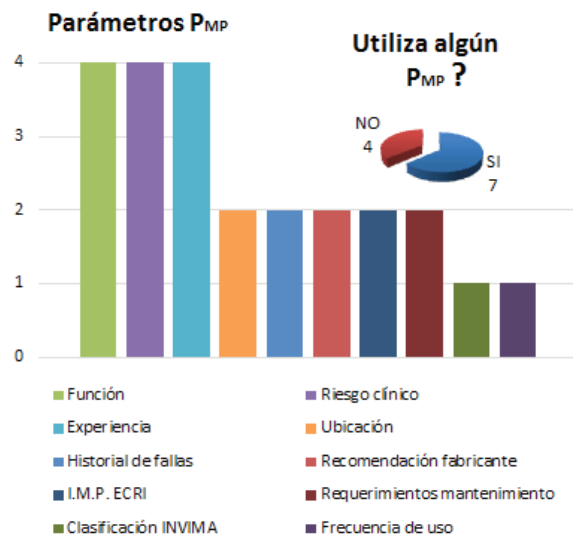


Fig. 8. Índice de prioridad para el mantenimiento preventivo

El Programa Nacional de Tecnovigilancia fue reglamentado por la resolución 4816 del 2008 [11], y su misión es proteger la salud pública de los colombianos mediante estrategias de vigilancia post-comercialización y evaluación sanitaria, para la identificación, evaluación, gestión y divulgación oportuna de la información de seguridad relacionada con el uso de los dispositivos médicos que se importan, fabrican y distribuyen en el país. Este programa busca que las IPS monitoreen y reporten la ocurrencia de eventos adversos relacionados con dispositivos biomédicos. Al preguntárseles si su institución contaba con un programa de tecnovigilancia, 10 de los 11 encuestados

respondieron afirmativamente. Aunque la aplicación del programa de tecnovigilancia aún está en una etapa temprana en muchas instituciones, es claro que, a medida que éste se fortalezca, los usuarios de equipos médicos podrán contar con una red de conocimiento que les permitirá tomar decisiones mucho más informadas a la hora de adquirir equipos y gestionar la tecnología existente.

Una parte importante de la tecnovigilancia y de la gestión tecnológica hospitalaria en general es determinar cuáles son las causas de fallo en los equipos existentes. Al ser encuestadas acerca de las causas más comunes de fallo (Fig. 9), las instituciones reportaron que, en su gran mayoría, los fallos en los equipos (representados por la cantidad de solicitudes de mantenimiento correctivo) se presentan por errores de los usuarios. Esto sugiere que gran parte de la indisponibilidad de los equipos podría solucionarse mediante un mejor uso de estos. Una forma de garantizar esto sería mediante programas continuos de capacitación que permitieran a todos los usuarios finales del equipo (personal médico y de enfermería, mayoritariamente) adquirir un grado de familiarización suficiente que minimice los errores en el manejo. En la actualidad, es una práctica común que, al momento de adquirir un equipo nuevo, el proveedor ofrezca una capacitación al personal clínico inmediatamente relacionado. Sin embargo, en muchos hospitales este proceso de capacitación no se repite también para el área técnica. Por otra parte, el personal clínico suele encontrarse en constante rotación, así que constantemente los equipos son manejados por personas cuya capacitación solo se ha dado de manera indirecta, por contacto con las personas que utilizaban el equipo anteriormente.

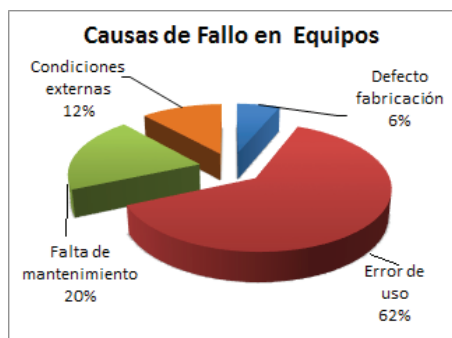


Fig. 9. Causas más frecuentes de falla en equipos, según lo reportado por el departamento de IC.

#### D. Formación del personal de mantenimiento

De acuerdo a los datos del Ministerio de Educación [12], Colombia actualmente existen 44 programas de educación superior relacionados con la ingeniería biomédica y la ingeniería clínica. De ellos, 2 son programas técnicos, 8 son tecnológicos, 18 son carreras universitarias, 4 son especializaciones y 12 son maestrías. Además de estos pro-

gramas, existen alrededor de 34 programas de doctorado relacionados con la ingeniería y las ciencias biomédicas; sin embargo, dada la generalidad de estas dos áreas, es difícil cuantificar la contribución de dichos programas al área de la ingeniería biomédica.

El tipo de formación profesional determina el tipo de actividades realizadas por los miembros del personal. La actividad específica del mantenimiento y la reparación normalmente es desarrollada por técnicos y tecnólogos, mientras que la actividad de gestión suele ser el campo de los especialistas y los magister. Los profesionales con pregrado en ingeniería biomédica suelen moverse entre estos dos campos de manera indistinta, desarrollando tanto labores técnicas como labores de gestión dependiendo del énfasis que hayan escogido.

La Fig. 10 muestra que, entre todas las instituciones encuestadas, el total del personal de ingeniería son 48 personas. Casi la mitad del personal está compuesto por técnicos y tecnólogos (21% y 27%, respectivamente), mientras que los especialistas y magister suman alrededor del 12% y sólo una institución cuenta en su personal con un PhD. El restante 38% está compuesto por ingenieros biomédicos y bioingenieros.

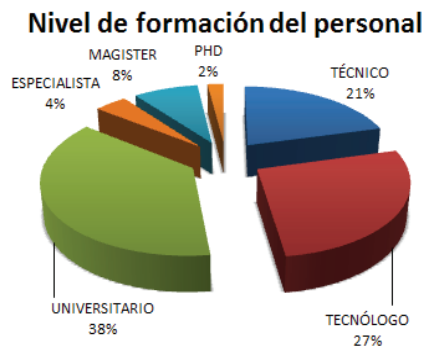
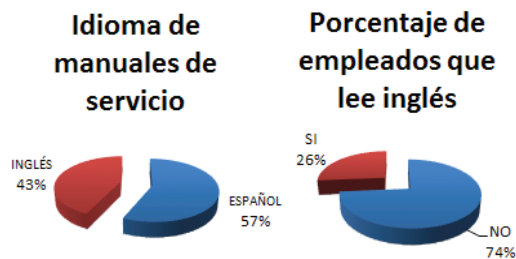


Fig. 10. Nivel de formación académica del personal del departamento de Ingeniería Clínica.

Para complementar la información sobre la formación del personal de ingeniería, es útil indagar sobre el dominio del idioma inglés (a nivel de lectura) por parte del personal. Es bien sabido que una gran cantidad de equipos sólo cuentan con manuales de servicio técnico en inglés y, aunque el departamento de IC debe tener como política solicitar siempre al vendedor los manuales en español, en muchas ocasiones esto no es posible. Por este motivo, se preguntó a las instituciones qué porcentaje de sus manuales se encuentra en inglés, y qué porcentaje de sus empleados está en capacidad de leer en inglés. En total, se encontró que casi la mitad de los manuales de servicio se encuentra en inglés, pero menos del 30% del personal está en capacidad de leerlos. Los resultados de cada institución varían, por supuesto, y hay instituciones en las que solo el

5% del personal lee en inglés mientras que en otras más del 70% lo hace. El resultado es interesante, ya que implica que se deben tomar estrategias de mejora tanto a nivel de las universidades que ofrecen programas relacionados con el área, como de los departamentos de IC en las IPS. En ambos casos, es sumamente importante capacitar al personal de ingeniería para que lea adecuadamente en inglés, ya que de la adecuada comprensión de los manuales de servicio depende que se ejecuten correctamente las labores de mantenimiento y reparación de los equipos.



**Fig. 11.** Izquierda: Promedio del porcentaje de manuales de servicio que se encuentra en inglés y en español. Derecha: Promedio del porcentaje del personal en capacidad de leer en inglés.

#### IV. DISCUSIÓN

El análisis de los resultados permite identificar algunos aspectos que podrían contribuir significativamente a mejorar el desempeño de los departamentos de IC en las instituciones de la ciudad. El primero es propender por la sistematización de la información y la utilización de indicadores que permitan cuantificar el desempeño del departamento. Aunque varias instituciones cuentan con algunos de estos indicadores, el resultado general indica que quedan aspectos sobre la eficiencia y la eficacia de los procesos, así como de las prioridades de mantenimiento, que podrían ser cuantificados para producir información útil. El segundo aspecto a mejorar es la capacitación al personal asistencial. La implementación de un programa de capacitación continua en el uso de los equipos podría ayudar significativamente a reducir el número de fallos de los equipos y aumentar la disponibilidad del servicio. El tercer aspecto importante es incluir la enseñanza del idioma inglés como uno de los aspectos prioritarios de la formación del personal, ya que esto le brinda acceso no sólo a la información contenida en los manuales de equipos, sino también a una gran cantidad de información disponible en internet, y le da la posibilidad de participar en programas especializados de formación técnica con instituciones internacionales.

#### V. CONCLUSIÓN

En este estudio se ha mostrado el estado actual de la práctica de la IC en las IPS de Cali y municipios aledaños. El avance en la práctica de la IC varía bastante de una

institución a otra, y mientras en varias de las instituciones encuestadas el departamento de IC contaba procesos documentados detalladamente y personal experto en diversas áreas, en otras el desarrollo del departamento aún está en etapas muy tempranas.

Aunque en general puede decirse que la IC en las IPS de Colombia ha avanzado importantemente en los últimos 20 años, aún quedan muchos aspectos a mejorar. Los autores opinan que es necesario realizar periódicamente este tipo de estudios a escala tanto regional como nacional, con el fin de identificar continuamente los campos a fortalecer por parte de los departamentos de IC, de las universidades con programas afines y de las entidades reguladoras estatales.

#### AGRADECIMIENTO

Los autores desean agradecer a las instituciones que participaron en esta encuesta:

Clínica Farallones, Clínica de Occidente, Hospital Francisco de Paula Santander, Hospital San Juan de Dios, Fundación Valle del Lili, Clínica SERES, Hospital Universitario del Valle, Centro Médico Imbanaco, Fundación Clínica Infantil Club Noel, Instituto para Niños Ciegos y Sordos, Salud Total.

Igualmente, los autores agradecen a los estudiantes que participaron en la formulación de preguntas y recolección de datos: A. Banguero, I. Botache, D. Campo, B. Cancimance, M. Cardona, J. Diaz, A. Herrera, M. Moreno, K. Mosquera, J. Osorio, D. Primero, M. Zuñiga.

#### REFERENCIAS

- [1]. Dyro J., *Clinical Engineering Handbook*, Academic Press, 2004, pp. 17.
- [2]. Congreso de la República de Colombia, Ley 100 de 1993.
- [3]. Villamil J. *Clinical Engineering in Colombia in Clinical Engineering Handbook*, J. Dyro, Academic Press, 2004, ch. 21, 72-77
- [4]. Ministerio de Salud y Protección Social, Decreto número 903 del 2014.
- [5]. Murcia F. V. La Irrupción de las Acreditaciones. *América Economía*, 46-54, Sept. 2014.
- [6]. Harding T.G., Epstein A. "Technology Evaluation" in *Clinical Engineering Handbook*, J. Dyro, Academic Press, 2004, ch. 33, pp. 114-118.
- [7]. Universidad Autónoma de Occidente. Un Café Técnico para la buena gestión tecnológica biomédica en la región. (2014, Julio 24) En: [http://ingenieria.uao.edu.co/boletin/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1051:un-cafe-tecnico-para-la-buena-gestion-tecnologica-biomedica-en-la-region&catid=35:despliegue](http://ingenieria.uao.edu.co/boletin/index.php?option=com_content&view=article&id=1051:un-cafe-tecnico-para-la-buena-gestion-tecnologica-biomedica-en-la-region&catid=35:despliegue)
- [8]. Harding G., Epstein A. Technology Procurement in *Clinical Engineering Handbook*, J. Dyro, Academic Press, 2004, ch. 34, pp. 118-122

- [9]. Rodríguez E., Sánchez M., Miguel A. Tolkmitt F., Pozo E. "Indicadores para el control de la gestión de equipos médicos" in *Memorias V Congreso de la Sociedad Cubana de Bioingeniería*, Habana, 2003.
- [10]. Rodríguez E. Ingeniería Clínica (2003). En: [http://bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/ingenieria\\_clinica/archivos/TP2013/ic-denis.pdf](http://bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/ingenieria_clinica/archivos/TP2013/ic-denis.pdf)
- [11]. Ministerio de la Protección Social, Resolución 4816 de 2008
- [12]. Ministerio de Educación Nacional. *Búsqueda de Programas de Instituciones de Educación Superior*. (2015, Junio 15). En: <http://snies.mineduacion.gov.co/consultasnies/programa/buscar.jsp?control=0.17546830986447437>