

# Experiencias y vivencias en la ingeniería clínica

Oscar Darío Saldarriaga, [odss@une.net.co](mailto:odss@une.net.co)  
Jefe del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento  
Hospital Pablo Tobón Uribe, Medellín, Colombia

*Comparto con todos ustedes las experiencias y vivencias en el desarrollo y evolución de la ingeniería en los hospitales y clínicas, en especial la Ingeniería Clínica (IC). Antes, una breve explicación del desarrollo del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento en el Hospital Pablo Tobón Uribe (el Hospital).*

La evolución y la necesidad de tener ingenieros dedicados a la conservación y mantenimiento de los equipos en los hospitales aparecen en nuestro medio a finales de los años setentas. Sus inicios coinciden con el avance de la tecnología electrónica en los equipos médicos y el desarrollo de los computadores, la automatización y las telecomunicaciones. Antes, se tenían equipos electromecánicos y se dependía, principalmente, de la experiencia y conocimiento de los médicos y su equipo de trabajo.

Ante este avance tecnológico y gracias a la visión y empuje de las directivas del Hospital, se define, dentro de sus políticas de planeación, la vinculación de un ingeniero para que desarrollara un derrotero de los elementos que requería la institución en cuanto al mantenimiento, desarrollo y tipo de equipos. Lo anterior se dio sin despreciar la organización que se tenía en ese momento, así fuera incipiente, con técnicos y personal de formación empírica y con experiencia en el mantenimiento de equipos electromecánicos. Este fue el punto de partida, pero desde el principio se tenía clara la necesidad de iniciar un proceso de mejora, ver la proyección a futuro y actualizar la tecnología en todas las áreas del Hospital. Lo anterior ha permitido llegar al estado de organización que tiene el departamento de ingeniería y mantenimiento en estos momentos.

La evolución de la IC y hospitalaria, como se define y conoce actualmente, es el estado y la denominación que se da por la especialización, complejidad y avance de la tecnología en los hospitales y en especial en la práctica clínica. En algunos países de gran desarrollo desde los años setenta, y hasta los noventa, se le denominaba electromedicina (en algunas partes sigue siendo denominada así), ya que los principios de la electricidad y la electrónica prevalecían en los equipos médicos. En ese entonces, los ingenieros mecánicos, eléctricos y electrónicos éramos los encargados de realizar el mantenimiento, diseño e instalación de los equipos en el Hospital. Estos equipos estaban constituidos por componentes eléctricos y mecánicos, con muy poca electrónica analógica y digital. Con la revolución de la era digital todo ha cambiado, los progresos en computación y las comunicaciones han sido los encargados de cambios agigantados, lo que ha llevado a una transformación en la atención en salud.

*La ingeniería clínica*, como se le conoce, es la rama de la ingeniería biomédica encargada de la gestión, implementación y desarrollo de los equipos o dispositivos que tienen contacto directo con el paciente ya sea con fin terapéutico o diagnóstico. Este es un amplio campo de la ingeniería que cubre todas sus áreas y especialidades dentro de las que prevalecen la electrónica, las comunicaciones, los sistemas, la mecánica, la eléctrica y los materiales, entre otras.

*La ingeniería hospitalaria* se encarga de atender los requerimientos de la tecnología complementaria y de apoyo a la IC, además se encarga de los requerimientos arquitectónicos y funcionales de los servicios técnicos de apoyo que hacen que se pueda cumplir con los requisitos y normas en servicios públicos, redes, aire acondicionado, electricidad y energía, gases medicinales, comunicaciones de voz y datos, entre otros.

Bajo estas consideraciones, se estableció el modelo de organización del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento del Hospital Pablo Tobón Uribe, organización que actualmente sigue siendo acertada y evoluciona según se dan cambios en la tecnología y en los servicios de salud. Alrededor de 1984, el Departamento estaba organizado como una sección de mantenimiento; y en el año 2001 se convirtió en un departamento de ingeniería y mantenimiento con las secciones de mecánica y construcción; y otra sección de eléctrica y electrónica. Actualmente, el Departamento está organizado de la siguiente manera:

*Sección biomédica:* es aquella que atiende todos los equipos biomédicos que estén en el Hospital, sean propios, en comodato o en arriendo. Esta sección cuenta con dos ingenieros biomédicos, responsables por áreas, donde se cubren todos los servicios y áreas clínicas. Estos ingenieros tienen responsabilidades definidas en mantenimiento, gestión, evaluación y seguimiento de contratos en cada área.

*Sección de metrología:* es la que se encarga de todos los requerimientos de calibración, validación, verificación y revisión de los procesos de calidad. Desde el punto de vista de la seguridad para el paciente, esta sección responde por la calidad de la funcionalidad y cumplimiento de los parámetros de los equipos biomédicos y de apoyo. Esta área es coordinada por una ingeniera biomédica con énfasis en metrología, pues los equipos biomédicos son los de mayor volumen y los que constituyen la razón de ser de nuestro servicio, “el paciente”, los otros equipos nos aseguran funcionalidad, continuidad y calidad del servicio.

*Sección de infraestructura física hospitalaria:* vela por los trabajos de infraestructura en obras civiles, reformas, mantenimiento de la planta física, señalización, traslados y reubicación de muebles, mantenimiento de redes eléctricas, redes de voz y datos, sistema de seguridad con el circuito cerrado de televisión (CCTV), detectores de humo y control de acceso, manejo y gestión de terceros, auditorías de calidad de terceros, contratistas, y terceros que tienen sus instalaciones en el Hospital.

*Sección de infraestructura técnica hospitalaria:* la infraestructura técnica es la que corresponde al manejo de los servicios técnicos electromecánicos, como son: generación y distribución de vapor, redes de gases medicinales, subestaciones eléctricas, aire acondicionado y sus redes, refrigeración (cadena de frío), redes de abastecimiento y almacenamiento de agua fría y caliente, sistema de bombeo de agua y sistema de red a presión contra incendio.

Con esta organización, cubrimos en el Departamento todos los campos técnicos de la IC y hospitalaria con una sola directriz y con un solo foco, donde se trabaja en equipo, porque en el proceso de calidad ISO sólo hay un proceso de mantenimiento: atender y contribuir a ser un hospital de alta complejidad con niveles de atención de tercer y cuarto nivel, con procesos de calidad y seguridad para el paciente. La estructura del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento del Hospital Pablo Tobón Uribe se resume en la Fig.1.

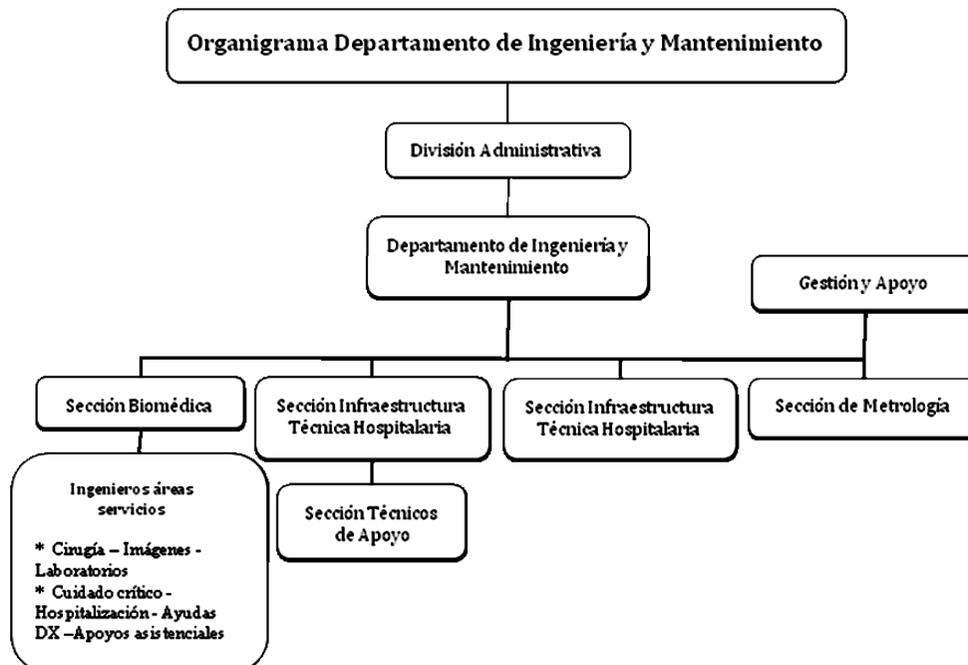


Fig. 1. Organigrama del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento. Hospital Pablo Tobón Uribe, Medellín, Colombia. Actualizado, octubre 2008.

El Departamento de Ingeniería y Mantenimiento del Hospital Pablo Tobón Uribe tiene varias características que lo hacen exitoso y puede ser un modelo en su campo. Esto se da gracias a múltiples factores, entre los que prima el apoyo que le brindan las directivas al Departamento. Hay reconocimiento y confianza de la capacidad técnica del equipo de trabajo, pues éste se ha ganado la credibilidad de todas las otras áreas del Hospital. Esta credibilidad se ha dado, en parte, porque se respetan y reconocen los niveles jerárquicos. Esto es, “cada cual se dedica a hacer lo que le toca hacer”, se asumen con responsabilidad, empeño y dedicación las actividades y responsabilidades encomendadas. Cada área gestiona y ejecuta lo que le corresponde con un objetivo claro, contribuir cada uno dentro de su capacidad al bienestar, seguridad y atención del paciente, acompañante y personal del hospital.

En algunos otros hospitales este departamento continúa rezagado, poco influyente, porque falta apoyo y reconocimiento desde las direcciones de los hospitales; no les entregan las verdaderas responsabilidades o a veces son superficiales y puede faltar, en algunos casos, liderazgo por parte del mismo departamento de ingeniería. Por esta razón no se le reconoce su importancia, pues no se genera la confianza suficiente para encomendar esta responsabilidad y se prefiere que continúe en manos de las direcciones administrativas o, en otros casos, de las áreas médicas.

El Departamento de Ingeniería ha impactado en el Hospital porque se hace cargo de lo que le corresponde: asume el rol técnico y le brinda la asesoría a la dirección en las necesidades y las deficiencias técnicas, en el cumplimiento de normas y recomendaciones que se deben alcanzar para asegurar y garantizar una óptima prestación del servicio con la mejor calidad y seguridad. Así, desde la planeación y la dirección del Hospital, se toman las medidas o las mejores opciones y decisiones para ser desarrolladas en el tiempo y se establecen los objetivos estratégicos.

De esta forma se trabaja en la proyección y realización de planes de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, redes e infraestructura, para prolongar su vida útil, garantizar la continuidad del servicio y asegurar metrológicamente los equipos. Con esto se racionalizan los costos haciendo realmente productivos los equipos, para poderlos tener disponibles cuando sean requeridos. Además, se evalúa la tecnología que se tiene y la que a futuro debe implementar el Hospital, principalmente con relación a su ciclo de vida, costos de mantenimiento, insumos, partes de recambio, garantías y consumos energéticos. A su vez, asesoramos a las áreas médica y paramédica para comprender sus necesidades e interpretarlas en busca de equipos que tengamos en el mercado local.

La contribución más importante del Departamento es hacer realidad nuestro lema “*somos el apoyo tecnológico y funcional del hospital*”. Lo técnico es lo que nos corresponde y buscamos las asesorías, normas, recomendaciones que se requieren para tener los equipos disponibles y seguros, y para manejar o controlar los riesgos que se puedan tener.

#### LA INGENIERÍA CLÍNICA EN COLOMBIA

El papel que realiza el departamento de ingeniería en la atención a los pacientes es fundamental, pues de nosotros depende la real atención de los procedimientos. Además, damos la tranquilidad, confianza y confiabilidad a los procesos realizados por el área médica y paramédica. Estos últimos son los responsables directos de la atención, pero de ingeniería depende cada vez más que esos procesos cumplan los parámetros de calidad, seguridad y confiabilidad; sin estos, las áreas médica y paramédica no podrían hacer su trabajo, pues dependen del uso y desarrollo de la tecnología.

La IC, fuera del ámbito hospitalario, juega un papel importante que no se ha desarrollado en nuestro medio. Esta participa en el desarrollo de normas técnicas para importar, evaluar y construir tecnología médica. Es una responsabilidad del ingeniero clínico participar en la elaboración de normas para la habilitación y acreditación de los hospitales y ser parte de las auditorías de estos mismos procesos. La tecno-vigilancia es otro de los temas donde el ingeniero clínico tiene una labor preponderante; su papel es participar en la evaluación de dispositivos y equipos médicos y, sobre todo, realizar el análisis y las investigaciones de los incidentes y accidentes en los que está involucrada la tecnología médica.

Al analizar el estado de la IC colombiana dentro del ambiente latinoamericano y, en general, a nivel mundial, podemos decir que estamos en un punto intermedio. Contamos con instituciones públicas y privadas (pocas) con muy buenos departamentos de ingeniería, y con una organización bien definida. Sin embargo, otras instituciones no tienen una organización estable y definida, sólo la tienen como unas áreas de mantenimiento, para cumplir con unos requerimientos. En algunos hospitales ven al departamento de ingeniería como “un mal necesario”, que hay que tener para cumplir con la ley, o porque es moda.

En Colombia, se aprecian regiones con muy buenos avances e instituciones con un alto nivel, otras menos avanzadas pero tratando de mejorar; y algunas regiones donde el avance no es el necesario y, lo más lamentable, donde aún no se han

dado cuenta de la importancia de tener un departamento de ingeniería bien definido y acorde con el nivel de complejidad y atención que requieren los pacientes. La brecha puede ser grande si las directivas de los hospitales no reaccionan: en Colombia hay sólo 15 instituciones prestadoras de salud acreditadas, 6 públicas y 9 privadas. Esto hace pensar que puede faltar compromiso, conocimiento, conciencia, hacer cumplir las normas existentes y realizar un mayor control por parte de las direcciones y entes de control.

En Colombia nos falta tener más apoyo, trascender y pasar de hacer sólo mantenimiento a tener un departamento de ingeniería verdaderamente conformado, donde se realicen las evaluaciones técnicas, se definan protocolos propios, planes de mantenimiento y se realice una gestión completa de la tecnología clínica y hospitalaria. Este es un hecho que sí se observa en otros países que he podido visitar, donde los hospitales cuentan con unos departamentos bien estructurados, con un alto nivel de organización, con personal altamente calificado, con oficinas y espacios bien definidos y dignos.

Creo que en Colombia, algunas instituciones estamos acercándonos a los referentes internacionales; en este momento se ha concientizado más sobre el trabajo del ingeniero clínico en el ámbito hospitalario, se tiene un perfil de decisión y aceptación donde se integran las diferentes áreas que competen en este círculo (paciente-hospital-tecnología en evolución). Se debe trabajar intensamente en Colombia en normatividad, donde se haga referencia a la necesidad de la presencia y vinculación de los ingenieros clínicos a las entidades hospitalarias, ya que ellos son los que poseen el conocimiento adecuado para el desarrollo propio del sector salud.

En cuanto a la importancia y la necesidad de los departamentos de IC falta conciencia. Sólo los grandes hospitales y clínicas han tomado decisiones de aceptación a este nuevo y necesario modelo que se impone internacionalmente. Es importante, a su vez, que las empresas que proveen servicios de soporte de equipamiento médico empiecen a integrar esta clase de ingenieros a sus grupos de trabajo.

En Colombia, es común que dentro de las clínicas y hospitales, el departamento de mantenimiento sea el que maneje algunos aspectos de la IC y hospitalaria.

Mantenimiento es una denominación genérica y así se le conoce en el campo industrial. La IC, en una de sus muchas responsabilidades, debe hacer el mantenimiento a los equipos médicos y hacer su gestión. Es por ello que no se pueden considerar como sinónimos el mantenimiento y la IC, sino, por el contrario, el mantenimiento debe considerarse una parte esencial de los departamentos de ingeniería. En la fase de evolución y de mejor denominación, el departamento de ingeniería de un hospital debe tener secciones de IC e ingeniería hospitalaria, donde cada uno de estos realiza mantenimiento a los equipos que le corresponden. En nuestro medio aún falta el desarrollo y la capacitación en ingeniería hospitalaria; es por esto que dicha labor se debe hacer desde el departamento de ingeniería y mantenimiento.

Uno de los mayores retos que tenemos los ingenieros clínicos es la evaluación de tecnología biomédica adaptada a las necesidades de cada región del país y a las capacidades económicas desde el momento que se decide o se ve la necesidad de la compra de un equipo. Dicha evaluación debe estimar el costo-beneficio, el costo-efectividad, el costo-funcional, la seguridad y el costo del ciclo de vida, que se asegure la capacitación técnica, los entrenamientos y re-entrenamientos del personal técnico, operativo médico y paramédico, en el tiempo de vida útil del equipo. De esta manera se asegura la continuidad del servicio y la seguridad para el paciente. Otro de los retos que tiene la IC es definir estándares de mejoramiento continuo para realizar la gestión de la tecnología, con indicadores de clase mundial; esto es, para gerenciar la tecnología debemos medir y controlar.

Los programas de profesionalización en IC se encuentran en poca oferta, tanto en Colombia como en América latina, por ser una profesión y necesidad tan recientes. Es de vital importancia madurar la idea de post-gradados de acuerdo con las diferentes áreas que posee la IC, para impactar el sistema e inyectar nueva vitalidad al tema de la salud en Colombia. Además, en paralelo con la capacitación profesional, se debe estimular la investigación, especialmente en las áreas con buenas posibilidades de aplicación, los PACS y las aplicaciones de diagnóstico y terapia. Los PACS están relacionados con las telecomunicaciones, la informática, la nanotecnología y la robótica. En el campo del diagnóstico y terapéutica son la telemedicina, la robótica y la automatización las áreas de investigación.

El trabajo en IC en los hospitales, es una oportunidad para reafirmar y reforzar los principios vistos en la universidad. Como consejo personal, se debe trabajar con humildad, se requiere estudiar permanentemente, mantenerse actualizado, tener mucha calma y mente abierta para recibir críticas, trabajar bajo presión; sobre todo se debe insistir, persistir, resistir y nunca desistir, pues al final se revierten estos esfuerzos y queda la satisfacción del deber cumplido, de haber contribuido a salvar y conservar una vida.

El futuro de la IC es promisorio. Es evidente la necesidad de un profesional en cada una de las entidades de salud que sea el “padrino” de los equipos biomédicos. Se está observando como una fortaleza el conocimiento funcional y fisiológico del cuerpo humano que tienen estos profesionales, quienes pueden aportar e interactuar con el personal médico tal que se potencien las posibilidades de hacer una buena tarea en equipo. En la metrología médica se encuentra otra de las fortalezas, por la facilidad de interpretar las funciones, las magnitudes y los rangos de operación de los instrumentos. Sin embargo, las debilidades también surgen. Algunas están relacionadas a que por el alto volumen de equipos en el mercado, con marcas y modelos diferentes, y por las múltiples áreas de la ingeniería requeridas, no es posible que un sólo profesional como es el ingeniero clínico, cubra todas estas necesidades. Así, se debe buscar que el personal se dedique a un campo específico en el departamento y fomentar el trabajo en equipo. Otra de las debilidades se relaciona a los laboratorios y campos de entrenamiento en el proceso de formación; son limitados y requieren un amplio y estricto seguimiento en esta etapa para asegurar un conocimiento amplio, pero no muy profundo, de la tecnología hospitalaria y clínica.

Por último, estas experiencias y aportes que hemos presentado se aplican a cualquier tipo y tamaño de hospital. La organización, gestión, implementación y desarrollo del departamento de IC depende de la actitud y compromiso que cada uno pueda dar y aportar. Así, si cada uno cumple sus funciones a cabalidad, con ganas de hacer las cosas lo mejor posible y pensando que siempre se pueden realizar las cosas mucho mejor, lo lograremos en cualquier hospital, no importa su tamaño.

#### BIOGRAFÍA

Óscar Dario Saldarriaga Saldarriaga es ingeniero mecánico de la Universidad de Antioquia, y desde 1984 trabaja como jefe del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento del Hospital Pablo Tobón Uribe de Medellín. Bajo su dirección, el Departamento ha alcanzado una excelente organización y es reconocido como uno de los mejores en Colombia y Latinoamérica.

El ingeniero Saldarriaga se desempeñó como consultor en la construcción de la Clínica Las Américas (1991-1996), asesor en la selección, evaluación y compra de equipos biomédicos en la IPS de la Universidad de Antioquia (2001-2002), asesor en la implementación y organización de los procesos de mantenimiento en la Clínica Universitaria Bolivariana (2003-2005), consultor en el diseño e instalación de la red de gases medicinales en la Fundación Cardiovascular de Colombia (1996-1997). Además, ha sido asesor de la Secretaría de Bienestar Social del Municipio de Medellín y profesor de cátedra en el programa de Ingeniería Biomédica EIA-CES, en la Universidad Pontificia Bolivariana, la Universidad de Antioquia, el Instituto Tecnológico Metropolitano, el SENA, entre otros.