



Universidad Nacional Autónoma de México

Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

T e s i s

Estudio de efectividad de los departamentos de ingeniería biomédica
en 3 hospitales del Instituto de Salud del Estado de México.

Que para obtener el grado de:

Maestro en Administración (Sistemas de Salud)

Presenta: Ing. Javier Rodríguez Cuendia

Tutor: Dr. Gabino García Tapia

México, D.F.

2012.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

El éxito¹

El éxito no son algunas cosas... no es fama, no es dinero y no es poder.

*El éxito es... Despertar tan emocionado por las cosas que vas a hacer,
Que sales volando por la puerta...*

Es trabajar con la gente que adoras...

El éxito es... Conectarse con el mundo y hacer sentir a la gente.

Es ver la manera de unir a la gente que solo tienen en un sueño en común!

Es Dormirse sabiendo que hiciste todo lo que pudiste...!

El éxito es dicha, libertad y amistad.

El éxito... es amor.

¹ Fama "La película", Director: Kevin Tancharoen, Productora: Metro Goldwyn Mayer, 2009, comedia, duración: 107 min.

Agradecimientos

Se define agradecimiento como; “un sentimiento de la persona que reconoce y estima un bien o atención recibidos”. En estos 36 años no he encontrado muchas palabras para darles las **gracias** a las personas que me han ayudado en estos años y creyeron en mí, sé que me faltan muchos nombres y más de una vida en gratitud...

Aisha Alejandra Reyes Uriostegui

Alejandro Díaz González

Amanda Torres

Ana Lara Dueñas

Anuar Osorio García

Aurea Gabriela Reyes Uriostegui

Carla Guadalupe Madrigal Duarte

Carlos Alberto Escobar Bonifaz

Carlos Omar Carrasco de la Cruz

César Alberto Silva Pérez

DIOS

Damaris Itzel Ordaz Bucio

Edgar Prieto Granados

Edmundo Gerardo Urbina Medal

Francisco Javier Ortega Romero

Carla Guadalupe Madrigal Duarte

Gustav Specht González

Gustavo Pérez Salvatierra

Iván Martínez Martínez

Javier Rodríguez Castillo

Jessica Viviana Nieves Hernández

Joaquín Rojas Flores

Jorge Galván Guzmán

José Alberto Romero Rodríguez

José Alfredo Alcalá González

José Luís Pérez Peralta

Karen Celeste Alcalá Cuendia

Karina Domínguez Jiménez

Laboratorios Pisa S.A. de C.V.

Luís Alberto Carranza Zavala

Marcelino Villegas Parra

Marco Antonio Falcón Peña

Marco Antonio Manzanilla Jiménez

Margarita Ramírez Méndez

María Martha Nieves Cuendia Chávez

Mariana Pacheco Tolentino

Marina Yáñez Solís

Mónica Rodríguez Cuendia

Nadia Vázquez Lemus

Néstor Rodríguez Cuendia

Pamela Rubalcaba Paredes

Pedro T. Prieto Estrada

Pedro Sánchez Rojas

Dafne Quintanar Bravo

Rafael García Fernández

Raúl Mancera Hernández

Ricardo López Díaz

Rocío Martínez Martínez

Rosaura Bucio Camacho

Sergio Molina Romero

Sergio Sánchez Teissier

Tedelany Madrigal Duarte

Teófila Cadena Alfaro

Víctor Alberto Maravelez Acosta

Y finalmente a mis Sinodales, por el tiempo dedicado para la mejora de esta tesis.

Dr. Gabino García Tapia

M. en F. Blanca Esthela. Landeros Olascoaga

M. en C. Rocío Llarena de Thierry

M. en C. Ma. Amalia Belén Negrete Vargas

Dr. Ricardo Alfredo Varela Juárez

GRACIAS A TODOS...

“Fue el primero, no admitir como verdadera cosa alguna, como no supiese con evidencia que lo es; es decir, evitar cuidadosamente la precipitación y la prevención, y no comprender en mis juicios nada más que lo que se presentase tan clara y distintamente a mí espíritu, que no hubiese ninguna ocasión de ponerlo en duda.

El segundo, dividir cada una de las dificultades, que examinare, en cuantas partes fuere posible y en cuantas requiriese su mejor solución.

El tercero, conducir ordenadamente mis pensamientos, empezando por los objetos más simples y más fáciles de conocer, para ir ascendiendo poco a poco, gradualmente, hasta el conocimiento de los compuestos, e incluso suponiendo un orden entre los que no se preceden naturalmente.

Y el último, hacer en todo unos recuentos tan integrales y unas revisiones tan generales, que llegase a estar seguro de no omitir nada²”

² René Descartes "Discurso del método. Meditaciones metafísicas" ed. Grupo Tomo, México 2010 página: 35

Índice.

	Página
Introducción.	
Capítulo I. Antecedentes de ingeniería biomédica.	
1.1 Breve reseña histórica de la ingeniería biomédica.	1
1.2 Tecnología médica.	7
1.3 Antecedentes de la ingeniería biomédica en el área hospitalaria.	8
1.4 Evolución de la ingeniería clínica como una rama de la ingeniería biomédica.	9
1.5 Actividades del ingeniero biomédico dentro de los hospitales.	10
1.5.1 Administración.	10
1.5.2 Adquisición.	10
1.5.3 Desarrollo de instalaciones físicas especiales.	11
1.5.4 Seguridad tecnológica.	11
1.5.5 Capacitación.	11
1.6 Uso de la tecnología médica en los hospitales.	12
1.7 Costos de la tecnología médica en los hospitales.	13
Capítulo II. La ingeniería biomédica en México.	
2.1 La ingeniería biomédica en México.	16
2.2 El perfil del egresado de la licenciatura de ingeniería biomédica.	17
2.3 Situación actual de los departamentos de ingeniería biomédica en México.	18
2.4 Propuesta de cambio de la estructura organizacional para mejora de la eficiencia del departamento de ingeniería biomédica en México.	21
2.5 Factores presentes que están relacionados en la diferencia entre la situación actual y la deseada.	23
2.6 La productividad contra la eficiencia en el departamento de ingeniería biomédica.	23
2.7 Antecedentes Instituto de Salud del Estado de México (ISEM)	25
2.8 Misión, Visión y Objetivos del ISEM.	29
2.9 Caso práctico en el ISEM: Una necesidad médica existente con una solución poco inteligente.	31
2.10 Hospitales estudiados del ISEM.	32
2.11 Recursos e infraestructura de los departamentos de ingeniería biomédica los hospitales estudiados del ISEM.	33

	Página
Capítulo III. Metodología de la investigación.	
3.1 Planteamiento del problema.	35
3.2 Justificación.	36
3.3 Objetivo general y objetivos específicos.	37
3.4 Hipótesis de la investigación.	38
3.5 Metodología empleada.	39
3.6 Variables y su definición conceptual.	39
3.6.1 Variables.	39
3.6.2 Definición conceptual de las variables.	39
3.6.3 Definición operacional de las variables.	40
3.7 Indicadores de la investigación.	40
3.8 Selección, tamaño, criterios de exclusión de la muestra.	41
3.8.1 Selección de la muestra.	41
3.8.2 Tamaño de la muestra.	42
3.8.3 Delimitación de la muestra.	42
3.8.4 Extracción de la muestra.	42
3.8.5 Criterios de exclusión.	43
3.8.6 Criterios de eliminación.	43
3.9 Procedimiento para la obtención de datos.	43
3.10 Procesamiento de datos y límites de la investigación.	44
Capítulo IV. Resultados y análisis de datos.	
4.1 Gráficas comparativas de las encuestas aplicadas al cuerpo médico.	46
4.2 Gráficas comparativas de las encuestas aplicadas a ingeniería biomédica.	63
4.3 Análisis de resultados.	80
Capítulo V. Conclusiones de la investigación.	
Conclusiones.	85

	Página
Bibliografía.	
Cibergrafía.	
Anexo 1 Cuestionario aplicado al cuerpo médico.	I
Anexo 2 Resultados obtenidos de las encuestas aplicadas al cuerpo médico por hospital.	IV
Anexo 3 Cuestionario aplicado a ingeniería biomédica.	XIII
Anexo 4 Resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a ingeniería biomédica por hospital.	XVII

Introducción.

La ingeniería biomédica es; “la aplicación de los principios científicos y técnicos de las ciencias exactas aplicados al área medico-biológica”, los campos de acción en México actualmente son; investigación, administración hospitalaria, ventas y los servicios técnicos. En la presente investigación se estudia la administración hospitalaria con la finalidad de conocer las causas que hacen posible la efectividad del departamento de ingeniería biomédica, este estudio fue desarrollado en tres hospitales del Instituto de Salud del Estado de México en las áreas en donde se concentra la mayor cantidad de tecnología, las cuales son: la unidad de cuidados intensivos (UCI), la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN), el laboratorio clínico y el quirófano (Qx). El uso correcto de la tecnología médica es importante en el diagnóstico, soporte y tratamiento para el restablecimiento de la salud del paciente.

La ingeniería biomédica tuvo sus orígenes con el filósofo Aclmaeon de Crotona quien fue el primero en aplicar los principios matemáticos a las ciencias biológicas con la necesidad de describir y modelar el funcionamiento del cuerpo humano. En la actualidad la tecnología aplicada en los servicios de salud se encuentra directamente ligada en el diagnóstico, la prevención, terapia y rehabilitación de los pacientes, es por esta razón que el ingeniero biomédico que labora junto con el personal médico tiene como objetivo asegurar la seguridad y eficiencia de los equipos médicos, las instalaciones, el aseguramiento de los procedimientos, la reducción de costos en la adquisición/renovación de equipo, la conservación y capacitación. El ingeniero biomédico debe ser el administrador de la tecnología médica.

Actualmente los egresados de esta licenciatura son subaprovechados en sus capacidades y habilidades, frenado su desarrollo profesional al ubicarlo como personal operativo en el área de mantenimiento, en consecuencia no se tiene un desarrollo profesional fuera del departamento de ingeniería biomédica. Dentro del marco teórico estudiado y referido a lo largo del presente trabajo se estudia y analiza la situación actual presente en el departamento de ingeniería biomédica, así como una propuesta de mejora en el organigrama del medio hospitalario con el deseo de mejorar la situación de los profesionistas que no son parte de cuerpo médico y que pertenecen a las áreas de soporte de las actividades del hospital.

La metodología empleada para el desarrollo de esta investigación se basó en la observación en diferentes periodos de tiempo, en entrevistas con el personal médico de las áreas estudiadas de los diferentes turnos y en artículos relacionados la solución de las necesidades médicas. Se utilizaron dos instrumentos de evaluación escritos, el primero destinado para obtener información de los médicos, enfermeras y técnicos con un total de 15 reactivos. El segundo instrumento destinado para los ingenieros biomédicos con 17 reactivos. Los resultados obtenidos, analizados y mostrados a través de gráficas e interpretación de estas, sirven para indicar las diferencias y semejanzas que hay entre cada uno de los departamentos estudiados con la finalidad tener la mayor cantidad de información para responder a las interrogantes planteadas en el objetivo general y específicos. Los resultados encontrados y la conclusión a la que llega en esta investigación me la reservaré hasta mostrarla en las secciones correspondientes, en donde se mostrarán cuales son las causas que hacen efectivo un departamento de biomédica y conocer si este cumple con su objetivo de ser administrador de la tecnología médica.

Capítulo I

Antecedentes de ingeniería biomédica

Capítulo I. Antecedentes de ingeniería biomédica.

1.1 Breve reseña histórica de la ingeniería biomédica.

El pasado de la ingeniería biomédica se remonta a tiempos antiguos en Grecia en el siglo V a. C. en donde Alcmaeon de Crotona, médico de quien fue el primero en aplicar los principios matemáticos para el estudio de la fisiología. Fue uno de los primeros griegos en realizar disecciones a los cadáveres para observar diversos órganos sensoriales, teniendo en el ojo una de las primeras observaciones científicas. Dentro de sus estudios señala que el balance apropiado de cualidades opuestas determina la salud de un individuo (estudio conocido como isonomía o equilibrio armónico) y cualquier disturbio en ese equilibrio causaba la enfermedad. Aparentemente fue el primero en hacer experimentos en animales y llegó a la conclusión de que el cerebro era el horno del microcosmos humano, asociado íntimamente con todos los órganos de los sentidos³.

Aristóteles (384 - 322 a. C.) incorporó en su filosofía natural todo el conocimiento anatómico, fisiológico y zoológico. Sin embargo, no parece haber notado la existencia de un sistema nervioso sistematizado y al no distinguir los nervios de los tendones, ya que no logró imaginar la conducción nerviosa. Sus ideas en relación a la función muscular fueron vagas, ya que al creer que la causa de todo movimiento era el corazón por medio de la contracción y expansión alternada de las fibras cardíacas, observó los músculos solamente como órganos para la sensación del tacto⁴.

Praxágoras de Cos (340 a. C). estudió la anatomía de Aristóteles y la mejoró, distinguiendo entre venas y arterias. Creía que las arterias eran tubos de aire, similares a la tráquea y los bronquios, en la que se transportaba el "pneuma" (aliento vital). Las arterias tomaban este aliento vital de los pulmones llevándolo al lado izquierdo del corazón y a través de la aorta, al resto de arterias del cuerpo. Creía que las arterias partían del corazón y las venas del hígado, llevando estas últimas la sangre, creada en el hígado tras la digestión del alimento. Estas investigaciones serían muy útiles posteriormente para el desarrollo de la fisiología⁵.

³ Dyro Joshep "Clinical Engineering Handbook", ed. Academic Press, E.U. 2004 página: 652

⁴ ídem

⁵ Praxágoras de Cos <<http://mcnbiografias.com/app-bio/do/show?key=praxagoras-de-cos>> [1/Abril/10 16:55 hrs.]

Herófilo de Calcedonia (335 - 280 a. C.), fue alumno de Praxágoras, constató la sincronía del pulso con los latidos del corazón y afirmó que la inteligencia no se encuentra en éste, sino en el cerebro⁶.

Galeno de Pérgamo (130 - 200 d. C.), hijo de un arquitecto y matemático sistematizó el conocimiento de los órganos, que fueron sus estudios aceptados durante la edad media. Cuando Galeno analizó el sistema nervioso se interesó en sus funciones, concluyendo que todos los nervios están divididos en dos vías, una para los sentidos y otra para las acciones físicas, dentro de los aportes más importantes es la observación de que el cerebro controla los órganos.⁷

Roger Bacon (1214 – 1294 d. C.) sostenía que la ciencia física no estaba dirigida por experimentos a la manera Aristotélica, sino por argumentos basados en la tradición. Y que solo a través del método experimental se podía adquirir conocimiento sobre el mundo. En el “Tractatus de erroribus medicorum” describe hasta 36 errores fundamentales de las fuentes médicas clásicas⁸.

Ibn al-Nafis (1213 – 1288 d. C.) fue un médico sirio que contribuyó a la descripción del sistema cardiovascular, el cual detalla en sus escritos lo siguiente; "La sangre de la cámara derecha del corazón debe llegar a la cámara izquierda pero no hay una vía directa entre ambas. El grueso septo cardíaco no está perforado y no tiene poros visibles como alguna gente piensa ni invisibles como pensaba Galeno". Su descubrimiento sería retomado en 1628 por William Harvey, a quien suele atribuirse dicho hallazgo⁹.

Mondino de Luzzi en el año de 1316 publica su libro; “La Anatomía” el cual lo define como un manual de disecciones, la finalidad de su libro era la demostración anatómica, algo para lo cual no existía nada anterior. La obra de Mondino fue una verdadera innovación y un modelo a seguir para las universidades de la época incorporaron poco a poco la enseñanza anatómica a través de la disección¹⁰.

⁶ Herofilo <<http://pcweb.info/herofilo>> [1/Abril/10 17:10 hrs.]

⁷ Galeno <<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/g/galeno.htm>> [1/Abril/10 16:45 hrs.]

⁸ BACON ROGER <<http://www.e-torredababel.com/Enciclopedia-Hispano-Americana/V3/Roger-Bacon-biografia-D-E-H-A.htm>> [1/Abril/10 17:19 hrs]

⁹ Ibn al-Nafis <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/i/ibn_al_nafis.htm> [1/Abril/10 17:12 hrs]

¹⁰ Historia De La Anatomía <<http://www.buenastareas.com/ensayos/Historia-De-La-Anatomia/3375450.html>> [1/Abril/10 17:26 hrs]

Leonardo da Vinci (1452 – 1519 d. C.) es uno de los más grandes ingenieros que aplican los conocimientos de la física y el análisis experimental en el estudio de la fisiología y la medicina.

En el año de 1614 Santorio con los conocimientos de la física y la fisiología es capaz de inventar un instrumento capaz de contar el pulso, reconocido como el primero instrumento médico. Además de hacer experimentos con la temperatura, el peso y la respiración, años más tarde esto sentó las bases para el estudio del metabolismo¹¹.

Roberto Hooke en el año de 1665 se dedicó a estudiar el fenómeno de la respiración e investigó la relación entre presión y volumen. Siendo este el primer trabajo considerado como el principio de la ingeniería biomédica. Para el año de 1732 Stephen Hales determina la presión en la sangre, en su experimento utilizando los principios de la dinámica de fluidos calcula la velocidad de la sangre en la aorta, la fuerza de contracción y el volumen en los vasos sanguíneos. Estos trabajos establecieron los principios de la Hemodinámica y son usados estos resultados de su investigación por Bernoulli para calcular el gasto cardíaco posteriormente en el año de 1737¹².

De los años de 1747 a 1794 se dan a conocer investigaciones de Antoine-Laurent Lavoisier que extendió los estudios de oxígeno en la respiración y del italiano Luigi Galvani, el cual es el pionero en reconocer el “potencial eléctrico”. Su más famoso experimento se da en 1780 con la contracción del músculo de una rana. Alejandro Volta trabaja arduamente con las observaciones de Galvani para encontrar lo que llamaría “la electricidad animal”¹³.

A mediados del siglo XIX se tiene una explosión en el campo de las ciencias físico-matemáticas por lo que se tienen estudios de Hans Christian Orsted en 1820 descubrió la relación entre los campos magnéticos y electricidad, Carl Friedrich Gauss y su teorías de números en 1801, Pierre Simon Laplace y sus modelos en la resolución de problemas, Joseph Louis de Lagrange con su teoría de la propagación del sonido y su mecánica analítica que simplifica la mecánica clásica de Newton, Nicolás L. Sadi Carnot y sus estudios pioneros en la termodinámica, James Clerk Maxwell y sus ecuaciones en estudio del electromagnetismo y Hermann von Helmholtz¹⁴.

¹¹ Dyro Joshep "Clinical Engineering Handbook", ed. Academic Press, E.U. 2004 página: 652

¹² *ídem*

¹³ *ídem*

¹⁴ *ídem*

En 1816, el físico Francés, Renne Laennec, modestamente prevenido para colocar su oreja cerca del pecho desnudo de una mujer joven enrolló un periódico para escuchar a través de él, esta idea que condujo a la invención de lo que actualmente conocemos como estetoscopio. Siendo este último uno de los que aplica los conocimientos recientes al área de la medicina en el año 1838. El cual aplica los conocimientos de la termodinámica en el estudio de la conservación de la energía y de la fisiología metabólica. Es capaz de estimar la velocidad de transmisión del nervio, inventa el oftalmoscopio para el año de 1851, estudia la fisiología del oído, construye una maquina productora de tonos puros y puede considerarse como el primer Ingeniero Biomédico de la Historia.¹⁵

En 1881, Jacques y Pierre Curie publicaron los resultados obtenidos al experimentar la aplicación de un campo eléctrico alternante sobre cristales de cuarzo y turmalina, los cuales produjeron ondas sonoras de muy altas frecuencias. Siendo estas observaciones el comienzo del ultrasonido¹⁶.

Las primeras descripciones sobre la existencia de una actividad eléctrica del cerebro fueron efectuadas por el fisiólogo inglés Richard Caton, también había recibido influencia de Edourad Hitzig y Gustav Theodor Fritsch, quienes habían demostrado la evidencia de respuestas motoras locales luego de la estimulación eléctrica en varias áreas de cerebros de perros. Canton sostuvo la hipótesis de que los estímulos periféricos podían evocar respuestas eléctricas focales en 1874. Para el año de 1895 W. C. Roenteng descubre los rayos X, los cuales luego fueron mejorados¹⁷.

¹⁵ Réne Laennec

<<http://escuela.med.puc.cl/publ/HistoriaMedicina/SigloXIXReneLaennec.html>>

[1/Abril/10 19:03 hrs]

¹⁶ Pierre y Marie Curie <<http://apuntes.infonotas.com/pages/historia/biografias/pierre-y-marie-curie.php>> [4/Abril/10 20:00 hrs]

¹⁷ Gustav Theodor Fritsch

<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/f/fritsch_gustav.htm> [4/Abril/10 22:17 hrs]

En el año de 1921 por primera vez se utiliza un microscopio en una operación; actualmente en vez de microscopios, se utiliza la técnica endoscopia para realizar cualquier intervención quirúrgica demasiado pequeña para la vista humana¹⁸.

Para el año de 1937 Samuel Haughton aplica la ingeniería mecánica y la tecnología de su época para desarrollar nuevos conocimientos en el área de la biomecánica y la fisiología cardiovascular. Dentro de sus estudios más importantes tenemos la deducción de la velocidad de la sangre en la arteria, la resistencia de los capilares, la presión en la sangre, el gasto cardiaco y el tiempo que se requiere para llevar a cabo la sangre para realizar un ciclo. Estos investigadores, científicos e ingenieros como Holmholtz y Haughton reorganizaron los conocimientos, leyes y teorías para los estudios de la física, química, ingeniería y biología en un campo que hoy en día se le conoce como Ingeniería Biomédica¹⁹.

El doctor Willem Johan Kolff, el 4 de abril de 1943 consiguió mantener con vida, por medio de un aparato construido por él mismo, a un paciente en fase terminal de una uremia. Consiguió bajar su nivel de urea y repitió el proceso tres veces, hasta que no consiguió encontrar ninguna vena accesible para conectar a su paciente al aparato²⁰.

En 1946 Félix Bloch en Stanford y Edward Purcell en Harvard, demostraron que bajo campos magnéticos intensos, ciertos núcleos atómicos pueden absorber energías de radiofrecuencia y generar a su vez una señal de radiofrecuencia capaz de ser captada por una antena receptora. Este es el principio de funcionamiento de una Resonancia Magnética Nuclear²¹.

¹⁸ *La informática en la medicina*

<<http://informaticaenlamedicina.blogspot.mx/2007/10/evolucin-de-la-tecnologa-en-la-medicina.html>> [4/Abril/10 22:20 hrs]

¹⁹ Dyro Joshep "Clinical Engineering Handbook", ed. Academic Press, E.U. 2004 página: 652

²⁰ Willem Kolff <<http://www.insuficiencia-renal.org/historias03.htm>> [13/Abril/10 13:01 hrs]

²¹ *El desarrollo de la resonancia magnética*

<http://www7.nationalacademies.org/spanishbeyonddiscovery/bio_007590-03.html> [13/Abril/10 13:33 hrs]

En 1949 se publicó una técnica de eco pulsado para detectar cálculos y cuerpo extraños intracorpóreos. Ya para el año de 1951 hizo su aparición el Ultrasonido, en el cual un transductor móvil producía varios disparos de haces ultrasónicos desde diferentes posiciones, y hacia un área fija. Los ecos emitidos se registraban e integraban en una sola imagen. En 1952, Wild y Reid publicaron imágenes bidimensionales de Carcinoma de seno, de un tumor muscular y del riñón normal. Posteriormente estudiaron las paredes del sigmoide mediante un transductor colocado a través de un rectosigmoideoscopio y también sugirieron la evaluación del carcinoma gástrico por medio de un transductor colocado en la cavidad gástrica²².

En 1953, Leksell, usando un reflectoscopio Siemens, detecta el desplazamiento del eco de la línea media del cráneo en un niño de 16 meses. La cirugía confirmó que este desplazamiento era causado por un tumor. El trabajo fue publicado sólo hasta 1956. Desde entonces se inició el uso de ecoencefalografía con M-MODE²³.

En el año de 1952 P. M. Zoll fue el primero en utilizar la estimulación cardíaca a través de un dispositivo eléctrico. Posteriormente los médicos suecos Rune Elmqvist y Ake Senning diseñaron el primer marcapasos implantable en 1958. Sin embargo, el instrumento falló a las pocas horas de puesto en marcha y fue el ingeniero norteamericano Wilson Greatbatch quien perfeccionó el invento. Probó el prototipo en un perro en el mismo año y, en 1960, Henry Hannafield, de 77 años, se convirtió en el primer ser humano en recibir el implante. En 1967 se realizó el primer trasplante de corazón entre humanos, hoy en día este tipo de trasplantes pueden llevarse a cabo con la ayuda de la tecnología²⁴.

El microscopio quirúrgico se ha convertido en una parte integral del campo médico desde el año de 1957. Este se ha convertido en una necesidad dentro de las disciplinas de la neurología, de la otorrinolaringología, en el reacoplamiento en las microcirugías de secciones separadas, el área de la odontología, en la microcirugía y neurocirugía.

²² *Ecografía* <<http://es.wikipedia.org/wiki/Ecografia>> [14/Abril/10 18:05 hrs]

²³ *Ecografía* <<http://es.wikipedia.org/wiki/Ultrasonografia>> [14/Abril/10 18:15 hrs]

²⁴ *Avances Tecnológicos en la Medicina*

<<http://avancesteconomicosenlamedicina.blogspot.mx/2007/06/contenido.html>> [14/Abril/10 18:15 hrs]

En 1972 el ingeniero Godfrey Hounsfield puso en funcionamiento el primer Tomógrafo, máquina que unía el cálculo electrónico a las técnicas de los rayos X, constituyendo el mayor avance en radiodiagnóstico después del descubrimiento de los rayos X. En 1973 Paul Laterbury publicó las primeras imágenes de resonancia magnética que realizó a dos tubos llenos de agua. En 1979 se obtuvieron las primeras imágenes de una cabeza humana. En 1981 se instala en Londres el primer prototipo de tomógrafo por resonancia magnética nuclear. En 1983 el American College of Radiology considera a la tomografía por RMN como técnica estándar en el campo del diagnóstico médico²⁵.

1.2 Tecnología médica.

Una vez establecidos los orígenes y parte de su evolución de la ingeniería biomédica, se definirá el concepto de tecnología;

“El conjunto de conocimientos técnicos, ordenados científicamente, que permiten diseñar y crear bienes y servicios que facilitan la adaptación al medio ambiente y satisfacer tanto las necesidades esenciales como los deseos de las personas²⁶”.

Para definir lo que es tecnología médica (también llamados tecnología biomédica o equipos biomédicos) tomaremos la propuesta por David Banta²⁷, definiéndola como:

“Tecnología es cualquier técnica o herramienta, producto o proceso, método o aparato que permita ampliar las capacidades humanas”

La clasificación de la tecnología aplicada en la medicina es la siguiente:

- Tecnologías de diagnóstico. Que permiten identificar y determinar los procesos patológicos por los que pasa un paciente.
- Tecnologías preventivas. Que protegen al individuo contra la enfermedad.
- Tecnologías de terapia o rehabilitación. Que liberan al paciente de su enfermedad o corrigen sus efectos sobre las funciones del paciente.
- Tecnologías de administración y organización. Que permiten conducir el otorgamiento correcto y oportuno de los servicios de salud.

²⁵ Tomografía <<http://biomedica.webcindario.com/TomografiaAxial.htm>> [14/Abril/10 18:20 hrs]

²⁶ Tecnología <<http://www.es.wikipedia.org/wiki/Tecnología>> [19/Diciembre/11 19:23 hrs.]

²⁷ Banta David "An approach to the social control of hospital technologies" OMS, 1995.

Una de las funciones del ingeniero biomédico es determinar cuál es la tecnología más apropiada cumplir con los objetivos y necesidades médicas.

1.3 Antecedentes de la ingeniería biomédica en el área hospitalaria.

En la década de los setentas los ingenieros que laboraban dentro del ambiente hospitalario ya sean clínicas, sanatorios u hospitales procedían de las carreras en electrónica, electricidad o mecánicas y su interacción con la tecnología médica era empírica. En los años setentas comienza un cambio al publicarse un artículo en donde se afirmaba que 1,200 estadounidenses habían sufrido choques eléctricos mientras se les practicaban procedimientos clínicos²⁸.

Esto motivó la creación de la ingeniería biomédica, a continuación se mostraran varias definiciones encontradas a lo largo de la investigación de lo que es esta rama de la ingeniería:

“La ingeniería biomédica es el resultado de la aplicación de los principios y técnicas de la ingeniería al campo de la medicina²⁹”.

“La ingeniería biomédica es la aplicación de las ciencias exactas y la administración en la solución de problemas del sector salud, mediante la implementación de dispositivos, sistemas o procesos³⁰”

“La ingeniería biomédica es la aplicación de los conocimientos recabados de un fértil cruce entre la ciencia ingenieril y la ciencia médica, tal que a través de ambas, pueden ser plenamente utilizados para el beneficio del hombre³¹”

“Ingeniería biomédica es la disciplina encargada de conjuntar los mundos de la ingeniería con la medicina y fisiología para lograr avances en el conocimiento científico y el desarrollo de la tecnología en medicina y biología³²”

²⁸ AAMI 40th History: Engineering <<http://www.aami.org/about/40th/engineering.pdf>> página 26 [4/Oct/08 9:45 hrs.]

²⁹ Ingeniería biomédica <http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_m%C3%A9dica> [4/Oct/08 9:50 hrs.]

³⁰ Ingeniería biomédica: definición <<http://emcs.mty.itesm.mx/educacion/profesional/imd/definicion.php>> [14/Marzo/08 18:31 hrs.]

³¹ Committee of the Engineers Joint Council de los Estados Unidos, 1972.

³² Joaquín Azpiroz Leehan, <web.mac.com/ci3m/Site_3/Material_Adicional/IngBiomed1.pdf> [14/Marzo/08 22:01 hrs.]

Para fines de esta investigación, la definición de ingeniería biomédica será;

“La ingeniería biomédica es la aplicación del conocimiento de las ciencias exactas y medico-biológicas, en la resolución de los problemas de salud humana”

Los años setentas y ochentas en Estados Unidos aumento la necesidad de ingenieros biomédicos y con esto la creación de departamentos internos de biomédica entre los hospitales grandes e intermedios³³. Esto con la finalidad de controlar el uso de la tecnología médica.

1.4 Evolución de la ingeniería clínica como una rama de la ingeniería biomédica.

Para el año de 1942 en el curso de “equipamiento médico de la armada” en Denver Colorado, se definieron las primeras funciones principales que debería tener un ingeniero biomédico dentro del área hospitalaria. Reconociendo que no solo debería enfocarse en el mantenimiento de los equipos médicos, sino también en la administración. Logrando una mejora en la eficiencia y optimización, seguridad y evaluaciones tecnológicas. Por lo que se tendría que reorganizar las necesidades de los ingenieros biomédicos dedicados a las áreas hospitalarias.

A los ingenieros biomédicos que trabajaban en las clínicas, se les conocía como ingenieros clínicos, debido a que prestaban sus servicios en las clínicas de salud. Por lo que la ingeniería biomédica a partir del 1992 la ACCE definió y diferencio al ingeniero biomédico que se dedicaban a la investigación o el área de servicios externos de los que trabajaban dentro de los hospitales como;

“Un ingeniero clínico es un profesional que apoya y promueve el cuidado del paciente mediante la aplicación de la ingeniería y los conocimientos de gestión a la tecnología sanitaria³⁴”

³³ *Idem. Página: 26*

³⁴ *American College of Clinical Engineering, E.U. 1992.*

1.5 Actividades del Ingeniero biomédico dentro de los hospitales.

La ACCE³⁵ describe las actividades del ingeniero biomédico dentro de los hospitales y las cuales se pueden dividir en:

1.5.1 Administración.

Es el proceso que busca asegurar una adecuada disposición de la tecnología médica, esto es brindando la seguridad y calidad necesaria para cumplir con las necesidades tecnológicas que exigen los servicios de salud. Sus actividades son;

- Desarrollar inventarios de control tecnológico.
- Gestionar el control y compra de partes y suministros tecnológicos.
- Gestionar el mantenimiento, riesgo y calidad tecnológica.
- Evaluar la tecnología médica.
- Evaluar y supervisar la contratación externa de servicios.
- Desarrollar actividades de calibración y protocolos de mantenimiento.
- Desarrollar bibliotecas técnicas.

1.5.2 Adquisición.

Es el proceso que busca incorporar tecnología médica al ambiente hospitalario, cumpliendo con la necesidad social, técnica, clínica y normativa que exige la comunidad y el país. Sus actividades son:

- Planear la adquisición de tecnología médica.
- Evaluar de forma técnica, normativa y costo-beneficio la tecnología médica antes de la adquisición.
- Evaluar técnica y clínicamente la tecnología médica dentro de las IPS.
- Desarrollar y controlar las garantías en el proceso de compra.
- Coordinar la instalación y calibración de la tecnología médica adquirida.
- Evaluar la tecnológica post-implementación.
- Diseñar o modificar tecnología médica e instrumental médico.

³⁵ American College of Clinical Engineering (ACCE)
<<http://www.accenet.org/default.asp?page=news§ion=story>> pag.26, [4/Oct/08 9:45 hrs.]

1.5.3 Desarrollo de instalaciones físicas especiales.

Es el proceso de adecuación de las instalaciones físicas hospitalarias para el funcionamiento efectivo de la tecnología médica que se alberga. Sus actividades son:

- Asesorar en la planeación, diseño y evaluación de proyectos para la construcción o remodelación de instalaciones clínicas específicas.

1.5.4 Seguridad tecnológica.

Es el proceso que asegura un adecuado funcionamiento de la tecnología médica, minimizando el riesgo de sufrir accidentes o daños que pueda afectar el bienestar de los pacientes y personal hospitalario, así como a la misma tecnología. Sus actividades son:

- Coordinar la seguridad eléctrica.
- Coordinar la seguridad radiológica.
- Coordinar la seguridad electromagnética.
- Coordinar la seguridad hidráulica.
- Coordinar la bioseguridad y residuos hospitalarios.
- Controlar e investigar incidentes tecnológicos.

1.5.5 Capacitación.

Es el proceso que busca asegurar que el personal hospitalario usuario de la tecnología médica, posea el conocimiento adecuado para manejar y aprovechar y todos los recursos de la tecnología. Sus actividades son:

- Entrenar en el uso tecnológico a personal médico y paramédico.
- Desarrollar políticas de entrenamiento y capacitación tecnológica al personal médico y paramédico.

1.6 Uso de la tecnología médica en los hospitales.

En la medicina actual, la tecnología juega un papel cada vez más importante para poder ofrecer la cantidad y calidad en los servicios de salud que la población Mexicana demanda, ya sea a nivel privado o público. Las nuevas tecnologías médicas de alta eficacia diagnóstica o terapéutica, se incorporan progresivamente a todos los servicios.

Teniendo como ejemplo en los comienzos del uso de la tecnología en el restablecimiento de la salud de los pacientes en el área de la imagenología fue a través con el descubrimiento de los rayos X y este fue sin duda una de las herramientas más importante en el diagnóstico clínico. Quedando muy atrás ya la imagen que necesitaba ser interpretada por gente especializada al llevar la revolución en la década de los años setentas cuando se introdujo el tomógrafo axial computarizado, dando imágenes digitales con una extraordinaria nitidez.

Al paso de los años y las nuevas tecnologías en microprocesadores y desarrollo de algoritmos se lograron nuevas aplicaciones para esta área como son; ecocardiografía, ultrasonido, resonancia magnética y la tomografía por emisión de positrones. En el área del diagnóstico de laboratorio campos como la bioquímica, microbiología, hematología, inmunología y genética, ha avanzado considerablemente con las nuevas tecnologías de analizadores bioquímicos. Los cuales procesan una mayor cantidad de muestras, con mayor precisión en menor tiempo y costo.

El concepto de tecnología médica se ha forjado a partir de las definiciones suministradas por la Office of Technology Assessment (OTA) de los Estados Unidos de Norteamérica a principios de los años setenta. Según la OTA conforman la tecnología médica:

“Los medicamentos, los aparatos, los procedimientos médicos y quirúrgicos utilizados en la atención médica y los sistemas organizativos con los que se presta la atención sanitaria³⁶”

³⁶ Office of Technology Assessment "Technologies for Prehistoric and Historic Preservation", Washington, E.U. Septiembre 1986 página: 24

Una gestión tecnológica mal planeada puede provocar; equipos adquiridos a precios mayores o cerrarse a solos ciertas marcas y modelos, instalaciones mal diseñadas o insuficientes para la operación correcta de los equipos, equipos con características innecesarias para la atención médica, mantenimientos y consumibles de alto costo, generación de desechos excesiva, ciclo de vida útil cortos para los equipos médicos o simplemente uso del equipo complicado. Una correcta administración tecnológica apropiada, contribuye con el cumplimiento de los objetivos institucionales, socioeconómicos y ambientales.

1.7 Costos de la tecnología médica en los hospitales.

En el artículo; “Evaluación de la disponibilidad, utilización y costos de la tomografía computarizada en el estado de Morelos, México³⁷”, se detalla una mala gestión tecnológica y las consecuencias que conllevan esto. Los puntos más importantes son que se desea señalar son los siguientes;

- La adquisición en 1983 se concentró la mayor cantidad de recursos para en el Distrito Federal, Guadalajara y Monterrey.
- Las decisiones de compra fueron tomadas a nivel central.
- No se realizaron estudios de costos-efectividad de las nuevas tecnologías.
- Los equipos permanecieron mucho tiempo almacenados debido a que no se contaban con las instalaciones y recursos humanos necesarios para su operación.

Esto muestra la capacidad de análisis que ha tenido el gobierno a lo largo de los años como consecuencia de tener gente con perfil inadecuado en puestos de toma de decisión, además de los altos costos de compra de esta tecnología no existió un estudio de costo-beneficio, impacto social y correcta selección de equipo. Provocando que el costo de operación de la tecnología sea mayor que el beneficio, se menciona que los indicadores tomados en cuenta para el caso son; disponibilidad, mantenimiento, operación y costo por servicio otorgado.

El artículo indica que;

- Entre los problemas del funcionamiento de la tomografía son; la falta de refacciones, problemas económicos y administrativos.
- En un hospital se tardaron 19 meses en la puesta en marcha del equipo, situación debida a la presencia de infraestructura inadecuada, o la falta de personal médico y técnico.

³⁷ *Evaluación de la disponibilidad, utilización y costos de la tomografía computarizada en el estado de Morelos, México. Revista: Salud Pública México 2002; Vol. 44(5) páginas: 392-398*

En las memorias realizadas por la Alianza Médica Estratégica AC, titulada; "Hacia una nueva cultura de la Salud en México. La visión a corto, mediano y largo plazo de más de 5,000 profesionales de la salud" encontramos en la sección subeje 2-A en la sección: "Ampliar y dar mantenimiento a la infraestructura en la Salud" la siguiente cita como parte de las conclusiones;

"Realizar inventarios supervisados a nivel nacional que no solo contemplen cantidades de equipo existente, sino el funcionamiento del mismo. Dichos inventarios deben considerar, además las necesidades justificadas de las unidades³⁸"

Más adelante en el Subeje 2-C en la sección de: Definir los esquemas de financiamiento para el mantenimiento de la infraestructura instalada. Se tiene que dentro de las conclusiones que;

"Integrar el comité de mantenimiento por unidad médica con un programa y plan de trabajo. Fortalecer los programas de mantenimiento preventivo de infraestructura. Revisar la normatividad de los gastos de operación para dar soluciones prontas y expeditas. Realizar convenios con las instituciones afines para la realización de servicio social en el área de mantenimiento³⁹"

Por lo que podemos resumir que en las Instituciones de Salud existan costos óptimos, el Ingeniero biomédico debe trabajar en los comités de adquisición de tecnología con la finalidad de evitar problemas como los descritos anteriormente. Y participar en estos en la elaboración de análisis de costos como lo menciona Julio Siede⁴⁰ y son los siguientes;

1. Minimización de costos: permite el análisis de costos para dos alternativas de intervención con un idéntico resultado.
2. Análisis de Costo – Efectividad: Este tipo de análisis compara costos de dos alternativas frente a resultados finales medibles con indicadores sanitarios.

³⁸ Alianza Médica Estratégica AC, "Hacia una nueva cultura de la salud en México. La visión a corto, mediano y largo plazo de más de 5,000 profesionales de la salud", ed. Alianza Médica Estratégica AC. México. Página: 128

³⁹ Idem Página: 133

⁴⁰ Julio Siede

<http://getsa.org/index.php?option=com_content&task=view&id=31&Itemid=35>
[4/Oct/08 7:21 hrs.]

3. Análisis de Costo – Utilidad: Con este método resulta posible analizar en función de sus costos y sus resultados, alternativas que no son comparables con un mismo indicador o conjunto de indicadores sanitarios. Se utilizan para ello, indicadores que tienen en cuenta cantidad (Y) y calidad (Q) de los años de vida ganados por el contacto del dispositivo en estudio con los procesos de cuidado de la salud en estudio.
4. Análisis de Costo – Beneficio: Desde una perspectiva social más amplia, este tipo de análisis permite la comparación, expresando los beneficios en términos monetarios, de dos alternativas generalmente complejas y aplicadas a dos áreas distintas del bienestar midiendo todas sus consecuencias y efectos sobre la comunidad.

Capítulo II

Ingeniería biomédica en México

Capítulo II. Ingeniería biomédica en México.

2.1 La ingeniería biomédica en México.

Desde 1965, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) fundó el primer departamento para mantenimiento y servicio de equipo médico en México, denominada: "Oficina de conservación de equipos médicos". En 1976, el ingeniero Enrique Hernández Matos y varios médicos colaboradores fundaron el primer servicio de ingeniería biomédica en el hospital general 20 de noviembre del ISSSTE y esta fue la primera vez que se contó con verdaderos ingenieros biomédicos dentro de un hospital público en México y en 1978 se forma el departamento de ingeniería biomédica en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición.

Su creación se debió a la necesidad de tener profesionistas capaces de entender el entorno médico y contar con el conocimiento físico-matemático para la resolución de los problemas, siendo responsables de los equipos médicos y se les proporciono un lugar físico de trabajo en el área de mantenimiento. Con el tiempo generaría parte de los problemas que hoy se tienen en la percepción de la función de ingeniería biomédica como técnicos en la reparación de equipo médico. Al paso de los años los directivos, administradores y cuerpo médico de los hospitales e instituciones de salud se han ido convenciendo de los beneficios de contar con los ingenieros biomédicos.

En la actualidad existen más de 50 departamentos de ingeniería biomédica en hospitales tanto públicos como privados, en el sector público se distinguen los departamentos creados en los institutos nacionales de salud y en algunos hospitales del ISSSTE. El IMSS tiene poco de tiempo a la apertura a los ingenieros biomédicos, mientras que casi todos los hospitales privados cuentan con un departamento.

Uno de los primeros retos que surgieron en el comienzo de la creación de los departamentos de ingeniería biomédica cita la revista mexicana de ingeniería biomédica que; "no se contaba con literatura, ni referencias en español accesibles, lo que dificultaba la consulta de información y de las políticas y procedimientos a seguir en un departamento de ingeniería biomédica⁴¹". Situación que ha conllevado a que los departamentos de ingeniería biomédica hasta el día de hoy sean muy heterogéneos en sus procedimientos, actividades, remuneraciones y visiones.

⁴¹ *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica Vol. 14 No. 2, 1993 página:5*

A partir de 1991 a través de los talleres de ingeniería biomédica se busca transmitir información con la finalidad de intercambiar ideas, difundir conocimiento, mejorar la comunicación con los ingenieros de diferentes instituciones, contar con un directorio y seguimiento de ingenieros biomédicos, normalizar los criterios para la administración de tecnología y apoyo a los departamentos de reciente creación⁴². Se han alcanzado los siguientes resultados: información sobre proveedores, capacitaciones, cumplimiento de las NOM, garantías de los equipos y consumibles⁴³, así como la participación en congresos internacionales, para obtener mayor reconocimiento de las actividades de biomédica en la comunidad médica.

2.2 El perfil del egresado de la licenciatura de ingeniería biomédica.

Las habilidades con las que egresa un estudiante de ingeniería biomédica en base al perfil académico de las tres instituciones⁴⁴ que imparten esta licenciatura son;

- Capacidad de lograr servicios de salud eficaces y eficientes, mediante una adecuada integración, operación y administración de la tecnología médica.
- Capacidad de análisis, diseño, instalación y mantenimiento de los instrumentos médicos para diagnóstico y terapia.
- Participación en el diseño y remodelación de las unidades de salud, así también como en los comités de seguridad
- Manejo de la terminología médica para lograr una mejor comunicación con el personal médico.
- Diseño de equipo médico e investigación básica en el área de la bioingeniería.

⁴² *Idem* página: 6

⁴³ *Idem* página: 7

⁴⁴ UAM <<http://iztapalapa.uam.mx/>> [16/Marzo/09 9:44 hrs.], UPIBI <<http://www.upibi.ipn.mx>> [16/Marzo/09 9:44 hrs.] y UIA <<http://www.uia.mx/>> [16/Marzo/09 9:44 hrs]

2.3 Situación actual de los departamentos de ingeniería biomédica en México.

En la actualidad existen alrededor de 65 departamentos de ingeniería biomédica dentro de los hospitales públicos y privados más importantes del país, lo cual cubre menos de 10% de las necesidades en México si tomando en cuenta solo los hospitales de segundo y tercer nivel del Sistema Nacional de Salud⁴⁵. En los hospitales privados en los que no hay ingenieros biomédicos, quienes se encargan de la administración del equipo médico son profesionales en ingeniería o técnicos formados en áreas como mecánica o electrónica. Estos profesionistas de distinta formación suelen no entender las necesidades o requerimientos médicos existentes reales. Porque al no contar con el conocimiento de los principios fisiológicos que preceden el diseño, operación y respuesta del equipo médico pueden ocasionar problemas en su operación y reparación. Por lo que es importante contar con ingenieros biomédicos capaces de integrarse al trabajo hospitalario, vinculándose con el cuerpo médico estableciendo una comunicación clara y directa en los términos propios de los profesionales con los que labora.

En el estudio realizado por Iliana Corzo en su tesis indica que el ingeniero biomédico en México se ocupa en un 63% de su tiempo en el mantenimiento (preventivo o correctivo), actividades administrativas 11%, desarrollo de instalaciones un 5%, participación en la renovación y adquisición de equipo 3.5%, diseño de equipo o innovaciones tecnológicas aplicadas a hospitales 1.6%, capacitación 1%, participación en comités de riesgos 0.4% y 14% en otras actividades⁴⁶.

Esto traducido en percepción por parte del cuerpo médico, el Ingeniero biomédico tiene como principal función los mantenimientos preventivos y con esto, solo es un técnico que participa de manera reactiva en la Institución.

⁴⁵ Velázquez, Adriana "Clinical Engineering in México" en *Clinical Engineering Handbook*, Yadin, D., ed. Academic Press, E.U. 2004.

⁴⁶ Ileana Corzo "La ingeniería biomédica incorporada a los departamentos de mantenimiento como factor de evaluación de la calidad de los servicios". Tesis UNAM, México 2001. Página: 135

En los hospitales estudiados la jerarquía y ubicación del departamento de ingeniería biomédica se encuentra así:

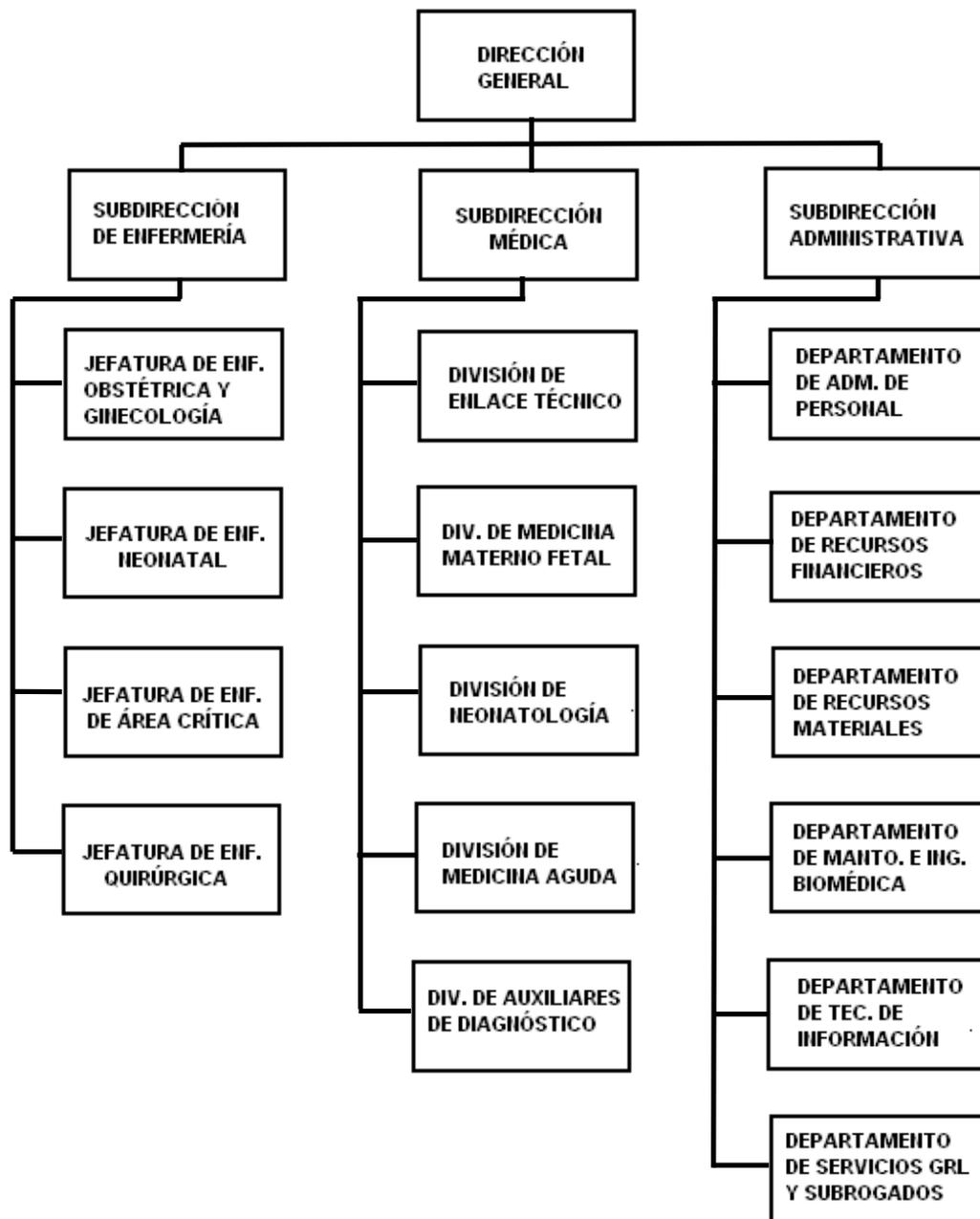


Figura 1. Organigrama general de la composición de los hospitales de 2do nivel del ISEM

El departamento de ingeniería biomédica se encuentra ubicado bajo la subdirección administrativa como parte administrativa-operativa de la institución y está alejada de la toma de decisiones, como son: presupuesto para compra de refacciones y mantenimientos necesarios para una correcta administración de la tecnología médica. Esto provoca que los tiempos de autorización de la compra de refacciones o aprobación de cotizaciones para los mantenimientos externos sean mayores a cuatro semanas.

Dentro de las limitantes en la ubicación y forma en que está constituida la estructura hospitalaria actual, no existe desarrollo profesional fuera del departamento de ingeniería biomédica, el perfil del puesto encargado de la subdirección administrativa son para licenciados en administración ó contadores. El área de la subdirección administrativa tiene una gran carga de trabajo por todos los departamentos a su cargo.

Otra desventaja con la que se enfrentan los ingenieros biomédicos indicada por Roberto Cervantes y Patricia Rivera, en su tesis "Red de Ingeniería Biomédica" se expone en la siguiente cita:

"Creemos que los Ingenieros Biomédicos (IB) se encuentran en desventaja respecto al personal que labora en el medio Hospitalario (médicos, enfermeras, trabajadores sociales, personal paramédico), tanto en el aspecto formativo como en el ejercicio de la profesión. Existen ciertos factores que contribuyen a esta situación, por ejemplo; el sistema Hospitalario no contempla los espacios ni las condiciones necesarias para la formación y desarrollo del Ingeniero biomédico en México, bajos sueldos, un nivel de educación profesional limitado, falta de vinculación y algunos más que durante el desarrollo del presente trabajo discutiremos más a fondo y que creemos que también contribuye a esta situación nuestro país⁴⁷"

⁴⁷ Roberto Cervantes y Patricia Rivera "Red de Ingeniería Biomédica". Tesis UAM México 2008 Página: 2

A continuación se anuncian tres aspectos por los cuales los ingenieros biomédicos son contemplados como personal operativo y limitados en su desarrollo;

- **Culturales.** Cada profesionalista interpreta de manera diferente su entorno profesional, pero en especial el IB trabaja generalmente “aislado”. Los Hospitales de nuestro país mantienen un sistema el cual no contempla la formación profesional de los IBs, por ello se encuentra en desventaja en este caso respecto a los médicos⁴⁸.
- **Éticos.** El ingeniero biomédico se siente “todólogo” en su departamento de ingeniería biomédica con falta de metodología interdisciplinaria (no trabaja en equipo como los médicos y otros especialistas). Y fácilmente detiene su superación personal, no tiene una actitud académica de reflexión y apertura a la crítica constructiva⁴⁹.
- **Económicos.** El Ingeniero biomédico recibe bajos salarios en el hospital y las empresas lo cual promueve una permanencia temporal en los diferentes lugares en que labora. El IB no vende asesoría como el caso de los médicos que venden su conocimiento (consultas), mientras que los IBs se limitan en la mayoría de los casos al mantenimiento de equipo y ventas; pero no asesora en Ingeniería Biomédica, por ello los salarios no son equiparables a los que reciben los médicos especialistas⁵⁰.

2.4 Propuesta de cambio en la estructura organizacional para mejora de la eficiencia del departamento de ingeniería biomédica en México.

Se propone el siguiente cambio en la estructura organizacional del hospital con la intención de mejorar la eficiencia del departamento de ingeniería biomédica en la cual se propone liberar a la subdirección administrativa de funciones que son más adecuadas profesionistas con perfil en ingeniería. Esto es a través de la creación de una “subdirección de tecnologías e infraestructura” la cual tendrá el objetivo de satisfacer los requerimientos de infraestructura como son: construcción, ampliación, renovación de tecnologías, seguridad y tecnologías de información. Dentro de las ventajas que se obtendrían con esta subdirección es reducir los tiempos de autorización en la solicitud de recursos económicos, materiales e infraestructura necesaria para satisfacer las necesidades médicas. Otra ventaja que se obtiene es que al ser un profesionalista con una educación distinta al área médica podría hacer un contrapeso en las propuestas para la satisfacción de las necesidades médicas existentes.

⁴⁸ *Idem* página: 6

⁴⁹ *Idem* página: 6

⁵⁰ *Idem* página: 6

En el desarrollo profesional se abre la ventana para que jefes de departamento de las áreas de: tecnologías de la información, biomédica y mantenimiento pueda conseguir un ascenso en la jerarquía organizacional.

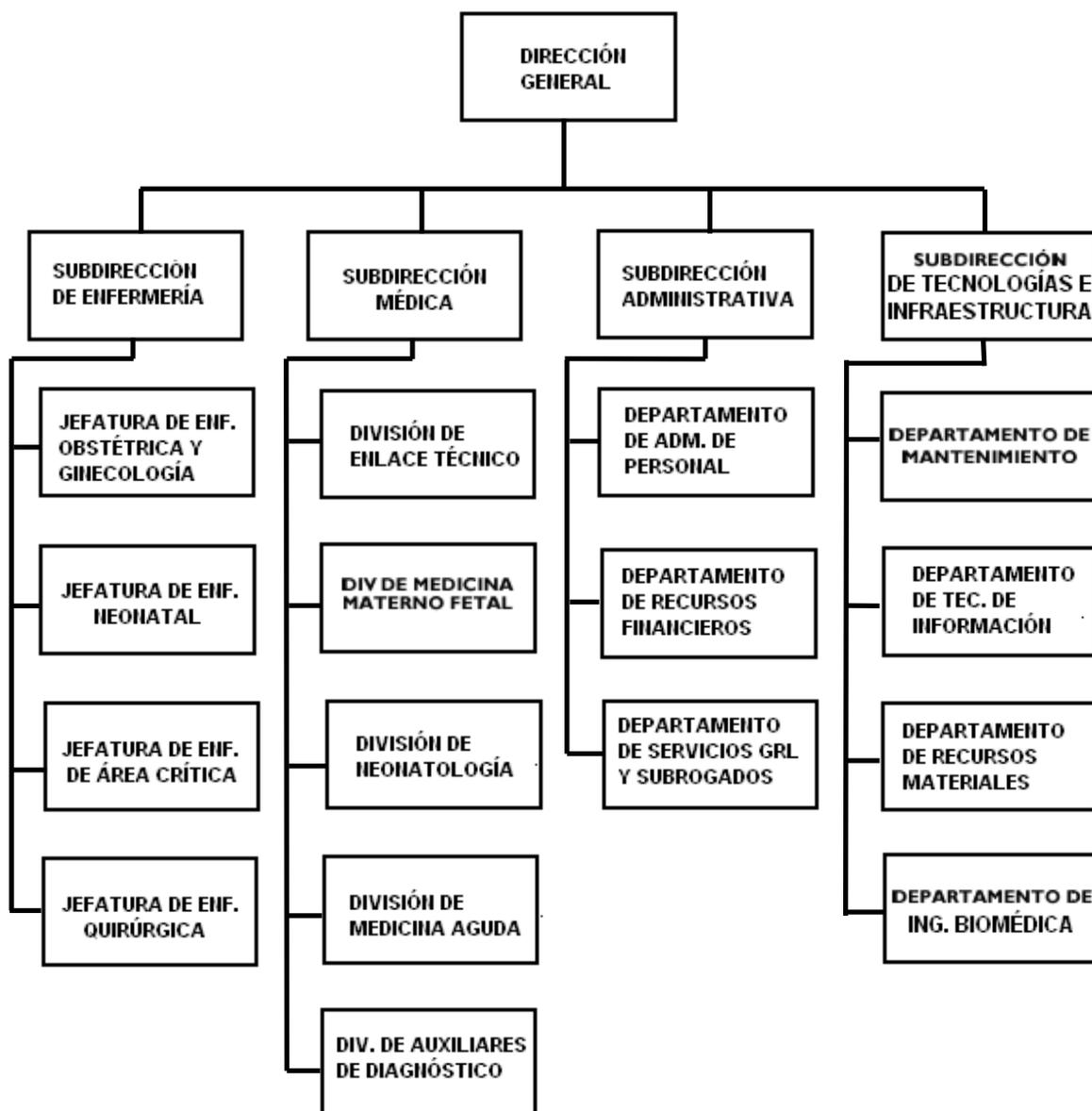


Figura 2. Organigrama general propuesto en esta tesis para el desarrollo profesional de los integrantes de ingeniería biomédica en los hospitales de 2do nivel del ISEM

2.5 Factores presentes que están relacionados en la diferencia entre la situación actual y la deseada.

Los factores que se observan en la actualidad en los diversos hospitales por los cuales existe una diferencia entre la situación actual contra la ideal son;

- Debido al nacimiento y principal característica del departamento de ingeniería biomédica es el mantenimiento de la tecnología médica, se le ha ubicado como alguien de operativo en el área de mantenimiento.
- Desconocimiento de las habilidades adquiridas durante su desarrollo académico.
- Falta de asignaturas en el desarrollo de habilidades sociales y conocimientos administrativos para la búsqueda de puestos directivos.
- Falta de interés por parte de los ingenieros biomédicos por incursionar y desarrollarse en áreas administrativas.
- Sueldos bajos que provocan poco interés por involucrarse más con las necesidades del hospital y desarrollo profesional dentro del mismo.
- Trato por parte del cuerpo médico y administrativo como personal operativo.
- Nulo desarrollo profesional para el personal de ingeniería biomédica.

2.6 La productividad contra la eficiencia en el departamento de ingeniería biomédica.

En el artículo publicado; “Problemática en la medición de la productividad en el departamento de ingeniería biomédica⁵¹” hace alusión de la medición en el desarrollo de las actividades del departamento de ingeniería biomédica con la finalidad de cuantificar y evaluar el trabajo realizado, a través de la documentación de las actividades reflejadas en órdenes de servicio. El artículo tiene como finalidad calcular la eficiencia tanto del departamento como a nivel individual, para conseguir un estándar o indicador en la duración de las actividades, el principal obstáculo es la deficiente documentación en el trabajo realizado. El ingeniero biomédico no documenta adecuadamente sus actividades y se expone de la siguiente manera;

⁵¹ Cárdenas A. C., González R. M., “Memorias del XVII Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica”, México 1994.

“Si todos los departamentos de ingeniería biomédica en México hacen un esfuerzo por medir la productividad de sus departamentos, se obtendrá información valiosa ya que se podrá demostrar cuantitativamente los beneficios de la ingeniería biomédica en el desempeño de las actividades en las instituciones de salud del país, además de poder constituir un frente común que luche por mejores condiciones de trabajo, mayores asignaciones de recursos materiales y humanos y mejores sueldos⁵²”

La objeción que presentó ante esta aseveración es que actualmente la mayoría de los departamentos de ingeniería biomédica en donde consideran que las órdenes de servicio (por cualquier motivo y causa) son un reflejo de su productividad y el sustento de su existencia, siendo este punto parte de la investigación presente. Tal como lo cita el trabajo Ileana Escorzo⁵³ en su tesis en donde hace un análisis en las actividades de los departamentos de ingeniería biomédica encontrando los siguientes datos;

Porcentaje de actividades realizadas por Ingeniería Biomédica:

- 63% Mantenimiento y supervisión de servicio externo
- 1% Capacitación impartida
- 0.5% Capacitación recibida
- 3.5% Adquisición y renovación
- 1.6% Diseño
- 11% Administración
- 0.4% Control/Riesgo
- 5% Desarrollo tecnológico
- 14% Otras actividades.

Por lo tanto la “productividad” del departamento de ingeniería biomédica proviene de los mantenimientos (preventivos o correctivos) ya que en la mayoría del tiempo se ubica en esta actividad. Estos datos resaltan la imagen operativa del ingeniero biomédico.

⁵² *Idem*

⁵³ *Ileana Corzo G "La ingeniería biomédica incorporada a los departamentos de mantenimiento como factor de evaluación de la calidad de los servicios". Tesis UNAM México 2001, página: 135.*

La tesis antes citada señala en sus resultados⁵⁴, que;

“El 57% de 9 de las instituciones visitadas presenta dificultades con las herramientas de trabajo, los instrumentos de medición y calibración y con los equipos de prueba, mientras que el resto lo presenta fundamentalmente en los equipos de prueba”

Y reparar parcialmente un equipo, no solo representa un riesgo para el paciente y cuerpo médico, también daña la imagen del biomédico aunque la productividad alta (al reparar el mismo equipo varias veces).

Una observación para este punto, deseo citar el análisis de la ingeniera Claudia Flores que su tesis indica que; “Antes de realizar el incremento de la productividad, tenemos que detectar las deficiencias que impiden su crecimiento⁵⁵”. Las deficiencias con las que cuente el departamento pueden arrojar indicadores erróneos, de tal forma que no es mejor del departamento de ingeniería biomédica que realiza más mantenimientos y por lo tanto un mayor número de órdenes de servicios (o de productividad). Por lo que para esta investigación dentro de sus objetivos es registrar las deficiencias que se tienen en los tres departamentos del instituto de salud de estado de México.

2.7 Antecedentes Instituto de Salud del Estado de México (ISEM)⁵⁶

La organización para la atención médica y las acciones sanitarias, han estado estrechamente relacionadas con los acontecimientos socio-políticos más importantes ocurridos en el país. Algunos de los cambios organizativos más significativos que se realizaron para el otorgamiento de los servicios de salud a la población abierta, se encuentran a partir de la promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el 5 de febrero de 1917.

En 1926, se crearon en las entidades federativas las Juntas de Beneficencia Pública y las Delegaciones de Sanidad Federal. El 20 de enero de 1932, se creó la Oficina de Servicios Coordinados de Salubridad en todos los Estados, para fomentar la coordinación entre los niveles de gobierno. En 1934, año en que se constituyó la Secretaría de Asistencia Pública, se estableció la Jefatura de los Servicios Estatales de Salubridad, así como los niveles jurisdiccional y local.

⁵⁴ *Idem*, página: 141

⁵⁵ *Claudia Flores Hernández*, "Análisis de productividad de los departamentos de ingeniería biomédica". Tesis UAM página: 4

⁵⁶ *Antecedentes del ISEM* <

http://salud.edomex.gob.mx/html/doctos/antecedentes/ANTECEDENTES_ISEM.pdf>
[4/Oct/2008 23:11 hrs]

Posteriormente, en 1938 entraron en vigor los Servicios Coordinados de Salud Pública del Estado de México, cuya estructura orgánica, para 1947, consideraba una jefatura y las secciones de epidemiología, higiene, asistencia y administrativa, así como jurisdicciones sanitarias en el nivel aplicativo. En el año de 1958 se contaba solamente con el Hospital General “José Vicente Villada” en la ciudad de Toluca, que posteriormente en 1963, fue sustituido por el Hospital General “Lic. Adolfo López Mateos”. En ese mismo año, se inició la creación de Centros de Salud “A” Urbanos, uno en la ciudad de Toluca y siete en Nezahualcóyotl; Centros de Salud “B”, con Hospital “D” en Tenango, Tejupilco, Ixtlahuaca, Atlacomulco, Valle de Bravo, Tenancingo, Ixtapan de la Sal, Jilotepec, Atizapan de Zaragoza, Texcoco, Amecameca, Zacualpan, Tlalnepantla y Teotihuacan; así como aproximadamente setenta centros de salud rurales en el resto del territorio estatal.

Entre 1959 a 1964 los Servicios Coordinados de Salud Pública del Estado de México, implementaron los Distritos Sanitarios como organismos técnico administrativos, ubicados en regiones con características homogéneas para el control de las unidades aplicativas y los programas. En 1970 se cambiaron las secciones del nivel estatal por los Departamentos de Administración Médica, Medicina Preventiva, Promoción de la Salud, Control Sanitario y Administrativo; a nivel aplicativo desaparecieron los distritos y se contaba con once jurisdicciones.

En los años siguientes la estructura orgánica de los Servicios Coordinados de Salud Pública del Estado de México continuó sufriendo adecuaciones, hasta que en 1984, con motivo del inicio del proceso de descentralización de los servicios, se aprobó una organización acorde con el mismo, existiendo entonces el Consejo Interno de Administración, las Coordinaciones de Servicios de Salud y de Regulación Sanitaria, la Unidad de Auditoría y Control y, la Unidad de Planeación; asimismo, en el nivel aplicativo se crearon las Coordinaciones Municipales de Salud.

En 1986, después de la firma del convenio de descentralización, la Jefatura se convirtió en Dirección General y se crearon también direcciones de área, subdirecciones y coordinaciones regionales, incorporándose, además Coordinaciones de Regulación Sanitaria, así como los Servicios de Urgencias del Estado de México y el Laboratorio Regional, estos últimos como órganos desconcentrados. La descentralización de los servicios IMSS-COPLAMAR, la desconcentración de los programas verticales, la construcción de hospitales generales y finalmente la publicación de la Ley de Salud del Estado de México, que entró en vigor el 1º de abril de 1987, sentaron las bases para la creación del Instituto de Salud del Estado de México, que inicialmente se integró por un Consejo Interno, una Dirección General, las Direcciones de Servicios de Salud, de Planeación y de Administración, así como por la Subdirección de Regulación Sanitaria, que unos meses después cambió su nivel a dirección.

Además, contaba con cuatro coordinaciones regionales, 19 jurisdicciones sanitarias y 166 coordinaciones municipales de salud, la Subdirección de Urgencias y un Laboratorio Regional. En 1988 se agregaron como órganos desconcentrados el Centro Estatal de la Transfusión Sanguínea y el Consejo Estatal para la Prevención y Control del Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida. Más tarde, en 1990, se incluyó en la estructura del organismo la Unidad de Contraloría Interna. Posteriormente, en 1993, el Laboratorio Regional se transformó en Laboratorio Estatal de Salud Pública y desaparecieron las Coordinaciones Regionales que fungían como órganos de enlace entre los niveles central y jurisdiccional.

La última reestructuración integral que se efectuó del Instituto de Salud del Estado de México fue en 1998. Entre las modificaciones que se realizaron a su estructura de organización, destaca la incorporación de un nuevo nivel para reducir el tramo de control de la Dirección General, así como para fortalecer su papel de supervisión y dirección; en este sentido, se crearon las coordinaciones de Salud y Regulación Sanitaria y de Administración y Finanzas, como unidades administrativas intermedias entre la Dirección General y las direcciones de área. Estas coordinaciones permitieron integrar en un solo mando funciones afines y complementarias.

En marzo de ese mismo año, se firmó un convenio entre la Federación y el Estado para poner en marcha el programa de educación, salud y alimentación (PROGRESA), el cual tiene como propósito fundamental apoyar a las familias que viven en condiciones de pobreza extrema y ampliar las oportunidades y capacidades de sus miembros para alcanzar mejores niveles de bienestar, quedando como órgano operativo la Unidad del Programa de Ampliación de Cobertura (PAC).

En ese mismo año y debido a que era indispensable contar con un área responsable del mantenimiento, conservación, reparación e instalación de equipo médico especializado en unidades médicas, se creó el Departamento de Ingeniería Biomédica e Instalaciones, dependiente de la Subdirección de Infraestructura en Salud. En la Gaceta del Gobierno del 4 de marzo del año 2000, mediante el Decreto 156 se crea la Secretaría de Salud del Estado de México. Para el 7 de agosto del mismo año se decreta el Reglamento Interior de la Secretaría de Salud del Estado, indicando en su articulado que el ISEM la auxiliará en el logro de sus metas.

La Gaceta del Gobierno del 13 de diciembre del 2001, mediante decreto No. 41 publica el Código Administrativo del Estado de México, derogando la Ley de Salud vigente a la fecha, retomando la institucionalidad del Instituto de Salud del Estado de México. El 13 de marzo del 2002 se publica el Reglamento de Salud del Estado de México, ampliando las materias del Código Administrativo, obligaciones que se asumen en la estructura orgánica del ISEM, para la realización de planes y programas. Con el propósito de fortalecer orgánica y funcionalmente al Instituto de Salud del Estado de México, en octubre del 2002 se determinó separar a la Coordinación de Salud y Regulación Sanitaria en dos; instituyéndose la Coordinación de Salud y la de Regulación Sanitaria, para atender con mayor eficacia las materias que les son encomendadas.

El 5 de agosto de 2004, en sesión No. 133, el Consejo Interno del Instituto autorizó las siguientes modificaciones a la estructura del Instituto: la Unidad del Programa de Ampliación de Cobertura cambia su denominación por Unidad Estatal de Protección Social en Salud; en cumplimiento en lo establecido en la Ley de Planeación del Estado de México y Municipios con la estructura de la Subdirección de Planeación y Evaluación se crea la Unidad de Información, Planeación, Programación y Evaluación a la que se le adiciona el Departamento de Estadística, que anteriormente pertenecía a la Unidad de Informática; la Subdirección de Enseñanza e Investigación se constituye en la Unidad de Enseñanza, Investigación y Calidad; el Departamento de Promoción de la Salud absorbe los programas del Departamento de Adicciones; el Departamento de Supervisión y Apoyo Técnico a Unidades Médicas se reubica en la Subdirección de Atención Médica; las 19 Jurisdicciones Sanitarias se reubican dependiendo de la Dirección de Servicios de Salud; los hospitales generales y los hospitales generales de Programas de Reconstrucción se fusionan y cambian su adscripción a la Dirección de Servicios de Salud; los hospitales de Especialidad se transfieren a la Dirección de Servicios de Salud; se formaliza en estructura el Módulo de Oftalmología y Comunicación Humana y los 913 Centros de Salud; el Centro Estatal de la Transfusión Sanguínea se readscribe a la Dirección de Servicios de Salud y la Coordinación de Regulación Sanitaria, mantiene la función de regulación sanitaria de la sangre; los Servicios de Urgencias del Estado de México y el Laboratorio Estatal de Salud Pública se reubican dependiendo de la Dirección de Servicios de Salud; así también se formaliza el desdoblamiento de la Unidad de Contraloría Interna.

El 22 de octubre de 2004, en sesión No. 134, el Consejo Interno del Instituto aprobó las siguientes modificaciones a la estructura orgánica: cambia de adscripción la Unidad de Enseñanza, Investigación y Calidad pasando de la Dirección de Salud a la Coordinación de Salud; los hospitales generales pasan de 31 a 29, debido a que los hospitales generales de Coatepec Harinas y de Huixquilucan se reclasificaron como Centros de Salud con Hospitalización. Más tarde, en la sesión ordinaria No. 137 del Consejo Interno del 15 de marzo de 2005, se aprueba la estructura de la Unidad Estatal de Protección Social en Salud, derivada del acuerdo ISE/134/007, lo que permite iniciar la institucionalización de la Unidad del Seguro Popular y asimilación del Régimen Estatal de Protección Social en Salud, cuyas funciones se reorientan a la administración de los recursos, compra de servicios a los prestadores, tutela de derechos y rendición de cuentas.

2.8 Misión, Visión y Objetivos del ISEM⁵⁷.

Misión. El Sistema Estatal de Salud, contribuirá, en la población del Estado de México, a un desarrollo humano, justo, incluyente y sustentable, mediante la promoción de la salud, en su prevención, regulación sanitaria y salud pública, como objetivo social compartido y tutelando el acceso universal a servicios integrales y de alta calidad, con oportunidad, calidez y con sentido humano, que ponderen el respeto a la vida y a la confianza del usuario y que satisfagan las necesidades y respondan a las expectativas de la población, al tiempo que ofrecen oportunidades de avance profesional a los prestadores tanto en su aspecto laboral como en su desarrollo personal, en el marco de un financiamiento equitativo, un uso honesto, transparente y eficiente de los recursos, y una amplia participación ciudadana.

Visión. El Estado de México cuenta con las bases para un Sistema de Salud universal, equitativo, solidario, plural, eficiente, de alta calidad, anticipatorio, descentralizado, participativo y vinculado al desarrollo.

1. Nuestra entidad está entre las 10 mejores de la república por las condiciones de salud de su población.
2. Nuestro modelo de atención a la salud prioriza las necesidades de grupos vulnerables y regiones marginadas.

⁵⁷ *Misión, visión y objetivos del ISEM* < <http://salud.edomexico.gob.mx/html/article.php?sid=284> > [7/Sep/2008 23:31]

3. En los servicios públicos y privados de salud se ofrece un trato adecuado; y en el primer nivel de atención cada vez mayor número de usuarios, pueden elegir al prestador de su preferencia. Los servicios son de alta calidad técnica, satisfacen las expectativas de la sociedad y los proporcionan prestadores en permanente desarrollo personal y profesional y en ambientes dignos. Los ciudadanos están involucrados y comprometidos en las decisiones y acciones que afectan su salud, opinan sobre las políticas en la materia, cuentan con acceso a la información pública de salud y con instancias sensibles y eficientes para el trámite de sus quejas y sugerencias.
4. Todo mexiquense puede acceder a servicios de salud independientemente de su capacidad de pago, su nivel de riesgo o su afiliación laboral; y la equidad en el financiamiento permite que las contribuciones sean proporcionales a la capacidad del usuario haciendo del prepago, una forma de protección contra el “gasto de bolsillo catastrófico” por parte de las familias.
5. El Sistema Estatal de Salud es eficiente con sus recursos, planea y define sus prioridades; programa su equipamiento e infraestructura y moviliza recursos financieros adicionales en una permanente concentración social. Opera integrado, en particular en las instituciones públicas. En una relación permanente con el Sistema Federal y articuladamente con otras entidades federativas para el logro de objetivos compartidos. Su modelo de operación se basa en atender las necesidades municipales y regionales, por lo que ubica recursos y decisiones en instancias locales de operación de servicios personales y no personales de salud.

Objetivo General. Garantizar la cobertura total con calidad suficiente y oportunidad Sistema Estatal de Salud del Estado de México Objetivo.

Objetivo Específicos.

1. Contribuir al mejoramiento de las condiciones de salud de los mexiquenses.
2. Abatir las desigualdades en salud.
3. Garantizar un trato adecuado en los servicios públicos y privados de salud.
4. Asegurar la justicia en el financiamiento en materia de salud.
5. Fortalecer el Sistema Estatal de Salud, en particular sus instituciones públicas.

2.9 Caso práctico en el ISEM: Una necesidad médica existente con una solución poco inteligente.

En artículo presentando por el diario; “Metro⁵⁸”, es un claro ejemplo de cómo una necesidad médica existente dentro del Estado de México puede ser resuelta de manera poco inteligente cuando no se realiza una estrategia correcta para la resolución de la necesidad médica existente y al tomar en cuenta al personal de ingeniería biomédica que se encuentra laborando a nivel central del ISEM en Toluca, estado de México se obtienen los siguientes resultados.

Por lo que cito la necesidad médica existente presentada en este artículo es; “Se cuenta con 15 médicos intensivistas para atender la población”

- Necesidad: Contar con interconsulta de diversos especialistas para atender los casos de emergencias en hospitales lejanos.
- Inversión: 20 millones de pesos.
- Solución: Compra de 5 robots ubicados en los hospitales: Atacomulco, Valle de Bravo, Tejupilco, Tenancingo y Toluca.
- Resultados: Los horarios de consulta solo son de 9 a 18 hrs de lunes a viernes. Por lo que en caso de necesitarlo en la noche, no a quién responsa a la ayuda. Los médicos se sienten invadidos cuando el “Robot” pregunta el estado de salud y evolución de los pacientes en Terapia Intensiva.
- Limitantes: Son 5 Robots, para un total de 125 Hospitales de 2do nivel existen en el ISEM.
- Alternativa para satisfacer esta necesidad médica: Realizar un cuarto en todos los hospitales de 2do nivel con la finalidad de realizar una video conferencia a través de los medios ya desarrollados (Chat, Skype, Video Llamadas) y cuente con impresora en red y escáner para envío de resultados de laboratorios. Por lo que los 20 millones de pesos invertidos, podrían haberse utilizado de manera más efectiva. Sin contar el horario de atención podría haberse ampliado.

⁵⁸ Robotizan a médicos, periódico: *El Metro México D.F.* 25/Mayo/2010, página 7.

Conclusión: Este tipo de resultados son consecuencia de las selecciones del personal médico en la adquisición de tecnología, ya sea porque obtengan un beneficio económico o la necesidad de que su idea/concepto es el indicado, revolucionario y no hay mejor. Este tipo de resultados no son raros, se presentan tanto en Hospitales Privados como Públicos de todas las instituciones.

2.10 Hospitales estudiados del ISEM

Para la presente investigación, se estudiarán 3 Hospitales del ISEM en donde se existe un Departamento de Ingeniería Biomédica. Por lo que a continuación se describirá brevemente las características, ubicación e infraestructura de cada uno de ellos.

Las Américas

Hospital de 2 nivel

Domicilio: Simón Bolívar Mz 10 Lt 1. Col. Fracc. Las Américas, Municipio: Ecatepec. CP 55070

Tipo de Hospital: General, Segundo Nivel.

Camas censables: 124

Horario de atención del departamento de ingeniería biomédica: 7 a 15 hrs de lunes a viernes.

Horarios sin cubrir por parte de departamento de ingeniería biomédica: 15 a 7 hrs de lunes a viernes, sábado, domingo y días festivos.

Dr. José María Rodríguez

Hospital de 2 nivel

Domicilio: Leona Vicario No. 109. Col. Valle de Anahuac, Municipio: Ecatepec. CP 55200

Tipo de Hospital: General, Segundo Nivel.

Camas censables: 168

Horario de atención del departamento de ingeniería biomédica: 7 a 15 hrs de lunes a viernes.

Horarios sin cubrir por parte de departamento de ingeniería biomédica: 15 a 7 hrs de lunes a viernes, sábado, domingo y días festivos.

Dr. Gustavo Baz Prada

Hospital de 2 nivel

Domicilio: Av. Bordo de Xochiaca, esq. Av. Adolfo López Mateos. Col. Tamaulipas, Municipio: Nezahualcóyotl. CP 57300

Tipo de Hospital: General, Segundo Nivel.

Camas censables: 120

Horario de atención del departamento de ingeniería biomédica: 7 a 16 hrs de lunes a viernes.

Horarios sin cubrir por parte de departamento de ingeniería biomédica: 16 a 7 hrs de lunes a viernes, sábado, domingo y días festivos.

Los servicios médicos y de apoyo que trabajan las 24 horas todo el año cuentan con equipo médico. A continuación se mencionan las áreas a cargo de ingeniería biomédica:

- Servicios médicos: Consulta externa, urgencias, medicina interna, pediatría, cirugía general, gineco-obstetricia, anestesiología y dental.
- Servicios de Apoyo Médico: Laboratorio, rayos x, imagenología, servicio de transfusión, farmacia y ambulancia

2.11 Recursos e infraestructura de los departamentos de ingeniería biomédica los hospitales estudiados del ISEM.

Para la presente investigación, se describirá de los recursos e infraestructura observados de los departamentos estudiados

Las Américas

Equipo médico aproximado: 1,200 equipos.

Ingenieros biomédicos: 3.

Estudiantes: 1

Personal administrativo: 1

Sueldo mensual: 15,000

Forma de contratación: seguro popular.

Área administrativa: si

Área para mantenimiento: no

Equipo de computó: si

Almacén: si

Calidad y cantidad de herramientas: regular.

Instrumentos: mínimo.

Instalaciones necesarias para revisión y reparación de equipo médico: nulo

Consumibles: no

Dr. José María Rodríguez

Equipo médico aproximado: 1,000 equipos.
Ingenieros Biomédicos: 1.
Estudiantes: 2
Personal administrativo: 2
Sueldo mensual: 15,000
Forma de contratación: Seguro Popular.
Área administrativa: Si
Área para mantenimiento: No
Equipo de computó: SI
Almacén: No
Calidad y cantidad de herramientas: Pésima.
Instrumentos: Mínimo.
Instalaciones necesarias para revisión y reparación de equipo médico: Nulo
Consumibles: No

Dr. Gustavo Baz Prada

Equipo médico aproximado: 1,000 equipos.
Ingenieros Biomédicos: 2.
Estudiantes: 0
Personal administrativo: 2
Sueldo mensual: 15,000
Forma de contratación: Seguro Popular.
Área administrativa: Si
Área para mantenimiento: No
Equipo de computó: SI
Almacén: No
Calidad y cantidad de herramientas: Pésima.
Instrumentos: Mínimo.
Instalaciones necesarias para revisión y reparación de equipo médico: Nulo
Consumibles: No

Capítulo III

Metodología de la investigación

Capítulo III. Metodología de la investigación.

3.1 Planteamiento del problema.

En la actualidad la prevención, el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de los pacientes en las diferentes especialidades de la salud, depende cada vez más de la tecnología médica. Esta a su vez es más compleja y especializada, no solo en los parámetros que mide y monitorea, sino también en la instalación física requerida, operación, suministros, mantenimientos, seguridad y numerosas características propias en cada uno de los equipos ha provocado la necesidad que exista gente especializada capaz de ser la interface entre la tecnología médica y los usuarios de esta. Es por esta necesidad que surge dentro de las áreas de las ciencias exactas la ingeniería biomédica. En México ya sea en los hospitales públicos o privados, el ingeniero biomédico está siendo requerido cada día más como parte integral del cuerpo médico, convirtiéndose en un administrador de la tecnología médica.

La creación de los primeros departamentos de ingeniería biomédica en México fue dentro de las instalaciones del área de mantenimiento (o conservación) provocando que al ingeniero biomédico se observe como el encargado de corregir los problemas con los equipos médicos y nada más. Teniendo como consecuencia que se ignoren otras habilidades adquiridas a través de su formación académica como son la evaluación, adquisición/renovación de tecnología, la planificación/remodelación de áreas y participación en comités de seguridad hospitalaria e investigación.

Otros aspectos que afectan a los integrantes de los departamentos de ingeniería biomédica son;

- Remuneración: Es muy inferior a la responsabilidad adquirida dentro de las diversas áreas hospitalarias como quirófano, terapia intensiva adultos y neonatal.
- Desarrollo profesional: Casi nulo dentro del nivel jerárquico.
- Participación en la toma de decisiones: Limitada en las áreas de adquisición de equipo médico.

Esto ha limitado al ingeniero biomédico en su accionar diario, evitando estar más involucrado en áreas administrativas como son: gestión tecnológica, participación en los comités hospitalarios y preparación de presupuestos para mantenimiento y consumibles.

3.2 Justificación.

La ingeniería biomédica en México tiene más de 38 años de ser impartida en las aulas de la Universidad Iberoamericana y también en la Universidad Autónoma Metropolitana y cada vez más hay instituciones educativas ofertan esta licenciatura con la finalidad de formar profesionistas que logren satisfacer las demanda de personal que resuelva las necesidades médicas en las instituciones de salud públicas o privadas, en las industrias de desarrollo de equipo médico y servicios e investigación. Una vez egresado el ingeniero como se describió anteriormente se desarrolla en el ámbito hospitalario con una serie de limitantes que frenan un desarrollo profesional y su desempeño, por lo que su efectividad se ve afectada por las condiciones propias del entorno actual.

Dicho lo anterior, la presente investigación tiene como objetivo saber:

- ¿Cuáles son las causas que hacen efectivo un departamento de ingeniería biomédica?

Las áreas seleccionadas para esta investigación son; Unidad de Cuidados Intensivos de Adultos (UCI), Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN), Laboratorio Clínico y Quirófano (Qx), debido a que en estas áreas es en donde se concentra la mayor cantidad de equipo médico y es vital en el soporte y restablecimiento de la salud del paciente.

Los objetivos secundarios de la investigación son;

- Conocer la percepción del Ingeniero biomédico a la vista del cuerpo médico.
- Conocer la percepción de las funciones que debe realizar el ingeniero biomédico dentro de la institución.
- Conocer las limitantes a las que se enfrenta el ingeniero biomédico en sus labores diarias.

La información recabada tiene como finalidad saber, si la misma percepción es la ha hecho que la efectividad del ingeniero biomédico quede reducida a ser un técnico de equipo médico o son los propios ingenieros quienes no han hecho lo suficiente para cambiar y mejorar esta percepción.

Por lo que se pretende identificar cuál de los siguientes rubros es más importante para lograr la efectividad;

- Recursos humanos existentes en el departamento.
- Recursos materiales con los que cuenta (herramientas e infraestructura).
- Presupuestos económicos para la compra de refacciones y contratación de proveedores.

En el comienzo del presente trabajo hace cuatro años, se ha revisado artículos relacionados con el área de ingeniería biomédica con la finalidad de saber si existen antecedentes en este tema. En donde se demuestre que existen factores que influyen en la efectividad de un departamento de ingeniería biomédica.

3.3 Objetivo general y objetivos específicos de la investigación.

Objetivo general:

- Investigar las causas qué hacen efectivo un departamento de ingeniería biomédica.

Objetivos específicos:

1. Investigar las causas qué hacen efectivo un departamento de ingeniería biomédica concerniente al área de recursos humanos.
2. Investigar las causas qué hacen efectivo un departamento de ingeniería biomédica concerniente al área de recursos materiales, consumibles e infraestructura.
3. Investigar los tiempos aproximados en que es autorizado una cotización para solicitud de compra de insumos, refacciones o pago a proveedor externo.
4. Investigar la importancia del desarrollo profesional por parte de los ingenieros biomédicos y que hacen para conseguirlo.
5. Investigar la percepción que se tiene de la relación; ordenes de servicio vs. efectividad para el departamento de ingeniería biomédica.
6. Investigar el conocimiento que se tiene de las actividades que realiza el departamento de ingeniería biomédica por parte del cuerpo médico.
7. Investigar las actividades que realiza comúnmente el departamento de ingeniería biomédica y son observadas parte del cuerpo médico.
8. Investigar la comunicación que existe entre el departamento de ingeniería biomédica y el cuerpo médico, con respecto a las siguientes actividades: información de fechas para mantenimientos, capacitación y dudas sobre el uso de la tecnología.
9. Investigar tiempos de respuesta para la resolución de problemas presentes por parte de ingeniería biomédica.

10. Investigar la percepción del servicio que brinda el departamento de ingeniería biomédica por parte del cuerpo médico.
11. Investigar la efectividad que otorga el cuerpo médico al departamento de ingeniería biomédica por el servicio que brinda a sus áreas.
12. Investigar las semejanzas de los departamentos de ingeniería biomédica investigados.
13. Investigar las diferencias de los departamentos de ingeniería biomédica investigados.

3.4 Hipótesis de la investigación.

- **Hipótesis Principal.**

La efectividad de un departamento de ingeniería biomédica dentro de las áreas de UCIN, UCI, Qx y Laboratorio Clínico está determinada principalmente por el conjunto integrado de sus recursos humanos, materiales e infraestructura disponible.

- **Hipótesis Nula.**

La efectividad del departamento de ingeniería biomédica dentro de las áreas de UCIN, UCI, Qx y Laboratorio Clínico es nula porque a pesar de contar recursos humanos, materiales e infraestructura necesarios para realizar sus actividades no resuelven las necesidades médicas presentadas.

- **Hipótesis Alternativa.**

La efectividad de un Departamento de Ingeniería Biomédica dentro de las áreas de UCIN, UCI, Qx y Laboratorio Clínico está determinada principalmente por los recursos humanos disponibles, sin importar las carencias de recursos con los que cuenten. Logrando satisfacer en mayor medida las necesidades médicas existentes.

3.5 Metodología empleada.

La metodología empleada para esta investigación fue a través de entrevistas con el cuerpo médico, con los ingenieros biomédicos, la aplicación de encuestas y observaciones realizadas en el transcurso de la investigación. Con la finalidad de validar la mayor cantidad de datos.

Y presenta las siguientes características:

- Exploratoria: No se tiene registro de un estudio previo realizado en México y tiene la finalidad de encontrar en sus resultados, indicadores para el mejoramiento de la calidad del servicio que brinda el departamento de ingeniería biomédica.
- Descriptiva: Conocer las condiciones de trabajo de los departamentos de ingeniería biomédica investigados, así como la percepción que se tiene del Ingeniero biomédico. Los datos obtenidos son cuantitativos y cualitativos.
- No experimental: No se puede modificar las condiciones de la organización a favor o en contra del departamento biomédica.
- Retrospectivo y transversal: Comprende un periodo de tiempo definido de un año y el registro será a través de las variables operacionales indicadas.

3.6 Variables y su definición conceptual.

3.6.1 Variables.

- Variable independiente. Las acciones realizadas por el departamento de ingeniería biomédica dentro de cada una de las áreas estudiadas.
- Variable dependiente. La efectividad del departamento de ingeniería biomédica dentro de cada una de las áreas estudiadas.

3.6.2 Definición conceptual de las variables.

- Las acciones realizadas por el departamento de ingeniería biomédica dentro de cada una de las áreas estudiadas. Es el conjunto de actividades ejecutadas por parte de los integrantes del departamento para satisfacer la necesidad médica existente.
- La efectividad del departamento de ingeniería biomédica. Es la capacidad de lograr el resultado esperado en la satisfacción de la necesidad existente, en un momento determinado.

3.6.3 Definición operacional de las variables.

- Variable Independiente. Es el conjunto de actividades ejecutadas por parte de los integrantes del departamento para satisfacer la necesidad médica existente, como pueden ser;
 - Planear, ejecutar y supervisar programas de mantenimiento preventivo y/o correctivo a equipo médico.
 - Participar con las áreas médicas y administrativas encargadas de la adquisición de equipo médico, servicios e insumos.
 - Evaluar técnicamente la funcionalidad del equipo médico.
 - Planear, ejecutar y supervisar en el ámbito de su competencia las medidas de seguridad eléctrica, biológica, radiológica y/o ambiental.
 - Planear, supervisar e impartir cursos de capacitación y entrenamiento relativos al manejo eficiente, correcto y seguro del equipo médico.
 - Participar en el diseño y remodelación de áreas médicas.
- Variable Dependiente. Se documentaran las actividades ejecutadas por el departamento de ingeniería biomédica en el periodo de la investigación establecido, para generar indicadores. Los cuales deben arrojar resultados de efectividad de cada departamento.

3.7 Indicadores de la investigación.

Los indicadores que se observaron en la efectividad del departamento de ingeniería biomédica;

- Número de áreas asignadas a cada ingeniero.
- Cantidad de instalaciones, herramientas e instrumental requerido para lograr el objetivo del departamento.
- Asesoramiento técnico y/o capacitación para el departamento de ingeniería biomédica.
- Asesoramiento técnico y/o capacitación para el cuerpo médico de las áreas seleccionadas.
- Equipo médico a cargo directamente el departamento de ingeniería biomédica.
- Número de mantenimientos preventivos y correctivos realizados por parte del departamento de ingeniería biomédica.
- Número de mantenimientos preventivos y correctivos realizados por parte de compañías externas.

- Tiempo de respuesta en acudir a un primer llamado dentro de las áreas seleccionadas.
- Tiempo de respuesta para la resolución del problema dentro de las áreas seleccionadas.
- Cantidad de refacciones e insumos requeridos.
- Tiempo de compra para las refacciones e insumos requeridos.
- Realización de cédulas técnicas, bitácoras de mantenimientos, inventarios para el departamento de ingeniería biomédica.
- Percepción de la imagen del ingeniero biomédico por parte del propio departamento.
- Percepción de la imagen del ingeniero biomédico por parte del cuerpo médico de las áreas investigadas.

3.8 Selección, tamaño y criterios de exclusión de la muestra.

3.8.1 Selección de la muestra.

Esta investigación se realizó en;

- Hospital General “Las Américas” ubicado en el municipio de Ecatepec, Estado de México.
- Hospital General “José María Rodríguez” ubicado en el municipio de Ecatepec, Estado de México.
- Hospital General “Gustavo Baz Prada” ubicado en el municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México.

Áreas investigadas;

- Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).
- Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN).
- Laboratorio Clínico.
- Quirófano (Qx).

Turnos laborables investigados;

- Matutino (8 a 15 hrs).
- Vespertino (15 a 21 hrs).
- Nocturno A y B (20 a 8 hrs)
- Guardia especial (8 a 20 hrs) sábados, domingos y días festivos.

3.8.2 Tamaño de la muestra.

Por las características propias de las áreas de interés se logro entrevistar un total de 106 personas con la siguiente distribución:

- UCI: 31 personas
- UCIN: 29 personas
- Qx: 22 personas
- Lab. Clínico: 14 personas.

3.8.3 Delimitación de la muestra.

Se tomo un promedio de 10 trabajadores para área el UCI y UCIN, 7.3 trabajadores para Qx y finalmente 4.6 trabajadores para el laboratorio clínico. Y se analiza por categoría, queda de la siguiente manera:

- Enfermeras: 86
- Médicos: 6
- Técnicos de laboratorio: 14

Para el caso de Ingeniería Biomédica se tuvo un total de:

- 3 Ingenieros en el hospital “Las Américas”
- 1 Ingeniero en el hospital “José María Rodríguez”
- 2 Ingenieros en el hospital “Gustavo Baz Prada”

3.8.4 Extracción de la muestra.

La obtención principal de información para sustentar la investigación fue a través de encuestas al cuerpo médico y a los ingenieros biomédicos, también entrevistas con el personal, los ingenieros y las observaciones propias del desarrollo con la finalidad de mostrar un resultado lo más real. El periodo de aplicación de las encuestas comprendió de febrero a mayo 2012.

3.8.5 Criterios de exclusión.

El personal que fue excluido de la presente investigación desde el comienzo, con la finalidad de optimizar los tiempos de investigación fue:

- Personal que contaba con menos de 1 mes laborando.
- Personal que estuviera rotando por el área estudiada.
- Estudiantes.

Por esta razón en los resultados y gráficas no aparecen tendencias de este tipo.

3.8.6 Criterios de eliminación.

El personal que laboró en un área y fue encuestada, cuando se le encontró en otro servicio ya no fue encuestada con la finalidad de evitar duplicación de datos u obtención de indicadores falsos.

3.9 Procedimiento en la obtención de datos.

El procedimiento para la obtención de datos fue a través de dos instrumentos encuestadores, uno para los ingenieros biomédicos y otro el cuerpo médico. El proceso utilizado para conseguir un máximo de información fue el siguiente:

- Se realizó una entrevista con los jefes de los departamentos de ingeniería biomédica para hacerles del conocimiento e invitación al estudio, así como la colaboración para el recorrido de las áreas a estudiar.
- Se realizó entrevista con las Jefas de las áreas estudiadas para explicarles la finalidad del estudio y los nombres de las encargadas de los turnos vespertino, nocturno y especial.
- Se visitó cada uno de los hospitales en las fechas programados, esto es un día para el turno matutino otro para el vespertino, un fin de semana para la especial y dos para la nocturna.
- Se entregara la encuesta a correspondiente a los ingenieros biomédicos.
- Se visitaran las áreas seleccionadas y se entregara la encuesta al personal en turno.
- Se tomaran registros de las observaciones encontradas en cada una de las visitas en el periodo de observación.

Se decidió utilizar las escalas de Likert con la finalidad de obtener indicadores cuantitativos y cualitativos.

Para respuestas cualitativas		Para respuestas cuantitativas (%)	
1era opción	Nunca	0 – 20	Deficiente
2da opción	Ocasionalmente	21 – 40	Regular
3era opción	Regularmente	41 – 60	Bueno
4ta opción	Frecuentemente	61 – 80	Muy Bueno
5ta opción	Siempre	81 – 100	Excelente

Las razones por las se optó por utilizar este tipo de escala se deben a que:

- Es un método de escala bipolar que permitió medir tanto el grado positivo y negativo de algunas de las preguntas.
- Es una escala que puede medir actitudes, que fue útil que el cuerpo médico e ingeniería biomédica expresara actitudes favorables, desfavorables o neutras a las cosas y situaciones.

3.10 Procesamiento de datos y límites de la investigación.

Procesamiento de datos. Las razones por las cuales se utilizó la estadística como herramienta de trabajo para el análisis de los resultados obtenidos a través de los dos instrumentos de estudio aplicados son las siguientes:

- Ahorro tiempo para estudiar una muestra representativa de lo que sucede en los hospitales del ISEM en donde existe el departamento de ingeniería biomédica.
- Permitted estudiar una característica determinada, ya sea cualitativa o cuantitativa en las preguntas realizadas.
- La selección de muestras específicas permitió reducir la heterogeneidad de la población al indicar los criterios de inclusión y/o exclusión establecidos en la sección 2.8.5 y 2.8.6

Una vez que se obtuvieron los datos del estudio como se indico en la sección anterior, se procederá al análisis descriptivo de los mismos, los resultados y observaciones se mostraran en el siguiente capítulo, por lo cual me reservo por el momento comentario alguno.

Límites de la investigación. Los límites encontrados durante el periodo de investigación fueron;

- Muestra. La ventana de observación está encuentra limitada a tres hospitales del Instituto de Salud del Estado de México.
- Acceso a las autoridades superiores de las instituciones. Al ser hospitales gubernamentales, se depende de las instancias superiores como la subdirección administrativa y nivel central ubicado en Toluca, estado de México para obtener información con respecto a; el análisis de la valuación de puestos, determinación del número de plazas en cada hospital, presupuestos asignados, criterios en la adquisición de tecnología médica, comunicación entre nivel central y la dirección del hospital.
- Acceso a la información oficial de la institución. La investigación fue realizada con ayuda y cooperación de los departamentos de ingeniería biomédica, por lo que no se presentó ningún documento a las autoridades de los hospitales, como organigramas, reportes y problemas con ingeniería biomédica, presupuesto para refacciones y mantenimientos.

Capítulo IV

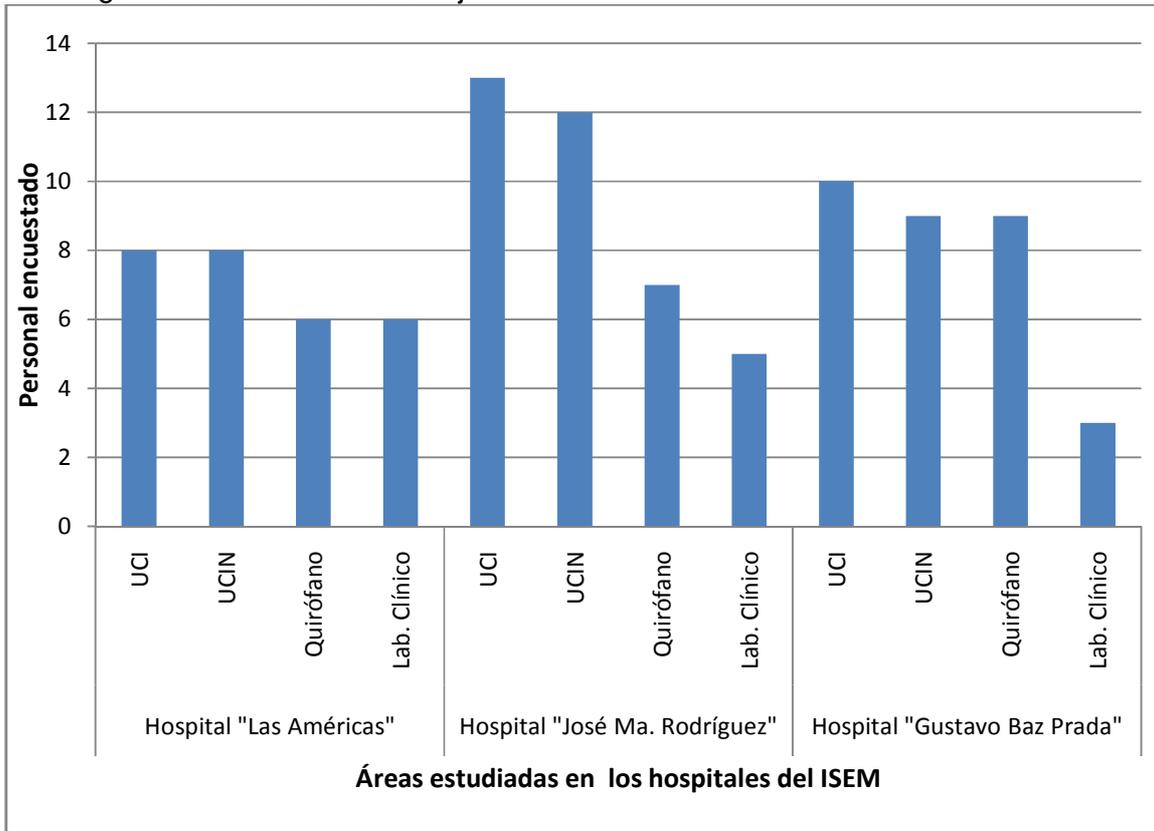
Resultados y análisis

Capítulo IV. Resultados y análisis.

En este capítulo se presentaran los resultados obtenidos de la aplicación de las encuestas que comprendió el periodo de febrero a mayo de 2012, debajo de cada gráfica se presenta un pequeño análisis de lo observado con la finalidad que al responder las preguntas planteadas en el capítulo III sea a través de la relación entre lo que contestó el cuerpo médico y lo que sucede con ingeniería biomédica.

4.1 Graficas comparativas de las encuestas aplicadas al cuerpo médico.

1. ¿Cuál es su área de trabajo?



Gráfica 1. Registro del número de personal médico entrevistado por área y por hospital.

Para el hospital: "Las Américas" se obtuvo un registro de 28 personas encuestadas. Con un promedio de 7 personas por área, distribuidas de la siguiente manera;

UCI: 8 personas

UCIN: 8

Quirófano: 6

Laboratorio Clínico: 6

Para el hospital: "José María Rodríguez" se obtuvo un registro de 37 personas encuestadas. Con un promedio de 9.25 personas por área, distribuidas de la siguiente manera;

UCI: 13 personas

UCIN: 12

Quirófano: 4

Laboratorio Clínico: 5

Para el hospital: "Gustavo Baz Prada" se obtuvo un registro de 31 personas encuestadas. Con un promedio de 7.75 personas por área, distribuidas de la siguiente manera;

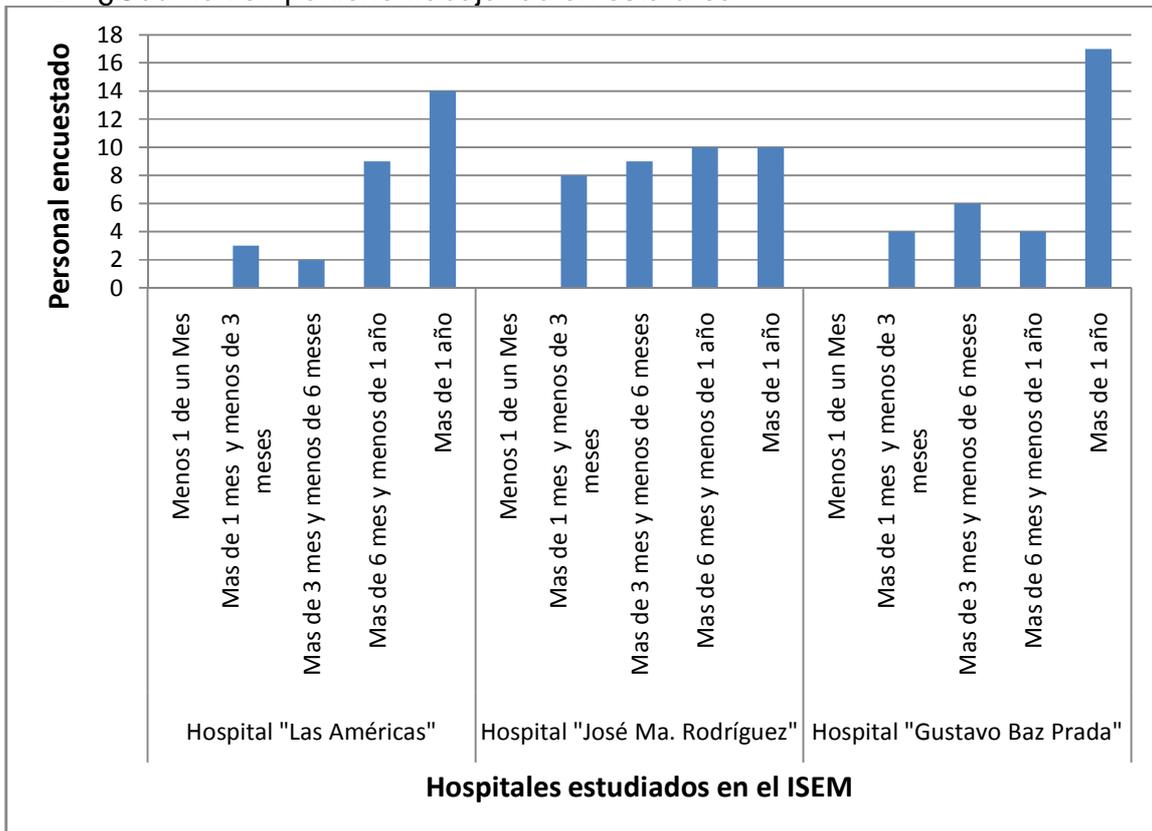
UCI: 10 personas

UCIN: 9

Quirófano: 9

Laboratorio Clínico: 3

2. ¿Cuánto tiempo tiene trabajando en esta área?



Gráfica 2. Registro de los tiempos de estar laborando en las áreas estudiadas por parte del cuerpo médico y separados por hospital.

La razón por la que no aparece ningún valor estadístico en el rango de menos de 1 mes se debe que dentro de los criterios de exclusión esta la eliminación del personal que tenga menos de 1 mes de estar trabajando en el área investigada.

De total de la muestra se tiene la siguiente tendencia:

Opción: Menos 1 de un Mes	0.00%
Opción: Mas de 1 mes y menos de 3 meses	15.62%
Opción: Mas de 3 mes y menos de 6 meses	17.70%
Opción: Mas de 6 mes y menos de 1 año	23.95%
Opción: Mas de 1 año	40.70%

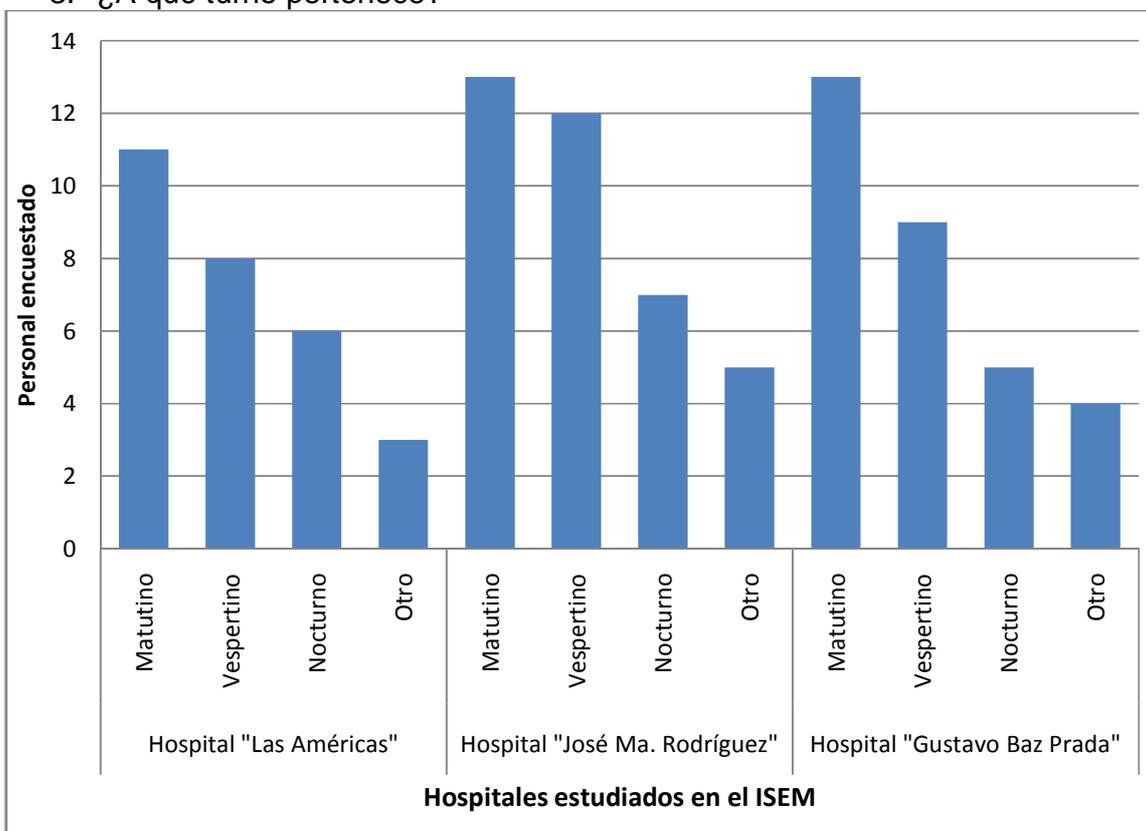
En donde la mayor tendencia cae en más de un año de estar laborando dentro del área de estudio con un 40.70%. Por lo que los datos arrojados a través del instrumento de estudio son válidos. Si se divide por hospital tenemos que

Para el hospital: “Las Américas” se tiene que la tendencia del personal encuestado tiene más de 1 año de estadía en su área de trabajo.

Para el hospital: “José María Rodríguez” se tiene que el personal encuestado tiene una tendencia entre más de 6 meses y más de 1 año de estadía en su área de trabajo.

Para el hospital: “Gustavo Baz Prada” se tiene que el personal encuestado en su mayoría tiene más de 1 año de estadía en su área de trabajo.

3. ¿A qué turno pertenece?



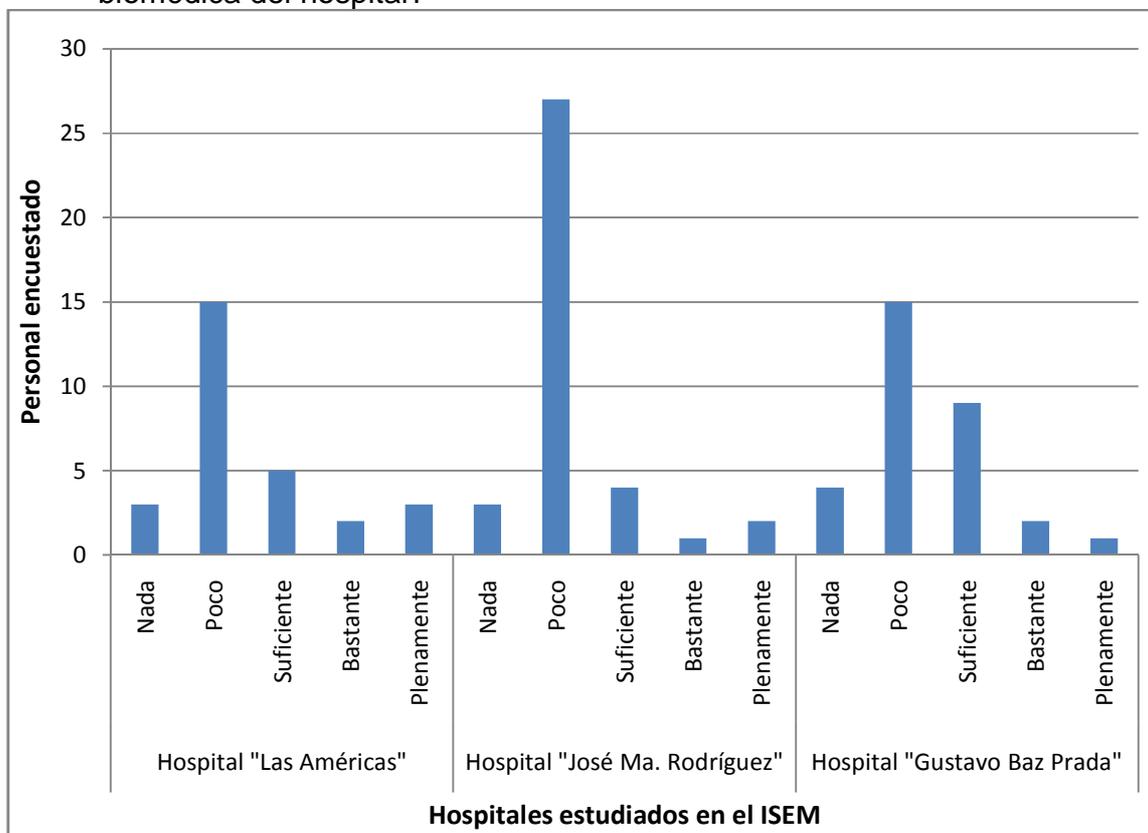
Gráfica 3. Comparativo de las personas entrevistadas por turno en las áreas estudiadas y por hospital.

De total de la muestra se tiene la siguiente tendencia:

Opción: Matutino	38.54%
Opción: Vespertino	30.20%
Opción: Nocturno	18.75%
Opción: Otro	12.50%

En esta gráfica se observa que la mayoría del personal entrevistado en las áreas de estudio pertenece al turno matutino, seguido del vespertino. Los que tienen menos contacto con el departamento de ingeniería biomédica es el turno especial. El personal del turno nocturno cuando tiene una inconformidad o duda en la mañana hace la notificación a biomédica.

4. ¿Sabe de la existencia y las actividades del departamento de ingeniería biomédica del hospital?



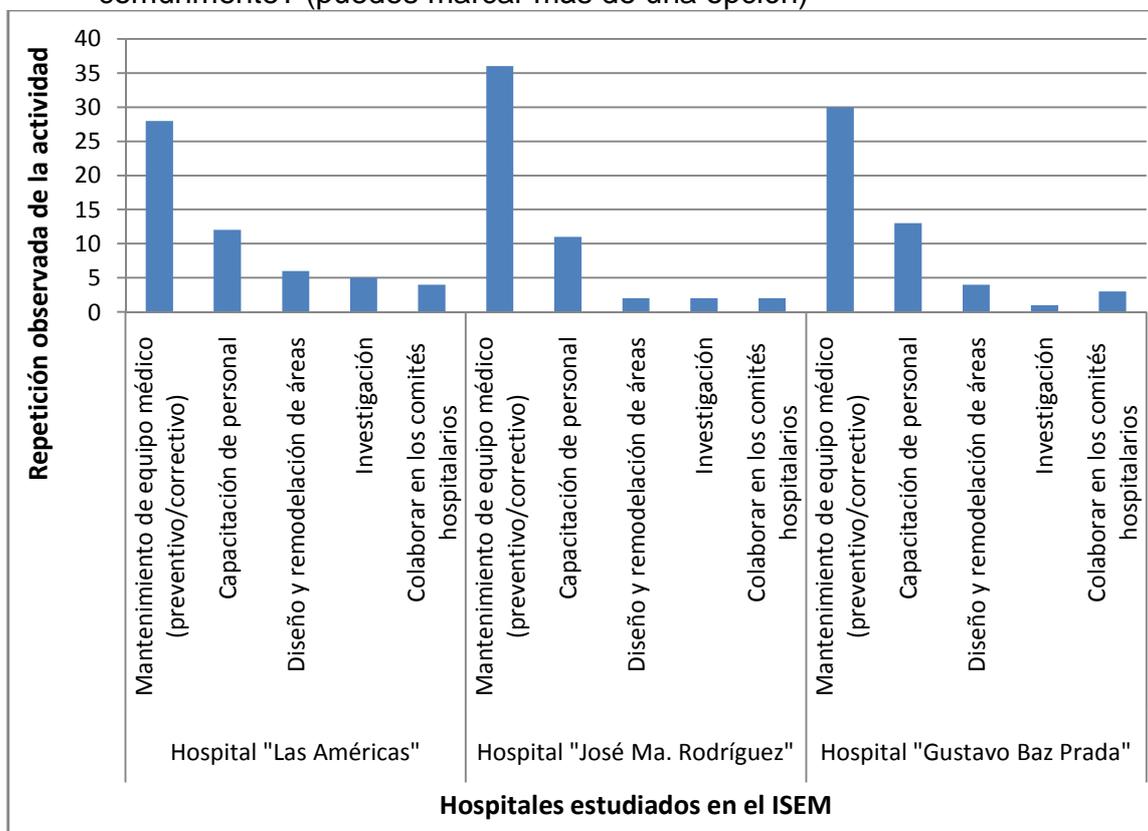
Gráfica 4. Comparativo del conocimiento de la existencia y actividades de ingeniería biomédica por del cuerpo médico, mostrado por hospital.

De total de la muestra se tiene la siguiente tendencia:

Opción: Nada	10.41%
Opción: Poco	59.37%
Opción: Suficiente	18.75%
Opción: Bastante	5.20%
Opción: Plenamente	6.25%

Las respuestas registradas a través de esta pregunta se puede observar que la tendencia indica que se sabe poco de la existencia y las actividades que realiza el departamento de ingeniería biomédica. Esta es una de las razones por las cuales la percepción se encuentra encasillado en cuestiones operativas. Esta tendencia es idéntica en los tres hospitales estudiados.

5. ¿Cuáles son las actividades, que has visto realizar a ingeniería biomédica comúnmente? (puedes marcar más de una opción)



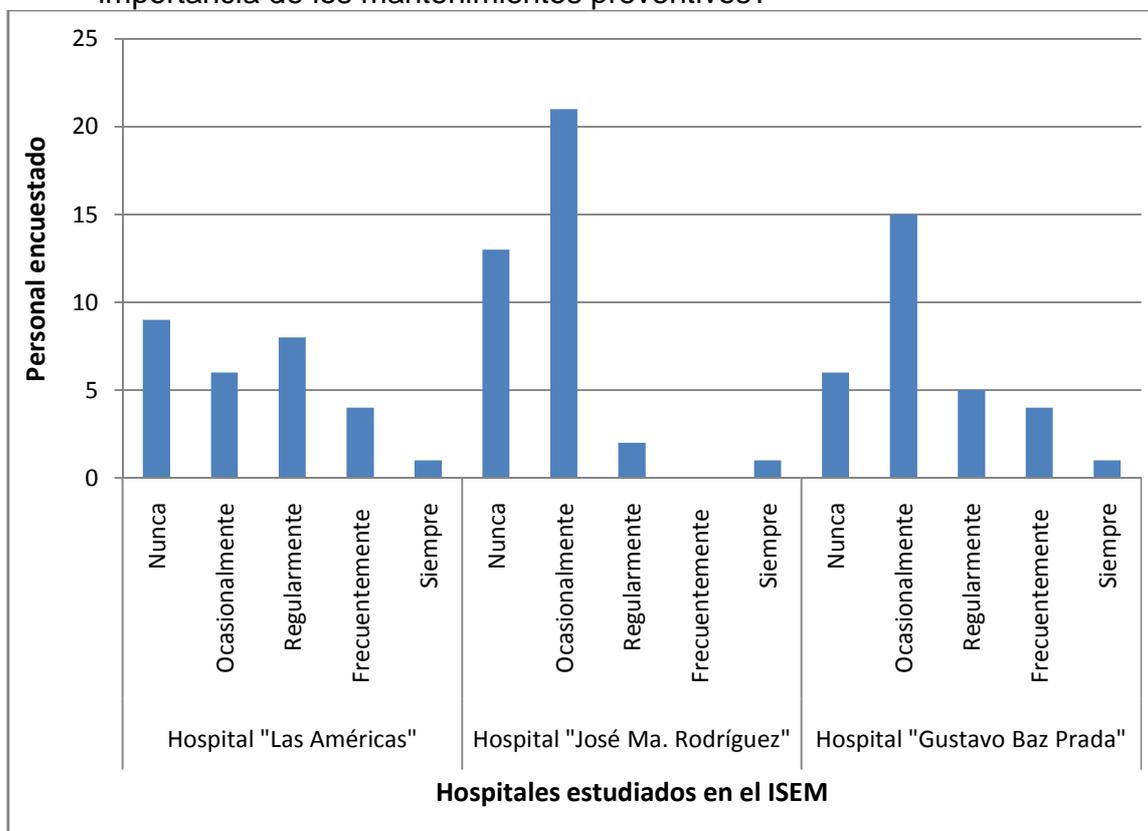
Gráfica 5. Comparativo de las actividades de ingeniería biomédica observadas por el cuerpo médico y mostrado por hospital.

De total de la muestra se tiene la siguiente tendencia:

Opción: Mantenimiento de equipo médico (preventivo/correctivo)	59.11%
Opción: Capacitación de personal	22.64%
Opción: Diseño y remodelación de áreas	7.54%
Opción: Investigación	5.03%
Opción: Colaborar en los comités hospitalarios	5.66%

En los tres hospitales y en todas las áreas de estudio se puede observar que la tendencia principal es que el cuerpo médico solo observa que los ingenieros biomédicos son operativos en la resolución de los problemas que se presentan en los equipos médicos, esto es con un 59.11%. En segundo lugar se encuentra la capacitación en el manejo de esta tecnología, que más que una capacitación formal es el manejo de dudas.

6. El departamento de ingeniería biomédica, ¿le informa a cerca de la importancia de los mantenimientos preventivos?



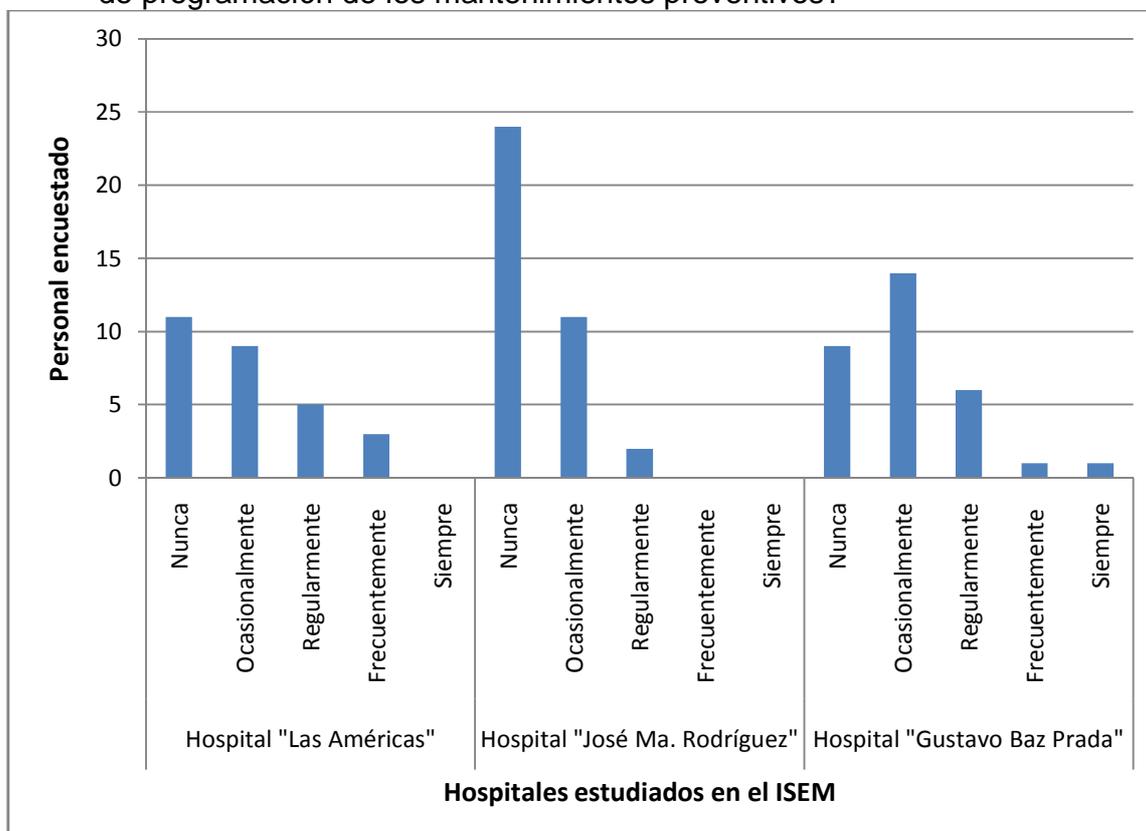
Gráfica 6. Comparativo de la comunicación existente entre el departamento de ingeniería biomédica y el cuerpo médico, mostrado por hospital.

De total de la muestra se tiene la siguiente tendencia:

Opción: Nunca	29.16%
Opción: Ocasionalmente	43.75%
Opción: Regularmente	15.62%
Opción: Frecuentemente	8.33%
Opción: Siempre	3.12%

A través de esta pregunta se buscó resaltar dos aspectos, la comunicación entre el cuerpo médico y la segunda la concientización de biomédica para con el cuerpo médico en la programación y cumplimiento de los mantenimientos preventivos de los equipos médicos. Ya que en la mayoría de las veces, la falta de mantenimiento preventivo no solo termina en mayores costos para la reparación, sino que se tiene que entender que un equipo descalibrado (funcionando parcialmente mal) arroja resultados erróneos y esto tiene una consecuencia grave sobre la salud del paciente.

7. El departamento de ingeniería biomédica, ¿le informa a cerca de las fechas de programación de los mantenimientos preventivos?



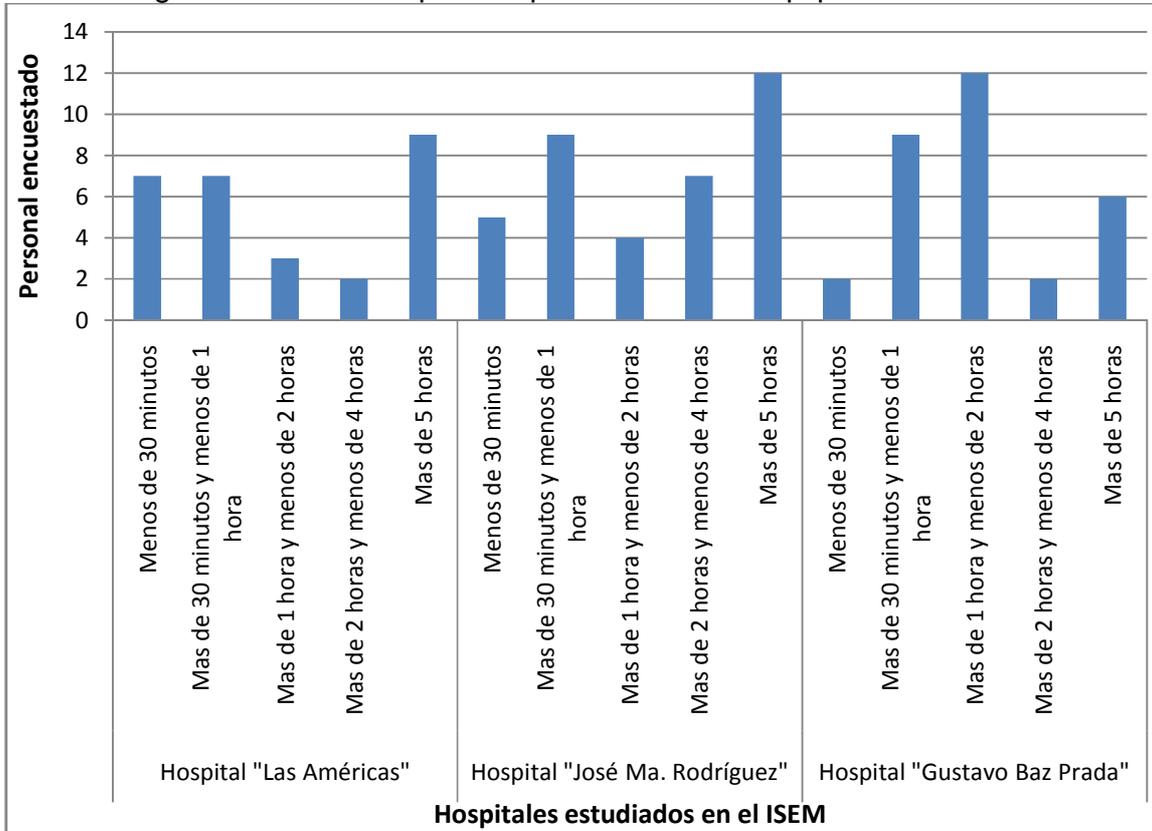
Gráfica 7. Comparativo de la comunicación entre de ingeniería biomédica y el cuerpo médico, mostrado por hospitales.

De total de la muestra se tiene la siguiente tendencia:

Opción: Nunca	45.83%
Opción: Ocasionalmente	35.41%
Opción: Regularmente	13.54%
Opción: Frecuentemente	4.16%
Opción: Siempre	1.04%

Tal como se observa en los tres hospitales la comunicación entre las áreas y los ingenieros biomédicos dentro de las áreas para la notificación de mantenimientos es de nula a regular, ocupando la suma porcentual de 81.25%. En esta gráfica en el caso del hospital "Las Américas" que tiene tres ingenieros es mejor la comunicación si se compara con el hospital "José María Rodríguez" en donde se observa que la comunicación es nula, al tener solo un ingeniero responsable de todas las áreas del hospital. Por lo que se demuestra que el recurso humano es vital para el mejoramiento de la percepción.

8. Cuando hay una falla en un equipo médico. ¿en cuánto tiempo se presenta el ingeniero biomédico para inspeccionar dicho equipo?



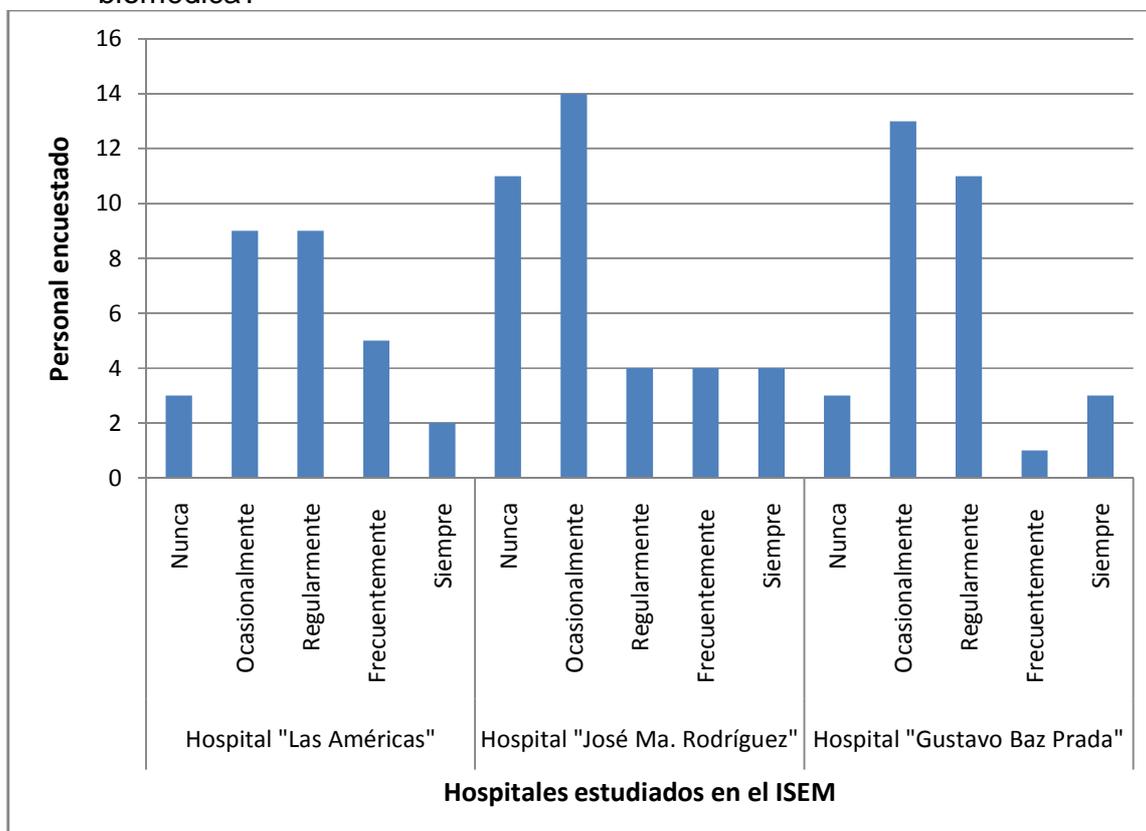
Gráfica 8. Comparativo de tiempos de respuesta por parte de ingeniería biomédica para con las áreas cuando se presenta una falla en los equipos médicos, mostrado por hospitales.

De total de la muestra se tiene la siguiente tendencia:

Opción: Menos de 30 minutos	14.58%
Opción: Mas de 30 minutos y menos de 1 hora	26.04%
Opción: Mas de 1 hora y menos de 2 horas	19.79%
Opción: Mas de 2 horas y menos de 4 horas	11.45%
Opción: Mas de 5 horas	28.11%

Se observa que en el hospital "Las Américas" en donde se cuenta con mayor personal el tiempo de respuesta es menor en promedio, en comparación con el hospital "José María Rodríguez" en donde los tiempos de respuesta son mayores. De la tendencia general si urge la presencia del ingeniero en el área este acude de inmediato, pero si la falla no afecta el servicio el tiempo de respuesta es tardado.

9. ¿Pregunta sus dudas acerca de la operación del equipo médico a ingeniería biomédica?



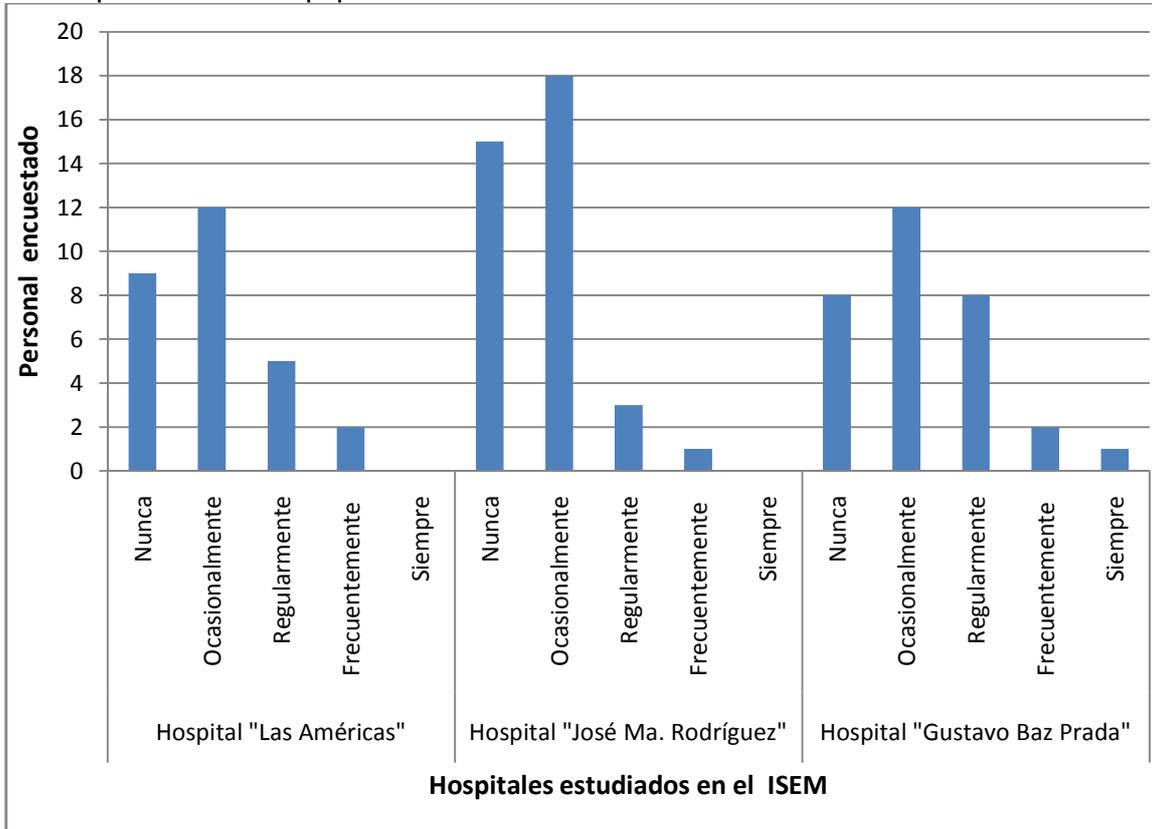
Gráfica 9. Comparativo de la comunicación entre ingeniería biomédica y el cuerpo médico en la resolución de dudas para un manejo eficiente de la tecnología, mostrado por hospitales.

De total de la muestra se tiene la siguiente tendencia:

Opción: Nunca	17.70%
Opción: Ocasionalmente	37.50%
Opción: Regularmente	25.00%
Opción: Frecuentemente	10.41%
Opción: Siempre	9.37%

El cuerpo médico tiende de ocasionalmente a regularmente a preguntarle a ingeniería biomédica en el manejo de la tecnología. Dentro de las entrevistas realizadas al personal y lo observado durante las estancias dentro de las áreas, lo primero que hace el personal es preguntarle a un compañero de trabajo en el manejo o duda del equipo y este le explica como él cree que debe funcionar. Es importante que siempre que se instala equipo nuevo se logre capacitar correctamente al 98% de la población usuaria y una vez realizada esta observar como manejan el equipo en los momentos en que presenta avisos o alarmas con la finalidad de saber si entendieron bien la operación.

10. ¿Recibe capacitación por parte del departamento de ingeniería biomédica para uso del equipo médico?



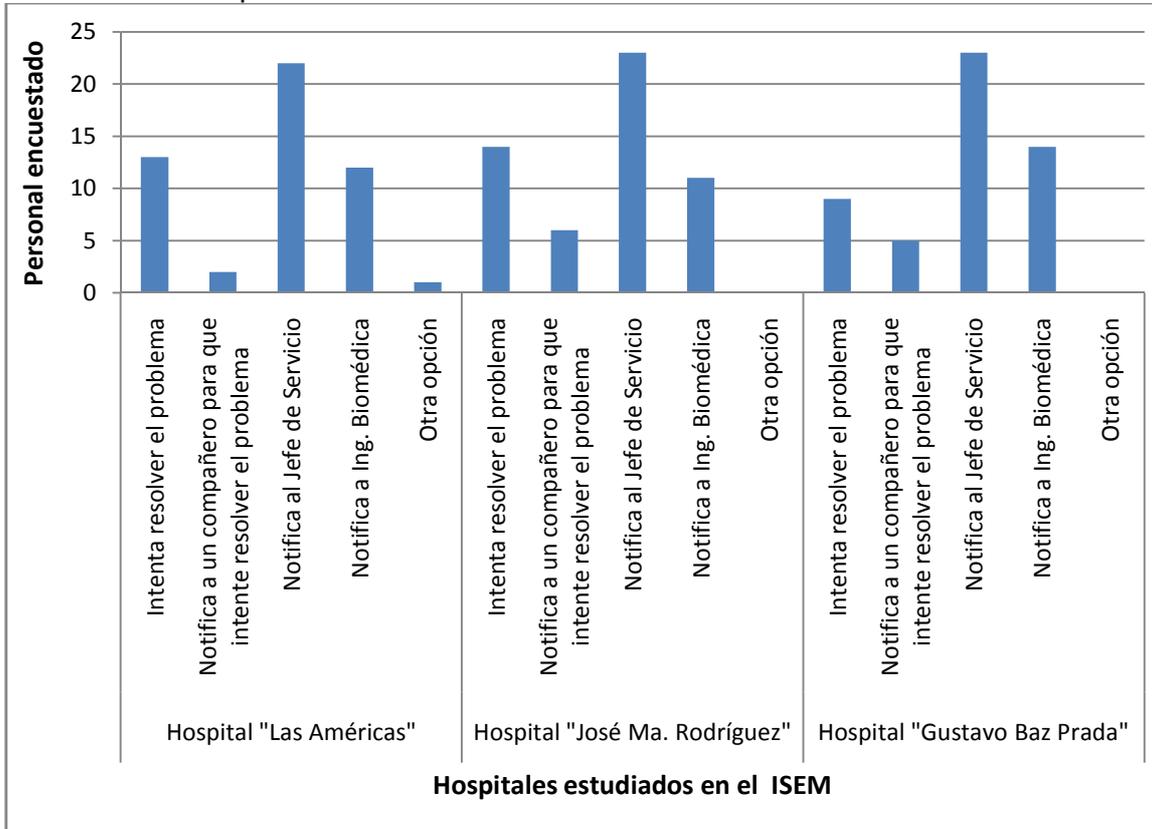
Gráfica 10. Comparativo de la comunicación entre ingeniería biomédica y el cuerpo médico en la capacitación para un manejo eficiente de la tecnología, mostrado por hospitales.

De total de la muestra se tiene la siguiente tendencia:

Opción: Nunca	33.33%
Opción: Ocasionalmente	43.75%
Opción: Regularmente	16.66%
Opción: Frecuentemente	5.20%
Opción: Siempre	1.04%

Tal como se observa en esta gráfica y en consistencia con el gráfico anterior, se observa que la capacitación de la operación del equipo médico tiende de ser ocasionalmente a nunca. Se observa que entre menor sea el personal de ingeniería biomédica la capacitación para el uso correcto de la tecnología es menor. Estas observaciones son las que se deben considerar en el momento de realizar el cálculo de personal necesario para el departamento de ingeniería biomédica.

11. Cuando un equipo médico falla en su área. ¿cuáles son sus primeras dos acciones que realiza?



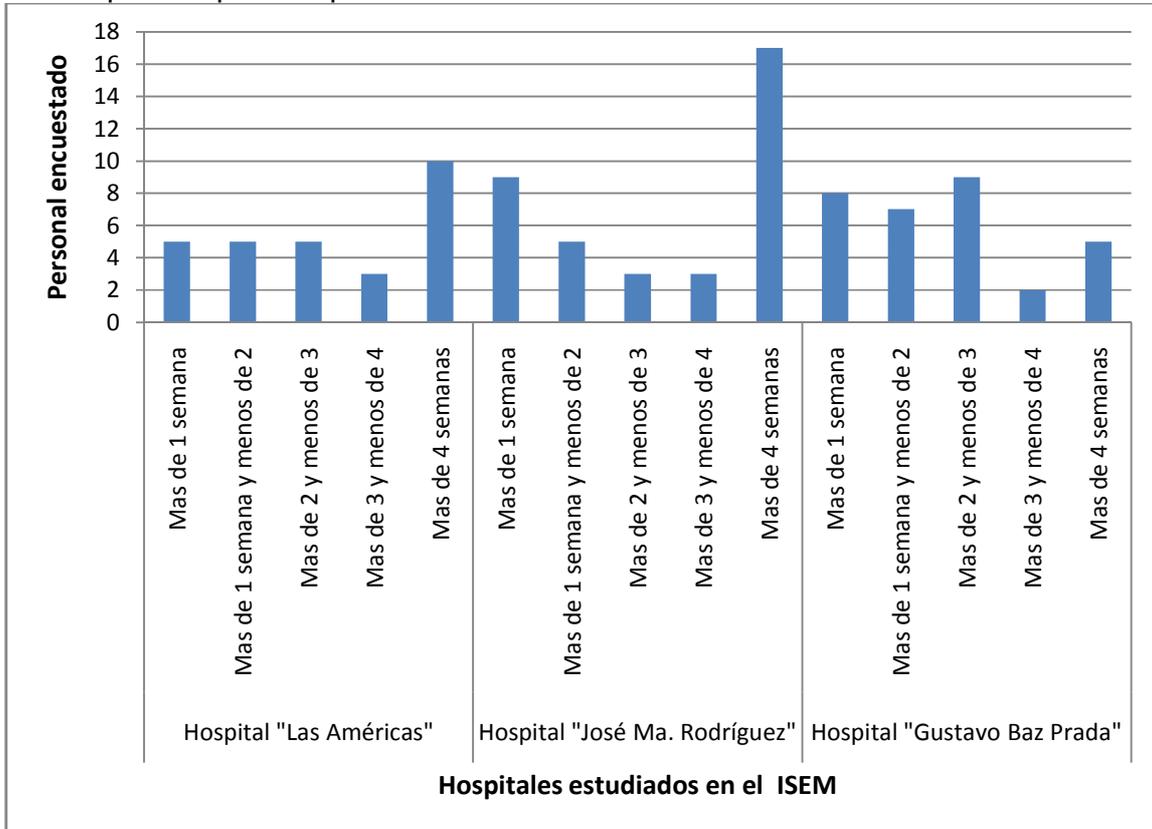
Gráfica 11. Acciones tomadas por el cuerpo médico en el momento que ocurre una falla en el equipo médico, mostrado por hospitales.

De total de la muestra se tiene la siguiente tendencia:

Opción: Intenta resolver el problema	23.22%
Opción: Notifica a un compañero para que intente resolver el problema	8.38%
Opción: Notifica al Jefe de Servicio	43.87%
Opción: Notifica a Ing. Biomédica	23.87%
Opción: Otra	0.64%

Cuando se manifiesta una alarma en un equipo médico, después de una correcta capacitación en cualquiera de los equipos médicos, el cuerpo médico debería reaccionar de las siguientes dos maneras; primero intentar resolver el problema y segundo notificar al jefe de área para que este lo reporte a ingeniería biomédica. La opción de notificación al jefe de servicio aplico en su mayoría para el personal de los turnos en lo que no tienen contacto con ingeniería biomédica y lo que hacen en la mayoría de las ocasiones dejar una nota. La respuesta “otra opción” se les explico que podían indicarla cuando ellas retiraban el equipo, lo cambian o simplemente lo apagaban cuando ocurría un problema.

12. Cuando un equipo médico falla y requiere mantenimiento correctivo. ¿en qué tiempo es reparado?



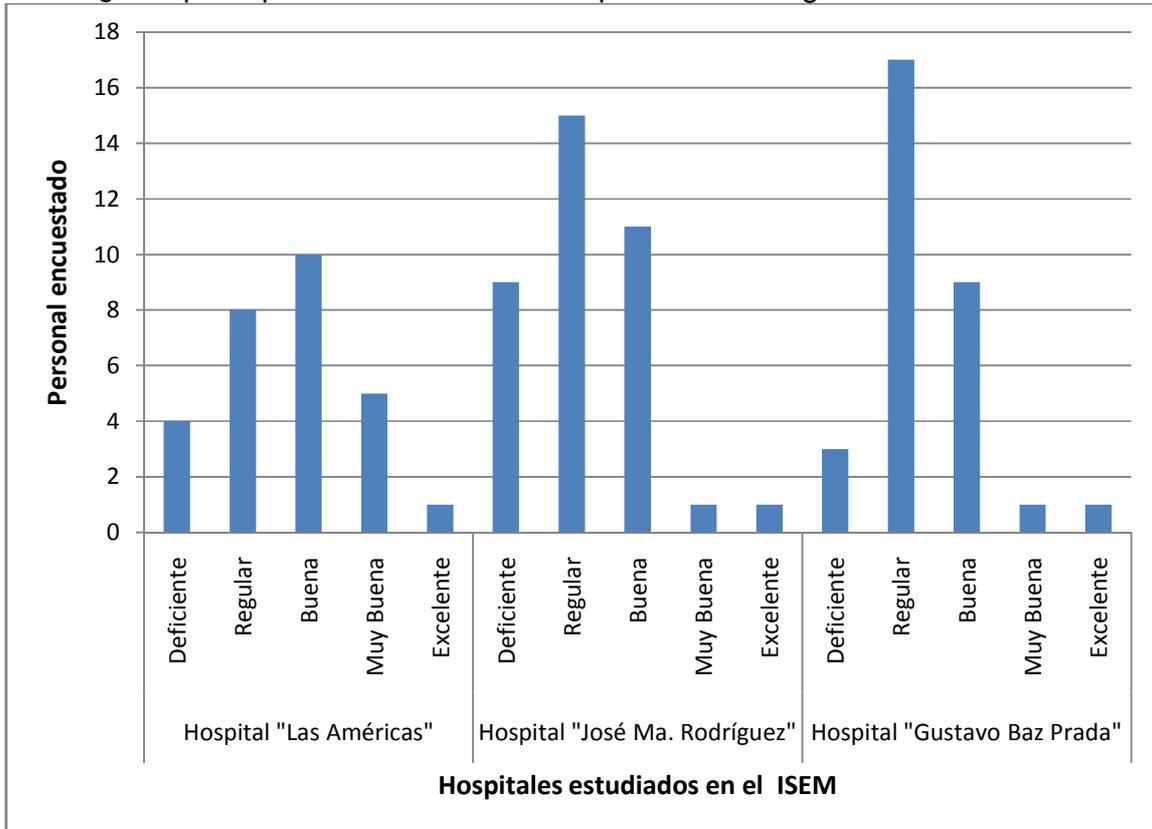
Gráfica 12. Comparativo de los tiempos observados por parte del cuerpo médico para la reparación de los equipos médicos, mostrado por hospitales.

De total de la muestra se tiene la siguiente tendencia:

Opción: Mas de 1 semana	22.91%
Opción: Mas de 1 semana y menos de 2	17.70%
Opción: Mas de 2 y menos de 3	17.70%
Opción: Mas de 3 y menos de 4	8.33%
Opción: Mas de 4 semanas	33.33%

La tendencia principal es que el promedio para reparar un equipo médico es mayor a 4 semanas, esto es un dato importante ya que dentro de la percepción que se tiene de ingeniería biomédica se le debe agregar la característica de lentitud en la reparación. Se detallara más adelante las razones por las cuales estos tiempos son reales y reflejados en la encuesta aplicada a ingeniería biomédica.

13. ¿Qué percepción tiene del servicio que le brinda ingeniería biomédica?



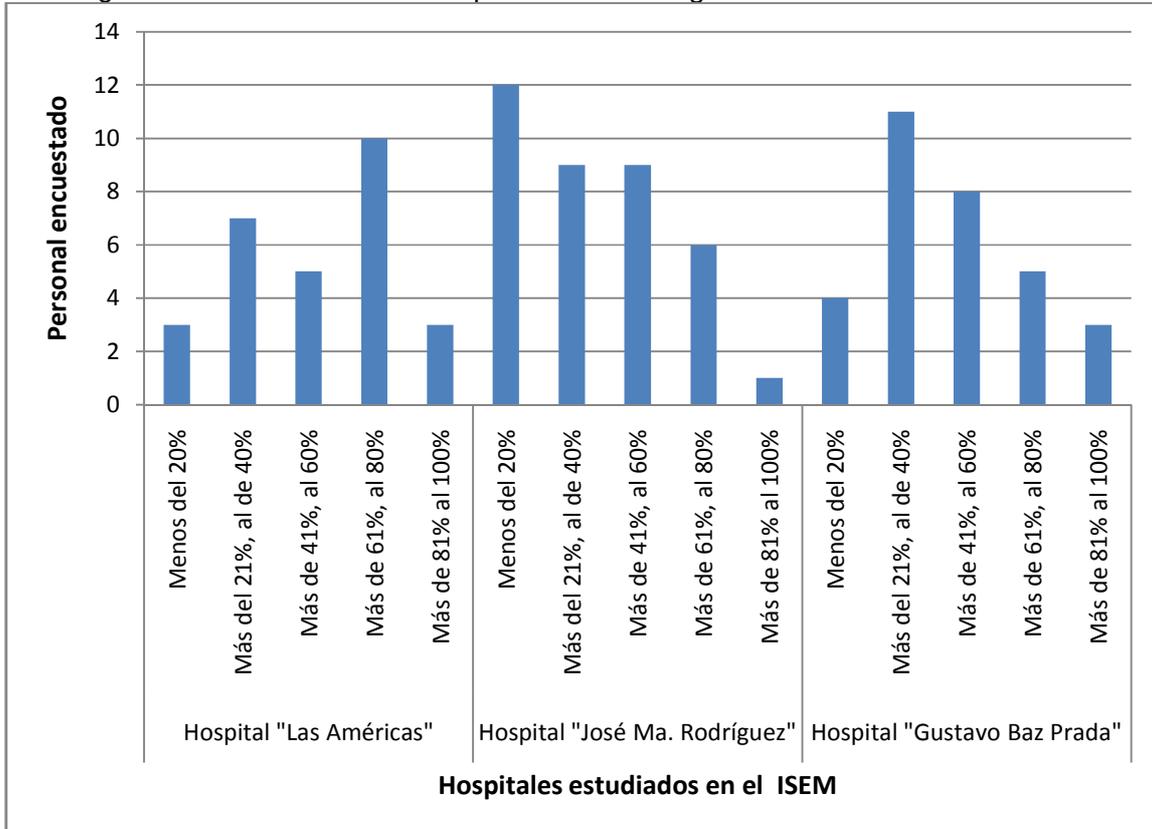
Gráfica 13. Comparativo de la percepción del servicio que ofrece ingeniería biomédica por parte del cuerpo médico, mostrado por hospitales.

De total de la muestra se tiene la siguiente tendencia:

Opción: Deficiente	16.41%
Opción: Regular	41.66%
Opción: Buena	31.25%
Opción: Muy buena	7.29%
Opción: Excelente	3.12%

Como se planteó en el comienzo de la investigación, la tendencia central indica que la percepción es entre regular a buena. Desafortunadamente también se observa que mínima la percepción de que sea muy buena o excelente, si se analizan las respuestas encontradas y gráficas en estas primeras 12 preguntas se puede entender el por qué se tiene esta tendencia. Mejora conforme se tiene una mayor presencia dentro de las áreas estudiadas como se puede ver que en hospital "Las Américas" es mejor la percepción que en caso del "José María Rodríguez".

14. ¿Cuál es la efectividad del departamento de ingeniería biomédica?



Gráfica 14. Comparativo de la efectividad evaluada del servicio que ofrece ingeniería biomédica por parte del cuerpo médico, mostrado por hospitales.

De total de la muestra se tiene la siguiente tendencia:

Opción: Menos del 20%	19.79%
Opción: Mas de 21% y menos de 40%	28.12%
Opción: Mas de 41% y menos de 60%	22.91%
Opción: Mas de 61% y menos de 80%	21.87%
Opción: Mas de 81% y 100%	7.29%

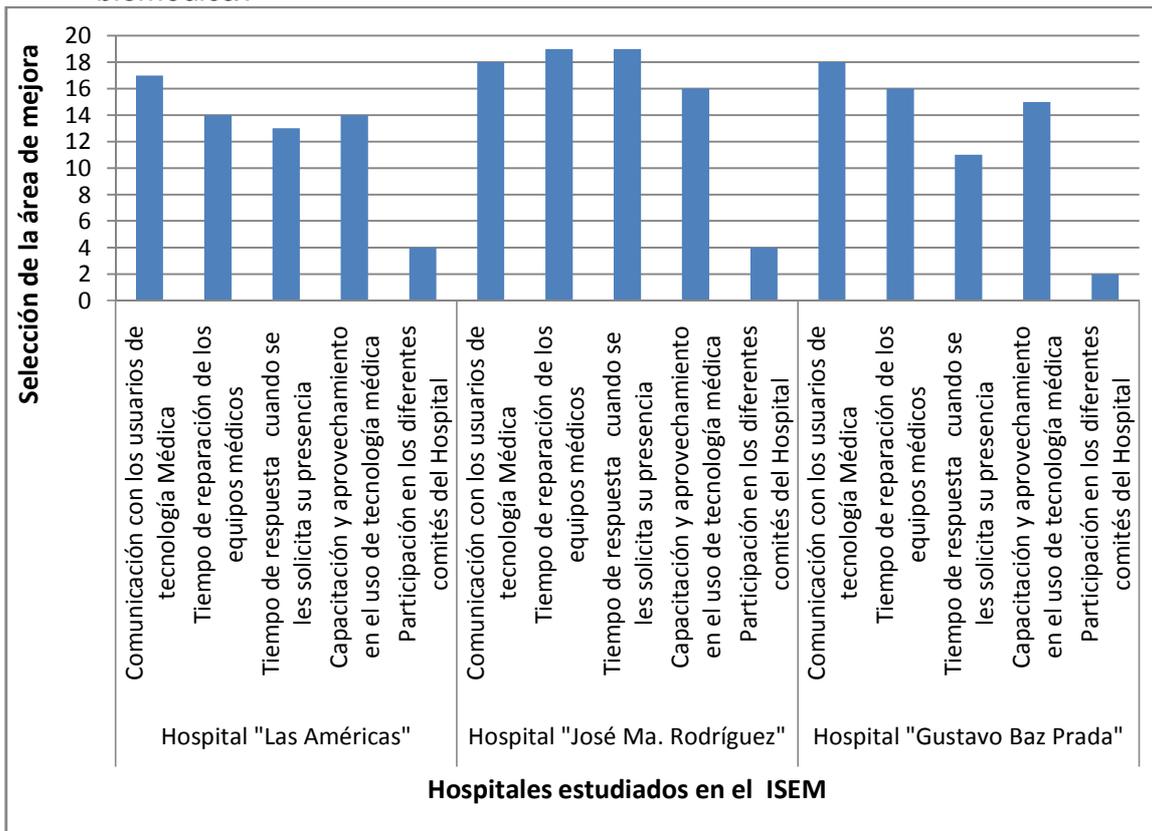
El hospital “Las Américas” tiende a tener una mejor efectividad, al igual que la percepción (como se observó anteriormente) con respecto al hospital “José María Rodríguez” que cuenta con un solo ingeniero. El conjunto de las preguntas anteriores ayudan mucho a describir la razón por la cual las evaluaciones son tan bajas y el cuerpo médico hace sentir que el departamento de ingeniería biomédica no está cumpliendo con su función.

El rango de calificación por hospital con respecto a su efectividad queda así

De total de la muestra se tiene la siguiente tendencia:

Hospital "Las Américas"	4.21 a 6.21
Hospital "José María Rodríguez"	2.64 a 4.64
Hospital "Gustavo Baz Prada"	2.91 a 5.48

15. Señala 2 opciones. ¿qué mejorarías del departamento de ingeniería biomédica?



Gráfica 15. Áreas de oportunidad para ingeniería biomédica, mostrado por hospitales.

De total de la muestra se tiene la siguiente tendencia:

Opción: Comunicación con los usuarios de tecnología médica	26.50%
Opción: Tiempo de reparación de los equipos médicos	24.50%
Opción: Tiempo de respuesta cuando se les solicita su presencia	21.50%
Opción: Capacitación y aprovechamiento en el uso de tecnología médica	22.50%
Opción: Participación en los diferentes comités del Hospital	5.00%

La pregunta indica dos opciones, el cuerpo médico señalo más de dos.

El área de oportunidad que no requiere ningún tipo de recursos y que puede ayudar a mejorar parte de la percepción que se tiene a las funciones, habilidades y efectividad del departamento de ingeniería biomédica es la comunicación, con un total de 26.50%.

En segundo lugar con un 24.50% se desea que los tiempos de reparación de los equipos médicos sean menores.

En tercer lugar con 22.50% la capacitación y aprovechamiento en el uso de la tecnología médica. Esta se resuelve en muchas ocasiones con la primera.

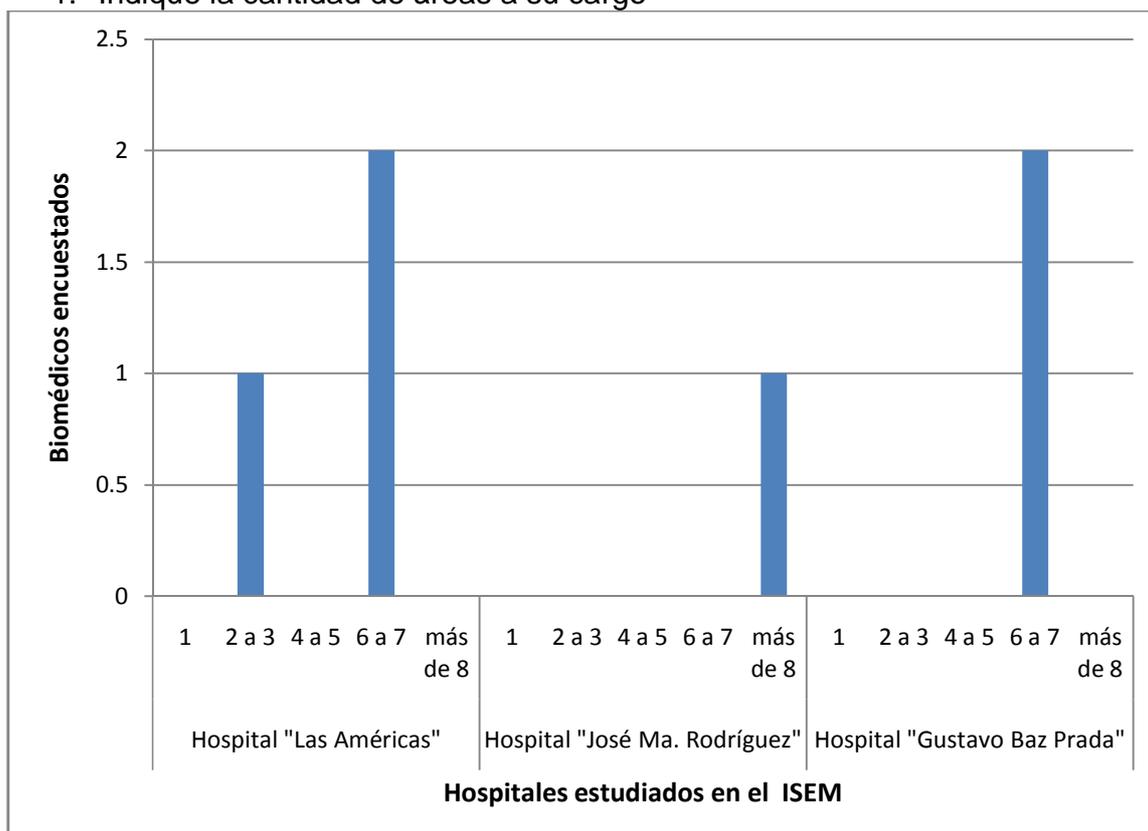
En cuarto lugar el tiempo de respuesta cuando se solicita su presencia en los servicios. Esto solo puede resolverse con una mayor cantidad de personal.

Y finalmente la opción menos señalada indica que el departamento de ingeniería biomédica es visto como personal operativo y que no tiene nada que ver con la seguridad radiológica, biológica y protección civil, comités de investigación y ética.

4.2 Gráficas comparativas de las encuestas aplicadas a ingeniería biomédica.

A continuación se graficaran los resultados de los 3 hospitales con la finalidad de poder comparar las respuestas obtenidas y posteriormente describir el análisis de los resultados.

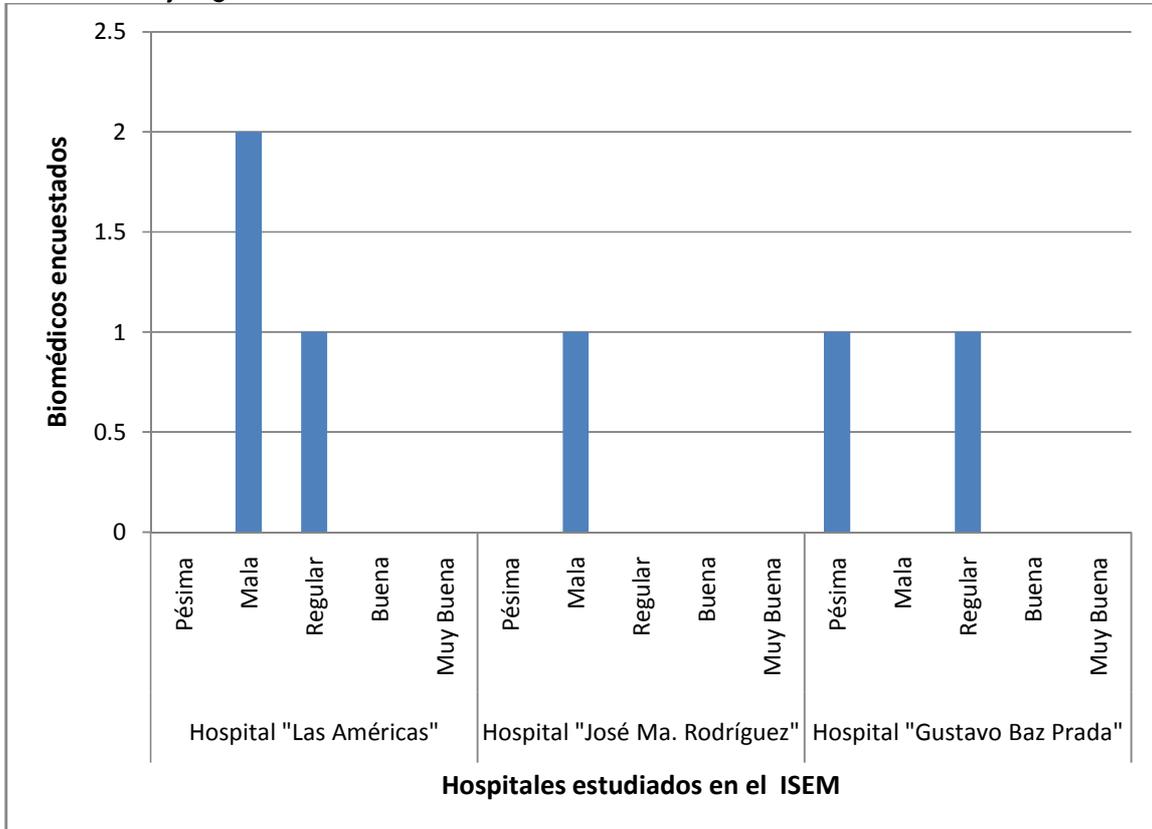
1. Indique la cantidad de áreas a su cargo



Gráfica 16. Áreas asignadas por biomédico, mostrado por hospitales.

Al observar la gráfica se puede observar que la cantidad de áreas asignadas a cada ingeniero provoca que la carga de trabajo sea alta, en condiciones normales se puede conseguir un equilibrio entre los mantenimientos programados, capacitación y comunicación con las áreas. El promedio de las áreas por biomédico son más de 6, dependiendo del área y la cantidad de equipos en ella es la complejidad.

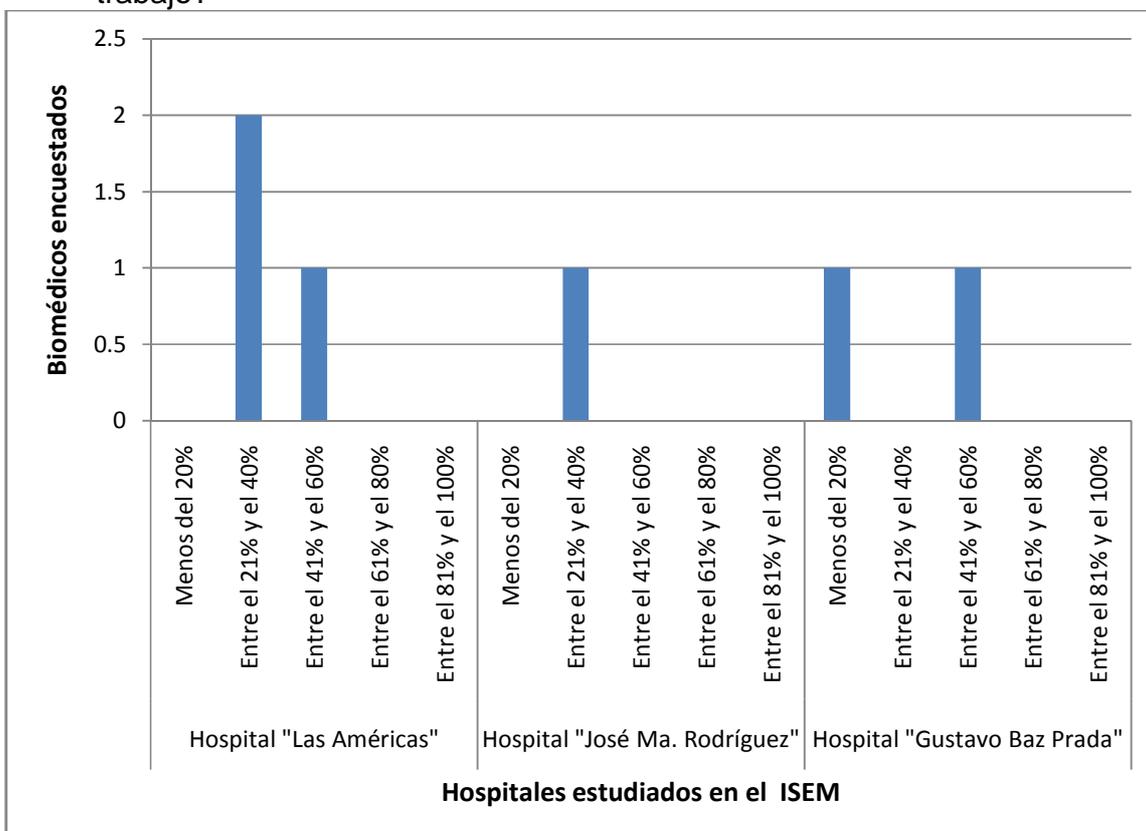
2. La cantidad y calidad de la herramienta de que dispone para realizar su trabajo. ¿La considera?



Gráfica 17. Calidad y cantidad de herramienta otorgada a ingeniería biomédica por parte del hospital para realizar sus actividades, mostrado por hospitales.

En las entrevistas y observaciones realizadas a los ingenieros biomédicos, realmente no cuentan ni con la cantidad ni con la calidad de herramienta. Sin contar que no se considera mucho el cambio de esta por desgaste natural como es la oxidación de las pinzas en las áreas y equipos que manejan salida de agua. En algunos casos los mismos ingenieros son quienes tienen que comprar parte de su herramienta para poder realizar sus actividades. La tendencia en las gráficas es de regular a mala.

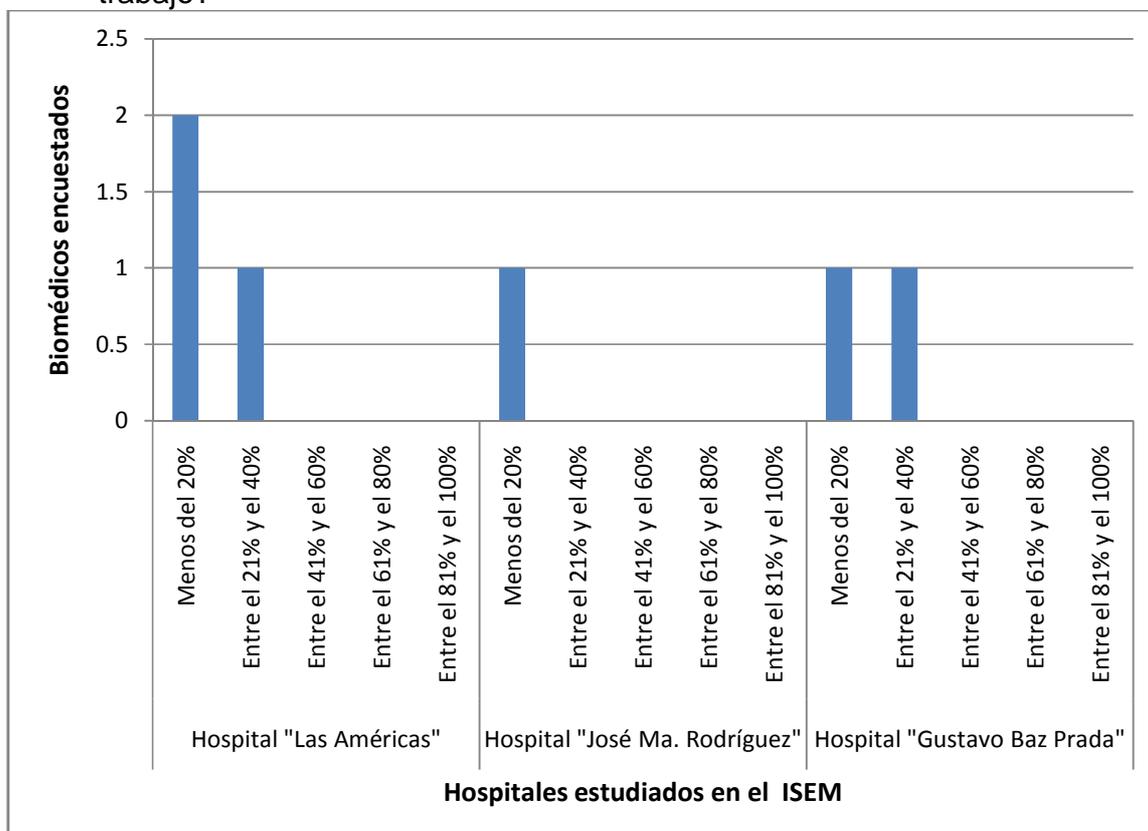
3. En qué rango ¿Cuenta con los instrumentos necesarios para realizar su trabajo?



Gráfica 18. Instrumentos de medición otorgados a ingeniería biomédica por parte del hospital para realizar sus actividades, mostrado por hospitales.

Los instrumentos de medición básicos para el desarrollo de las actividades de ingeniería biomédica son multímetro, sensor de temperatura, simulador de signos vitales, medidor de oxígeno y vacío, osciloscopio y medidor de seguridad eléctrica que son elementales para poder comprobar la seguridad de los equipos médicos. Por los altos costos de mayoría de estos, no es posible que se cuenten por hospital teniendo como resultado que si un área solicita la revisión de equipo médico los ingenieros no pueden emitir un dictamen real. Teniendo que recurrir a compañías externas para la revisión y reparación de los equipos.

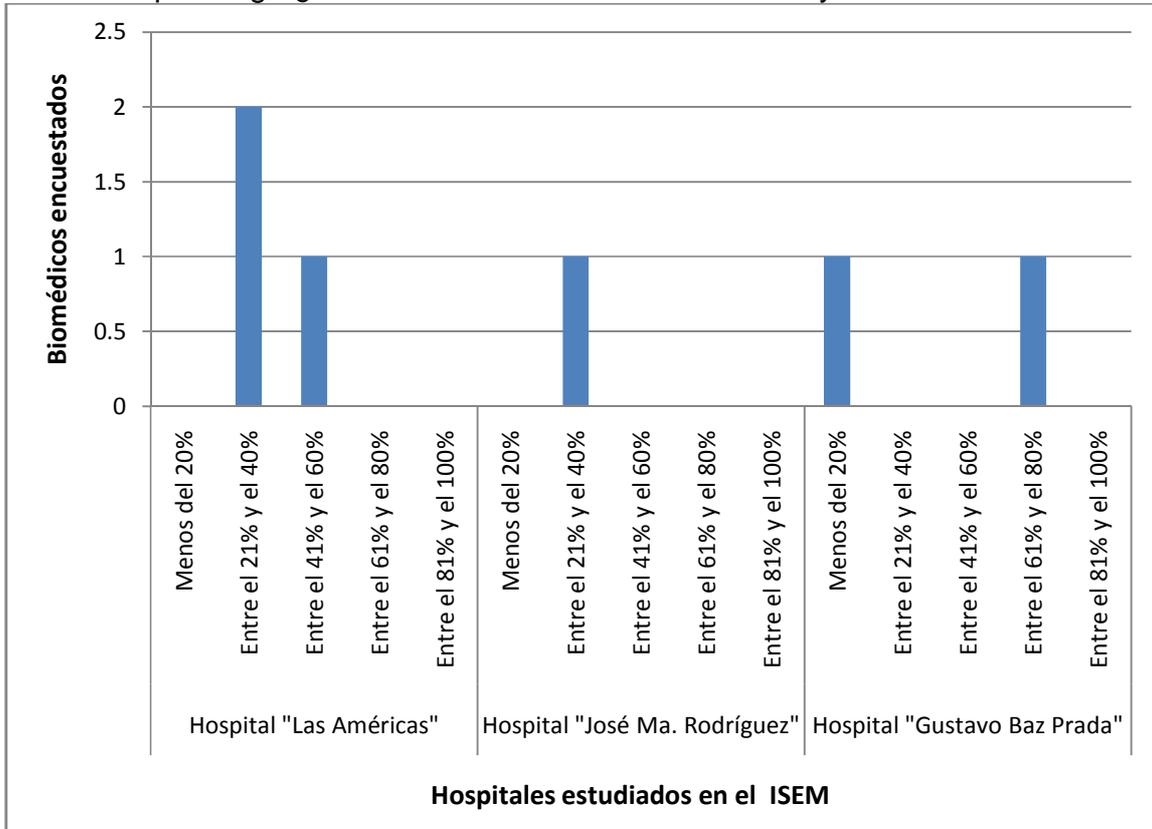
4. En qué rango ¿Cuenta con las instalaciones necesarias para realizar su trabajo?



Gráfica 19. Instalaciones otorgadas a ingeniería biomédica por parte del hospital para realizar sus actividades, mostrado por hospitales.

Una de las carencias más importantes y visibles para los departamentos de ingeniería biomédica es el espacio asignado para realizar sus funciones, para el caso del hospital "Las Américas" que tiene poco tiempo de haber inaugurado si cuenta con un pequeño espacio para la realización de sus actividades. Pero en el caso de los hospitales "José María Rodríguez" y "Gustavo Baz Prada" comparten instalaciones con mantenimiento teniendo como consecuencia que la limpieza y orden que se requiere desarmar y armar los equipos no es posible. Ningún departamento cuenta con las instalaciones necesarias como son agua, drenaje y sistemas de gases medicinales, esto se observa en las respuestas ofrecidas por los ingenieros entrevistados y encuestados.

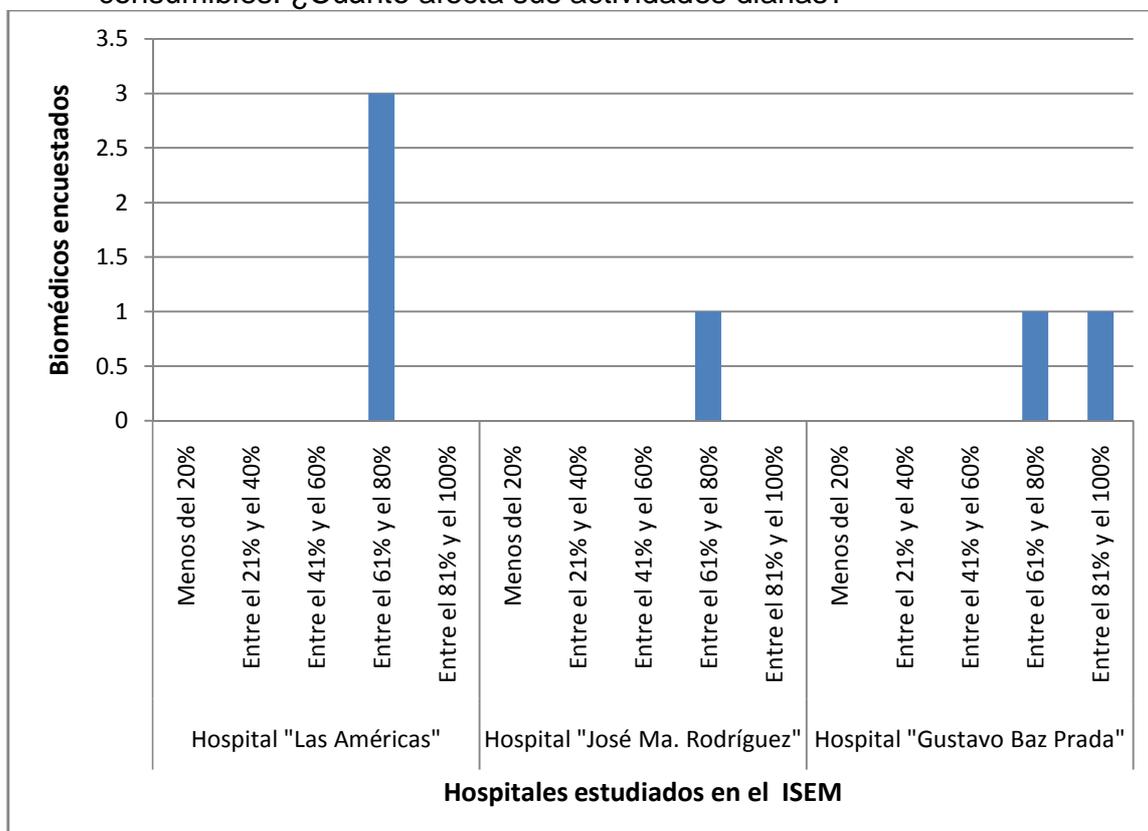
5. En qué rango ¿Cuenta con un stock de refacciones y consumibles?



Gráfica 20. Cantidad de refacciones y consumibles otorgadas a ingeniería biomédica por parte del hospital para realizar sus actividades, mostrado por hospitales.

A través de las solicitudes realizadas para el subdirector administrativo los tres departamentos de ingeniería biomédica se han estado haciendo de consumibles mínimos necesarios para la operación de los equipos médicos. Pero no se cuenta con lo necesario para satisfacer la demanda de todos los equipos, ni tampoco el espacio para resguardarlos.

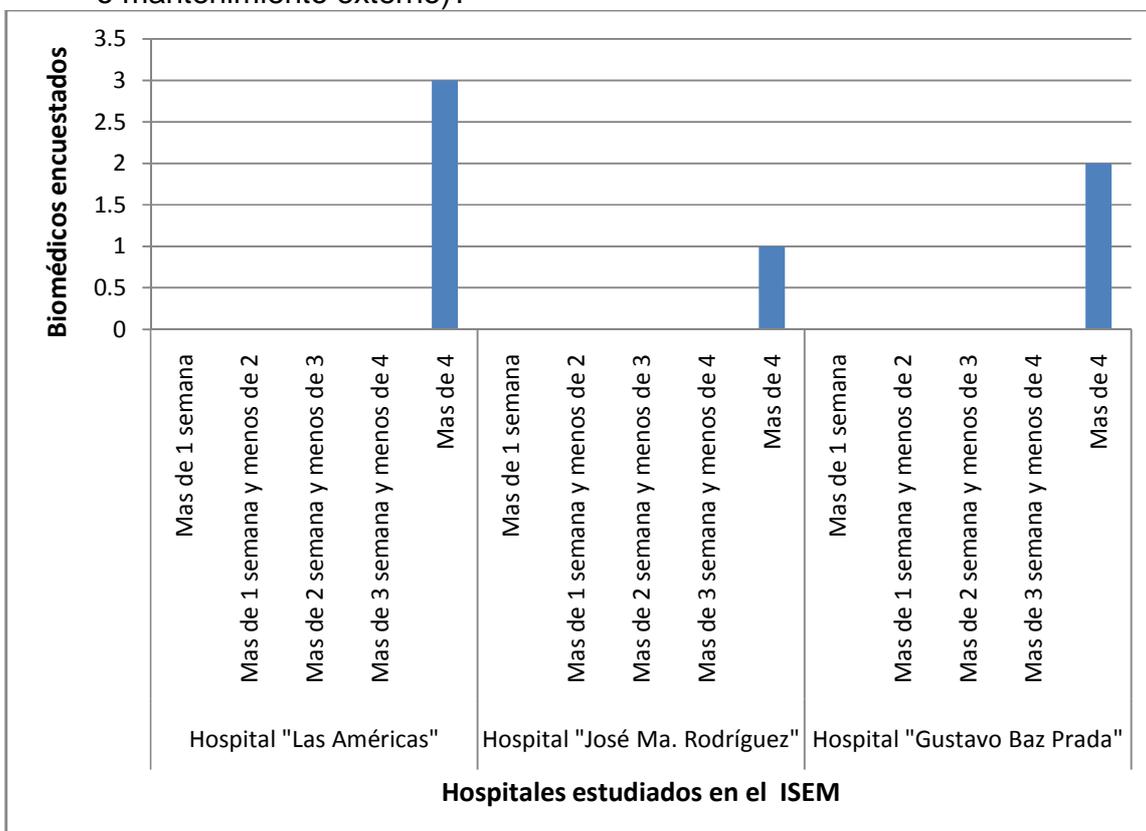
6. Contar o no, con la herramienta, instrumentos, instalaciones, refacciones y consumibles. ¿Cuánto afecta sus actividades diarias?



Gráfica 21. Cantidad de refacciones y consumibles otorgadas a ingeniería biomédica por parte del hospital para realizar sus actividades, mostrado por hospitales.

La respuesta presentada por parte de ingeniería biomédica muestra que si bien se cuenta con el conocimiento en la resolución de los problemas, este no basta. Se necesita contar con la herramienta, instrumentos, instalaciones y refacciones necesarias para conseguir el objetivo del departamento de ingeniería biomédica. La respuesta presentada a la pregunta, muestra como la carencia de estos elementos afectan el desempeño laboral.

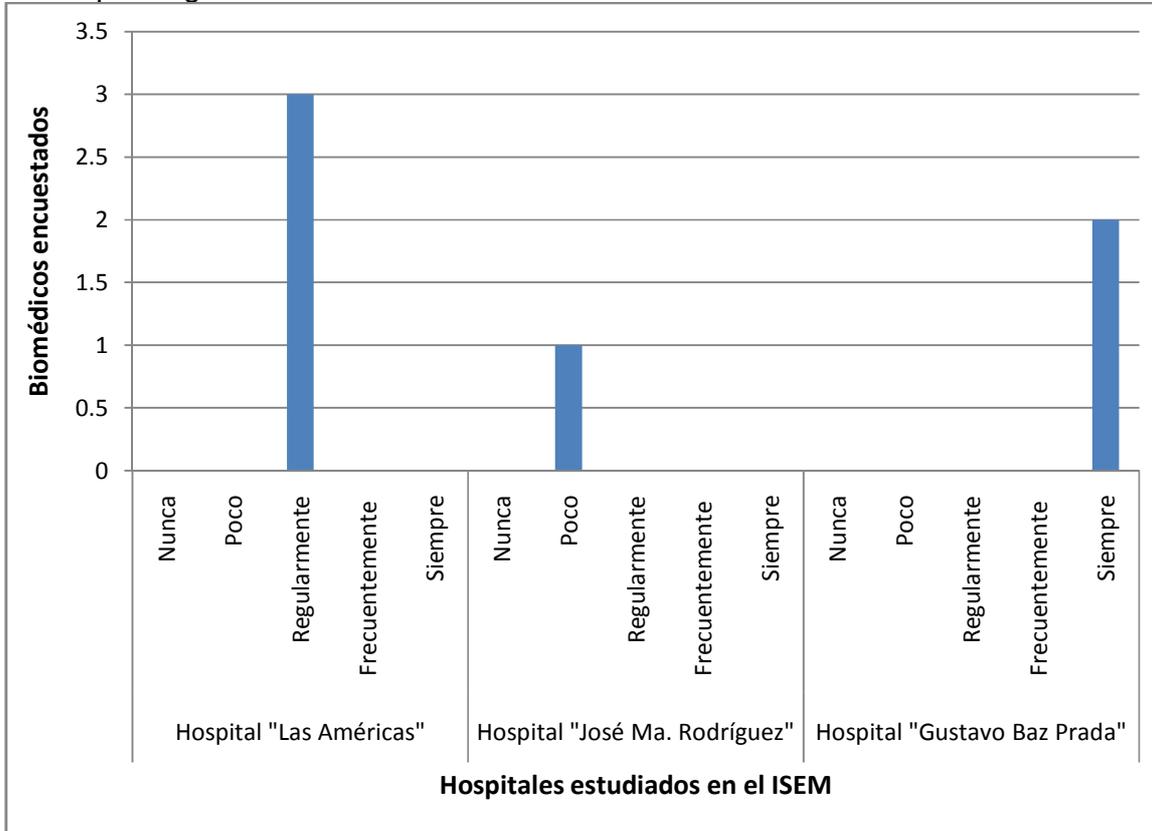
7. ¿Cuál es el tiempo aproximado para autorizar una cotización (por refacción o mantenimiento externo)?



Gráfica 22. Tiempos de autorización de una cotización por parte de la subdirección administrativa, mostrado por hospitales.

Parte de la imagen de ineficiente que tiene ingeniería biomédica se debe a que los procesos para autorizar una cotización para reparar un equipo o comprar una refacción es mayor a 4 semanas. Esta respuesta confirma la percepción que tiene el cuerpo médico a cerca de los tiempos de reparación de los equipos médicos. Es por esta razón que se propone un cambio en la organización estructural del hospital en la sección 2.4 de esta tesis, con la finalidad de reducir los tiempos y apoyo para las áreas operativas.

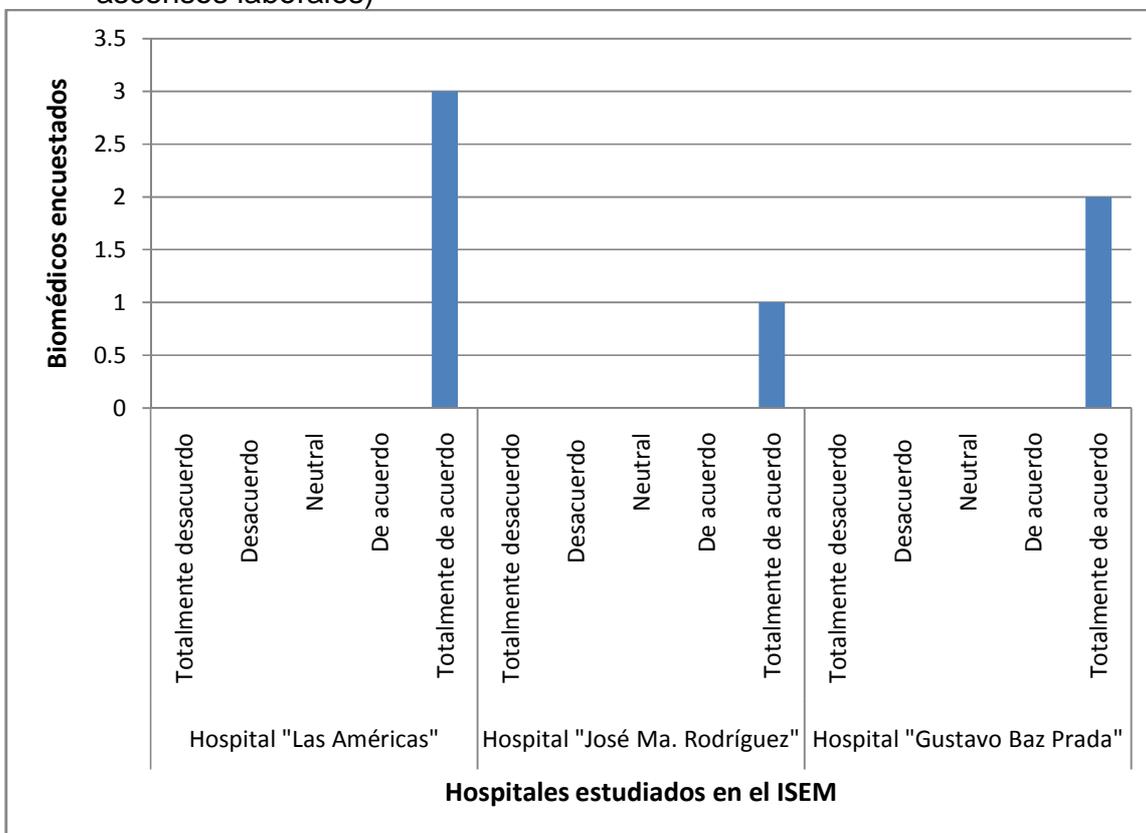
8. Cuando careces de algún elemento para reparar un equipo. ¿le informas al área afectada, la razón por la cual el tiempo de mantenimiento puede prolongarse?



Gráfica 23. Comunicación entre ingeniería biomédica y cuerpo médico en los tiempos de resolución de los problemas, mostrado por hospitales.

Al contar con un mayor número de ingenieros la comunicación mejoraría entre el departamento de ingeniería biomédica y las diferentes áreas estudiadas y turnos. A pesar de los departamentos tratar de informar la causa de atraso en la reparación de los equipos, tal como se observó en la sección anterior (gráfica 12) percepción que tiene el cuerpo médico es lenta la reparación y con ello menor equipo para trabajar.

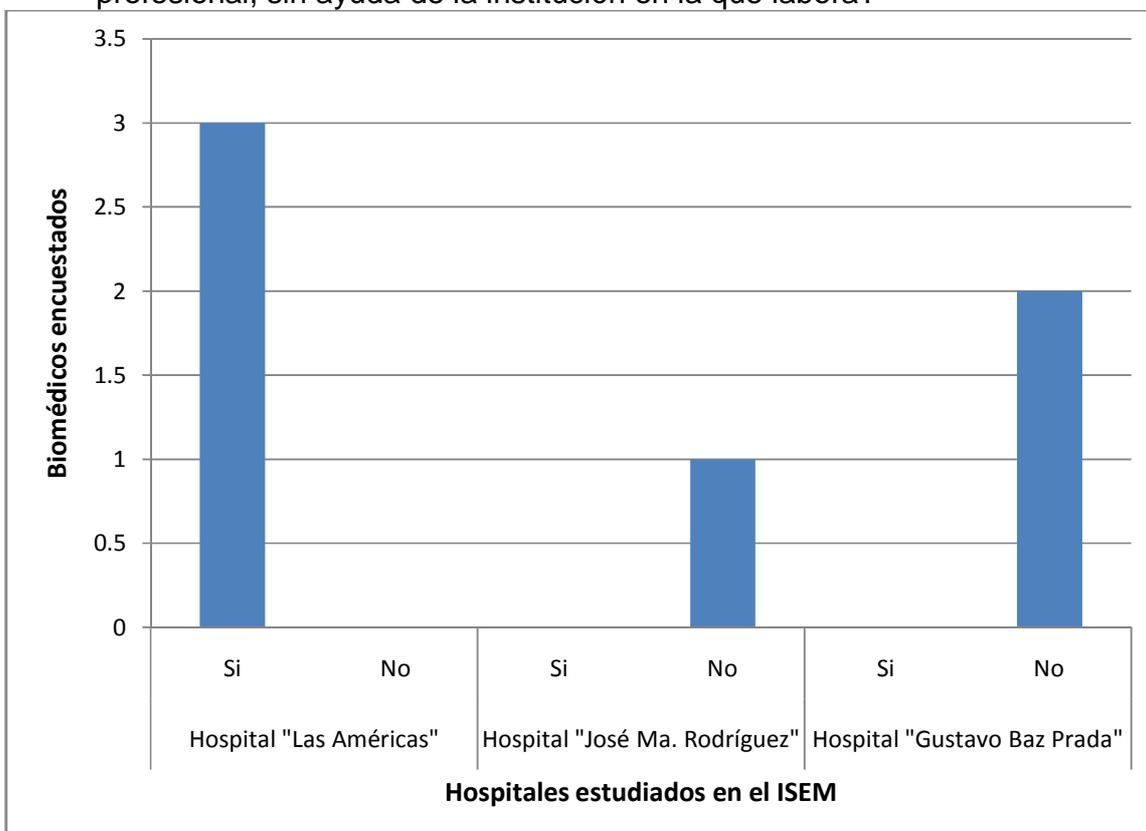
9. ¿Consideras que la institución en la que labora debe promover su desarrollo profesional? (A través de capacitaciones, apoyo para estudios y ascensos laborales)



Gráfica 24. Interés por conseguir un desarrollo profesional por parte del personal de ingeniería biomédica, mostrado por hospitales.

El desarrollo profesional es importante en cualquier profesión, por lo que todos los ingenieros biomédicos están de acuerdo en que deben conseguir mejoras laborales, económicas y académicas, la institución en la que laboran deben ofrecerles una ventana de oportunidad para conseguir esto. Se desea mencionar que los ingenieros biomédicos trabajan bajo el esquema de seguro popular, por lo que no tienen las mismas prestaciones que la mayoría de los trabajadores del ISEM y con esto pierden la oportunidad de conseguir becas, estímulos económicos y desarrollo profesional.

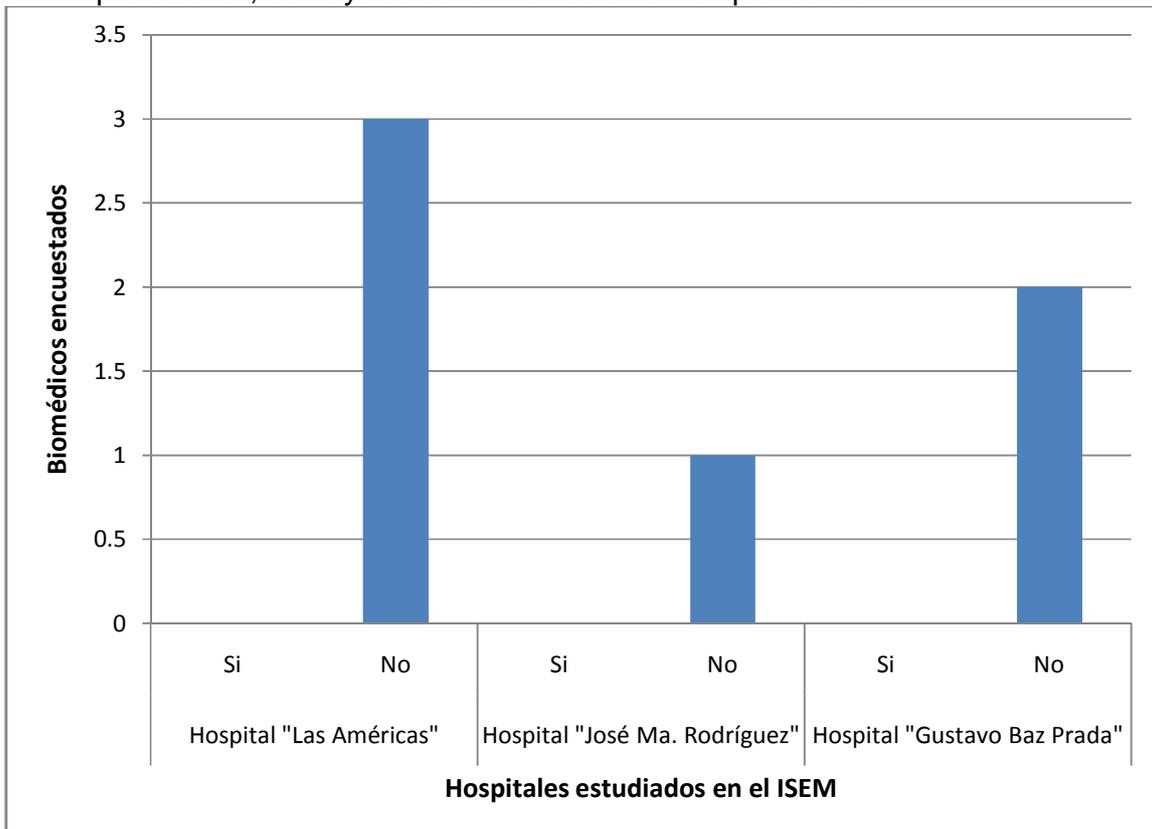
10. ¿Ha realizado algún tipo de estudio que le permita un desarrollo profesional, sin ayuda de la institución en la que labora?



Gráfica 25. Acciones realizadas por conseguir un desarrollo profesional por parte del personal de ingeniería biomédica sin ayuda de la institución, mostrado por hospitales.

Solo los tres ingenieros biomédicos del hospital “Las Américas” se encuentran cursando estudios de posgrado sin ayuda del ISEM. En las entrevistas realizadas con los ingenieros mencionaron que el hospital no les ofrece ningún tipo de capacitación, promoción y desarrollo. El contacto con los ingenieros biomédicos de nivel central del ISEM en Toluca es prácticamente nulo, al igual que con los colegas de los hospitales cercanos.

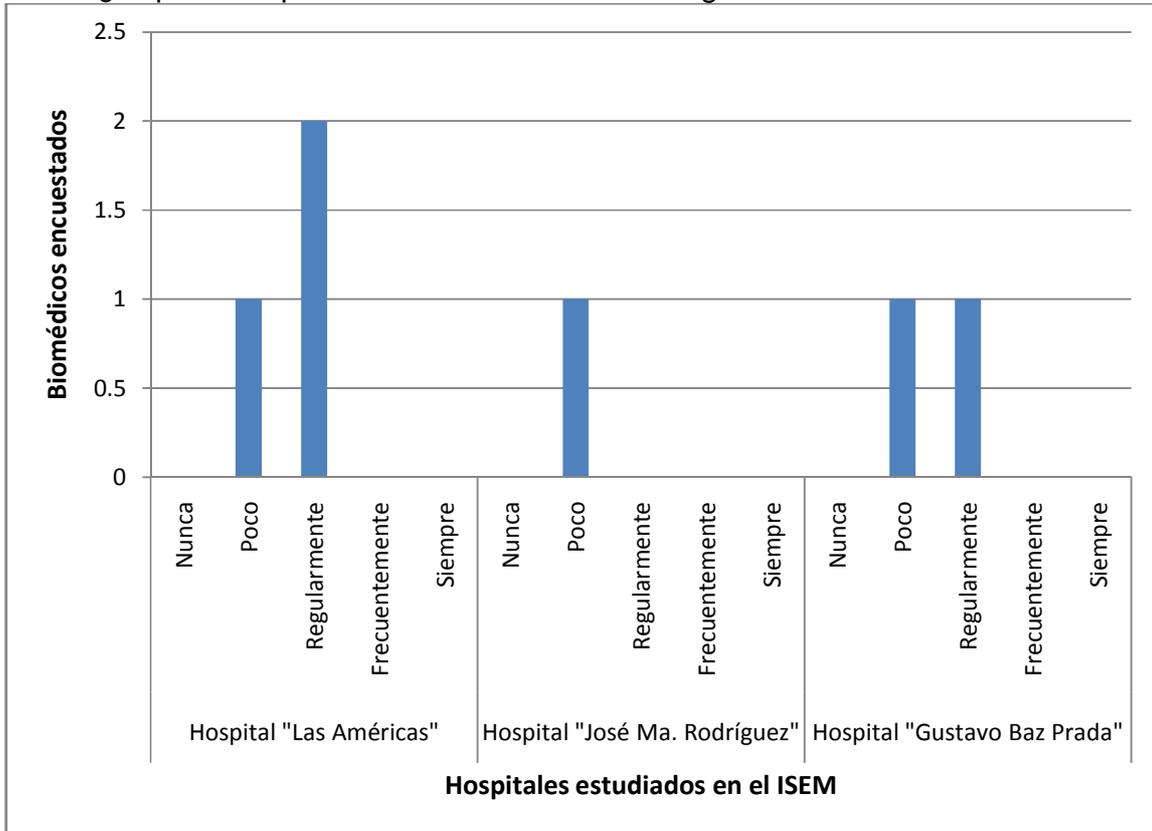
11. ¿Ha realizado algún tipo de estudio que le permita un desarrollo profesional, con ayuda de la institución en la que labora?



Gráfica 26. Acciones realizadas por conseguir un desarrollo profesional por parte del personal de ingeniería biomédica con ayuda de la institución, mostrado por hospitales.

Como se menciona anteriormente los ingenieros biomédicos no cuentan con los apoyos o becas para su desarrollo profesional.

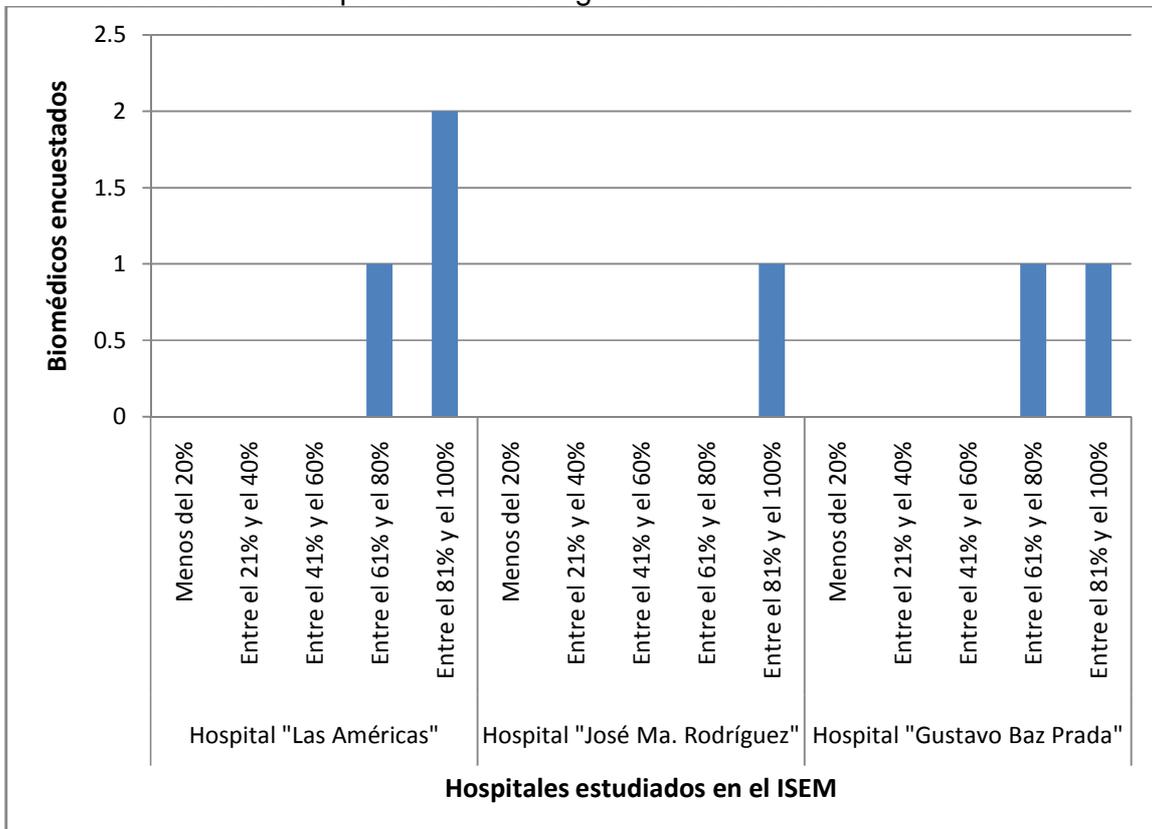
12. ¿Capacita al personal de las áreas a su cargo?



Gráfica 27. Capacitación del cuerpo médico por parte de ingeniería biomédica, mostrado por hospitales.

En las entrevistas realizadas comentan que las capacitaciones realizadas por parte de ingeniería biomédica son pocas, sin embargo tratan de coordinar con los proveedores e ingenieros de servicio constantes capacitaciones para el aprovechamiento de la tecnología médica para el cuerpo médico. Las capacitaciones a las que hacen referencia son la resolución de dudas de los equipos que se encuentran en su área. Esto fue observado y comprobado durante el tiempo de investigación.

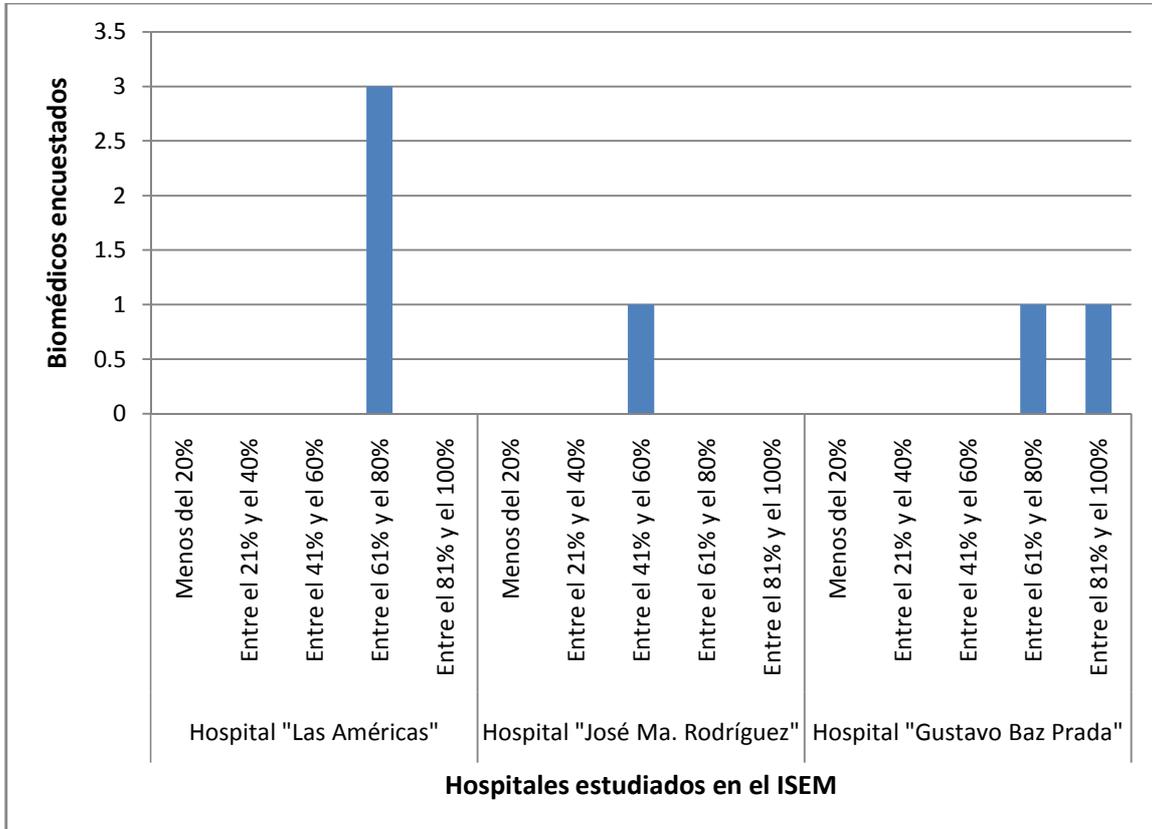
13. En que rango. ¿considera que las órdenes de servicio representan la efectividad del departamento de ingeniería biomédica?



Gráfica 28. Percepción de la productividad contra la efectividad por parte de ingeniería biomédica a través de las órdenes de servicio, mostrado por hospitales.

Tal como se documentó en la sección 2.6 en donde se señaló que se tiene la idea de que entre mayor número de órdenes de servicio el departamento es más productivo o eficiente. Realmente esto no es cierto, ya que se observó durante la investigación que en el hospital "José María Rodríguez" al ser un solo ingeniero en algunas ocasiones no hizo una orden de servicio y en otras ocasiones realizó una orden por revisar el equipo. En entrevistas con los ingenieros están de acuerdo que la documentación es importante para el seguimiento de fallas, índice de uso de la tecnología y proyecciones en el presupuesto de operación (uso de consumibles), pero no considero un factor de efectividad las órdenes de servicio por lo observado a lo largo del periodo de investigación.

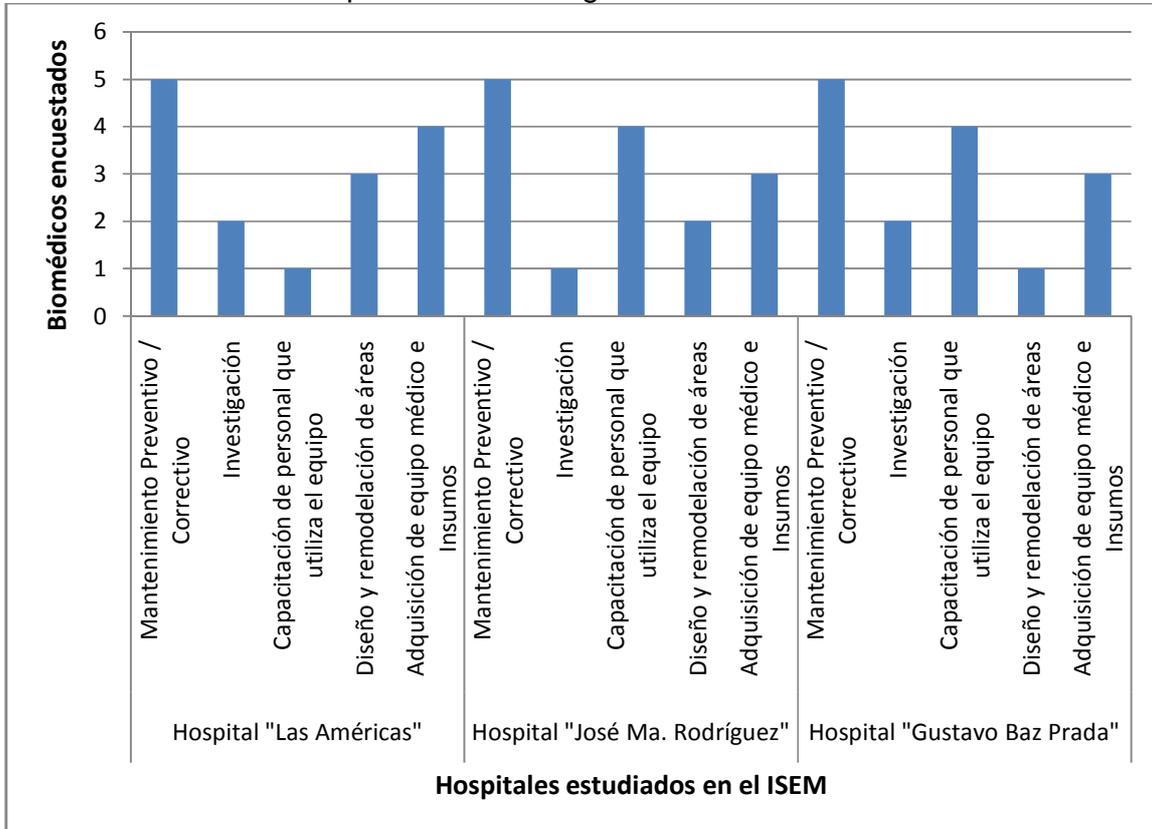
14. En que rango. ¿Las órdenes de servicio proyectan necesidades de las áreas de la institución?



Gráfica 29. Proyección de las necesidades médicas a través de las órdenes de servicio, mostrado por hospitales.

Tal como se comento en la gráfica anterior y en consecuencia a la respuesta de esta pregunta, los ingenieros de cada hospital piensan que las órdenes de servicio pueden representar parte de las necesidades médicas existentes. Tal como lo indica la tendencia general de las gráficas que va del 60 al 100%.

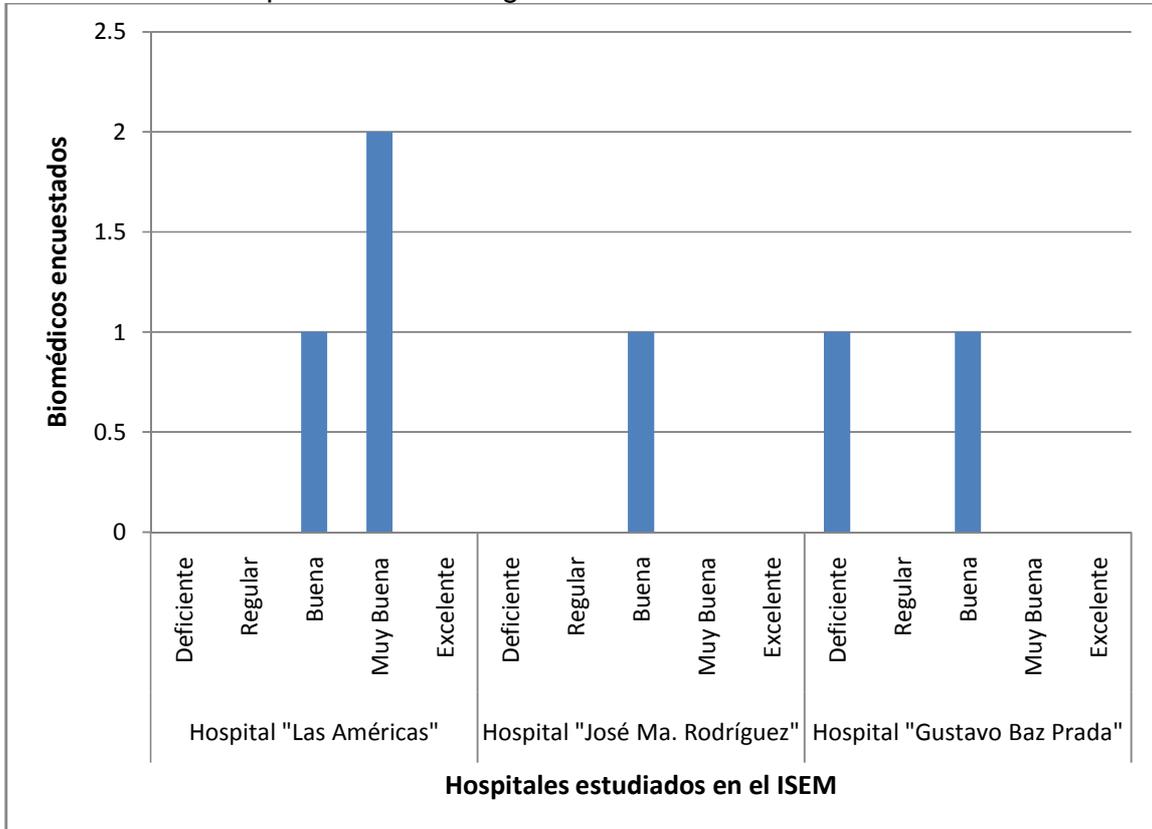
15. Considerando como 1 la más importante y 5 la menos. Ordena por favor las actividades del departamento de ingeniería biomédica.



Gráfica 30. Proyección de las actividades promedio diarias que realizan los departamentos de ingeniería biomédica, mostrado por hospitales.

Tal como se observa en la gráfica, la principal actividad diaria a que se dedican los ingenieros biomédicos es la realización de mantenimientos. La segunda en promedio es la capacitación, salvo en el hospital “Las Américas” que tiene como segunda actividad la compra de insumos, ya que al ser más ingenieros le dedican más tiempo a evitar equipos parados por falta de insumos. Investigación y remodelación es prácticamente inexistente en sus actividades.

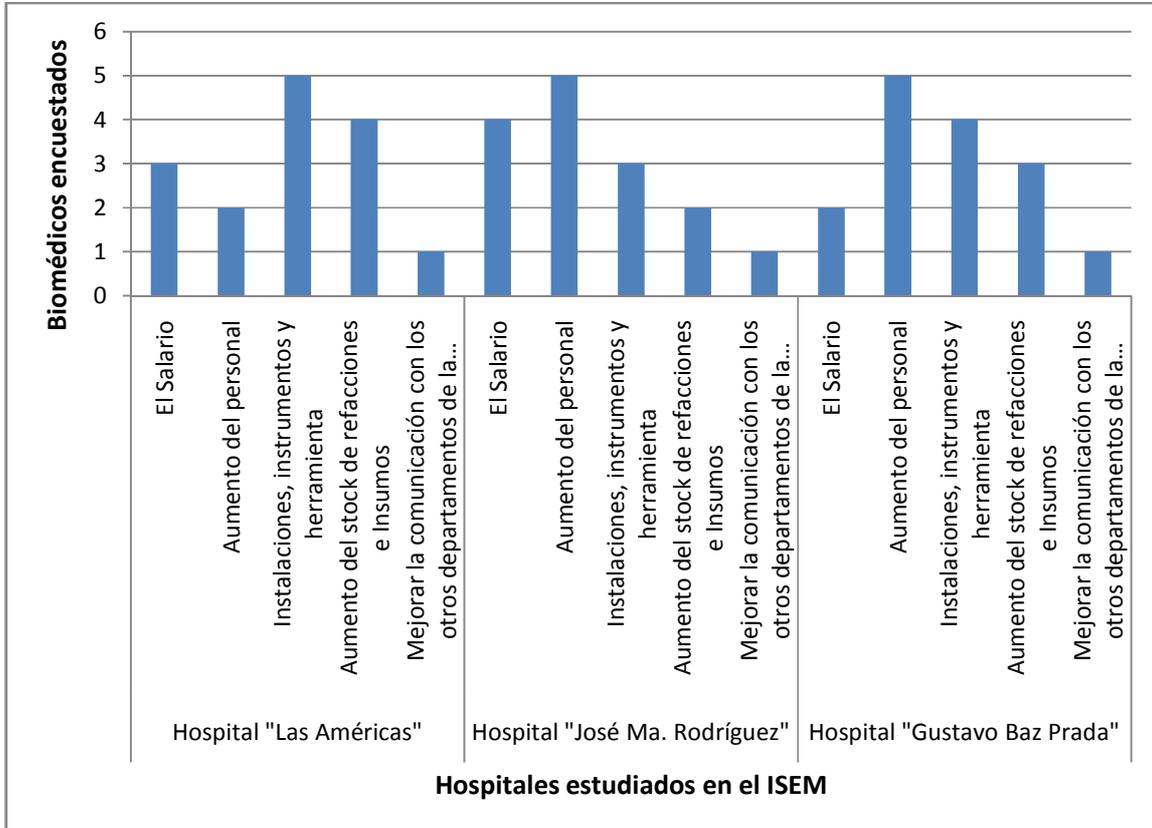
16. ¿Qué imagen crees que tienen las áreas de: Qx, laboratorio clínico, UCI y UCIN del departamento de ingeniería biomédica?



Gráfica 31. Percepción de la imagen proyectada del departamento de ingeniería biomédica hacia las áreas estudiadas, mostrado por hospitales.

La imagen que proyectada para las áreas estudiadas la consideran buena, ya que consideran que realizan su mejor esfuerzo por cumplir con las áreas estudiadas. La comparación de resultados entre la apreciación de ingeniería biomédica y cuerpo médico se detalla más adelante en la sección 4.3

17. Considerando como 1 la más importante y 5 la menos. ¿Qué elemento cambiarías para mejorar la situación del departamento de ingeniería biomédica?



Gráfica 32. Áreas de oportunidad para ingeniería biomédica que les gustaría mejorar, mostrado por hospitales.

Se observa que en los hospitales “José María Rodríguez” y “Gustavo Baz Prada” en donde se tiene menor personal, les gustaría contar con mayor personal para que la carga de trabajo sea menor y por lo tanto conseguir una mayor presencia en las áreas de trabajo. En el hospital “Las Américas” que en términos generales tienen mucho mejor evaluación y comunicación con las áreas estudiadas, buscan una mayor remuneración recordando que este hospital los ingenieros se encuentran haciendo estudios de posgrado. También se observa que la siguiente necesidad a satisfacer en los tres son las instalaciones, instrumentos y herramientas para poder realizar mejor su trabajo.

4.3 Análisis de resultados.

En el inicio de la investigación, se plantearon una serie de preguntas que se reflejaron en el planteamiento de las hipótesis de investigación, ahora se contestaran las preguntas de la sección 3.3 en base a los resultados obtenidos. Finalmente se indicara cuál de las tres hipótesis es la más cercana a la realidad

Se desea mencionar una vez más que en algunas encuestas en donde se les solicito que indicaran 2 opciones y marcaron 1 o más de 2 no fueron eliminadas ni alteradas, con la finalidad de hacer sentir la opinión del personal encuestado. Por lo que se realizo un ajuste para el análisis de datos.

1. ¿Cuáles son las causas que hacen efectivo un departamento de ingeniería biomédica concerniente al área de recursos humanos?

Observando las gráficas 6, 7, 8, 9, 10 y 12 en las que observamos que por no contar con un número mayor de recursos humanos en el departamento de ingeniería biomédica se ven afectadas áreas importantes como la comunicación y tiempos de respuesta. Ya que la tendencia en las escalas presentadas van del centro con tendencia hacia la izquierda. Para solucionar esta tendencia con la contratación de técnicos e ingenieros harían que mejorara la efectividad en las gráficas antes citadas, además al contemplar con mayor personal se puede hacer un mejor presencia en las áreas todos los turnos estudiados sobre todo en los turnos especial y nocturno a y b en donde no tienen contacto con los ingenieros.

Entre menor número de personal, mayor cantidad de áreas y por lo tanto se tiene una mayor deficiencia en los aspectos mencionados. Tal como se observa en la gráfica 16.

2. ¿Cuáles son las causas que hacen efectivo un departamento de ingeniería biomédica concerniente al área de recursos materiales, consumibles e infraestructura?

Hay una relación directa entre las necesidades no satisfechas en el departamento de ingeniería biomédica y el servicio que brinda este a las áreas de estudio. Ya que como se observa en las gráficas 2, 3, 4 y 5. En donde observamos que en los tres hospitales estudiados consideran que tienen menos de 60% global para poder realizar sus actividades diarias, esto puede verificarse con solo visitar cada una de los departamentos en donde se realizan las actividades diarias.

3. ¿Cuáles son los tiempos aproximados en que es autorizado una cotización para solicitud de compra de insumos, refacciones o pago a proveedor externo?

Se observa en la gráfica 21, que el tiempo promedio es de 4 semanas. Esto afecta de manera muy importante la efectividad del departamento de ingeniería biomédica. Si tomamos en cuenta la gráfica 15 en donde tiene un intervalo alto la solicitud de mejora de tiempos de reparación de equipos, se debe de informar que un ingeniero biomédico no lo conoce todo y mucho menos se cuenta con las “herramientas especiales” con las que puede reparar un equipo y que las compañías dueñas de la tecnología otorgan a sus ingenieros de servicio. Aunado a una comunicación deficiente por parte de biomédica para las áreas estudiadas provocan que la percepción de los tiempos de reparación de equipos sea de semanas.

4. ¿Cuáles es la importancia del desarrollo profesional para los ingenieros biomédicos y que hacen para conseguirlo?

De los seis ingenieros encuestados, todos están de totalmente de acuerdo en que el desarrollo profesional es importante. Cómo se puede resolver este problema si existen limitantes en el desarrollo profesional por las características propias de la institución hospitalaria, la única proyección actual es ser jefe de departamento. Los tres ingenieros del hospital “Las Américas” por su cuenta están realizando estudios de posgrado sin ayuda de la institución, consideran que la preparación constante es la mejor manera de contar con herramientas en la resolución de problemas.

5. ¿cuáles es la percepción que se tiene de la relación; “órdenes de servicio vs. efectividad” para el departamento de ingeniería biomédica?

En la gráfica 14, se puede observar que si hay una tendencia a creer que las órdenes de servicio si pueden reflejar una efectividad. Tal como se contemplo en marco teórico desafortunadamente la mayoría de los departamentos de ingeniería biomédica supone que entre mayor son el número de órdenes de servicio mayor es la efectividad. Que lo interesante a contrastar es el cuerpo médico (gráfica 14) tiene una percepción muy distinta y variada. Los usuarios de la tecnología médica que no ve las actividades de biomédica (turno nocturno y otro) son quienes los consideraron con una efectividad menor.

6. ¿Cuál es el conocimiento que se tiene de las actividades que realiza el departamento de ingeniería biomédica por parte del cuerpo médico?

Las gráficas 4 y 5, arrojan resultados muy claros en los tres hospitales estudiados, de los cuales se pueden deducir 2 puntos.

1. Se conoce muy poco de las actividades que debe realizar un departamento de ingeniería biomédica. Inclusive quienes marcaron en todas las encuestas que tenían un mayor conocimiento de las actividades, sólo indicaron en la pregunta 5 mantenimiento de equipo médico.
 2. El ingeniero biomédico se encuentra encasillado como un técnico que repara equipo.
7. ¿Cuáles es la comunicación que existe entre el departamento de ingeniería biomédica y el cuerpo médico, con respecto a las siguientes actividades: información de fechas para mantenimientos, capacitación y dudas sobre el uso de la tecnología?

La falta de recurso humano, tiene como consecuencia que la comunicación sea de regular a deficiente, como se observa en las gráficas 6 y 7. Cuando se realizaron las encuestas en las diferentes áreas se observó que sólo los jefes de servicio tienen información a cerca de la programación de los mantenimientos de los equipos médicos, fallas y razones por las cuales un equipo puede ser reparado o no. Sin contar que las capacitaciones casi siempre son programadas en horas en que biomédica realiza sus actividades.

Es por esta razón que cuando un equipo falla o se tiene una duda en la operación, lo primero que se hace notificar al jefe de servicio (o responsable del turno). Ya que el turno vespertino, nocturno y especial no cuenta con el apoyo de biomédica en sus horarios de trabajo.

8. ¿Cuáles es el tiempo de respuesta para la resolución de problemas presentes por parte de ingeniería biomédica?

Dentro de la pregunta de tiempos de autorización de una cotización para la reparación de un equipo médico, hace una concordancia con la respuesta dada para la pregunta de la gráfica 12. En donde observamos que la percepción es que el departamento de ingeniería biomédica tarda más de 3 semanas en promedio.

9. ¿Cuáles es la percepción del Servicio que brinda el departamento de ingeniería biomédica por parte del cuerpo médico?

La tendencia encontrada en la gráfica 13, tienden del centro hacia la izquierda. Esto es de buena a deficiente, debido a que a pesar de las limitaciones se observa que a pesar de las carencias encontradas en el departamento de ingeniería biomédica se reconoce el esfuerzo por ofrecer un servicio satisfactorio.

10. ¿Cuáles es la efectividad que otorga el cuerpo médico al departamento de ingeniería biomédica por el servicio que brinda a sus áreas?

La gráfica 14, al igual que el cuestionamiento anterior tiende a ser del 60% o menos en su efectividad. Porque afectan las carencias con las que cuenta el departamento de ingeniería biomédica.

11. ¿Cuáles son las semejanzas de los departamentos de ingeniería biomédica investigados?

Las semejanzas encontradas dentro de los tres departamentos de ingeniería biomédica estudiados son;

1. Presentan carencia en: personal, herramienta, instrumentos, instalaciones, refacciones y consumibles. La falta de estos consideran los ingenieros que si repercute en sus actividades diarias.
2. El promedio de áreas asignadas por ingeniero es de 6.
3. El desarrollo profesional si es importante, pero dentro de la institución difícilmente habrá un ascenso fuera del departamento.
4. Se considera que la imagen que transmite el departamento de ingeniería biomédica hacia las áreas estudiadas es buena.

12. ¿Cuáles son las diferencias de los departamentos de ingeniería biomédica investigados?

Dentro de las diferencias encontradas se tiene que el departamento de biomédica de "Las Américas" que cuenta con tres ingenieros que buscan un desarrollo profesional fuera y sin ayuda de la institución hace que tenga una mejor aceptación y efectividad que los otros dos.

Y finalmente; ¿Qué hace efectivo un departamento de ingeniería biomédica?

De acuerdo a los resultados obtenidos a través de esta investigación se puede observar que la **hipótesis alternativa** planteada al comienzo de la investigación es la más apropiada para responder el planteamiento principal. La efectividad de un departamento de ingeniería biomédica en la actualidad y solo en estos tres departamentos investigados está determinada principalmente por sus recursos humanos disponibles, a pesar de las carencias en: recursos materiales, consumibles e infraestructura. Tal como se ha observado en las visitas realizadas, encuestas y comentarios fundamentalmente por los usuarios de la tecnología médica.

La segunda opción como respuesta a que hace un efectivo un departamento de ingeniería biomédica para los turnos vespertino, nocturno y especial (otro) es la **hipótesis nula** debido a la efectividad del departamento de ingeniería biomédica es irrelevante para el personal de las áreas estudiadas para los turnos citados. Tal como se indico de una manera u otra, el personal de estos turnos pueden resolver los problemas que se van presentando en sus actividades.

Capítulo V

Conclusiones

Capitulo V. Conclusiones de la investigación.

Conclusiones.

La tesis tiene como objetivo determinar las causas que hacen efectivo un departamento de ingeniería biomédica en tres hospitales del instituto de salud del estado de México. El resultado obtenido en la presente investigación indica que el departamento de ingeniería biomédica no cumple cabalmente con su función, debido a las carencias que se han registrado y observado a lo largo de la misma (falta de recursos humanos, infraestructura y financieros). La tendencia observada es de regular a nula la efectividad, se observó que cada uno de los ingenieros biomédicos que labora dentro de estos hospitales procuran realizar su mejor esfuerzo con todos los recursos con los que cuentan actualmente y esto no basta para mejorar este resultado.

De los cambios que deben hacer los departamentos de ingeniería biomédica investigados son:

1. Mejorar la comunicación con las áreas investigadas.
2. Los tiempos en reparación de los equipos, tal como ya se observó depende de factores ajenos a biomédica. Pero la percepción en este rubro puede mejorar en base a la comunicación.
3. Capacitación en el uso de la tecnología puede ser constante si se solicita y se coordina con ayuda la jefatura de enfermería y con el jefe de laboratorio.

Por lo que se deduce que no basta tener un Ingeniero biomédico o “n” cantidad de ingenieros por turno, sí estos no cuentan con las condiciones necesarias para el desarrollo de sus funciones. Se puede tener idea de cómo solucionar un problema o necesidad médica, pero tenerla en la mente si la herramienta y equipo necesario no está disponible no es útil un ingeniero por lo que se debe insistir en mejorar las condiciones (instalaciones, herramientas e instrumentos) y ofrecer mejoras en el transcurso del tiempo.

Esta investigación puede ser aplicada en cualquier hospital en donde exista un departamento de ingeniería biomédica, como son;

- En todos los hospitales con lo que se cuenta con al menos 1 Ingeniero biomédico en el ISEM.
- En los Institutos Nacionales, Hospitales de la Secretaria de Salud (ejemplo; Hospital General y el Benito Juárez).
- En el Instituto Mexicano del Seguro Social (ejemplo; Centro Médico Siglo XXI y la Raza).

- Realizar esta misma investigación Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMyM).
- Hospitales Grupo Ángeles.
- Médica Sur.
- Grupo Star Médica.

Una línea de investigación que también se propone es realizar un estudio de comparación de este instrumento, entre los departamentos de ingeniería biomédica de los hospitales privados con respecto a los públicos.

Finalmente, se quiere mencionar que en los congresos de ingeniería biomédica que se realizan año con año siempre se menciona que ingeniería biomédica es importante para la administración de la tecnología médica, pero ¿cómo se puede ser administrador de la tecnología médica? Si se tiene una imagen de “técnicos calificados” en la operación y reparación del equipo. Prueba de esta afirmación son los resultados obtenidos en esta investigación.

Quiero terminar esta investigación con la siguiente reflexión; los ingenieros al estudiar en las ciencias exactas se aleja de conocimientos en las áreas de las ciencias sociales que son herramientas útiles para mejorar el entorno en que se trabaja. Es responsabilidad de todos los profesionistas de allegarse de conocimientos necesarios que le permitan mejorar en su desempeño laboral, por lo que la mejor manera para eliminar el estigma de “gente de mantenimiento” se tienen que desarrollar verdaderas habilidades en la administración y liderazgo, con la finalidad de alcanzar puestos en donde se tomen decisiones en la tecnología médica que sea adquiere, renueva, se desecha dentro de las instituciones de salud, ya sean públicas o privadas.

Bibliografía.

- Banta David *"An approach to the social control of hospital technologies"* OMS, E.U. 1995.
- Billingham LT, Abrams KR, Jones DR. *"Methods for the analysis of quality-of-life survival data in health technology assessment. Health Technol Assess"*, E.U. 1999
- Borja García Susana *"Reestructuración de un departamento de ingeniería biomédica"* UAM México, 2005
- Carrasco García, Sujey del Rocío *"Análisis de la necesidad de un código ético para la ingeniería biomédica"*, UNAM México 2008.
- Charlita Hidalgo Pedro *"Gestión de Costos Hospitalarios. Teoría, calculo y uso"* Ed. Ecoe. Colombia, 2009.
- Coronel Ruiz Jonathan, Rechy Muñoz Eva Paola *"Seguimiento de la tecnología medica: fallas"* UAM México, 2006
- Corzo González, Ileana *"La ingeniería biomédica incorporada a los departamentos de mantenimiento como factor de evaluación de la calidad de los servicios"*, UNAM, México 2010.
- Dawson-Saunders B, *"Bioestadística Médica"*. Ed. El Manual Moderno, México 1996.
- Drummond Michael, O'Brien Bernie J. *"Método para la evaluación económica de los programas de asistencia sanitaria"*, Ed. Díaz de Santos. España, 2002.
- Dyro Joshep *"Clinical Engineering Handbook"*, Ed. Academic Press, E.U. 2004
- Flores Maldonado Sergio *"Evaluación del cumplimiento de la normatividad en el área de quirófanos"* UAM México, 2003
- Flores Moreno Lisset *"Un método de evaluación para equipo de laboratorio basado en indicadores de funcionalidad, departamento de ingeniería biomédica, impacto y costos"* UAM México, 2004
- Hernández Sampieri Roberto *"Metodología de investigación"* Ed. McGraw Hill. México 1997
- Ileana Corzo *"La ingeniería biomédica incorporada a los departamentos de mantenimiento como factor de evaluación de la calidad de los servicios"*. UNAM, México 2001.
- Jiménez Quintana Octavio *"Manual de procedimientos de mantenimiento y prevención de riesgos para el equipo del centro de investigación en enfermedades infecciosas del INER"* UAM México, 2005
- Martín Andrés A, Luna del Castillo JD. *"Bioestadística para las ciencias de la salud"* Ed. Norma, Madrid 1993.
- Milton JS, Tsokos J. *"Estadística para biología y ciencias de la salud"* Ed. Interamericana McGraw Hill, España 2001.
- Mondragon Juarez Mario Alberto *"Certificación ISO 9001-2000 del proceso de evaluación, selección y control de proveedores (ESC)"* UAM México, 2004

- Münch, Lourdes, Ernesto Ángeles *"Métodos y técnicas de investigación"* Ed. Trillas, México 2001.
- Office of Technology Assessment *"Technologies for Prehistoric and Historic Preservation"*, Washington, E.U. 1986
- Ortiz Uribe, Frida Gisela *"Metodología de la investigación: el proceso y sus técnicas"* Ed. Limusa, México 2003.
- Pérez Islas Haylley *"Manuales de procedimientos operativos del departamento de ingeniería biomédica en áreas críticas del Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubiran"* UAM México, 2000
- Roberto Cervantes y Patricia Rivera *"Red de Ingeniería Biomédica"*. UAM México, 2008
- Rodríguez Cuendia Javier *"Evaluación tecnológica de microscopios quirúrgicos"*, UAM México, 2005.
- Silva Pérez Cesar Alberto *"Certificación ISO 9001-2000 de los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo"* UAM México, 2004
- Vernet Saavedra Elliot Alejandro *"Procedimientos genéricos de seguridad eléctrica para equipo médico del hospital Santa Fe"* UAM México, 2006
- Webster Jhon G. *"Clinical Engineer: Principles and practices"* Ed. Prentice Hall, E.U. 1979.

Cibergrafía.

- www.aami.org/
- www.biografiasyvidas.com/
- www.e-torredebabel.com/
- www.iztapalapa.uam.mx/
- www.mcnbiografias.com/
- www.uia.mx/
- www.upibi.ipn.mx/
- www.cenetec.salud.gob.mx
- www.uacj.mx/IIT/IEC/Biomedica/contenidos.htm
- www.mty.itesm.mx/profesional/salud/whoimd.html
- www.hospitaljuarez.salud.gob.mx/#
- www.issemym.edomex.gob.mx/
- www.salud.edomexico.gob.mx/
- www.salud.df.gob.mx/content/view/1136/

Anexo 1. Cuestionario aplicado al cuerpo médico.

Muchas gracias por participar en un estudio de efectividad del departamento de ingeniería biomédica de su hospital. El presente instrumento ha sido diseñado por la Universidad Nacional Autónoma de México con fines académicos y de investigación. La información obtenida será utilizada para fines académicos.

Por favor, contesté con la mayor honestidad posible.

1. ¿Cuál es su área de trabajo?

UCI	UCIN	Quirófano	Laboratorio Clínico
_____	_____	_____	_____

2. ¿Cuánto tiempo tiene trabajando en esta área?

Menos de 1 Mes	Más de 1 mes, menos de 3 meses	Más de 3 mes, menos de 6 meses	Más de 6 mes, menos de 1 año	Más de 1 año
_____	_____	_____	_____	_____

3. ¿A qué turno pertenece?

Matutino	Vespertino	Nocturno	Especial	
_____	_____	_____	_____	_____

4. ¿Sabe de la **existencia y las actividades** del Departamento de Ing. Biomédica del Hospital?

Nada	Poco	Suficiente	Bastante	Plenamente
_____	_____	_____	_____	_____

5. ¿Cuáles son las actividades, **que has visto realizar** a Ingeniería Biomédica comúnmente? (**puedes marcar más de una opción**)

Mantenimiento de equipo médico (preventivo /correctivo)	Capacitación de personal	Diseño remodelación de áreas	y	Investigación	Colaborar en los comités hospitalarios
_____	_____	_____	_____	_____	_____

6. El Departamento de Ingeniería Biomédica, ¿le informa a cerca de la **importancia** de los mantenimientos preventivos?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
_____	_____	_____	_____	_____

7. El Departamento de Ingeniería Biomédica, ¿le informa a cerca de **las fechas de programación** de los mantenimientos preventivos?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
_____	_____	_____	_____	_____

8. Cuando hay una falla en un equipo médico. ¿En cuánto tiempo **se presenta** el ingeniero biomédico **para inspeccionar** dicho equipo?

Menos de 30 minutos	Más de 30 minutos, menos de 1 hora	Más de 1 hora, menos de 2 horas	Más de 2 horas, menos de 4 horas	Más de 5 horas
_____	_____	_____	_____	_____

9. ¿**Pregunta sus dudas** acerca de la operación del equipo médico a Ingeniería Biomédica?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
_____	_____	_____	_____	_____

10. ¿**Recibe capacitación** por parte del Departamento de Ingeniería Biomédica para uso del equipo médico?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
_____	_____	_____	_____	_____

11. Cuando un equipo médico falla en su área. ¿Cuáles son sus primeras **dos acciones que realiza?**

Intenta resolver el problema	Notifica a un compañero para que intente resolver el problema	Notifica al Jefe de Servicio	Notifica a Ing. Biomédica	Otra opción
_____	_____	_____	_____	_____

12. Cuando un equipo médico falla y **requiere** mantenimiento correctivo. ¿En qué **tiempo es reparado?**

Menos de 1 semana	Más de 1 semana, menos de 2	Más de 2, menos de 3	Más de 3, menos de 4	Más de 4 semanas
_____	_____	_____	_____	_____

13. ¿Qué **percepción tiene del Servicio** que le brinda Ingeniería Biomédica?

Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
_____	_____	_____	_____	_____

14. ¿Cuál es la **efectividad** del Departamento de Ingeniería Biomédica?

Menos del 20%	Más del 21%, al de 40%	Más de 41%, al 60%	Más de 61%, al 80%	Más de 81% al 100%
_____	_____	_____	_____	_____

15. **Señala 2 opciones.** ¿Qué **mejorarías** del Departamento de Ingeniería Biomédica?

Comunicación con los usuarios de tecnología Médica	Tiempo de reparación de los equipos médicos	Tiempo de respuesta cuando se les solicita su presencia	Capacitación y aprovechamiento en el uso de tecnología médica	Participación en los diferentes comités del Hospital
_____	_____	_____	_____	_____

GRACIAS POR TÚ PARTICIPACIÓN.

ANEXO 2. Resultados obtenidos de las encuestas aplicadas al cuerpo médico.

A continuación se muestran los resultados de la encuesta aplicada al cuerpo médico en el Hospital “Las Américas” en las cuales se obtuvo un total de 28 encuestados.

1. ¿Cuál es su área de trabajo?

UCI	UCIN	Quirófano	Laboratorio Clínico
8	8	6	6

2. ¿Cuánto tiempo tiene trabajando en esta área?

Menos de 1 Mes	Más de 1 mes, menos de 3 meses	Más de 3 mes, menos de 6 meses	Más de 6 mes, menos de 1 año	Más de 1 año
0	3	2	8	14

3. ¿A qué turno pertenece?

Matutino	Vespertino	Nocturno	Especial
11	8	6	3

4. ¿Sabe de la **existencia y las actividades** del Departamento de Ing. Biomédica del Hospital?

Nada	Poco	Suficiente	Bastante	Plenamente
3	15	5	2	3

5. ¿Cuáles son las actividades, **que has visto realizar** a Ingeniería Biomédica comúnmente? **(puedes marcar más de una opción)**

Mantenimiento de equipo médico (preventivo /correctivo)	Capacitación de personal	Diseño remodelación de áreas	y	Investigación	Colaborar en los comités hospitalarios
28	12	6		5	4

6. El Departamento de Ingeniería Biomédica, ¿le informa a cerca de la importancia de los mantenimientos preventivos?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
9	6	8	4	1

7. El Departamento de Ingeniería Biomédica, ¿le informa a cerca de las fechas de programación de los mantenimientos preventivos?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
11	9	5	3	0

8. Cuando hay una falla en un equipo médico. ¿En cuánto tiempo se presenta el ingeniero biomédico para inspeccionar dicho equipo?

Menos de 30 minutos	Más de 30 minutos, menos de 1 hora	Más de 1 hora, menos de 2 horas	Más de 2 horas, menos de 4 horas	Más de 5 horas
7	7	3	2	9

9. ¿Pregunta sus dudas acerca de la operación del equipo médico a Ingeniería Biomédica?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
3	9	9	5	2

10. ¿Recibe capacitación por parte del Departamento de Ingeniería Biomédica para uso del equipo médico?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
9	11	5	2	0

11. Cuando un equipo médico falla en su área. ¿Cuáles son sus primeras **dos acciones que realiza?**

Intenta resolver el problema	Notifica a un compañero para que intente resolver el problema	Notifica al Jefe de Servicio	Notifica a Ing. Biomédica	Otra opción
13	2	22	12	1

12. Cuando un equipo médico falla y **requiere** mantenimiento correctivo. ¿En qué **tiempo es reparado?**

Menos de 1 semana	Más de 1 semana, menos de 2	Más de 2, menos de 3	Más de 3, menos de 4	Más de 4 semanas
7	5	5	3	10

13. ¿Qué **percepción tiene del Servicio** que le brinda Ingeniería Biomédica?

Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
4	8	10	5	1

14. ¿Cuál es la **efectividad** del Departamento de Ingeniería Biomédica?

Menos del 20%	Más del 21%, al de 40%	Más de 41%, al 60%	Más de 61%, al 80%	Más de 81% al 100%
3	7	5	10	3

15. **Señala 2 opciones.** ¿Qué **mejorarías** del Departamento de Ingeniería Biomédica?

Comunicación con los usuarios de tecnología Médica	Tiempo de reparación de los equipos médicos	Tiempo de respuesta cuando se solicita su presencia	Capacitación y aprovechamiento en el uso de tecnología médica	Participación en los diferentes comités del Hospital
17	14	13	14	4

A continuación se muestran los resultados de la encuesta aplicada al cuerpo médico en el Hospital “José María Rodríguez” en las cuales se obtuvo un total de 37 encuestados.

1. ¿Cuál es su área de trabajo?

UCI	UCIN	Quirófano	Laboratorio Clínico	
13	12	7	5	

2. ¿Cuánto tiempo tiene trabajando en esta área?

Menos de 1 Mes	Más de 1 mes, menos de 3 meses	Más de 3 mes, menos de 6 meses	Más de 6 mes, menos de 1 año	Más de 1 año
0	8	9	10	10

3. ¿A qué turno pertenece?

Matutino	Vespertino	Nocturno	Especial	
13	10	7	7	

4. ¿Sabe de la **existencia y las actividades** del Departamento de Ing. Biomédica del Hospital?

Nada	Poco	Suficiente	Bastante	Plenamente
3	27	4	1	2

5. ¿Cuáles son las actividades, **que has visto realizar** a Ingeniería Biomédica comúnmente? **(puedes marcar más de una opción)**

Mantenimiento de equipo médico (preventivo /correctivo)	Capacitación de personal	Diseño remodelación de áreas	y Investigación	Colaborar en los comités hospitalarios
36	11	2	2	2

6. El Departamento de Ingeniería Biomédica, ¿le informa a cerca de la importancia de los mantenimientos preventivos?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
13	21	2	0	1

7. El Departamento de Ingeniería Biomédica, ¿le informa a cerca de las fechas de programación de los mantenimientos preventivos?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
23	11	2	0	0

8. Cuando hay una falla en un equipo médico. ¿En cuánto tiempo se presenta el ingeniero biomédico para inspeccionar dicho equipo?

Menos de 30 minutos	Más de 30 minutos, menos de 1 hora	Más de 1 hora, menos de 2 horas	Más de 2 horas, menos de 4 horas	Más de 5 horas
5	11	4	7	12

9. ¿Pregunta sus dudas acerca de la operación del equipo médico a Ingeniería Biomédica?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
11	14	4	4	4

10. ¿Recibe capacitación por parte del Departamento de Ingeniería Biomédica para uso del equipo médico?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
15	18	3	1	0

11. Cuando un equipo médico falla en su área. ¿Cuáles son sus primeras **dos acciones que realiza?**

Intenta resolver el problema	Notifica a un compañero para que intente resolver el problema	Notifica al Jefe de Servicio	Notifica a Ing. Biomédica	Otra opción
14	6	23	11	0

12. Cuando un equipo médico falla y **requiere** mantenimiento correctivo. ¿En qué **tiempo es reparado?**

Menos de 1 semana	Más de 1 semana, menos de 2	Más de 2, menos de 3	Más de 3, menos de 4	Más de 4 semanas
9	5	3	3	17

13. ¿Qué **percepción tiene del Servicio** que le brinda Ingeniería Biomédica?

Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
9	15	11	1	1

14. ¿Cuál es la **efectividad** del Departamento de Ingeniería Biomédica?

Menos del 20%	Más del 21%, al de 40%	Más de 41%, al 60%	Más de 61%, al 80%	Más de 81% al 100%
12	9	9	6	1

15. **Señala 2 opciones.** ¿Qué **mejorarías** del Departamento de Ingeniería Biomédica?

Comunicación con los usuarios de tecnología Médica	Tiempo de reparación de los equipos médicos	Tiempo de respuesta cuando se solicita su presencia	Capacitación y aprovechamiento en el uso de tecnología médica	Participación en los diferentes comités del Hospital
18	19	19	16	4

A continuación se muestran los resultados de la encuesta aplicada al cuerpo médico en el Hospital “Gustavo Baz Prada” en las cuales se obtuvo un total de 31 encuestados.

1. ¿Cuál es su área de trabajo?

UCI	UCIN	Quirófano	Laboratorio Clínico
10	9	9	3

2. ¿Cuánto tiempo tiene trabajando en esta área?

Menos de 1 Mes	Más de 1 mes, menos de 3 meses	Más de 3 mes, menos de 6 meses	Más de 6 mes, menos de 1 año	Más de 1 año
0	4	6	4	17

3. ¿A qué turno pertenece?

Matutino	Vespertino	Nocturno	Especial
15	7	5	4

4. ¿Sabe de la **existencia y las actividades** del Departamento de Ing. Biomédica del Hospital?

Nada	Poco	Suficiente	Bastante	Plenamente
4	15	9	2	1

5. ¿Cuáles son las actividades, **que has visto realizar** a Ingeniería Biomédica comúnmente? **(puedes marcar más de una opción)**

Mantenimiento de equipo médico (preventivo /correctivo)	Capacitación de personal	Diseño remodelación de áreas	y Investigación	Colaborar en los comités hospitalarios
30	13	4	1	3

6. El Departamento de Ingeniería Biomédica, ¿le informa a cerca de la importancia de los mantenimientos preventivos?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
6	15	5	4	2

7. El Departamento de Ingeniería Biomédica, ¿le informa a cerca de las fechas de programación de los mantenimientos preventivos?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
9	14	6	1	1

8. Cuando hay una falla en un equipo médico. ¿En cuánto tiempo se presenta el ingeniero biomédico para inspeccionar dicho equipo?

Menos de 30 minutos	Más de 30 minutos, menos de 1 hora	Más de 1 hora, menos de 2 horas	Más de 2 horas, menos de 4 horas	Más de 5 horas
2	9	12	2	7

9. ¿Pregunta sus dudas acerca de la operación del equipo médico a Ingeniería Biomédica?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
3	13	11	1	3

10. ¿Recibe capacitación por parte del Departamento de Ingeniería Biomédica para uso del equipo médico?

Nunca	Ocasionalmente	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
8	12	8	2	1

11. Cuando un equipo médico falla en su área. ¿Cuáles son sus primeras **dos acciones que realiza?**

Intenta resolver el problema	Notifica a un compañero para que intente resolver el problema	Notifica al Jefe de Servicio	Notifica a Ing. Biomédica	Otra opción
9	5	23	14	0

12. Cuando un equipo médico falla y **requiere** mantenimiento correctivo. ¿En qué **tiempo es reparado?**

Menos de 1 semana	Más de 1 semana, menos de 2	Más de 2, menos de 3	Más de 3, menos de 4	Más de 4 semanas
8	7	9	2	5

13. ¿Qué **percepción tiene del Servicio** que le brinda Ingeniería Biomédica?

Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
3	17	9	1	1

14. ¿Cuál es la **efectividad** del Departamento de Ingeniería Biomédica?

Menos del 20%	Más del 21%, al de 40%	Más de 41%, al 60%	Más de 61%, al 80%	Más de 81% al 100%
4	11	8	5	3

15. **Señala 2 opciones.** ¿Qué **mejorarías** del Departamento de Ingeniería Biomédica?

Comunicación con los usuarios de tecnología Médica	Tiempo de reparación de los equipos médicos	Tiempo de respuesta cuando se solicita su presencia	Capacitación y aprovechamiento en el uso de tecnología médica	Participación en los diferentes comités del Hospital
18	16	11	15	2

Anexo 3. Cuestionario aplicado a ingeniería biomédica

Muchas gracias por participar en un estudio de efectividad del departamento de ingeniería biomédica. El presente instrumento ha sido diseñado por la Universidad Nacional Autónoma de México con fines académicos y de investigación. La información obtenida será utilizada para fines académicos.

Por favor, contesté con la mayor honestidad posible.

1. Indique la **cantidad** de áreas a su cargo

1	2 a 3	4 a 5	6 a 7	más de 8
_____	_____	_____	_____	_____

2. La **cantidad y calidad** de la **herramienta** de que dispone para realizar su trabajo.
¿La considera?

Pésima	Mala	Regular	Buena	Excelente
_____	_____	_____	_____	_____

3. **En qué rango** ¿Cuenta con los **instrumentos** necesarios para realizar su trabajo?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
_____	_____	_____	_____	_____

4. **En qué rango** ¿Cuenta con las **instalaciones** necesarias para realizar su trabajo?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
_____	_____	_____	_____	_____

5. **En qué rango** ¿Cuenta con un **stock** de refacciones y consumibles?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
_____	_____	_____	_____	_____

6. Contar o no, con la herramienta, instrumentos, instalaciones, refacciones y consumibles. ¿**Cuánto afecta** sus actividades diarias?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
_____	_____	_____	_____	_____

7. ¿Cuál es el tiempo aproximado **para autorizar una cotización** (por refacción o mantenimiento externo)?

Menos de 1 semana	Más de 1 semana, menos de 2	Más de 2 semana, menos de 3	Más de 3 semana, menos de 4	Más de 4
_____	_____	_____	_____	_____

8. Cuando careces de algún elemento para reparar un equipo. ¿**le informas** al área afectada, la razón por la cual el tiempo de mantenimiento puede prolongarse?

Nunca	Poco	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
_____	_____	_____	_____	_____

9. ¿Consideras que la institución en la que labora **debe promover su desarrollo profesional**? (A través de capacitaciones, apoyo para estudios y ascensos laborales)

Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
_____	_____	_____	_____	_____

10. ¿**Ha realizado** algún tipo de estudio que le permita un Desarrollo Profesional, **Sin** ayuda de la Institución en la que Labora?

Si	No
_____	_____

11. ¿Ha **realizado** algún tipo de estudio que le permita un Desarrollo Profesional, **Con** ayuda de la Institución en la que Labora?

Si	No
_____	_____

12. ¿**Capacita** al personal de las áreas a su cargo?

Nunca	Poco	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
_____	_____	_____	_____	_____

13. En que rango. ¿Considera que las órdenes de servicio **representan la efectividad** del Departamento de Ing. Biomédica?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
_____	_____	_____	_____	_____

14. En que rango. ¿Las órdenes de servicio **proyectan necesidades** de las áreas de la institución?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
_____	_____	_____	_____	_____

15. **Considerando como 1 la más importante y 5 la menos.** Ordena por favor las actividades del departamento de Ing. Biomédica

Mantenimiento Preventivo / Correctivo	Investigación	Capacitación de personal que utiliza el equipo	Diseño remodelación áreas	y de	Adquisición de equipo médico e Insumos
_____	_____	_____	_____	_____	_____

16. ¿Qué **imagen crees que tienen** las áreas de: Qx, Lab Clínico, UCI y UCIN del Departamento de Ing. Biomédica?

Deficiente	Regular	Bueno	Muy Buena	Excelente
_____	_____	_____	_____	_____

17. **Considerando como 1 la más importante y 5 la menos.** ¿Qué elemento cambiarías para **mejorar la situación** del Departamento de Ing. Biomédica?

El Salario	Aumento del personal	Instalaciones, instrumentos y herramienta	Aumento del stock de refacciones e Insumos.	Mejorar la comunicación con los otros departamentos de la Institución.
_____	_____	_____	_____	_____

GRACIAS POR TÚ PARTICIPACIÓN

Anexo 4. Resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a ingeniería biomédica.

A continuación se muestran los resultados de la encuesta aplicada a Ingeniería Biomédica en el Hospital “Las Américas” en las cuales se obtuvo un total de 3 encuestados.

1. Indique la **cantidad** de áreas a su cargo

1	2 a 3	4 a 5	6 a 7	más de 8
0	1	0	2	0

2. La **cantidad y calidad** de la **herramienta** de que dispone para realizar su trabajo.
¿La considera?

Pésima	Mala	Regular	Buena	Excelente
0	2	1	0	0

3. **En qué rango** ¿Cuenta con los **instrumentos** necesarios para realizar su trabajo?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
0	2	1	0	0

4. **En qué rango** ¿Cuenta con las **instalaciones** necesarias para realizar su trabajo?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
2	1	0	0	0

5. **En qué rango** ¿Cuenta con un **stock** de refacciones y consumibles?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
0	2	1	0	0

6. Contar o no, con la herramienta, instrumentos, instalaciones, refacciones y consumibles. ¿**Cuánto afecta** sus actividades diarias?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
0	0	0	3	0

7. ¿Cuál es el tiempo aproximado **para autorizar una cotización** (por refacción o mantenimiento externo)?

Menos de 1 semana	Más de 1 semana, menos de 2	Más de 2 semana, menos de 3	Más de 3 semana, menos de 4	Más de 4
0	0	0	0	3

8. Cuando careces de algún elemento para reparar un equipo. ¿**le informas** al área afectada, la razón por la cual el tiempo de mantenimiento puede prolongarse?

Nunca	Poco	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
0	0	3	0	0

9. ¿Consideras que la institución en la que labora **debe promover su desarrollo profesional**? (A través de capacitaciones, apoyo para estudios y ascensos laborales)

Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
0	0	0	0	3

10. ¿**Ha realizado** algún tipo de estudio que le permita un Desarrollo Profesional, **Sin** ayuda de la Institución en la que Labora?

Si	No
3	0

11. ¿**Ha realizado** algún tipo de estudio que le permita un Desarrollo Profesional, **Con** ayuda de la Institución en la que Labora?

Si	No
0	3

12. ¿**Capacita** al personal de las áreas a su cargo?

Nunca	Poco	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
0	1	2	0	0

13. En que rango. ¿Considera que las órdenes de servicio **representan la efectividad** del Departamento de Ing. Biomédica?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
0	0	0	1	2

14. En que rango. ¿Las órdenes de servicio **proyectan necesidades** de las áreas de la institución?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
0	0	0	3	0

15. **Considerando como 1 la más importante y 5 la menos.** Ordena por favor las actividades del departamento de Ing. Biomédica

Mantenimiento Preventivo / Correctivo	Investigación	Capacitación de personal que utiliza el equipo	Diseño remodelación áreas	y de	Adquisición de equipo médico e Insumos
5	2	1	3		4

16. ¿Qué **imagen crees que tienen** las áreas de: Qx, Lab Clínico, UCI y UCIN del Departamento de Ing. Biomédica?

Deficiente	Regular	Bueno	Muy Buena	Excelente
0	0	1	2	0

17. **Considerando como 1 la más importante y 5 la menos.** ¿Qué elemento cambiarías para **mejorar la situación** del Departamento de Ing. Biomédica?

El Salario	Aumento personal del	Instalaciones, instrumentos y herramienta	Aumento del stock de refacciones e Insumos.	Mejorar la comunicación con los otros departamentos de la Institución.
3	2	5	4	1

A continuación se muestran los resultados de la encuesta aplicada a Ingeniería Biomédica en el **Hospital “José María Rodríguez”** en las cuales se obtuvo un total de 1 encuestado.

1. Indique la **cantidad** de áreas a su cargo

1	2 a 3	4 a 5	6 a 7	más de 8
0	0	0	0	1

2. La **cantidad y calidad** de la **herramienta** de que dispone para realizar su trabajo.
¿La considera?

Pésima	Mala	Regular	Buena	Excelente
0	1	0	0	0

3. **En qué rango** ¿Cuenta con los **instrumentos** necesarios para realizar su trabajo?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
0	1	0	0	0

4. **En qué rango** ¿Cuenta con las **instalaciones** necesarias para realizar su trabajo?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
1	0	0	0	0

5. **En qué rango** ¿Cuenta con un **stock** de refacciones y consumibles?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
0	1	0	0	0

6. Contar o no, con la herramienta, instrumentos, instalaciones, refacciones y consumibles. ¿**Cuánto afecta** sus actividades diarias?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
0	0	0	1	0

7. ¿Cuál es el tiempo aproximado **para autorizar una cotización** (por refacción o mantenimiento externo)?

Menos de 1 semana	Más de 1 semana, menos de 2	Más de 2 semana, menos de 3	Más de 3 semana, menos de 4	Más de 4
0	0	0	0	1

8. Cuando careces de algún elemento para reparar un equipo. ¿**le informas** al área afectada, la razón por la cual el tiempo de mantenimiento puede prolongarse?

Nunca	Poco	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
0	1	0	0	0

9. ¿Consideras que la institución en la que labora **debe promover su desarrollo profesional**? (A través de capacitaciones, apoyo para estudios y ascensos laborales)

Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
0	0	0	0	1

10. ¿**Ha realizado** algún tipo de estudio que le permita un Desarrollo Profesional, **Sin** ayuda de la Institución en la que Labora?

Si	No
0	1

11. ¿**Ha realizado** algún tipo de estudio que le permita un Desarrollo Profesional, **Con** ayuda de la Institución en la que Labora?

Si	No
0	1

12. ¿**Capacita** al personal de las áreas a su cargo?

Nunca	Poco	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
0	1	0	0	0

13. En que rango. ¿Considera que las órdenes de servicio **representan la efectividad** del Departamento de Ing. Biomédica?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
0	0	0	0	1

14. En que rango. ¿Las órdenes de servicio **proyectan necesidades** de las áreas de la institución?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
0	0	1	0	0

15. **Considerando como 1 la más importante y 5 la menos.** Ordena por favor las actividades del departamento de Ing. Biomédica

Mantenimiento Preventivo / Correctivo	Investigación	Capacitación de personal que utiliza el equipo	Diseño remodelación áreas	y de	Adquisición de equipo médico e Insumos
5	1	4	2		3

16. ¿Qué **imagen crees que tienen** las áreas de: Qx, Lab Clínico, UCI y UCIN del Departamento de Ing. Biomédica?

Deficiente	Regular	Bueno	Muy Buena	Excelente
0	0	1	0	0

17. **Considerando como 1 la más importante y 5 la menos.** ¿Qué elemento cambiarías para **mejorar la situación** del Departamento de Ing. Biomédica?

El Salario	Aumento del personal	Instalaciones, instrumentos y herramienta	Aumento del stock de refacciones e Insumos.	Mejorar la comunicación con los otros departamentos de la Institución.
4	5	3	2	1

A continuación se muestran los resultados de la encuesta aplicada a Ingeniería Biomédica en el Hospital “Gustavo Baz Prada” en las cuales se obtuvo un total de 2 encuestados.

1. Indique la **cantidad** de áreas a su cargo

1	2 a 3	4 a 5	6 a 7	más de 8
0	0	0	2	0

2. La **cantidad y calidad** de la **herramienta** de que dispone para realizar su trabajo.
¿La considera?

Pésima	Mala	Regular	Buena	Excelente
1	0	1	0	0

3. **En qué rango** ¿Cuenta con los **instrumentos** necesarios para realizar su trabajo?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
1	0	1	0	0

4. **En qué rango** ¿Cuenta con las **instalaciones** necesarias para realizar su trabajo?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
1	1	0	0	0

5. **En qué rango** ¿Cuenta con un **stock** de refacciones y consumibles?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
1	0	0	1	0

6. Contar o no, con la herramienta, instrumentos, instalaciones, refacciones y consumibles. ¿**Cuánto afecta** sus actividades diarias?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
0	0	0	1	1

7. ¿Cuál es el tiempo aproximado **para autorizar una cotización** (por refacción o mantenimiento externo)?

Menos de 1 semana	Más de 1 semana, menos de 2	Más de 2 semana, menos de 3	Más de 3 semana, menos de 4	Más de 4
0	0	0	0	2

8. Cuando careces de algún elemento para reparar un equipo. ¿**le informas** al área afectada, la razón por la cual el tiempo de mantenimiento puede prolongarse?

Nunca	Poco	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
0	0	0	0	2

9. ¿Consideras que la institución en la que labora **debe promover su desarrollo profesional**? (A través de capacitaciones, apoyo para estudios y ascensos laborales)

Totalmente desacuerdo	Desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
0	0	0	0	2

10. ¿**Ha realizado** algún tipo de estudio que le permita un Desarrollo Profesional, **Sin** ayuda de la Institución en la que Labora?

Si	No
0	2

11. ¿**Ha realizado** algún tipo de estudio que le permita un Desarrollo Profesional, **Con** ayuda de la Institución en la que Labora?

Si	No
0	2

12. ¿**Capacita** al personal de las áreas a su cargo?

Nunca	Poco	Regularmente	Frecuentemente	Siempre
0	1	1	0	0

13. En que rango. ¿Considera que las órdenes de servicio **representan la efectividad** del Departamento de Ing. Biomédica?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
0	0	0	1	1

14. En que rango. ¿Las órdenes de servicio **proyectan necesidades** de las áreas de la institución?

Menos del 20%	Entre el 21%, y 40%	Entre el 41%, y 60%	Entre el 61%, y 80%	Entre el 81% y 100%
0	0	0	1	1

15. **Considerando como 1 la más importante y 5 la menos.** Ordena por favor las actividades del departamento de Ing. Biomédica

Mantenimiento Preventivo / Correctivo	Investigación	Capacitación de personal que utiliza el equipo	Diseño remodelación áreas	y de	Adquisición de equipo médico e Insumos
4	2	5	1		3

16. ¿Qué **imagen crees que tienen** las áreas de: Qx, Lab Clínico, UCI y UCIN del Departamento de Ing. Biomédica?

Deficiente	Regular	Bueno	Muy Buena	Excelente
1	0	1	0	0

17. **Considerando como 1 la más importante y 5 la menos.** ¿Qué elemento cambiarías para **mejorar la situación** del Departamento de Ing. Biomédica?

El Salario	Aumento del personal	Instalaciones, instrumentos y herramienta	Aumento del stock de refacciones e Insumos.	Mejorar la comunicación con los otros departamentos de la Institución.
2	5	4	3	1