

# Propuesta de un Modelo para la Implementación del Departamento de Ingeniería Biomédica en el Hospital de la Mujer de Ciudad Juárez, Chihuahua.

N. E. González-Gómez<sup>1</sup>, S. E. Sánchez-Dávila<sup>1</sup>, N. Gordillo-Castillo<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México

**Resumen**— Un Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB) debe contar con un sistema de funcionamiento estructurado, organizado y delimitado para desempeñar sus actividades de una manera óptima. En el presente trabajo se definió el modelo de un DIB para el Hospital de la Mujer de Ciudad Juárez, Chihuahua. Se determinó la estructura organizacional del departamento y se realizó un manual de procedimientos con el objetivo de estandarizar las funciones del departamento para así brindar procedimientos que garanticen la optimización de los recursos. Por último, se especificaron los recursos materiales e infraestructurales necesarios para llevar a cabo la implementación del departamento en la institución médica. Con todo esto se logró concluir la propuesta de un DIB con una estructura orgánica planificada para la resolución de los problemas dentro de la institución, con manuales de procedimientos que especifiquen la manera de llevar a cabo las actividades de manera efectiva y especificando los recursos materiales necesarios para realizar y cumplir con las actividades del departamento. Dentro de cualquier hospital cabe resaltar la importancia de llevar a cabo una gestión médica donde los beneficios de realizarla van desde la reducción de costos de operación hasta el fortalecimiento de la red de servicios hospitalarios.

**Palabras clave**— DIB, gestión médica, estructura organizacional, hospital

## I. INTRODUCCIÓN

La ingeniería biomédica es una rama interdisciplinaria que integra las ciencias de la ingeniería con las ciencias biomédicas y la práctica clínica, abarca las actividades de solución de problemas médicos por medio de tecnología o con soluciones de ingeniería [1]. Así surgieron los departamentos de ingeniería biomédica siendo centros de soporte lógico para todas las tecnologías médicas, convirtiéndose en responsables de todos los instrumentos biomédicos y sistemas utilizados en los hospitales, y por consecuencia en la capacitación del personal médico, en el uso y la seguridad de los equipos, en el diseño, selección y uso de tecnología para prestar asistencia sanitaria segura y eficaz [2].

Buscando aplicar los conocimientos de la ingeniería biomédica para el apoyo en el sistema de salud, se realizó la propuesta del DIB para el Hospital de la Mujer de Ciudad Juárez, Chihuahua, en donde los procesos de gestión y administración tecnológica tienen potencial de mejora, ya que dichas actividades no se desempeñan de acuerdo a las normas y lineamientos establecidos por organizaciones nacionales e internacionales.

## II. METODOLOGÍA

Para detallar el modelo del Departamento de Ingeniería Biomédica se definió la estructura organizacional de este, estableciendo el organigrama del departamento con su respectivo número de personal y la jerarquía de este. Para fijar el organigrama del DIB se consultó el organigrama general del Hospital de la Mujer, esto con el fin de establecer el lugar que el departamento ocupará dentro de la institución. Tras establecer la posición que el departamento ocupará, se procedió a determinar el personal requerido.

En la justificación del personal, se consultó el artículo Clinical Engineering Staffing publicado en la Revista de Ingeniería Clínica (Journal of Clinical Engineering) [3]. Asimismo, se tomó en consideración un estudio realizado por M. R. Ortiz Posadas para el CONACYT “Ingeniería clínica: ¿qué, por qué y para qué?” [4] y el artículo de la revista 24x7 llamado Clinical Engineering Staffing Models [5]. Para la estructura organizacional que tendrá el mismo, se tomaron las sugerencias establecidas en el trabajo “Implementación del Departamento de Ingeniería Biomédica para Hospitales de Tercer Nivel” [6], las cuales se basan en el organigrama de la Fundación Clínica Médica Sur A.C.

Al establecer la estructura organizacional del DIB y con el fin de instaurar las actividades de dicho departamento, se creó el manual de procedimientos para los procesos de: elaboración de inventario funcional del equipo médico, mantenimiento preventivo y correctivo del equipo médico, adquisición de equipo médico y licitación de contratación de terceros para el mantenimiento correctivo o preventivo; acorde a las especificaciones brindadas en la “Guía Técnica para la Elaboración de Manuales de Procedimiento de la Secretaría de Salud” [7]. En el manual de procedimientos se formularon los procesos que se han de desarrollar en las diferentes áreas de la institución para el cumplimiento de los objetivos, identificando y describiendo las etapas de cada procedimiento, y señalando además los puestos responsables para ejecutar las diferentes etapas.

Para que un Departamento de Ingeniería Biomédica lleve a cabo una correcta operación debe haber una infraestructura adecuada y ciertos recursos materiales. La guía brindada por el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC), Procedimientos para un Centro Estatal de Ingeniería Biomédica [8], hace

recomendaciones de estos para que el DIB desempeñe las actividades apropiadamente, así como también lo hace el manual “Introducción al Programa de mantenimiento de equipos médicos” de la Organización Mundial de la Salud (OMS) [9], entre otros.

### III. RESULTADOS

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en el estudio “Ingeniería Clínica: ¿qué, por qué y para qué?”, llevó a cabo un estudio en 18 instituciones mexicanas (10 públicas y 8 privadas), en el que se hace relación entre el número de personal técnico adscrito al DIB, el número de equipo con el que cuenta la institución y el número de camas censables.

Con dichas estadísticas, CONACYT estimó la relación entre el número de camas censables y el personal requerido del DIB por las instituciones de salud. Para lo cual concluyó necesario que para las instituciones públicas son requeridos tres ingenieros clínicos por cada cien camas, y en el caso de las instituciones privadas, para el mismo número de camas es preciso contar con 4 ingenieros clínicos. La diferencia entre el número de ingenieros en las instituciones públicas y privadas, según el estudio, se basa en los recursos económicos, ya que las instituciones privadas cuentan con más recursos financieros y una mayor necesidad de inversión para que el negocio resulte competitivo.

Además de la publicación realizada por el CONACYT, se tomó en consideración la publicación *Clinical Engineering Staffing Models* en el que se hace referencia de estudios en los cuales se sugieren 2.6 empleados de tiempo completo por cada 100 camas o 1 por cada 1000 piezas de equipo médico. Asimismo hace énfasis en que los datos expuestos no aplican por igual para todas las instituciones de salud, aun cuando estas sean del mismo nivel de atención. A su vez, los equipos de imaginología, unidades como UCIN, UCI, laboratorio, y las actividades de investigación o desarrollo, son indicadores que influyen en el número de personal entre instituciones de salud.

Es así como se pudo concluir y estimar el personal del DIB para el Hospital de la Mujer según lo consultado, el cual cuenta con 81 camas censables y 54 no censables. Dado esto se sugirió que el departamento cuente con un jefe de departamento y dos ingenieros clínicos para las actividades de administración y gestión. Así como también 2 técnicos biomédicos por cada ingeniero clínico para las actividades técnicas del DIB. Además, el hospital cuenta con áreas como las de Unidad de Cuidados Intensivos Neonatal, Unidad de Cuidados Intensivos y de Imaginología; indicadores que se deben tomar en cuenta para la selección del número de personal.

El organigrama del DIB se divide en externo e interno. El organigrama interno es el propio del departamento, mientras que el externo es el departamento como unidad en relación con el resto de las áreas de la institución. Al consultar el organigrama del Hospital de la Mujer vigente en noviembre del 2014, se observó que la institución ya contemplaba un Departamento de Ingeniería Biomédica situado en el área administrativa, bajo la supervisión del área de Recursos de Servicios Generales, a la par de áreas de mantenimiento, informática, archivo clínico, entre otros. El organigrama interno propuesto para el DIB se basa en el número de personal calculado anteriormente. En la Figura 1 se puede observar los puestos para el DIB y la jerarquía que hay entre cada uno.

El manual de procedimientos desarrollado muestra la información clara, completa y precisa, atendiendo las especificaciones establecidas por la Guía Técnica para la Elaboración de Manuales de Procedimiento de la Secretaría de Salud, para ejercer las funciones asignadas al Departamento de Ingeniería Biomédica por lo que el presente manual sirve como guía de acción. Para así, sistematizar las actividades, los procesos y el método para efectuarlos.

Los procedimientos se modificaron y se adaptaron de acuerdo a las actividades realizadas en el Hospital de la Mujer. Actualmente no existe un manual de procedimientos de las actividades que se abarcaron en el manual desarrollado. El manual contiene una introducción, el objetivo del manual y marco jurídico.

Para cada procedimiento se describió el propósito, el alcance, las políticas de operación, la descripción del procedimiento, así como el diagrama de flujo correspondiente, los documentos de referencia, registro, glosario, cambios en esta versión y anexos. En la Figura 2 se puede observar el índice del manual de procedimientos así como algunos elementos que la referencia 7 nos indica que debe de contar un manual de procedimientos.

Determinados la estructura organizacional y el manual de procedimientos se prosiguió a describir los requerimientos infraestructurales para el DIB del hospital. El evaluar las condiciones de la infraestructura hospitalaria permite dar el soporte adecuado a la tecnología de vanguardia, que entre más sofisticada sea requiere de condiciones más estrictas para un buen funcionamiento, asimismo el uso de una gran cantidad de equipo en contacto directo con el paciente hace necesario que se cuente con instalaciones que cumplan con normas de seguridad para evitar ponerlos en riesgo. Idóneamente, se tomó como referencia los requerimientos en cuanto a espacios físicos establecidos por CENETEC en la Guía de Procedimientos para un Centro Estatal de Ingeniería Biomédica. En dicha guía se hace mención de las dimensiones con las que debe

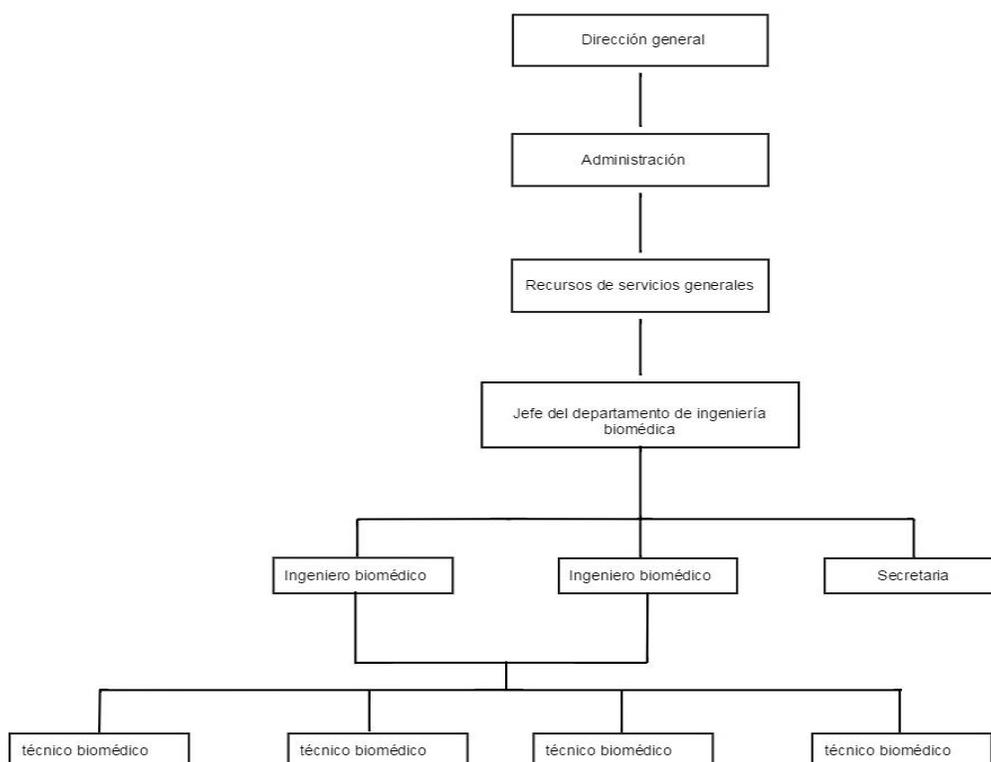


Fig 1. Organigrama del departamento de ingeniería biomédica.

de contar un departamento en una institución de salud. El área total del DIB es de 110 m<sup>2</sup> para un hospital de 200 camas y debe de contar con recepción, oficina del jefe, área de trabajo común, almacén para refacciones y un baño.

Asimismo, el CENETEC hace mención de los recursos materiales que se necesitan para el departamento en sí y para el personal del mismo. Materiales desde desarmadores y caudín, hasta amperímetro y simulador de paciente. Por otro lado, la OMS enlista el equipo necesario para los mantenimientos preventivos de cada dispositivo médico. De dichas referencias se concretaron los requerimientos infraestructurales y materiales para la propuesta del DIB para el Hospital de la Mujer de Ciudad Juárez.

#### IV. DISCUSIÓN

La estructura organizacional nos muestra las líneas de comunicación entre el recurso humano dentro del DIB y la línea de comunicación que hay con el departamento y las demás áreas de la institución de salud. La estructura busca contar con un departamento bien organizado con el fin de cumplir con el objetivo del departamento en asegurar el estado óptimo de la tecnología médica.

Mediante el manual de procedimientos se busca

estandarizar los procesos llevados a cabo por cada persona contemplada dentro del organigrama del departamento. Evitando confusión sobre quién hace qué y sirviendo de apoyo para cada evento posible. Dicho manual desarrollado es solamente un borrador ya que aún no está aprobado por las autoridades correspondientes.

Los recursos materiales son de gran auxilio para las actividades técnicas del departamento, sin embargo se sabe que el adquirir cada uno de los materiales para cada equipo es una inversión económica. El contar con un DIB en un hospital es una inversión que retribuye en aspectos como la reducción de costos, incremento en la calidad de la atención médica, disponibilidad del equipo, entre otros aspectos.

#### V. CONCLUSIÓN

Se diseñó un modelo para implementar en el Hospital de la Mujer, el Departamento de Ingeniería Biomédica teniendo presentes los componentes de un sistema de gestión de calidad. Componentes como la estructura organizacional, estandarización de procedimientos mediante el diseño de un manual para los mismos, y proponiendo los recursos materiales e infraestructurales necesarios para llevar a cabo la implementación.

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		Fecha: Enero 2015
			Rev. A
			Hoja: 2 de 72

ÍNDICE	HOJA
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>I. OBJETIVO DEL MANUAL</b>	<b>3</b>
<b>II. MARCO JURÍDICO</b>	<b>4</b>
<b>III. PROCEDIMIENTOS</b>	
1. PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DEL INVENTARIO FUNCIONAL DE EQUIPO MÉDICO	7
2. PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL EQUIPO MÉDICO	18
3. PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL EQUIPO MÉDICO	48
4. PROCEDIMIENTO PARA LA LICITACIÓN DE LA CONTRATACIÓN DE TERCEROS PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y/O PREVENTIVO DEL EQUIPO MÉDICO	56
5. PROCEDIMIENTO PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPO MÉDICO	65

- [6] Ó. Magne Orosco, "Implementación del Departamento de Ingeniería Biomédica para Hospitales de Tercer Nivel", Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, México, 1996.
- [7] Secretaría de Salud, Guía Técnica para la Elaboración de Manuales de Procedimientos de la Secretaría de Salud, México, 2004.
- [8] CENETEC, Guía de Procedimientos para un Centro Estatal de Ingeniería Biomédica, México: Secretaría de Salud, 2013.
- [9] F. Painter y M. Baretich, Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, Suiza: Organización Mundial de la Salud, 2012.

CONTROL DE EMISIÓN			
	Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
Nombre(s)	Samantha Estefanía Sánchez Dávila Néstor Emmanuel González Gómez	-	-
Firma			
Fecha	Enero 2015		

Fig 2. Índice del manual de procedimientos para el DIB

En la estructura organizacional se especifica el personal necesario para poder llevar a cabo las actividades del DIB y la jerarquía existente entre cada uno dentro del departamento, así como dentro de la institución. Personal distribuido entre los horarios matutino y vespertino para desarrollar las actividades dentro del hospital.

Además de la estructura organizacional, se desarrolló el manual de procedimientos del DIB para estandarizar y realizar de manera óptima las actividades del departamento. Los recursos e infraestructura mencionados anteriormente son herramientas auxiliares para cumplir los procedimientos de mantenimiento correctivo/preventivo de manera óptima.

#### BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. Gismondi Glave, "Ingeniería biomédica", *Revista Ciencia y Cultura*, n° 24, pp. 99-118, 2012.
- [2] Y. David, W. Maltzahn, M. Neuman y J. Bronzino, *Clinical Engineering; Principles and Applications in Engineering*, E.U.A.: CRC Press, 2003, pp. 4-6.
- [3] A. Subhan, "Clinical Engineering Staffing", *Journal of Clinical Engineering*, vol. 38, n° 2, pp. 47-48, 2013.
- [4] M. R. Ortiz Posadas, "Ingeniería clínica: ¿qué, por qué y para qué?", *Ciencia y Desarrollo*, vol. 32, n° 202, pp. 62-67, Diciembre 2006.
- [5] G. A. Evans, "Clinical Engineering Staffing Models", *24x7*, 16 Marzo 2009.