

**MANUAL DE CAPACITACIÓN PARA PERSONAL DEL ÁREA DE INGENIERÍA  
CLÍNICA DE UNA INSTITUCIÓN PRESTADORA DE SALUD DE ALTA COMPLEJIDAD**

**María Camila Rodríguez Gómez**

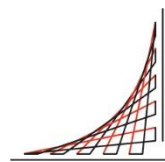
**Práctica Profesional**

**Tutor**

**MSc. Jefferson Sarmiento Rojas**



**Universidad del  
Rosario**



**ESCUELA  
COLOMBIANA  
DE INGENIERÍA  
JULIO GARAVITO**

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO  
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO  
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA  
BOGOTÁ D.C  
2020**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que todo le doy gracias a Dios por permitirme culminar esta etapa con tantas experiencias y aprendizajes. Le quiero dar gracias a mi familia, mis amigos, mis profesores y todas las personas que han cumplido un rol importante en mi vida, que fueron un gran apoyo y motivación en este proceso. Le doy gracias a mis tutores por el tiempo y los consejos. De igual forma le doy gracias a la Clínica Universidad de la Sabana por darme la oportunidad de crecer tanto personal como profesionalmente. A todos mis compañeros de trabajo y a mi jefe directa gracias por la paciencia y el conocimiento que me brindaron en esta gran experiencia.

## TABLA DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                       | 10 |
| 2. OBJETIVOS .....                         | 18 |
| 3. METODOLOGÍA.....                        | 19 |
| Fases del proyecto .....                   | 19 |
| 4. RESULTADOS .....                        | 22 |
| 5. DISCUSIÓN.....                          | 64 |
| 6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS..... | 65 |
| 7. CONCLUSIONES .....                      | 66 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA.....                       | 67 |
| 9. ANEXOS.....                             | 69 |

## LISTA DE GRÁFICAS

|  |    |
|--|----|
| Gráfica 1. Resultados de la pregunta ¿Alguna vez ha leído los documentos acerca de cómo manejan los procedimientos del departamento de Ingeniería Biomédica? ..... | 59 |
| Gráfica 2. Resultados de la pregunta: ¿Qué reglamenta la resolución 4725 del 2005? ...   | 60 |
| Gráfica 3. Resultados de la pregunta: ¿Qué define la resolución 4816 del 2008? .....   | 60 |
| Gráfica 4. Resultados de la pregunta ¿Qué se necesita para la habilitación se servicios según la normatividad? .....   | 60 |

## LISTA DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. PREGUNTAS INCORRECTAS EVALUACIÓN 1 .....           | 61 |
| Tabla 2.PREGUNTAS INCORRECTAS EVALUACIÓN 2 .....            | 61 |
| Tabla 3. COMPARACIÓN RESULTADOS PREGUNTAS ESPECÍFICAS ..... | 62 |
| Tabla 4. COMPARACIÓN RESULTADOS PREGUNTAS GENERALES.....    | 62 |
| Tabla 5. PUNTUACIÓN .....                                   | 62 |
| Tabla 6. PREGUNTAS CONTENIDAS EN LAS DOS EVALUACIONES ..... | 63 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |           |
|---|-----------|
| Figura 1. Organigrama del área de Ingeniería Clínica de la Clínica Universidad de la Sabana.<br>.....   | 12        |
| Figura 2. Plan disc del proyecto.....   | 19        |
| Figura 3. Diagrama de las normas incluidas en el manual de capacitación.....  | 20        |
| Figura 4. Diagrama de deberes de cada cargo del departamento de Ingeniería Biomédica<br>de la Clínica Universidad de la Sabana.....                 | 22        |
| Figura 5. Diagrama de los deberes del cada cargo del departamento de Mantenimiento e<br>Infraestructura de la Clínica Universidad de la Sabana..... | 23        |
| Figura 6. Diagrama de los deberes del cada cargo del departamento de Arquitectura de la<br>Clínica Universidad de la Sabana. ....                   | 24        |
| Figura 7. Diagrama de los deberes del cada cargo del departamento de Activos Fijos de la<br>Clínica Universidad de la Sabana. ....                  | 25        |
| Figura 8. Normatividad del departamento de Ingeniería Biomédica. ....   | 26        |
| Figura 9. Normatividad del departamento de Mantenimiento e Infraestructura.....   | 26        |
| Figura 10. Normatividad del departamento de Arquitectura. ....  | 267       |
| Figura 11. Mapa de procedimientos de mantenimiento preventivo de los equipos<br>biomédicos de la Clínica Universidad de la Sabana [6].....          | 29        |
| Figura 12. Mapa de procedimientos de mantenimiento correctivo de los equipos biomédicos<br>de la Clínica Universidad de la Sabana [6].....          | 31        |
| Figura 13. Mapa de procedimientos de mantenimiento predictivo de los equipos biomédicos<br>de la Clínica Universidad de la Sabana [6].....          | 32        |
| <i>Figura 14. Mapa de procedimientos de las novedades de los equipos biomédicos de la<br/>Clínica Universidad de la Sabana [6]. ....</i>            | <i>33</i> |
| Figura 15. Mapa de procedimientos adquisición de los equipos biomédicos de la Clínica<br>Universidad de la Sabana [29]. ....                        | 35        |
| <i>Figura 16. Mapa de procedimientos recepción técnica de los equipos biomédicos de la<br/>Clínica Universidad de la Sabana [8]. ....</i>           | <i>37</i> |
| <i>Figura 17. Mapa de procedimientos del manejo seguro de los equipos biomédicos de la<br/>Clínica Universidad de la Sabana [9]. ....</i>           | <i>38</i> |
| <i>Figura 18. Mapa de procedimientos de metrología de los equipos biomédicos de la Clínica<br/>Universidad de la Sabana [30]. ....</i>              | <i>39</i> |
| <i>Figura 19. Mapa de procedimientos de la rutina del servicio de hidroterapia de la Clínica<br/>Universidad de la Sabana [31]. ....</i>            | <i>40</i> |

|  |    |
|--|----|
| Figura 20. Mapa de procedimientos para la medición y ajuste del parámetro de pH del servicio de hidroterapia de la Clínica Universidad de la Sabana [31].                      | 41 |
| <i>Figura 21. Mapa de procedimientos para la medición y ajuste del parámetro de cloro del servicio de hidroterapia de la Clínica Universidad de la Sabana [31].</i>            | 42 |
| <i>Figura 22. Mapa de procedimientos para la medición y ajuste del parámetro de alcalinidad del servicio de hidroterapia de la Clínica Universidad de la Sabana [31].</i>      | 43 |
| <i>Figura 23. Mapa de procedimientos para la medición y ajuste del parámetro de dureza del servicio de hidroterapia de la Clínica Universidad de la Sabana [31].</i>           | 44 |
| <i>Figura 24. Mapa de procedimientos para el lavado del filtro del tanque de marcha y la piscina del servicio de hidroterapia de la Clínica Universidad de la Sabana [31].</i> | 45 |
| Figura 25. Mapa de procedimientos para el lavado del filtro del tanque mariposa del servicio de hidroterapia de la Clínica Universidad de la Sabana [31].                      | 46 |
| <i>Figura 26. Mapa de procedimientos producción de aire medicinal de la Clínica Universidad de la Sabana [32].</i>   | 48 |
| <i>Figura 27. Mapa de procedimientos de despeje de línea del sistema de producción aire medicinal de la Clínica Universidad de la Sabana [14].</i>                             | 49 |
| <i>Figura 28. Mapa de procedimientos de solicitud de obra [15].</i>  | 51 |
| <i>Figura 29. Mapa de procedimientos para el mantenimiento preventivo de la planta eléctrica de la Clínica Universidad de la Sabana [33].</i>                                  | 53 |
| <i>Figura 30. Mapa de procedimientos instructivo transferencia manual de la planta eléctrica de la Clínica Universidad de la Sabana [34].</i>                                  | 54 |
| <i>Figura 31. Mapa de procedimientos plan de contingencia corte de agua de la Clínica Universidad de la Sabana [18].</i>   | 56 |
| <i>Figura 32. Mapa de procedimientos de cambios de cilindros del manifold de la Clínica Universidad de la Sabana [28].</i>   | 56 |
| <i>Figura 33. Mapa de procedimiento instructivo almacenamiento, recepción y manejo de gases medicinales la Clínica Universidad de la Sabana [35].</i>                          | 58 |

## LISTA DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1.Formato mantenimiento preventivo y correctivo de la Clínica Universidad de la sabana.....                      | 69 |
| Anexo 2. Formato mantenimiento predictivo del servicio de hospitalización. ....  | 70 |
| Anexo 3. Formato de evaluación de proveedores para adquisición de equipos de la Clínica Universidad de la Sabana. .... | 71 |
| Anexo 4. Formato de verificación de recepción técnica de equipos de la Clínica Universidad de la Sabana. ....          | 72 |
| Anexo 5. Formato de necesidad de infraestructura de la Clínica Universidad de la Sabana. ....                          | 73 |
| Anexo 6. Primera evaluación de perspectiva.....  | 74 |
| Anexo 7. Segunda evaluación de perspectiva .....   | 76 |



## RESUMEN

**Introducción:** La ingeniería clínica es una de las ramas con mayor aplicación de la ingeniería biomédica en países como Colombia. Esta, es la encargada de gestionar la tecnología hospitalaria, garantizando un excelente servicio, un uso eficiente de la tecnología y una relación costo beneficio satisfactorio.

En la institución donde se realizaron las prácticas, dentro de la Gestión Administrativa se encuentra el área de Ingeniería Clínica. Esta, posee a su cargo cuatro departamentos: Arquitectura, Ingeniería Biomédica, Mantenimiento e Infraestructura y Activos Fijos. El área tiene a cargo más de 15 trabajadores, por lo que es necesario que cada integrante del área tenga claro los procedimientos que debe desarrollar y el marco legal que rige sus actividades, con el fin de evitar consecuencias tales como la generación de eventos adversos, problemas legales y sanciones. Asimismo, tener claro los procedimientos estandarizados que posee la clínica permite disminuir los errores, y aumentar la eficiencia y efectividad de los procedimientos, posibilitando alcanzar el objetivo final, brindar un excelente servicio. Por tal razón el presente trabajo contiene el paso a paso de los diferentes procedimientos que se llevan a cabo en cada departamento del área de Ingeniería Clínica, y el marco legal que rige las actividades, con el fin de capacitar a los trabajadores en el desarrollo de sus deberes en la institución.

**Objetivo:** El objetivo de este proyecto es desarrollar un manual que permita capacitar a los ingenieros biomédicos de una institución prestadora de salud de alta complejidad en la gestión de los procesos referentes a ingeniería clínica.

**Metodología:** La realización del proyecto se dividió en tres fases: Iniciación y planificación, ejecución y seguimiento y, por último, finalización. La fase uno corresponde a la iniciación y planificación, en esta etapa se definieron la problemática, los objetivos y los tiempos de ejecución. La segunda fase fue la ejecución y seguimiento del proyecto, esta fase integró una serie de actividades para la elaboración del manual de capacitación como lo fue la revisión de la documentación de la clínica, la revisión bibliográfica de procesos estándares, la realización de los mapas de los procedimientos, el resumen de las normas y la realización de las evaluaciones de perspectiva. Por último, en la fase de finalización incluyó la presentación del proyecto realizado ante el tutor y los jurados, exponiendo todo el trabajo desarrollado durante el semestre.

**Resultados:** En los resultados del presente documento se encuentra en primera instancia Un diagrama organizado en orden jerárquico, presentado por departamento, de los deberes que debe cumplir cada uno de los cargos. En segunda instancia, se puede observar una matriz con las normas que rigen las principales actividades en cada departamento del área de ingeniería clínica, al igual que el contenido que se encuentra en cada una de las normas presentes. Como tercer punto, se presentan mapas de procesos en donde se encuentra el paso a paso de los procedimientos que realiza cada departamento del área de ingeniería clínica, junto con el personal encargado gestionarlos. Por último, se encuentran los resultados obtenidos al realizar las dos evaluaciones de perspectiva de los trabajadores del departamento de Ingeniería Biomédica, antes y después de tener acceso al manual.

**Conclusión:** Se logró reunir la información necesaria para crear un manual que sirva como una herramienta de apoyo y de capacitación para el personal de ingeniería clínica. Sin embargo, con base en los resultados obtenidos en las evaluaciones se pudo evidenciar que

el manual de capacitación es funcional, pero el nivel de impacto en la calidad de la realización de los deberes depende del uso que le den los trabajadores a la hora de desarrollarlos.

## 1. INTRODUCCIÓN

La ingeniería biomédica es una disciplina que se encarga de enlazar los mundos de la ingeniería, la tecnología, la medicina y la fisiología, para lograr grandes avances en el conocimiento científico que impacta directamente en las personas. Esta, se dedica principalmente al diseño, construcción y administración de recursos de equipos y dispositivos médicos, prótesis, dispositivos de diagnóstico y terapia, entre otros [1]. Lo que diferencia a la ingeniería biomédica de otra ingeniería, es que esta centra su conocimiento y lógica en el cuidado y la salud del ser humano, por lo tanto, desarrolla y evalúa detalladamente los procesos, de tal forma que no se vea comprometida la salud de la población.

La ingeniería clínica es la rama de la ingeniería biomédica que se encarga de la gestión tecnológica hospitalaria, cuya finalidad es brindar un servicio de atención con las mejores condiciones, por un costo razonable y un uso eficiente de la tecnología. En esta rama se evalúan aspectos como la infraestructura y la gestión de la tecnología, y se emplean diversos conocimientos que apoyan las actividades de un médico alrededor de un paciente y mejoran la calidad de la atención [1]. En este documento se presentará la información referente al área de ingeniería clínica de la Clínica Universidad de la Sabana.

La Clínica Universidad de la Sabana es un centro académico de salud de alta complejidad acreditado por ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación). En ésta se encuentran servicios como: cirugía, hospitalización, rehabilitación, consulta externa, fonoaudiología, gastrología, urgencias, imágenes diagnósticas, unidad de cuidados intensivos y unidad de cuidados intermedios, entre otros. La clínica Universidad de la Sabana presenta procesos de producción de aire medicinal (SAM) para abastecer el consumo de aire medicinal a todos los servicios que lo requiere. También tiene como especialidad el servicio de rehabilitación por lo que cuenta con tres espacios: hidroterapia, PIR (Proceso Interdisciplinario de Rehabilitación) y consulta externa de rehabilitación. En el área de rehabilitación se tratan pacientes con lesiones de médula espinal, con accidentes cerebro vascular, trauma de alta energía, traumatismo craneoencefálico, lesiones deportivas de alto impacto, enfermedades degenerativas entre otras. La Clínica universidad de la Sabana por segunda vez obtuvo la máxima acreditación internacional por parte de Commission on Accreditation of Rehabilitation Facilities (CARF) por el proceso interdisciplinario de rehabilitación (PIR). Al lograr esta acreditación internacional la clínica se posiciona como la primera institución acreditada internacionalmente de rehabilitación en Colombia [2].

La CARF (Commission on Accreditation of Rehabilitation Facilities) es un acreditador independiente internacional, sin ánimos de lucro, de servicios de salud en las siguientes áreas: salud del comportamiento, servicios para niños y jóvenes, servicios de rehabilitación de la vista, rehabilitación médica entre otras. Para obtener la acreditación CARF se inicia con el compromiso de la entidad que lo requiere, de realizar una mejora continua, y finaliza con la revisión externa y el reconocimiento de que los procesos realizados cumplen con los estándares internacionales de calidad, confirmando que los procesos evaluados poseen resultados óptimos para las personas a las cuales se les presta el servicio [3].

La Clínica Universidad de la Sabana se conforma de una serie de grupos de gestión en los cuales se realizan diferentes procedimientos. Estos se encuentran relacionados y si funcionan en armonía se garantizará el cumplimiento del objetivo final, brindar un servicio que cumpla con las expectativas y necesidades del usuario. Dentro de la Gestión Administrativa se encuentra el área de Ingeniería Clínica [2]. Este posee a su cargo cuatro departamentos: Arquitectura, Ingeniería Biomédica, Mantenimiento e Infraestructura y Activos Fijos. Arquitectura se encarga de realizar las obras mayores y las obras menores. Ingeniería Biomédica tiene como propósito garantizar el buen funcionamiento de los equipos en cada uno de los servicios y sin que representen un riesgo para el paciente. El departamento de Mantenimiento e Infraestructura es responsable de mantenimientos locativos y equipos industriales. Por último, Activos Fijos tiene como deber la entrada y salida de equipos médicos, equipos industriales y los inmuebles de la clínica.

En la figura 1 se puede evidenciar el organigrama del personal que conforma el área de ingeniería clínica. En el departamento de ingeniería biomédica de color gris, se presenta el cargo de practicante, el cual se encarga de apoyar actividades tanto administrativas como técnicas. El tiempo de prácticas se divide en dos periodos. El primero es un periodo con actividades técnicas, con el fin de tener un acercamiento a los diferentes equipos y servicios. En este se realizan acompañamientos en las rutinas de los mantenimientos preventivos, mantenimientos correctivos, capacitaciones y acompañamiento a proveedores. En este momento la clínica se encuentra en proceso de acreditación, por lo cual el practicante gestiona las guías rápidas de los equipos con el fin de disminuir los incidentes por desconocimiento del uso de estos en la clínica. El segundo periodo corresponde al administrativo el practicante se encarga de archivar, realizar la revisión documental de los procesos internos de la clínica, de apoyar los procesos de adquisición de la tecnología y de apoyar el programa de tecnovigilancia.

El área de Ingeniería Clínica tiene a cargo más de 15 trabajadores (figura 1) , por lo cual es necesario que cada uno de los integrantes del área tenga claro los procedimientos en los que participa y el marco legal de sus actividades con el fin de reducir o evitar consecuencias como la generación de eventos adversos, problemas legales o sanciones. De igual forma, es importante que cada uno de estos trabajadores tenga presente los procedimientos estándares que maneja la clínica con el fin de realizar las labores de la mejor manera. Por esta razón, se realizó un manual para capacitar al personal del área, e implementar una herramienta de apoyo, que asegure que los procedimientos se realicen bajo los estándares de calidad.

Este manual se realizó a partir de los documentos presentes en el portal de la Clínica Universidad de la Sabana, y en este se presentan los diagramas de los procedimientos estándares que maneja el área de Ingeniería Clínica. Además, contiene la información más relevante de las normas que rigen las principales actividades de los departamentos presentes en esta área.

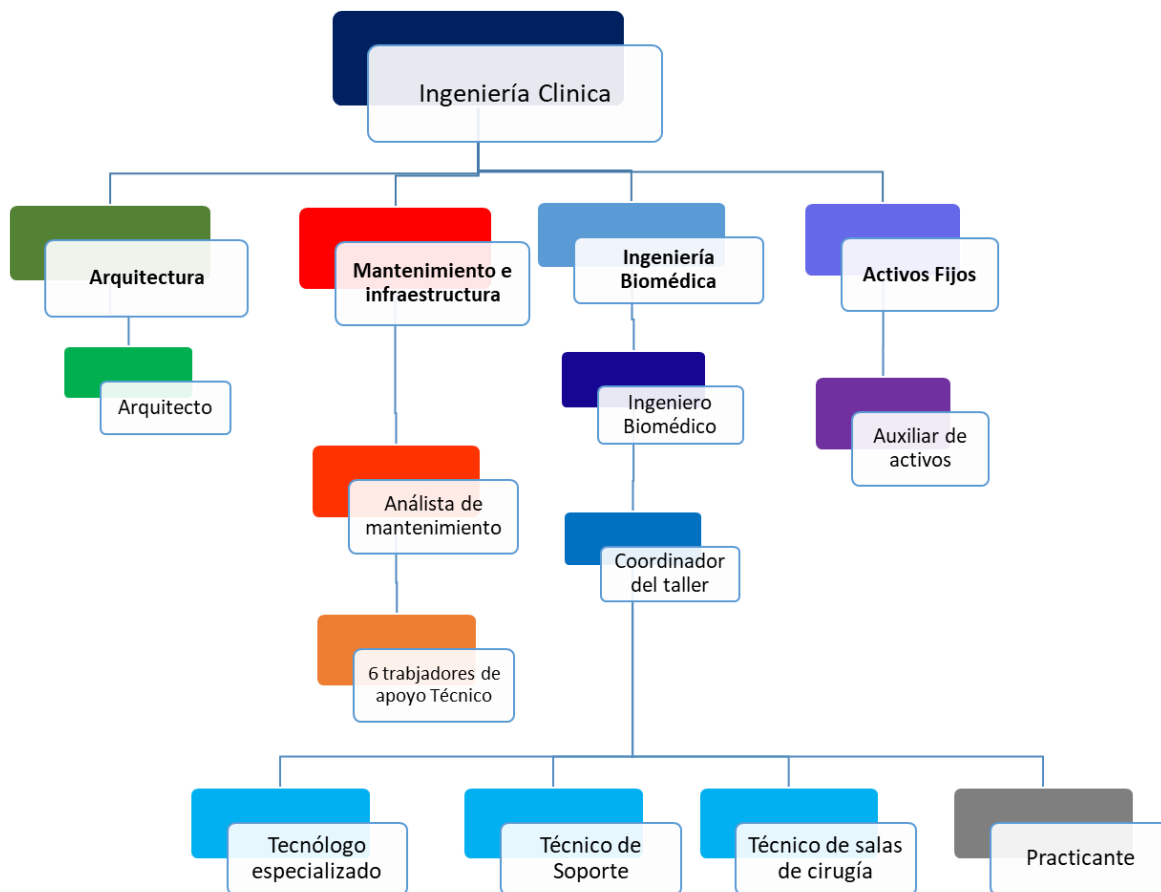


Figura 1. Organigrama del área de Ingeniería Clínica de la Clínica Universidad de la Sabana.

A continuación, se encuentra la información relevante usada para realizar los procedimientos que se presentan en el manual de capacitación.

### **Departamento de Ingeniería Biomédica:**

#### ➤ **Procedimientos de mantenimiento de los equipos biomédicos.**

El objetivo de los procedimientos de mantenimiento de los equipos biomédicos es mejorar la seguridad de las personas que tengan contacto con los equipos. Este procedimiento permite que el equipo biomédico se encuentre en condiciones óptimas de funcionamiento para presentar un servicio y minimizar el riesgo asociado al equipo.

#### **Procedimiento de mantenimiento preventivo**

En el documento “Manual de protocolos de mantenimiento de equipos biomédicos para el hospital Susana López Valencia E.S.E” se plantea un criterio de gestión de mantenimiento en el que se tiene en cuenta los siguientes criterios:

1. Objetivos de mantenimiento
2. Organización del plan de mantenimiento
3. Clasificación del mantenimiento

4. Modelos de mantenimiento
5. Mantenimiento y manejo presupuestal

En este documento se indica que para iniciar este procedimiento lo primero que se debe hacer es la actualización del inventario de los equipos biomédicos presentes en la clínica. Posteriormente se debe realizar una evaluación del equipamiento biomédico en los que indique un inventario físico funcional de los equipos biomédicos de baja, media y alta tecnología. Una vez cumplida la anterior parte se continúa con la diferenciación de los equipos en base a la clasificación de riesgo si son clase I, IIa o IIb, según el INVIMA. Por último, se realiza la determinación de la prioridad de los equipos teniendo en cuenta la función del equipo, el riesgo asociado a su aplicación y la historia de fallas del equipo. Esto con el fin de tomar decisiones acerca del mantenimiento de los equipos y realizar el cronograma [4].

En el documento “Optimización del inventario y mantenimiento preventivo de equipos biomédicos relacionados al proceso de traslado asistencial de Aero sanidad SAS, basado en el cumplimiento normativo y las buenas prácticas” Se plantea la necesidad de establecer que el personal realiza el procedimiento cuente con las competencias necesarias para la prestación del servicio al igual que la herramienta apropiada y los equipos de prueba necesarios. También plantea la realización de un reporte de mantenimiento en donde se registre la información correspondiente al tipo de mantenimiento realizado, la información básica del equipo como marca, modelo, serie, placa, la descripción del servicio, si se requiere repuestos, observaciones se encontradas, la firma del personal que realizó el servicio y del personal que certifica la realización del mantenimiento. Este parte del procedimiento se debe realizar siempre para tener una trazabilidad del equipo, y si se presenta un incidente adverso presentarlo como prueba [5].

#### **Procedimiento de mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo no es un trabajo planificado, este procedimiento inicia al presentarse una falla. Posteriormente el usuario que detecto la falla realiza el reporte del equipo para continuar con la verificación. Dependiendo de la falla el personal encargado tomará las medidas necesarias para restaurar el estado operacional del equipo. Para este procedimiento se debe tener en cuenta el tiempo de parada del equipo dependiendo del riesgo y el uso del este, ya que si es indispensable en el servicio debe presentar un equipo de backup mientras se realiza la reparación. Adicionalmente se debe realizar el reporte de mantenimiento en donde se registre la información correspondiente al tipo de mantenimiento realizado, la información básica del equipo como marca, modelo, serie, placa, la descripción del servicio, si se requiere repuestos, observaciones se encontradas, la firma del personal que realizó el servicio y del personal que certifica la realización del mantenimiento. Este parte del procedimiento se debe realizar siempre para tener una trazabilidad del equipo, y si se presenta un incidente adverso presentarlo como prueba [6].

#### **Procedimiento de mantenimiento predictivo**

En el mantenimiento predictivo se realizan acciones diarias con el fin de inspeccionar parámetros básicos de los equipos biomédicos. El procedimiento inicia realizando la ronda predictiva en la cual se verifica una serie de parámetros de cada uno de los equipos de los servicios asistenciales. Posteriormente si se evidencia alguna

falla se toma las acciones preventivas correspondientes, dejando un reporte registrando lo presentado y por último se realiza un informe de novedades encontradas en el servicio y se comunica al jefe del área [6].

➤ **Procedimiento institucional de adquisición de tecnología biomédica**

La tecnología biomédica es uno de los pilares claves dentro de un sistema de salud, sin embargo, tiene grandes implicaciones en el costo y la calidad de los servicios. Por tal razón es necesario tener un procedimiento en el cual se mejore la eficiencia y calidad de la prestación del servicio, realizando un uso adecuado de los recursos para la adquisición de tecnología que beneficie a usuarios y operadores. De igual forma se debe garantizar una interacción correcta entre la necesidad, las capacidades, los criterios de evaluación, los modelos financieros y el soporte de la tecnología [7].

En el documento “Evaluación técnica y clínica de tecnología biomédica en procesos de adquisición: un enfoque en evaluación de tecnologías en salud” presenta que un proceso de evaluación de la tecnología biomédica debe realizar los siguientes pasos [7]:

1. La formación de un comité conformado por diferentes profesionales de la salud. El personal encargado de liderar el proceso de adquisición se recomienda que sea un ingeniero clínico con el objetivo de guiar al personal de la salud en la toma de decisiones frente a la tecnología biomédica.
2. Desarrollar un documento de la tecnología que se desea adquirir con información técnica y clínica.
3. Realizar un estudio de mercado
4. Demostración de equipos para desarrollar la evaluación técnica y clínica.

➤ **Instructivo de recepción técnica de los equipos**

El objetivo del instructivo de la recepción técnica de los equipos biomédicos es comprobar que se encuentren las condiciones acordadas en el contrato. Por lo cual se verifican características, especificaciones y accesorios de la tecnología. Adicionalmente se debe revisar que se realice una correcta instalación, funcionamiento y que se brinde una capacitación pertinente al personal técnico y al personal asistencial. La recepción de los equipos es el primer paso del procedimiento en este se verifica y se diligencia el ingreso de la tecnología a la clínica y se realiza una evaluación técnica. Posteriormente se revisa que se realice una instalación adecuada, que ponga en marcha el equipo y que se realicen las capacitaciones correspondientes. Consecutivamente se debe entregar un acta de inventario registrando todos los datos del equipo y por último se realiza la hoja de vida de la tecnología adquirida para llevar a cabo la trazabilidad del equipo [8].

➤ **Procedimiento de manejo seguro de la tecnología biomédica**

El objetivo de este procedimiento es minimizar el riesgo en la presentación de incidentes o eventos adversos a causa del mal uso de la tecnología biomédica. Lo primero que se realiza es la evaluación de la necesidad de la capacitación. Segundo se realiza un cronograma de capacitación del equipo en el servicio que sea requerido. Posteriormente un personal técnico con un amplio conocimiento de la tecnología realiza la capacitación al personal que lo requiere y por último se registra todo el personal asistente a la capacitación [9].

➤ **Procedimientos de metrología de equipos biomédicos.**

La función de este procedimiento es realizar la verificación de seguridad eléctrica y servicios de calibración de equipos biomédicos para garantizar que los parámetros de diseño se encuentran funcionando de manera adecuada en cada tecnología.

En el libro “Gestión hospitalaria con enfoque sistemático” presentan el procedimiento de metrología de equipos biomédicos de la misma forma que el de metrología del mantenimiento preventivo [10]. La primera acción para realizar es actualizar el inventario de los equipos. La segunda acción es realizar una diferenciación del equipamiento. Posteriormente se realiza una planificación en cuanto a la realización del servicio.

Por último se realiza un informe de verificación o un certificado de calibración que se debe archivar en la hoja de vida del equipo [9].

➤ **Procedimiento control de calidad sistema hidroterapia**

Los documentos “Manual de gestión de piscinas” y el “Manual de piscinas” contienen una tabla de parámetros indicadores de la calidad del agua, en el que se encuentra los rangos establecidos para los parámetros a controlar y condiciones que se presenten para generar el cierre. Dentro de los parámetros establecidos para el control de calidad del sistema de hidroterapia se encuentran: pH, temperatura, concentración de cloro, turbidez, dureza, tiempo de recirculación del agua. Además, en el primer documento mencionado se plantea que se debe realizar un control de rutina diario, dos veces al día como mínimo, siendo la primera vez en las mañanas antes de abrir la zona de hidroterapia ante los usuarios. Además, se plantea también que se debe realizar un control del aire presente en el espacio de hidroterapia [11] [12].

➤ **Procedimiento de producción de aire medicinal**

El proceso de producción de aire medicinal se compone de las siguientes etapas [13]:

1. Captación del aire atmosférico: Esto se realiza a través de un conducto ubicado a 6 metros sobre el suelo con el fin de evitar cualquier contaminación y se envía a un filtro de admisión en el cual se filtran las partículas que absorbe el aire.
2. Compresión del aire: En esta etapa se convierte la energía mecánica en neumática generando de esta forma compresión del aire. Para este paso los compresores poseen un control automático que permiten entrar en funcionamiento en el caso de que uno falle.
3. Almacenamiento: El aire se almacena momentáneamente en el tanque pulmón el cual contribuye con el enfriamiento y asentamiento de partículas y humedad.
4. Secado: El aire pasa a los secadores donde es retirado un gran porcentaje de humedad proveniente del tanque pulmón.
5. Purificación: El presente paso se compone de filtros de línea coalescente, carbón activado, partículas y bacteriológico. Estos filtros permiten la purificación del aire para ser entregado al paciente.
6. Control de monóxido de carbono y punto de rocío: Antes del suministro de aire medicinal se realiza un proceso de control de parámetros de monóxido de carbono que hace referencia a que tan contaminado se encuentra el aire y el punto de rocío que indica el nivel de humedad del aire. Este control posee alarmas para indicar la desviación de los límites tolerables.

En el caso de presentarse una falla en el proceso de producción, el manifold entra a satisfacer la demanda de aire medicinal.

Este proceso es controlado por el departamento de ingeniería biomédica y por farmacología debido a que el aire medicinal se considera un medicamento.

### **Procedimiento de despeje de línea de producción de aire medicinal**

Para el procedimiento de despeje de línea de producción de aire medicinal [14]:

1. Verificar la limpieza del área.
2. Verificar que los equipos presentes en esta área tengan mantenimiento y se encuentren funcionales.
3. Determinar si se encuentran las alarmas activadas.
4. Identificar la línea de producción con información del número de lote, fecha y hora.
5. Verificar el contenido de monóxido de carbono y punto de rocío.
6. Verificar que se realice el cambio de la línea de producción.
7. Verificar la documentación.
8. Diligenciar el respectivo formato.

### **Departamento de arquitectura:**

- **Procedimiento de solicitud de obra**

El objetivo de este procedimiento es identificar la necesidad de intervención en la infraestructura de los servicios para clasificar el procedimiento como obra mayor o menor y definir el alcance del proyecto.

Para este procedimiento primero se evidencia la necesidad del servicio y se realiza la solicitud formal. Posteriormente se realiza la revisión técnica y se presenta frente al comité correspondiente en el cual se realiza la programación del proyecto, en el caso de ser aceptado. Por último, se realiza la ejecución y la respectiva entrega [15].

### **Departamento de mantenimiento e infraestructura:**

- ❖ **Procedimiento para el mantenimiento preventivo de la planta de energía eléctrica**

Según el Reglamento técnico de instalaciones eléctricas para asegurar que las instalaciones brinden seguridad durante la vida útil deben atender los siguientes requisitos [16]:

1. Todas las instalaciones deben ser operadas y mantenidas por un personal con las competencias necesarias.
2. Verificar que no se presente un riesgo alto. En el caso que se presente, el personal encargado debe tomar las medidas necesarias para que no se genere un accidente. Además, se debe realizar un plan de acción para corregir las fallas encontradas y demostrar ante un inspector acreditado que ya no genera un riesgo.



3. La línea de transmisión, redes de distribución, subestaciones y centrales de generación se debe asegurar que cumplan con el reglamento establecido y no presente un peligro inminente.

De igual forma en el documento “Análisis probabilístico del mantenimiento predictivo y correctivo de máquinas eléctricas rotativas en una planta siderúrgica” se plantea que para la realización de un mantenimiento preventivo se debe realizar una inspección sistemática que permita la detección de fallas. Además, se debe realizar limpieza, lubricación, calibración, pruebas de funcionamiento, ajustes de ser necesario. Este procedimiento permite mantener la maquinaria en estado satisfactorio asegurando y extendiendo la vida útil de los equipos de producción [17].

#### ❖ **Procedimiento para corte de agua**

Al presentarse un corte de agua primero se realiza una verificación de suministro a través de un tanque de reserva y equipo de bombeo. En el caso que el corte se realice por más de 48 horas, se debe comunicar con la empresa transportadora de agua potable para llenar el tanque de reserva y seguir suministrando a todo el servicio. Por último, se deben realizar las respectivas reparaciones para suministrar el agua a través de la red normal de acueducto y verificar que se llene el tanque de reserva [18].

#### ❖ **Procedimiento de cambio de cilindros del manifold**

El manifold es un sistema de respaldo de distribución de gases para garantizar el suministro de manera continua del gas. Este está compuesto por bancos de cilindros de gases como el oxígeno, dióxido de carbono, aire medicinal, nitrógeno que poseen alta presión. El objetivo de este procedimiento es garantizar la seguridad en la manipulación de los cilindros de alta presión y conseguir el funcionamiento óptimo, disminuyendo el riesgo. Para esto, antes de realizar el cambio de los cilindros se debe verificar que el sistema de manifold esté operando correctamente. Posteriormente se debe verificar que el cilindro a cambiar no se encuentre en uso para realizar el cambio, en esta actividad se debe contar con elementos de protección. El paso siguiente es retirar los cilindros vacíos y almacenarlos. Después se debe instalar los cilindros nuevos evitando cualquier impacto. Y Por último se realiza las pruebas de fuga y se pone en marcha el sistema [19].

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un manual que permita capacitar a los ingenieros biomédicos de la Clínica Universidad de la Sabana en la gestión de los procesos referentes a ingeniería clínica.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Realizar una matriz con las normas que abalan los procesos de ingeniería clínica y presentar la información más relevante de cada una de estas normas.
2. Establecer los procedimientos que se realizan en el área de ingeniería clínica de forma que sea clara y entendible para todo el personal.
3. Realizar una evaluación de percepción al personal del departamento de ingeniería biomédica para determinar el impacto del documento realizado.

### 3. METODOLOGÍA

#### Fases del proyecto

En el diagrama del Plan Disc que se encuentra en la figura 2, se organizaron las actividades del proyecto por semanas desde el mes de diciembre, en el cual iniciaron las prácticas, hasta el mes de mayo, que se realiza la entrega del proyecto. La información se organizó en tres anillos. En el anillo exterior se organizaron las actividades referentes al documento, en el anillo siguiente las actividades referentes al manual y por último el anillo central los seguimientos realizados por parte de los tutores. Además, en este diagrama se observa de color morado, azul y verde las tres fases del proyecto: Iniciación y planificación, ejecución y seguimiento y por último finalización.

La fase uno corresponde a la iniciación y planificación, esta es una de las etapas más determinantes en el proyecto debido a que se toman decisiones contundentes acerca del proyecto, como la problemática a la que se le va a dar solución. Además, se organizan los recursos, el tiempo de ejecución y los parámetros necesarios con el fin de plantear una ruta clara para cumplir los objetivos. La segunda fase es la ejecución y seguimiento del proyecto, esta fase la compone una serie de actividades para la elaboración del manual de capacitación como la revisión de la documentación de la clínica, la realización de los mapas de proceso y el resumen de las normas. Adicionalmente, en esta fase se realiza un seguimiento por parte del tutor por lo cual se presentan documentos entregables para tener trazabilidad de lo realizado durante el periodo de tiempo establecido. Por último, en la fase de finalización se encuentra la presentación del proyecto realizado ante el tutor y los jurados, exponiendo todo el trabajo realizado durante el semestre.



Figura 2. Plan disc del proyecto.

## Información de los deberes del personal del área de Ingeniería Clínica

Antes de entrar en detalles acerca de la realización de los procedimientos, se indagó con el ingeniero clínico, acerca de los deberes que posee cada uno de los trabajadores del área dentro del respectivo departamento. La información se organizó por departamentos y se ubicó en cuatro diferentes diagramas, estableciendo en orden jerárquico a cada uno de los trabajadores que componen los departamentos. Esta información fue base para ubicar en las diferentes fases de los procedimientos al personal que le corresponde desarrollarlo. De igual forma, al ser la información tan relevante se agregó en el contenido del manual, adicionándole a cada cargo un color específico durante todo el documento para facilitar su visualización en los diferentes procedimientos y deberes en los que participa.

## Marco Legal

Contar con un documento guía, que estandarice los procedimientos para elaborar una correcta evaluación de los parámetros de desempeño es realmente importante para alcanzar un buen trabajo y a nivel clínico garantizar un excelente servicio. Por consiguiente, Se realizó una revisión bibliográfica de las normas que rigen las principales actividades de cada uno de los departamentos y se ubicó en la figura 3.

En la figura 3 se observa que las resoluciones: 2003,3100 y 2082 rigen para toda el área de ingeniería clínica. La resolución 4816, 4725 corresponden al departamento de ingeniería biomédica y la resolución 4410 rige actividades que realiza tanto el departamento de mantenimiento e infraestructura como ingeniería biomédica. También se presenta para el departamento de mantenimiento e infraestructura la norma NTC 2050 Y 1500. Por último, para el área de arquitectura la resolución 4445. Se realizó la lectura de cada una de las normas presentes en la figura y se realizó una tabla de contenido de las normas de tal forma que el personal tuviera un acceso rápido a los puntos que se manejan en cada norma.

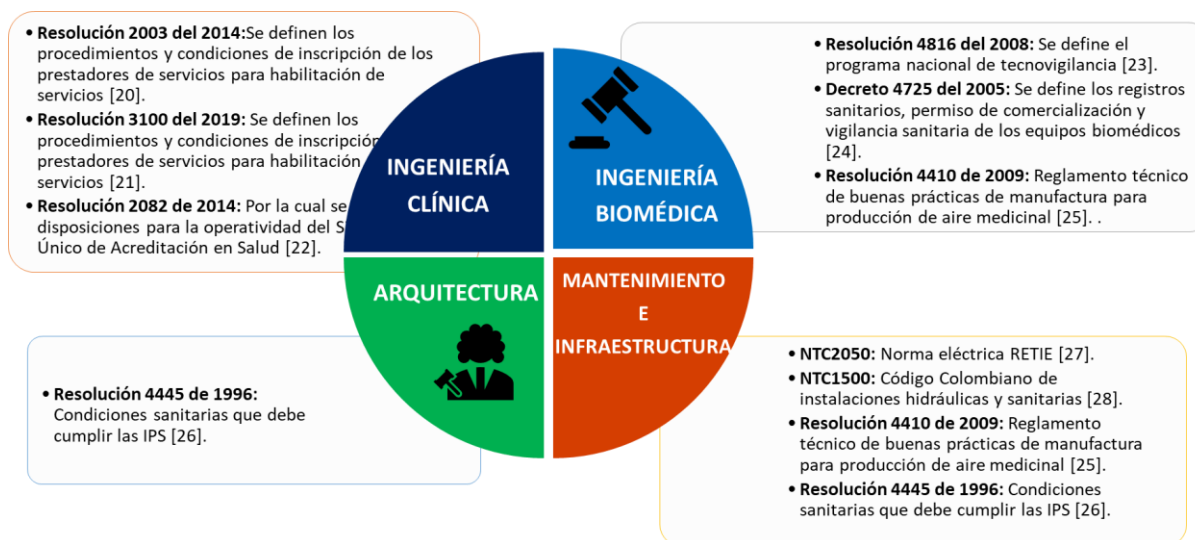


Figura 3. Diagrama de las normas incluidas en el manual de capacitación.

## **Procedimientos realizados por el área de ingeniería clínica**

Para la realización de los procedimientos del área de Ingeniería Clínica se realizó una revisión de los documentos del portal de la Clínica Universidad de la Sabana. Posteriormente se realizó una búsqueda bibliográfica de cada uno de los procedimientos que se realizan en esta área, obteniendo información relevante para la realización de los procedimientos. Toda la información fue dividida por departamentos y fue organizada en diagramas con el fin de facilitar su visualización y retención de la información por parte del personal. A todos los procedimientos se les estableció en cada fase de su desarrollo el cargo encargado de realizar la labor, para este paso fue muy importante conocer los deberes de cada uno de los trabajadores. Además, como se dijo anteriormente, a cada uno de los cargos se le estableció un color específico para facilitar la visualización y encontrar de manera más sencilla la actividad en la que el trabajador participa.

## **Evaluación de perspectiva**

Para evaluar el impacto del manual frente al personal de ingeniería clínica se realizan dos evaluaciones. La primera se llevó a cabo de manera previa a la lectura del manual, con el fin de determinar el personal que tanto conoce los procedimientos y que tan presente tiene las normas. La segunda se realiza con la ayuda del manual. Con estas pruebas se busca comparar los dos resultados y determinar si el manual tiene un impacto positivo.

Para llevar a cabo las evaluaciones se usó la herramienta gratuita de Google Forms para la realización de encuestas online. Las preguntas planteadas en la encuesta se dividieron en tres categorías: datos del personal, preguntas generales y preguntas específicas.

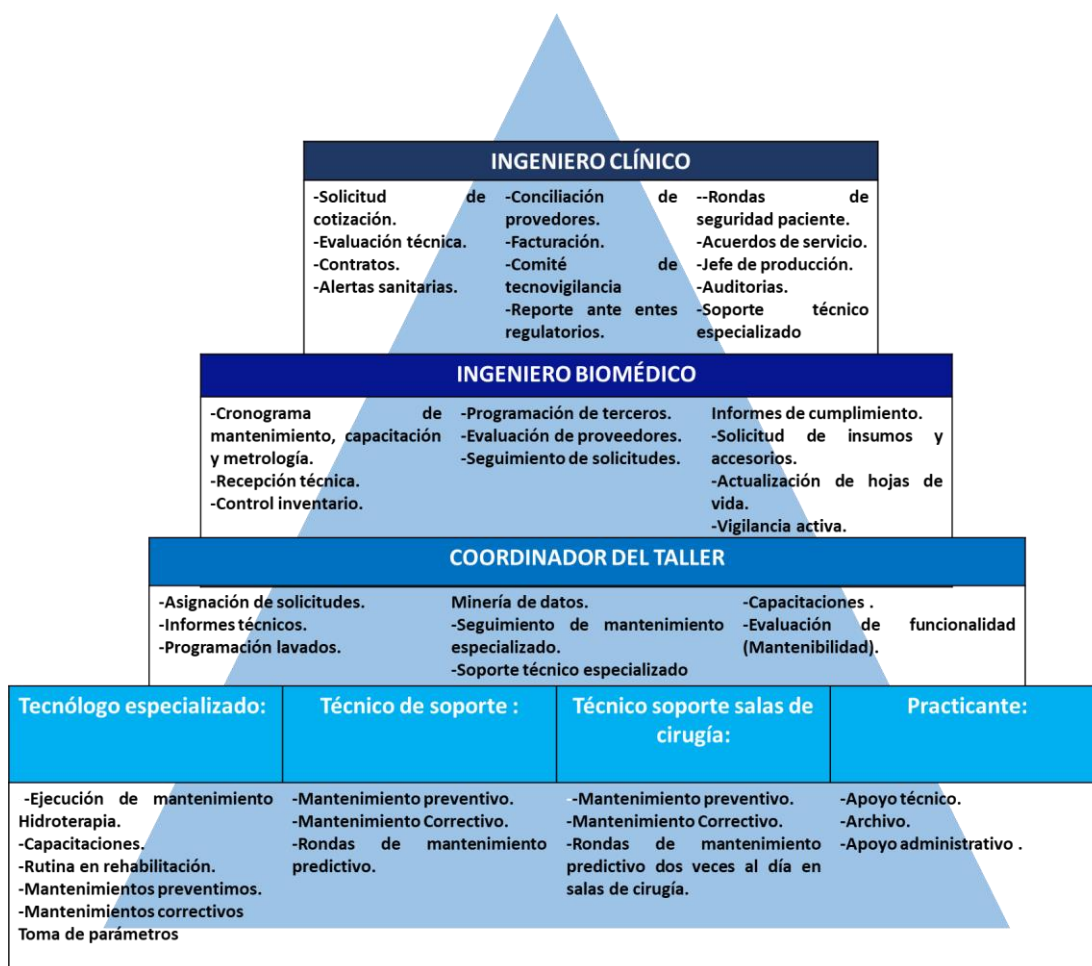
En primera instancia se pregunta el cargo del personal que realiza la encuesta, con el fin de conocer, según los deberes que tiene en la institución, cuáles serían los procedimientos que debería tener afianzados. La segunda pregunta solicita ingresar el tiempo que lleva el trabajador en la institución, ya que este puede ser un factor que afecte qué tanto conocimiento se tenga de los procedimientos de la clínica. En tercer lugar, se pregunta si se ha tenido algún acercamiento a los documentos en donde se encuentran plasmados los procedimientos, debido a que esto permitirá evidenciar el porcentaje del personal que tiene un conocimiento previo de estos.

La cuarta y quinta pregunta dependen la tercera, si respondieron afirmativamente esta última, se debe indicar cuál fue el procedimiento que fue consultado. Si el trabajador respondió de forma negativa, se debe indicar la razón por la cual no ha tenido un acercamiento a los documentos, con el fin de plasmar estrategias en el manual que logren llegar a cada una de las personas. La mayoría de las preguntas específicas se plantearon en base a los procedimientos estándares, y las preguntas generales se plantearon con respecto al marco legal, deberes del personal, entre otras. Cabe resaltar que todas las preguntas que se agregaron al cuestionario tienen que ver con actividades que los trabajadores realizan en su día a día. El segundo cuestionario incluyó preguntas específicas y generales del cuestionario anterior, y además, se agregaron más preguntas específicas con el objetivo de que el personal tuviera un acercamiento a los procedimientos y normas que se encuentran en el manual.

## 4. RESULTADOS

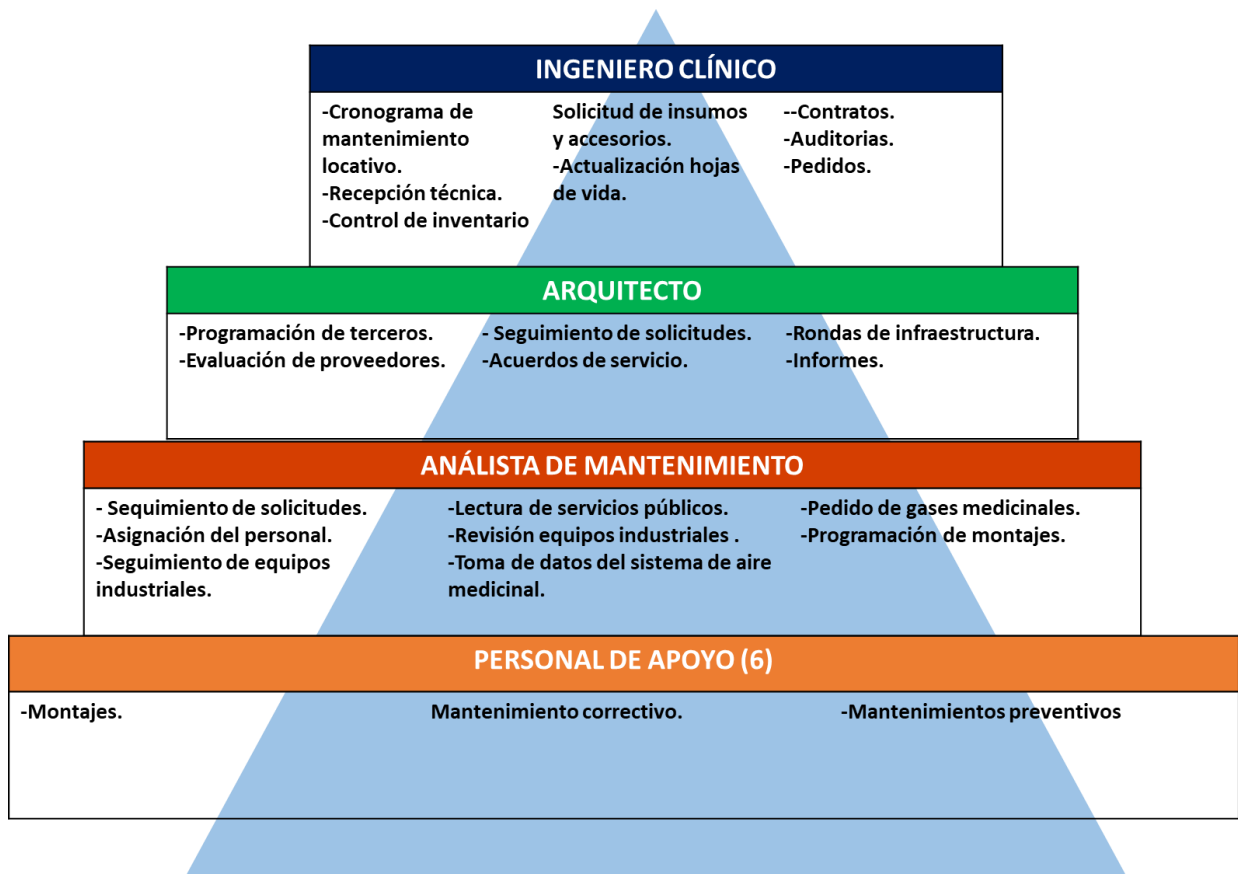
### Diagrama de deberes del personal del área de Ingeniería Clínica:

Para la realización y el entendimiento de los procedimientos manejados en el área, es necesario tener conocimiento acerca de los deberes que tiene cada uno de los cargos de los departamentos que conforman el área de ingeniería clínica. Para esto, se organizó la información por departamentos en cuatro diferentes mapas. En cada mapa se organizó los cargos de forma jerárquica iniciando por el mayor cargo, el jefe de ingeniería clínica. Adicionalmente, a cada cargo se le estableció un color específico durante todo el documento para facilitar la visualización en las procedimientos y deberes que participa.



*Figura 4. Diagrama de deberes de cada cargo del departamento de Ingeniería Biomédica de la Clínica Universidad de la Sabana.*

En la figura 4 se evidencia los diferentes cargos presentes en el departamento de Ingeniería Biomédica y sus respectivos deberes dentro del departamento. En este mapa se puede observar que los deberes del personal se encuentran relacionados con respecto a la tecnología biomédica. Tres de los cargos son administrativos y los otros tres son técnicos, sin embargo, cada una de las personas que trabajan en este departamento tiene que garantizar el buen funcionamiento y estado de los equipos médicos para garantizar la prestación del servicio.



*Figura 5. Diagrama de los deberes de cada cargo del departamento de Mantenimiento e Infraestructura de la Clínica Universidad de la Sabana*

En el diagrama de la figura 5 se encuentra la información del personal de Mantenimiento e Infraestructura. En este departamento el ingeniero clínico se encarga de coordinar para que se realice cada una de las actividades, garantizando insumos, contratos, pedidos, entre otros. En este departamento el arquitecto contribuye en la organización y la supervisión de tareas del personal en la parte de infraestructura física locativa. También, se encuentra un analista de mantenimiento que realiza las tareas más especializadas y seis auxiliares de apoyo que se encargan de los mantenimientos y montajes de la institución. Como se puede observar los deberes de este departamento se centran en los mantenimientos locativos y de equipos industriales de la clínica con excepción de los equipos presentes en el servicio de hidroterapia.

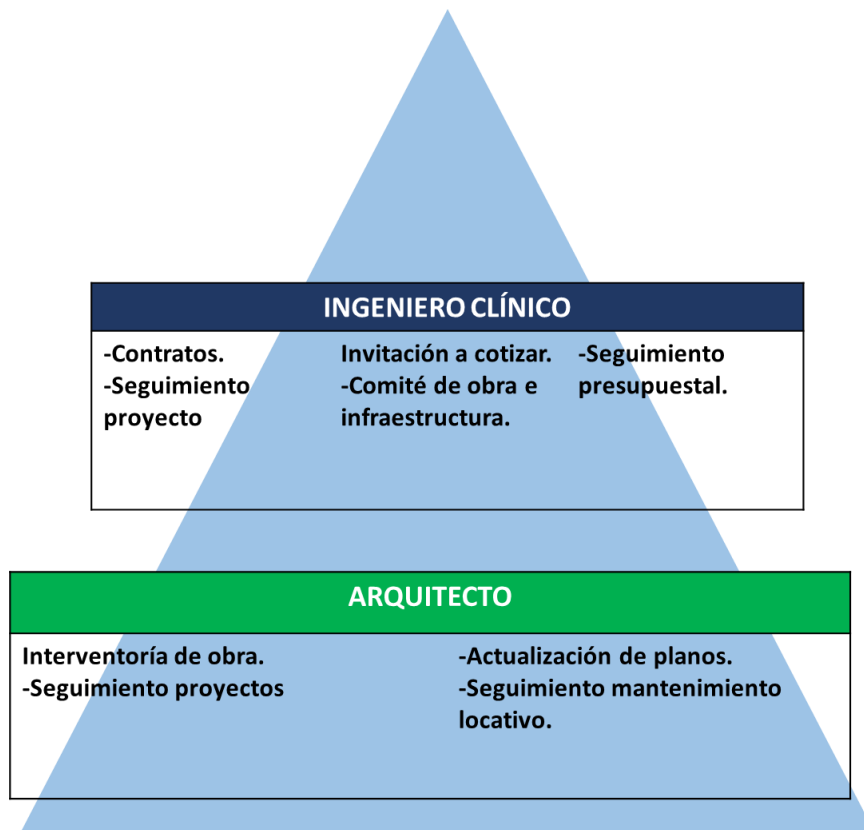
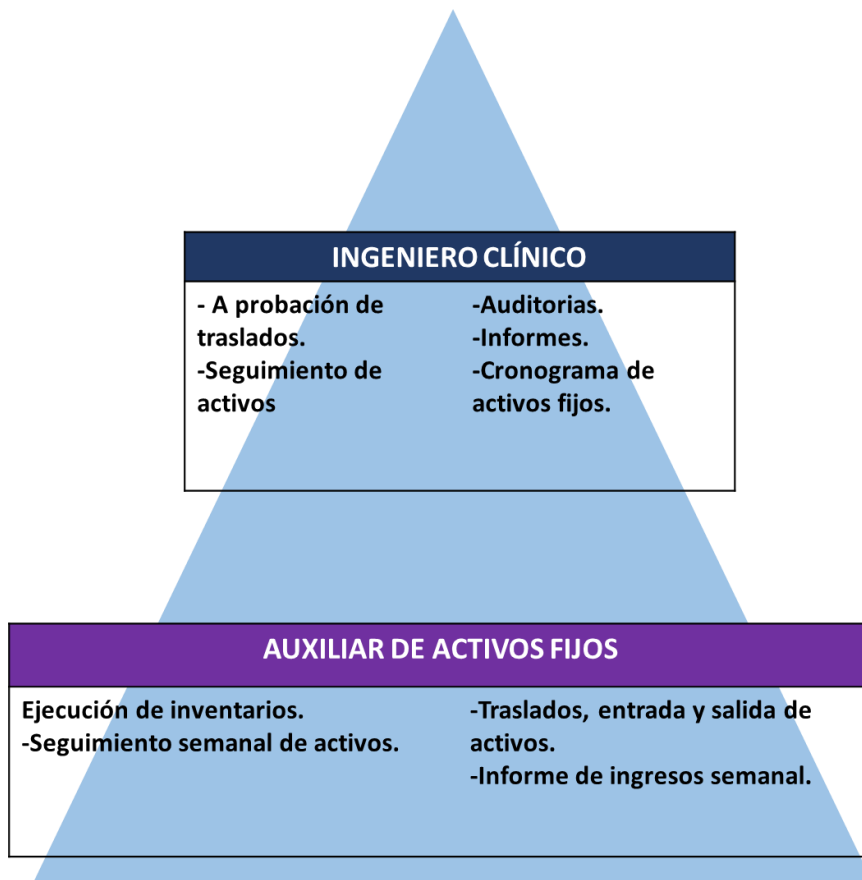


Figura 6. Diagrama de los deberes del cada cargo del departamento de Arquitectura de la Clínica Universidad de la Sabana.

En la figura 6 se presenta el personal del departamento de Arquitectura. Este departamento se encarga de realizar las obras mayores y obras menores de la institución. El cargo encargado de esta labor es el arquitecto, sin embargo, para la ejecución de las diferentes labores de obras civiles se contrata personal especializado dependiendo del proyecto que se realice.





*Figura 7. Diagrama de los deberes de los cargos del departamento de Activos Fijos de la Clínica Universidad de la Sabana.*

Por último, se encuentra el diagrama del personal del departamento de activos fijos. Este departamento como se puede observar la figura 7 es el departamento del área de ingeniería clínica con menor personal. Sin embargo, este es uno de los departamentos que tiene mayor control debido a que se maneja la entrada y salida de los activos, es decir tanto los equipos médicos como los inmuebles de la clínica. Por esta razón, el auxiliar de activos fijos debe tener soportes como la facturación que demuestre como se adquirió el activo, debe tener un inventario actualizado de los activos presentes en la clínica y debe realizar un seguimiento semanal de estos.

**Matriz de normatividad:**

Teniendo como base la revisión bibliográfica de las normas que rigen las principales actividades del área, se realizó una matriz para cada departamento en el cuál se presenta el contenido de la normatividad presentada. A continuación, se encontrará las matrices de normatividad presentada en el manual de capacitación para el personal de ingeniería clínica de la Clínica Universidad de la Sabana (figura 8, 9, 10).

| Ingeniería Biomédica  |  |   |
|---|--|---|
| <b>Resolución 4816 del 2008:</b><br><p>➤ <b>Define el programa nacional de tecnovigilancia.</b><br/>           Esta resolución presenta como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La conformación del comité, que debe tener el programa</li> <li>• Cómo se debe actuar o identificar un incidente o un evento adverso</li> <li>• Ante quien se debe presentar.</li> <li>• Medidas para reducir el riesgo</li> <li>• Medidas de seguridad y mantener informados tanto al personal asistencial como técnico y los usuarios la presencia de riesgo vinculada a un equipo médico[8].</li> </ul> | <b>Resolución 4725 de 2005:</b><br><p>➤ <b>Se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta resolución regula todo lo relacionado con los registros sanitarios.</li> <li>• La comercialización.</li> <li>• El almacenamiento.</li> <li>• El uso , los mantenimientos de los dispositivos médicos</li> <li>• La clasificación de riesgo de los equipos.</li> <li>• Todo el personal encargado de los equipos médicos debe cumplir con obligatoriedad lo registrado en la presente resolución.</li> </ul> | <b>Resolución 4410 de 2009:</b><br><p>• <b>Reglamenta de forma técnica las buenas prácticas de manufactura para producción de aire medicinal</b></p> <p>➤ En esta resolución se reconoce la importancia para adoptar medidas de seguridad.</p> <p>➤ Además, contiene los requisitos que debe cumplir los gases medicinales en los procesos de fabricación</p> <p>➤ Control de calidad y comercialización en instituciones prestadoras de servicios de salud [10].</p> |

Figura 8. Normatividad del departamento de Ingeniería Biomédica.

|   |  |
|---|--|
| <b>Norma Técnica Colombiana (NTC) 2050:</b><br>Norma eléctrica RETIE. Este es el reglamento técnico de instalaciones eléctricas que establece los requisitos mínimos para la protección contra riesgos de origen eléctrico.<br>incluye la verificación de estándares de las características, exigencias y especificaciones para garantizar la seguridad de las instalaciones con base a la confiabilidad, calidad de los equipos y por último la prevención de las prácticas que puedan llevar a un error [26]. | <b>Norma Técnica Colombiana (NTC)1500:</b><br>Código Colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias. En esta norma se presenta los requisitos mínimos referentes al montaje, instalación, modificación, mantenimientos de los sistemas hidráulicos y sanitarios [28].  |
| <b>Mantenimiento e infraestructura</b>  |  |
| <b>Resolución 4445 de 1996:</b><br><b>Condiciones sanitarias que debe cumplir las IPS.</b> En esta resolución se encuentra información para: - Arquitectura ,Mantenimiento e infraestructura. En este se encuentran temas como:<br>-suministro de agua potable accesos, áreas de circulación, salidas y señalización, características de las áreas, medidas prevención de accidentes, vigilancia y control [27].  | <b>Resolución 4410 de 2009:</b><br><b>Reglamenta de forma técnica las buenas prácticas de manufactura para producción de aire medicinal.</b><br>En esta resolución se reconoce la importancia para adoptar medidas de seguridad. Además, contiene los requisitos que debe cumplir los gases medicinales en los procesos de fabricación, control de calidad y comercialización en instituciones prestadoras de servicios de salud [25]. |

Figura 9. Normatividad del departamento de Mantenimiento e Infraestructura.

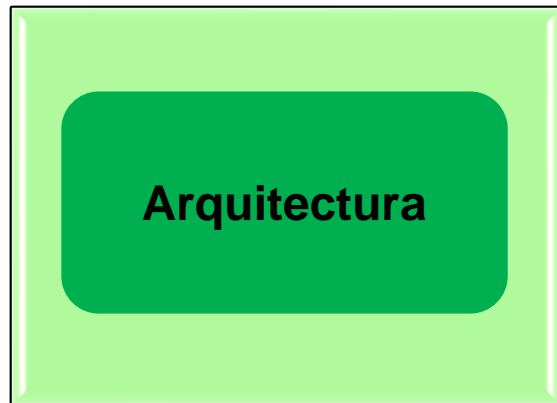
**Resolución 4445 de 1996:**  
**Condiciones sanitarias que debe cumplir las IPS. En esta resolución se encuentra información para:**

- Arquitectura
- Mantenimiento e infraestructura.

En este se encuentran temas como:

- suministro de agua potable accesos, áreas de circulación, salidas y señalización, características de las áreas, medidas prevención de accidentes, vigilancia y control.

La información presente en esta resolución es una guía para el personal debido, a que se especifica las condiciones mínimas de la infraestructura del área clínico [27].



*Figura 10. Normatividad del departamento de Arquitectura.*

### **Mapas de procedimientos realizados por el área de ingeniería clínica**

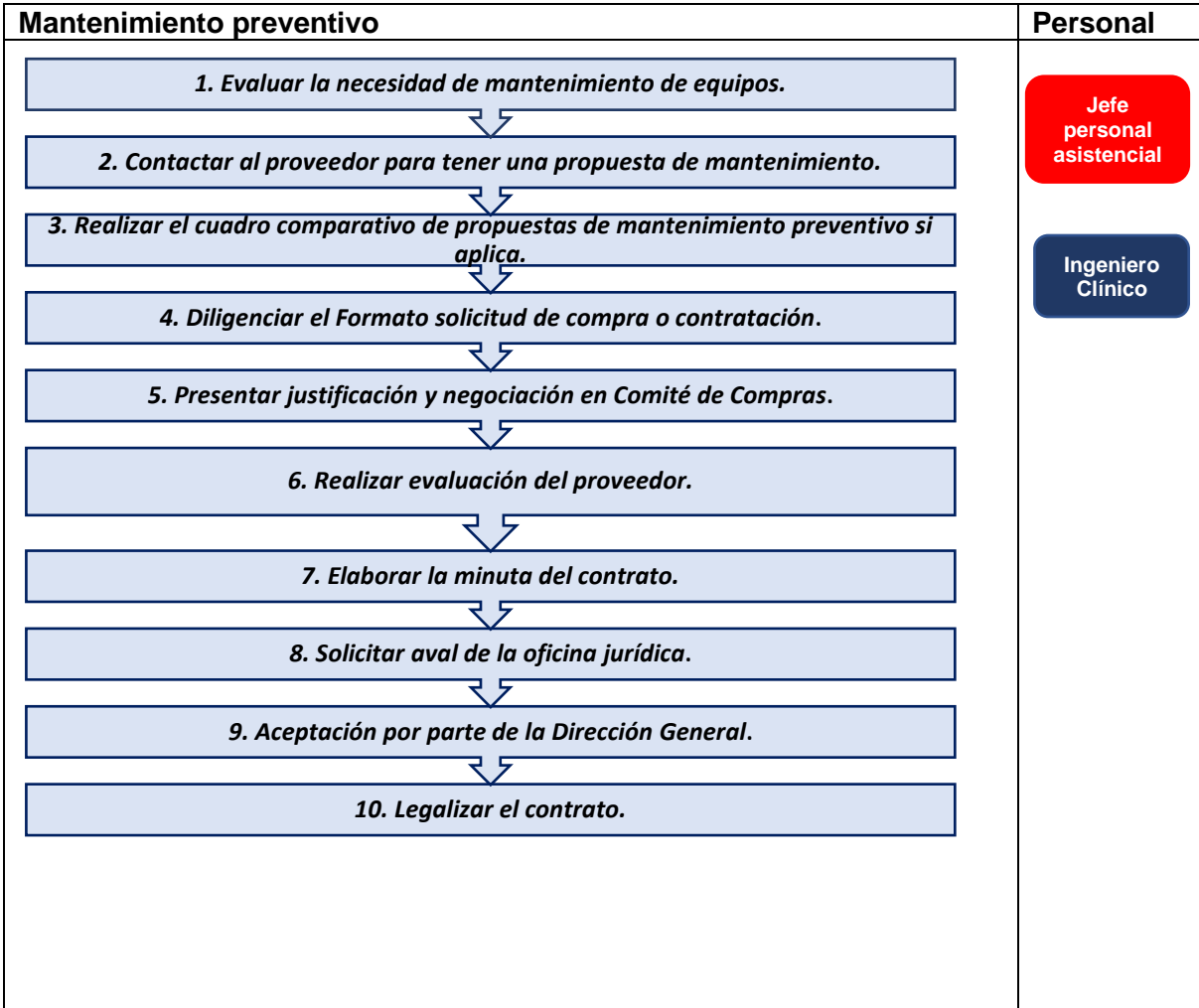
En segunda instancia se presenta los mapas de procedimientos realizados por el área de Ingeniería Clínica. La información contenida de los procedimientos se organizó en mapas con el fin de facilitar su visualización y retención por parte del personal. En esta sección se encontrarán los diferentes procedimientos que serán clasificados por departamento, sin embargo, los procedimientos del departamento de activos fijo se encontrarán inmersos en los otros departamentos. En el lado derecho de los diagramas de procedimientos se encuentra el personal encargado de realizar cada parte del procedimiento, esto con el fin de que cada personal tenga claro la fase del procedimiento en la que participa.

Adicionalmente, cada personal del área de ingeniería clínica se le indicó un color específico para que en el manual realizado el personal pueda visualizar y encontrar de forma más sencilla la actividad en la que participa. La información los procedimientos que se presentan fue tomada del portal de gestión de calidad de la Clínica Universidad de la Sabana.

Departamento de ingeniería biomédica:

- Procedimiento de mantenimiento de los equipos biomédicos.

Procedimiento de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos



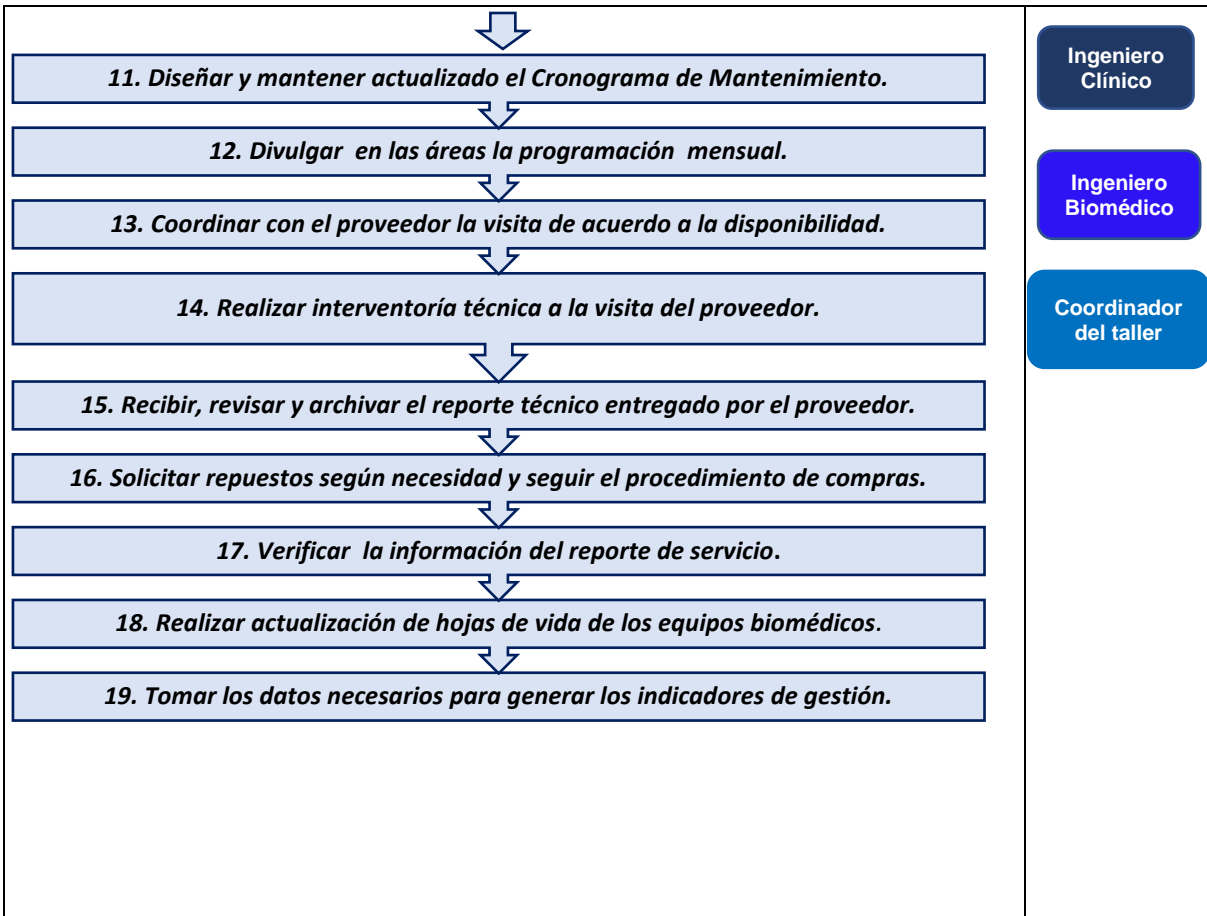


Figura 11. Mapa de procedimientos de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos de la Clínica Universidad de la Sabana [6].

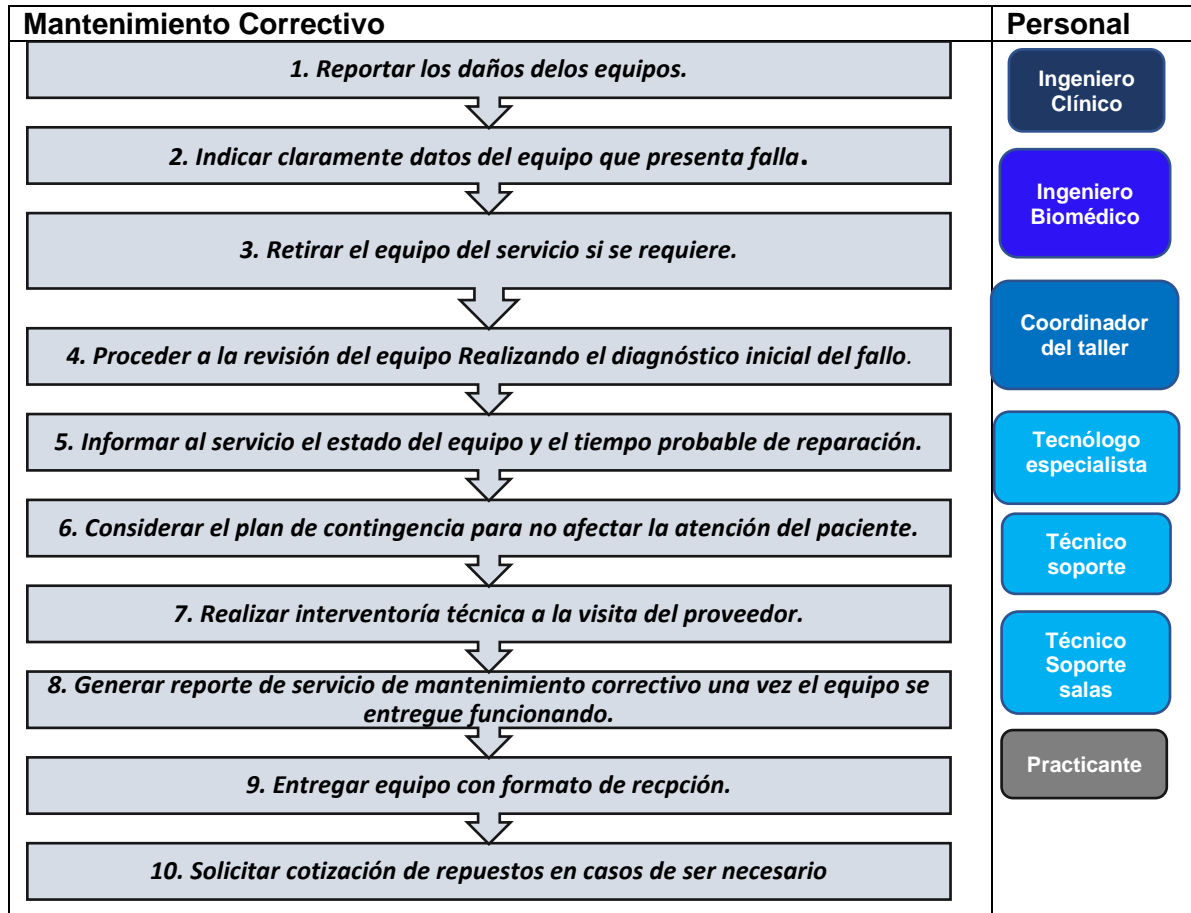
En la Clínica Universidad de la Sabana para iniciar con el procedimiento del mantenimiento preventivo realiza un estudio previo para evidenciar el estado de los equipos y priorizar según sea necesario, siendo el ingeniero clínico el responsable de esta labor. La evaluación de necesidad es presentada ante un comité de compras al igual que las ofertas de los posibles proveedores que brindarán el servicio de mantenimiento, con el fin de seleccionar la opción que se ajuste más a los requerimientos establecidos por el ingeniero clínico y el comité de compras. Al tomar una decisión el ingeniero clínico elabora un contrato para el proveedor, que debe ser avalado por la oficina jurídica y dirección general para legalizar el contrato. Si no se tiene un contrato con el proveedor para la realización de los mantenimientos preventivos, el personal técnico biomédico de la clínica realizará el servicio si se encuentra capacitado en esta actividad.

El personal encargado de la coordinación de los mantenimientos preventivos es: El ingeniero clínico, el ingeniero biomédico, y el coordinador del taller. El ingeniero biomédico diseña y actualiza el cronograma del mantenimiento preventivo de cada mes, el cual supervisa el ingeniero clínico. Este cronograma se realiza con el fin de tener un control en vigilancia de los equipos y en el presupuesto institucional destinado por este ámbito. El coordinador del taller se encarga de divulgar a los servicios mediante el correo y la plataforma de la clínica el cronograma de mantenimientos del mes, con el fin de gestionar la disponibilidad de los equipos y de esta forma coordinar con los proveedores.

El contratista que visite la clínica para realizar una labor de mantenimiento debe anunciarse en el taller de Ingeniería Biomédica antes de presentar su servicio, para que el personal biomédico realice su respectivo acompañamiento. Al terminar la prestación del servicio el proveedor o el personal técnico biomédico de la clínica, debe entregar un reporte con la actividad realizada al coordinador del taller, este debe revisarlo con cautela, subirlo a la minería de datos y archivarlo en la hoja de vida del equipo. Si se requiere repuestos el coordinador del taller debe informar al ingeniero biomédico y este debe realizar una cotización del producto requerido para proseguir con su compra.

Para garantizar que se cumplan con los mantenimientos preventivos el ingeniero biomédico genera unos indicadores para cuantificar los mantenimientos programados realizados al mes. Además, el ingeniero biomédico y el ingeniero clínico generan estrategias para cumplir con la cantidad de mantenimientos requeridos. El procedimiento se encuentra en la figura 11. El formato usado al realizar el mantenimiento preventivo por parte del personal técnico biomédico de la institución se encuentra en el anexo 1.

**Procedimiento de mantenimiento correctivo de los equipos Biomédicos.**



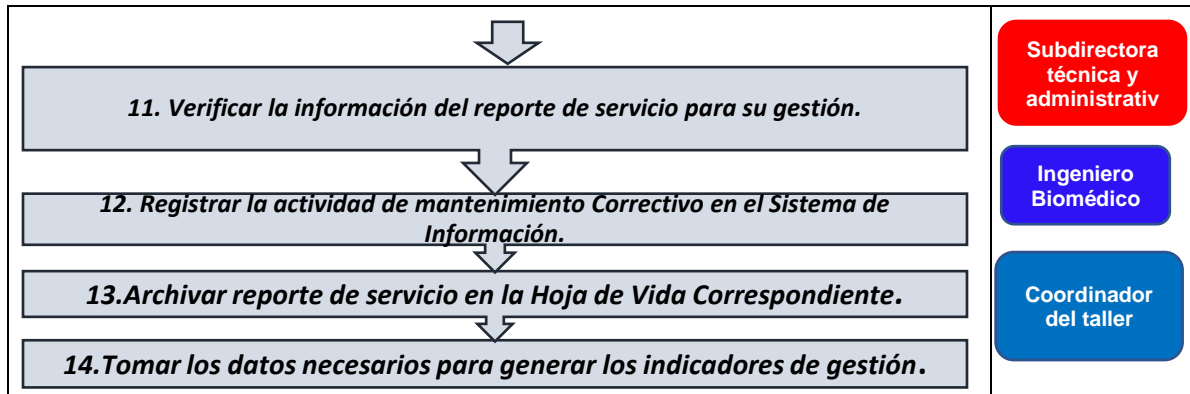


Figura 12. Mapa de procedimientos de mantenimiento correctivo de los equipos biomédicos de la Clínica Universidad de la Sabana [6].

En la figura 12 se encuentra el mapa de procedimientos para realizar el mantenimiento correctivo de los equipos biomédicos. Lo primero que se presenta en el mapa es el reporte del fallo de un equipo biomédico, el cual puede ser reportado por el servicio o por el personal técnico. Al reportar el fallo del equipo se debe indicar marca, modelo y serie entre otros. Posteriormente el personal técnico realiza una revisión para determinar la falla y presentar un diagnóstico del equipo. Esta información se le brinda al servicio y se informa si debe ser retirado para su reparación.

El técnico biomédico realiza una primera intervención para reparar el equipo, si este no le da solución al fallo, el ingeniero biomédico debe contactarse con el proveedor para agendar un mantenimiento correctivo. En el caso de que sea urgente el técnico se comunica por vía telefónica con el proveedor y recibe las instrucciones para realizar su reparación. Es importante tener en cuenta el nivel de riesgo que posee el equipo y el uso que le dan en el servicio, ya que de esto depende las horas de parada que puede tener el equipo y si es o no necesario entregar al servicio un equipo de contingencia.

Luego de la reparación del equipo bien sea por medio del proveedor o por medio del técnico Biomédico de la clínica, se debe entregar un reporte de mantenimiento correctivo al coordinador del taller, el cual debe verificar el reporte, evidenciar si se requieren repuestos, realizar la minería de datos y por último archivar el reporte en la hoja de vida del equipo para llevar un control. En el caso de requerir repuestos el ingeniero biomédico debe realizar la cotización de estos para proseguir con la compra.

Para retirar los equipos de los servicios la clínica posee dos sistemas de control que deben ser tenidos en cuenta. El primero es un formato de control de ingeniería biomédica, este se encuentra junto a los formatos de rutinas en la carpeta de ingeniería biomédica presente en los servicios. El segundo es un libro de control del servicio, en el cual el personal asistencial registra el día y la hora en el que fue retirado, la persona del servicio que lo entrega y el personal biomédico que lo retira, esto con el fin de que en los cambios de turno el personal tenga conocimiento de los equipos que no se encuentran. En los dos controles debe documentarse la salida y la entrega del equipo al servicio. El formato usado al realizar el mantenimiento correctivo por parte del personal técnico biomédico de la institución se encuentra en el anexo 1.

## Procedimientos de mantenimiento predictivo de los equipos biomédicos

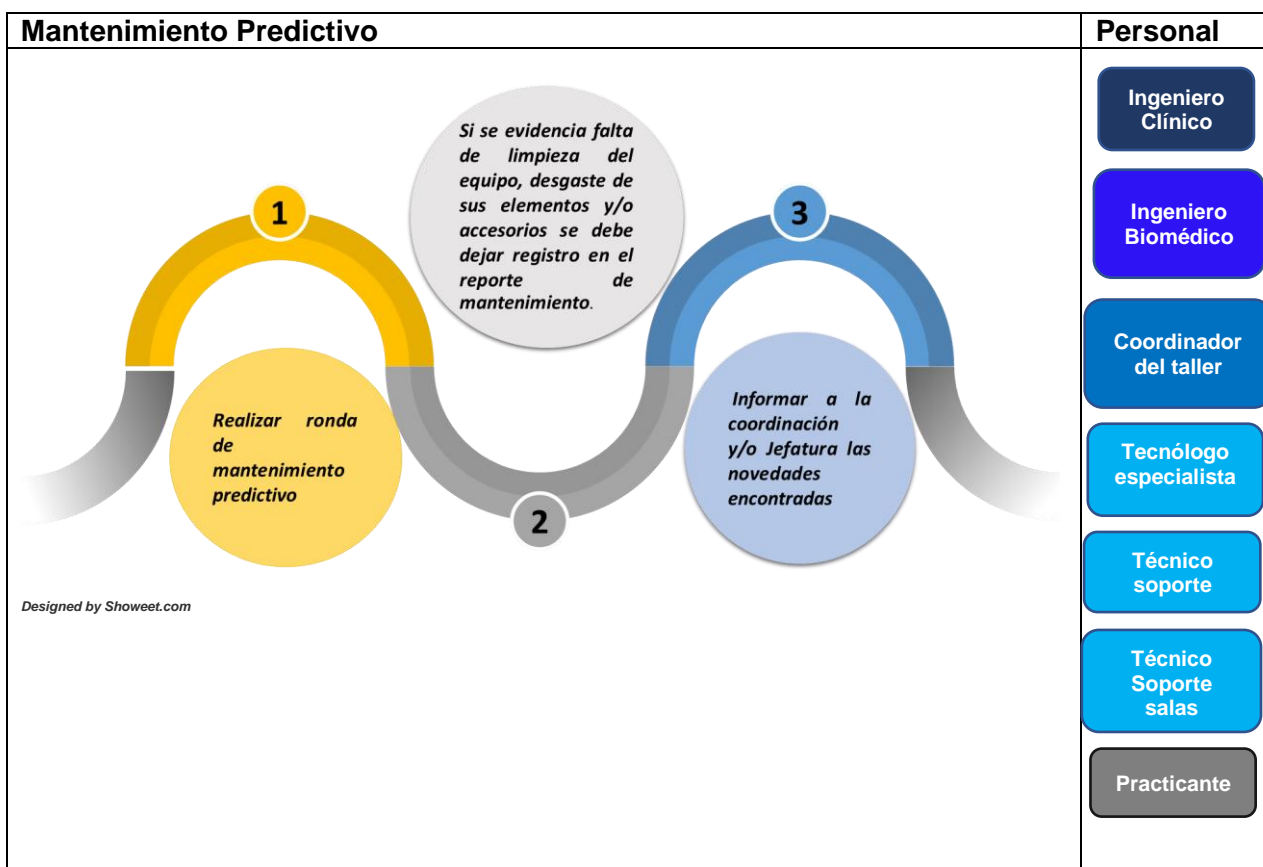


Figura 13. Mapa de procedimientos de mantenimiento predictivo de los equipos biomédicos de la Clínica Universidad de la Sabana [6].

Para el mantenimiento predictivo de los equipos biomédicos de la clínica se realiza el procedimiento presente en la figura 13. En las rutinas predictivas se revisa el estado de los equipos, la funcionalidad, se verifica la limpieza y desinfección de estos y la forma como guardan los cables de conexión. Esto se realiza con el fin de reducir y prevenir los daños futuros.

La rutina predictiva se realiza de lunes a viernes en todos los servicios. En hospitalización 1 y 2, urgencias, esterilización, UCI intensivo, UCI intermedio, consulta externa, gastroenterología, PIR y consulta externa rehabilitación la rutina se realiza una vez al día. En salas de cirugía la rutina se realiza dos veces al día, a las 6 de la mañana antes de iniciar procedimientos quirúrgicos y en las horas de la tarde. Por último, en hidroterapia se realiza la rutina tres veces al día, la primera a las 6 de la mañana, la segunda a las 12 de la tarde y la tercera a las 3 de la tarde.

El personal encargado de realizar las rutinas predictivas en hospitalización 1 y 2, urgencias, esterilización, UCI intensivo, UCI intermedio, consulta externa, gastroenterología es el técnico de soporte. En salas de cirugía el encargado es el técnico de soporte de salas y por último el encargado de realizar las rutinas en hidroterapia, PIR y consulta externa de rehabilitación es el tecnólogo especializado. El practicante de ingeniería biomédica realiza un apoyo en las rutinas predictivas de los servicios. En el anexo 2 se encuentra el formato usado para realizar la rutina en uno de los servicios hospitalización.



En cada servicio se encuentra un formato de rutina en el cual se presentan los equipos con el número de serie correspondiente, y los parámetros que deben ser verificados para garantizar al servicio la correcta funcionalidad y al final de la semana se debe subir a la minería y archivar. Cada novedad que sea encontrada en los servicios debe diligenciarse en el formato de rutina y debe ser reportada al responsable de equipos en el servicio y al departamento de ingeniería biomédica para tomar medidas y realizar el respectivo seguimiento. El procedimiento de las novedades de los equipos se presenta en la figura 14.

**Procedimiento de novedades de los equipos biomédicos.**

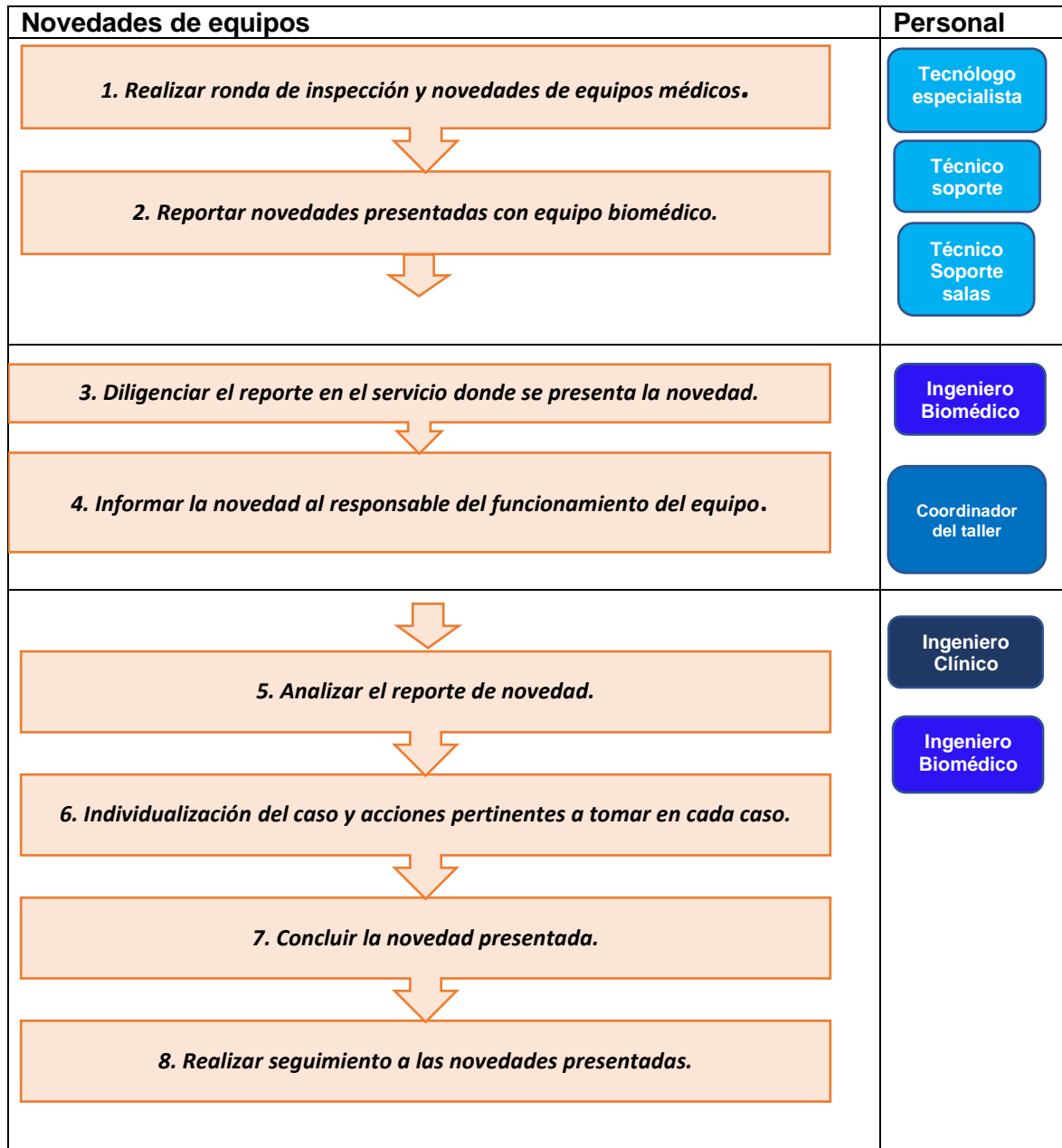


Figura 14. Mapa de procedimientos de las novedades de los equipos biomédicos de la Clínica Universidad de la Sabana [6].

➤ **Procedimiento institucional de adquisición de tecnología biomédica**

| <b>Procedimiento institucional de adquisición de tecnología biomédica</b>   | <b>Personal</b>  |
|---|--|
| <p>1. Realizar el análisis de estado de Vida útil de la Base instalada.</p> <p>↓</p> <p>2. Presentar el consolidado a las Subdirecciones Médica y Administrativa.</p> | <p>Ingeniero Clínico</p>   |
| <p>3. Describir las necesidades de tecnología según la aplicabilidad médica.</p> <p>↓</p> <p>4. Definir características técnicas básicas mínimas requeridas.</p>      | <p>Jefe del servicio</p>   |
| <p>5. Revisar la viabilidad de la solicitud.</p> <p>↓</p> <p>6. Aprobar o rechazar la solicitud.</p> <p>↓</p> <p>7. Realizar análisis Financiero.</p> <p>↓</p>        | <p>Jefe del servicio</p> <p>Ingeniero Clínico</p>  |
| <p>8. Presentar documento con información de necesidades, requisitos y plazos.</p>  | <p>Subdirección financiera y administrativa</p>  |
| <p>9. Realizar evaluación de Ofertas.</p> <p>↓</p>  | <p>Subdirección médica</p> <p>Jefe de logística e infraestructura</p> <p>Comité de compras</p> <p>Ingeniero Clínico</p> <p>Jefe del servicio</p> |

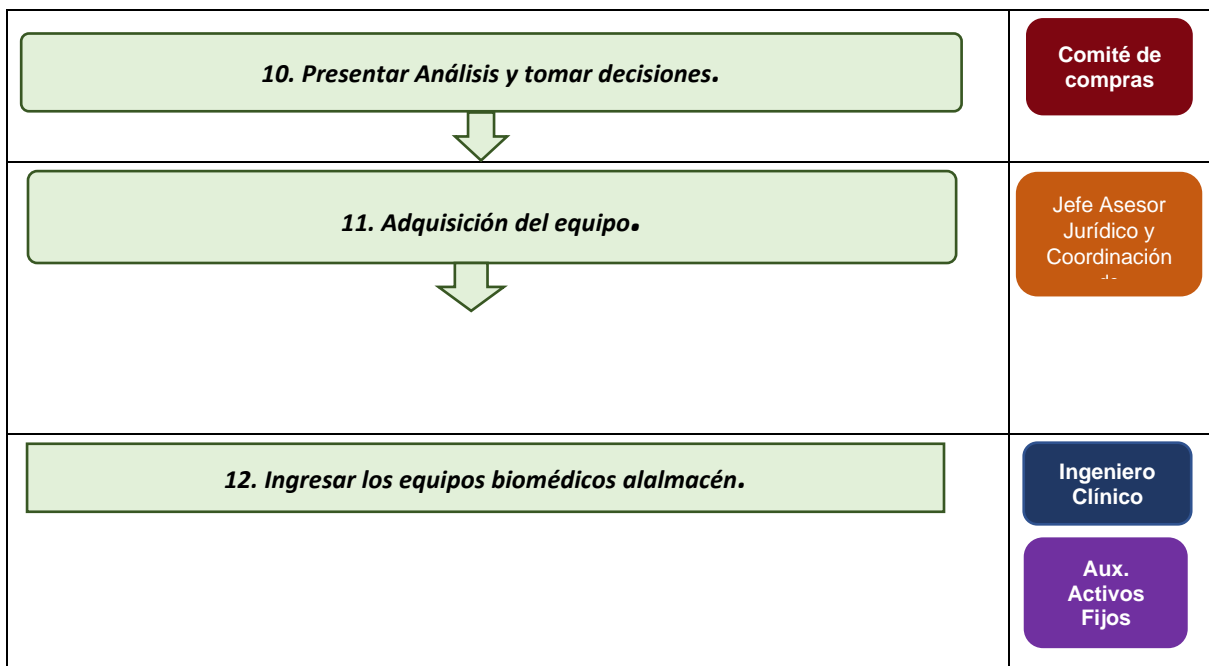


Figura 15. Mapa de procedimientos adquisición de los equipos biomédicos de la Clínica Universidad de la Sabana [29].

[29] La tecnología biomédica es uno de los puntos clave para los sistemas de salud teniendo repercusión en el costo y la calidad de los servicios. Por esta razón se realiza un procedimiento de adquisición de tecnología que beneficie a los usuarios y a los operadores.

Para la adquisición de la tecnología anualmente se realiza un análisis de necesidades. Además, se realiza un estudio de los equipos evidenciando su vida útil, las intervenciones, el criterio técnico y se observan las nuevas tecnologías en el mercado. El jefe del servicio presenta cuales son las necesidades que se tienen y cuáles son las características técnicas mínimas requeridas. Teniendo como base lo anterior se realiza un estudio de viabilidad de compra para ver si se continua o no con el proceso. Si se aprueba, se realiza un estudio financiero en el cual se analiza las propuestas de compra de los equipos bajo parámetros de costo beneficio, costo efectividad y seguridad del paciente entre otros. Posteriormente se presenta un documento con información clave como necesidades, requisitos y plazos para recibir las diferentes ofertas. Después de cumplido el plazo se evalúan las ofertas presentadas, se realiza un análisis y se toma la respectiva decisión para la adquisición del equipo. Lo anterior se puede observar en la figura 15.

En este procedimiento de adquisición de equipos biomédicos participa del área de ingeniería clínica el ingeniero clínico para realizar el estudio pertinente para la adquisición de la tecnología y el auxiliar de activos fijos para realizar la recepción técnica de los equipos biomédicos. El formato usado la adquisición de un equipo biomédico se encuentra en el anexo 3.

➤ **Instructivo de recepción técnica de equipos**

| Instructivo de recepción técnica de Equipos   | Personal   |
|---|--|
| <p>1. Diligenciar y verificar el ingreso de la tecnología.</p> <p>2. Verificar si la tecnología requiere de insumos o accesorios adicionales que deban ser verificados.</p> <p>3. Diligenciar el formato de verificación de recepción de equipos biomédicos.</p> <p>4. Evaluar los equipos que ingresan en modalidad de arriendo o comodato por parte del comité de tecnovigilancia.</p>  | <p>Ingeniero Clínico</p> <p>Jefe logística</p>     |
| <p>5. Verificar la correcta instalación y funcionamiento de los equipos.</p> <p>6. Ejecutar la capacitación de manejo del equipo programado para todos los usuarios que lo requieran.</p> <p>7. Publicar la guía rápida de manejo del equipo.</p> <p>8. Aplicar un concepto técnico por parte del servicio que utiliza la tecnología si el equipo entra por modalidad demo o arriendo.</p> <p>9. Evaluar el concepto técnico por medio del comité de tecnovigilancia.</p> | <p>Ingeniero Clínico</p> <p>Proveedor</p>          |
| <p>10. Entregar el equipo registrando la marca, modelo, serie, accesorios que influye placa de inventario.</p> <p>11. Solicitar firma de recibido al jefe del servicio.</p> <p>12. Archivar el acta de entrega en activos fijos para seguimiento y control.</p> <p>13. Realizar la autorización de salida por el área de activos fijos para equipos en modalidad de demo, comodato o arriendo.</p>  | <p>Ingeniero Clínico</p> <p>Aux. Activos Fijos</p> |

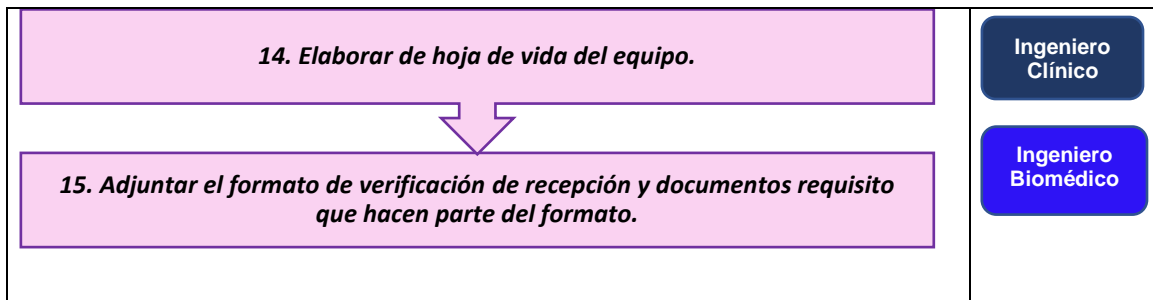
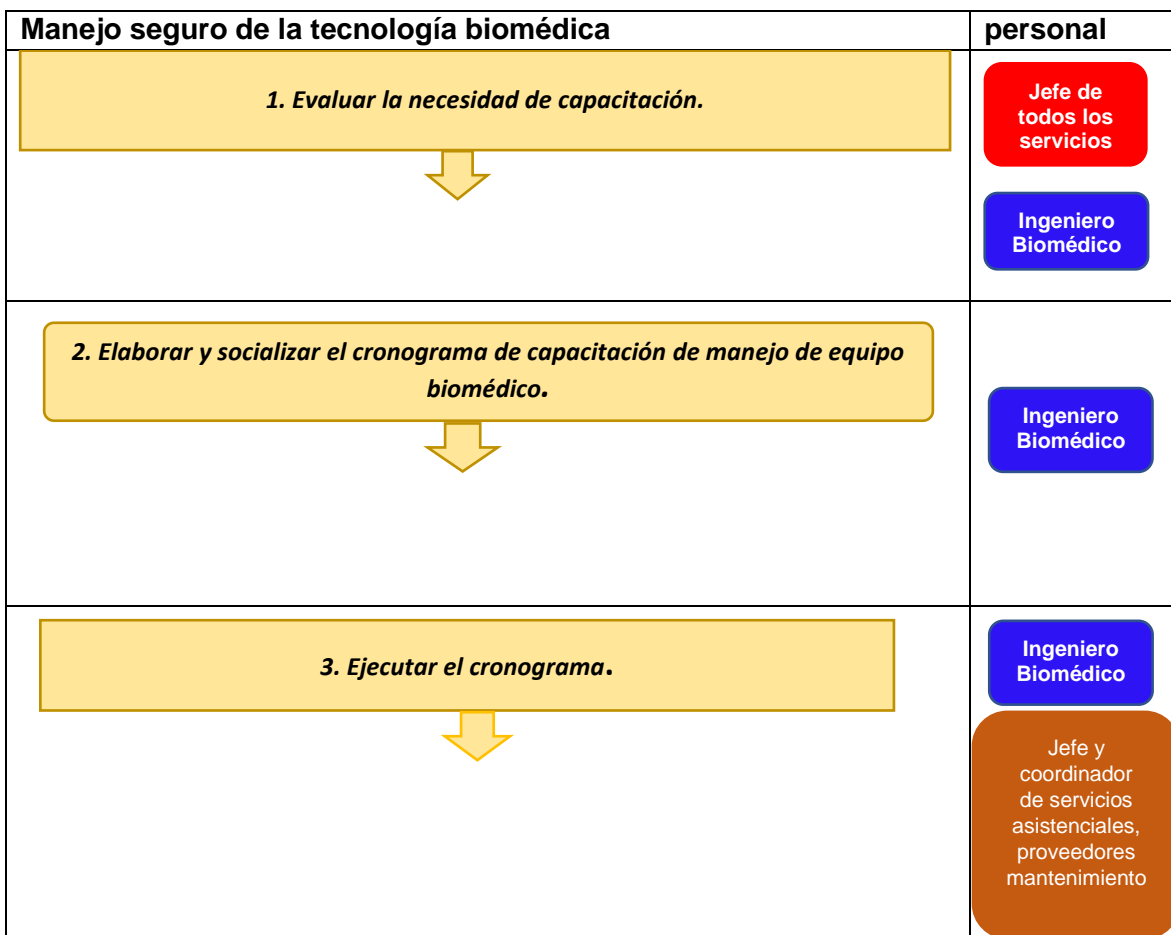


Figura 16. Mapa de procedimientos recepción técnica de los equipos biomédicos de la Clínica Universidad de la Sabana [8].

[8] En la figura 16 se presenta el procedimiento llevado a cabo para la recepción de los equipos biomédicos. Este procedimiento se realiza con el fin de verificar que se encuentren todas las especificaciones y características presentes en el contrato, además, se debe garantizar la instalación, el funcionamiento y la capacitación por parte del proveedor. En este proceso se encuentra actividades de verificación de los requisitos del contrato, la legalización del sistema de inventarios, la programación de capacitaciones, la entrega al servicio y la elaboración de la hoja de vida. El formato usado para verificar la recepción de los equipos en la clínica Universidad de la sabana se encuentra en el anexo 4.

➤ **Procedimientos de manejo seguro de la tecnología biomédica**



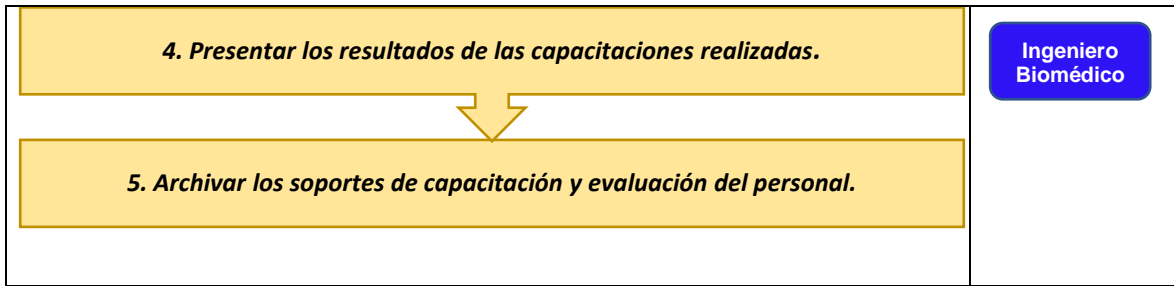
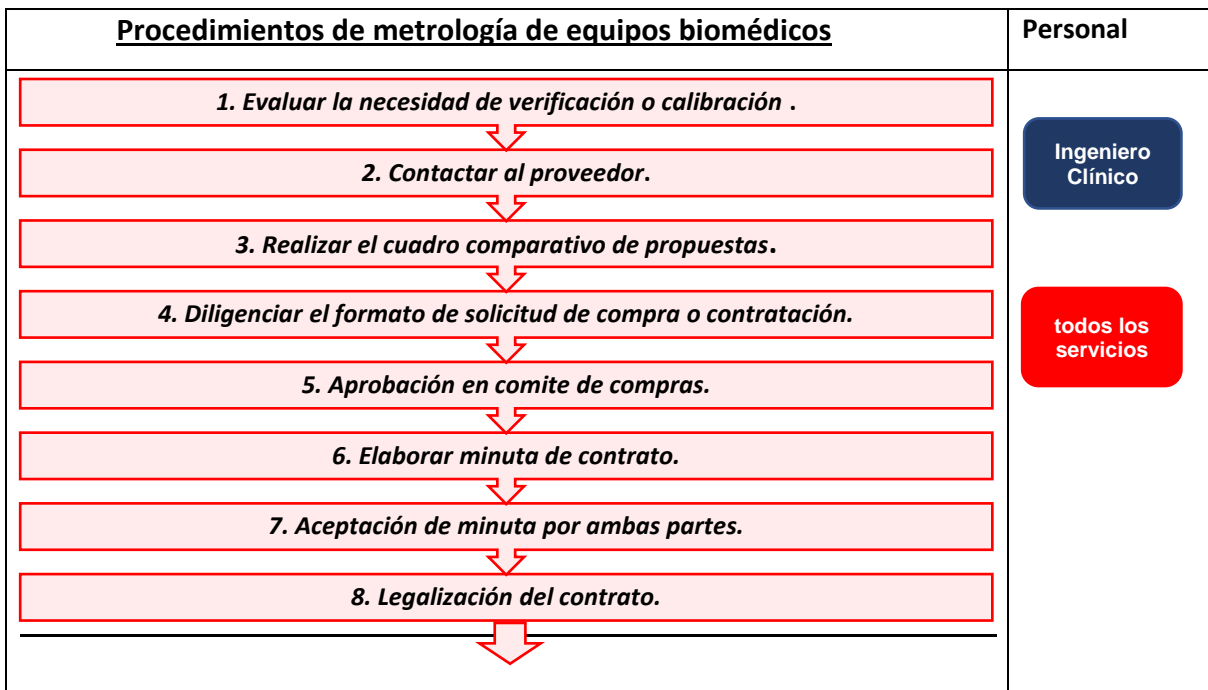


Figura 17. Mapa de procedimientos del manejo seguro de los equipos biomédicos de la Clínica Universidad de la Sabana [9].

[9] Para garantizar un manejo seguro de la tecnología biomédica se realiza una acción en la cual se brindan los conocimientos acerca del modo de uso del equipo y se habilita al personal para el manejo de la tecnología. Para cumplir con lo anterior el jefe del servicio y el ingeniero biomédico evalúan la necesidad de desarrollar una capacitación de un equipo y disponen un horario para efectuarla. Las capacitaciones pueden ser llevadas a cabo debido a: la evidencia de mal uso, la adquisición de un equipo o simplemente para reforzar el conocimiento y las habilidades en el manejo de la tecnología. La finalidad de realizar las capacitaciones es disminuir el riesgo en la atención al paciente.

Las capacitaciones las puede realizar el personal de ingeniería biomédica o el proveedor del equipo. Para evaluar los conocimientos adquiridos dictados en la charla, se realiza una prueba al personal del servicio que, en el caso de no ser aprobada, se tendrá que llevar a cabo una nueva capacitación. Se debe llevar un registro del personal que asistió a la capacitación y debe archiversse el soporte en caso de que ocurra algún incidente. El procedimiento llevado a cabo se encuentra en la figura 17.

➤ **Procedimientos de metrología de equipos biomédicos.**



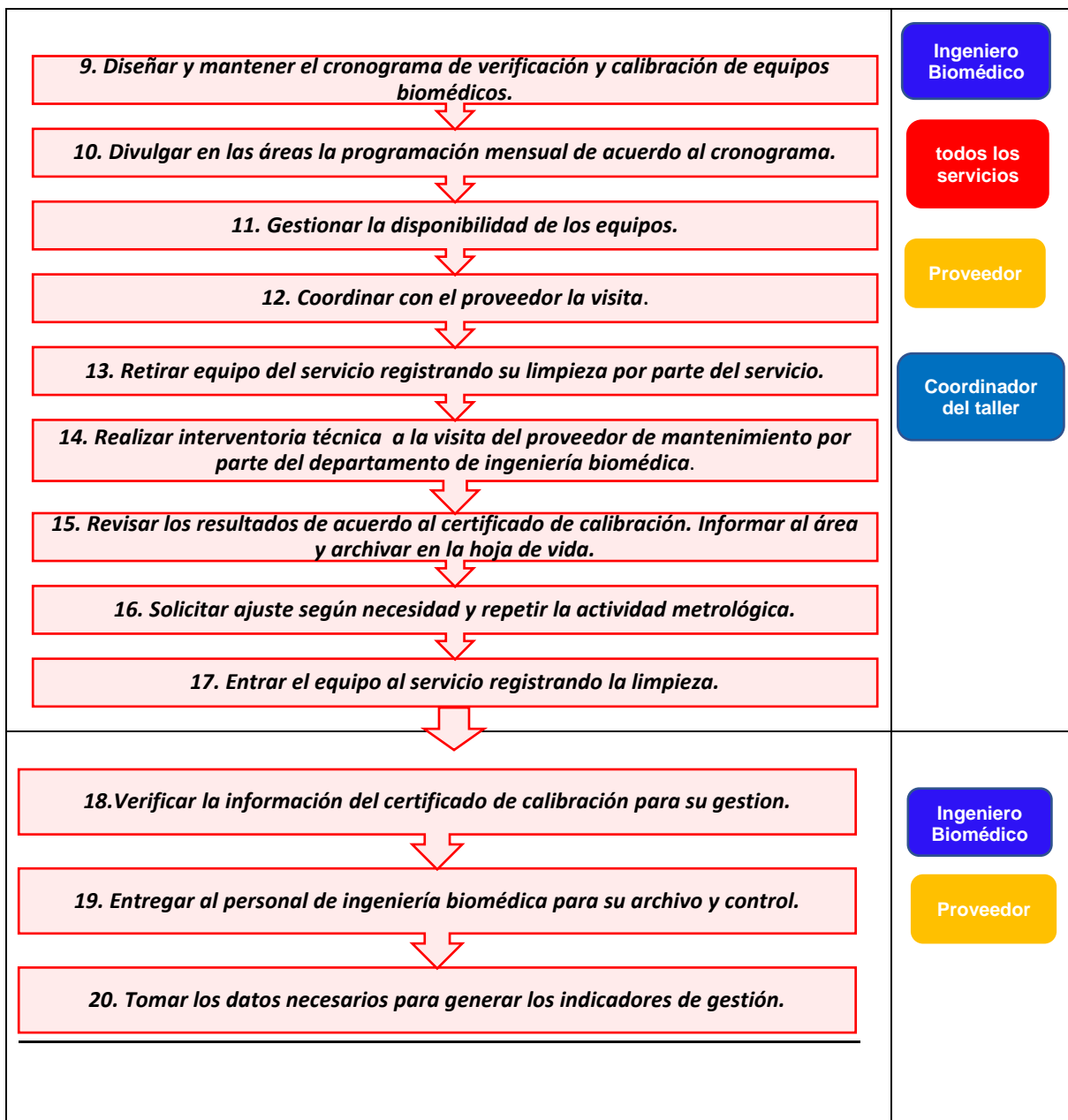


Figura 18. Mapa de procedimientos de metrología de los equipos biomédicos de la Clínica Universidad de la Sabana [30].

El procedimiento llevado a cabo para realizar la metrología de los equipos biomédicos en la clínica se encuentra en la figura 18. La metrología se debe llevar a cabo para todo el equipamiento biomédico que lo requiera según la norma vigente. Este procedimiento debe tener una planeación de las intervenciones metrológicas con el fin de mantener los parámetros dentro de los rangos establecidos.

Para este procedimiento lo primero que se debe hacer es la evaluación de la necesidad de realizar una verificación o calibración del equipo biomédico. Posteriormente el ingeniero clínico se contacta con diferentes proveedores con el fin de analizar las ofertas y propuestas que estos poseen. Lo anterior se presenta ante un comité de compras con el fin de evaluar y tomar la decisión para realizar la contratación del servicio. El ingeniero

biomédico y el coordinador del taller se encargan de realizar los cronogramas para que el proveedor realice la calibración dependiendo de la disponibilidad en los servicios.

➤ **Procedimiento control de calidad sistema hidroterapia**

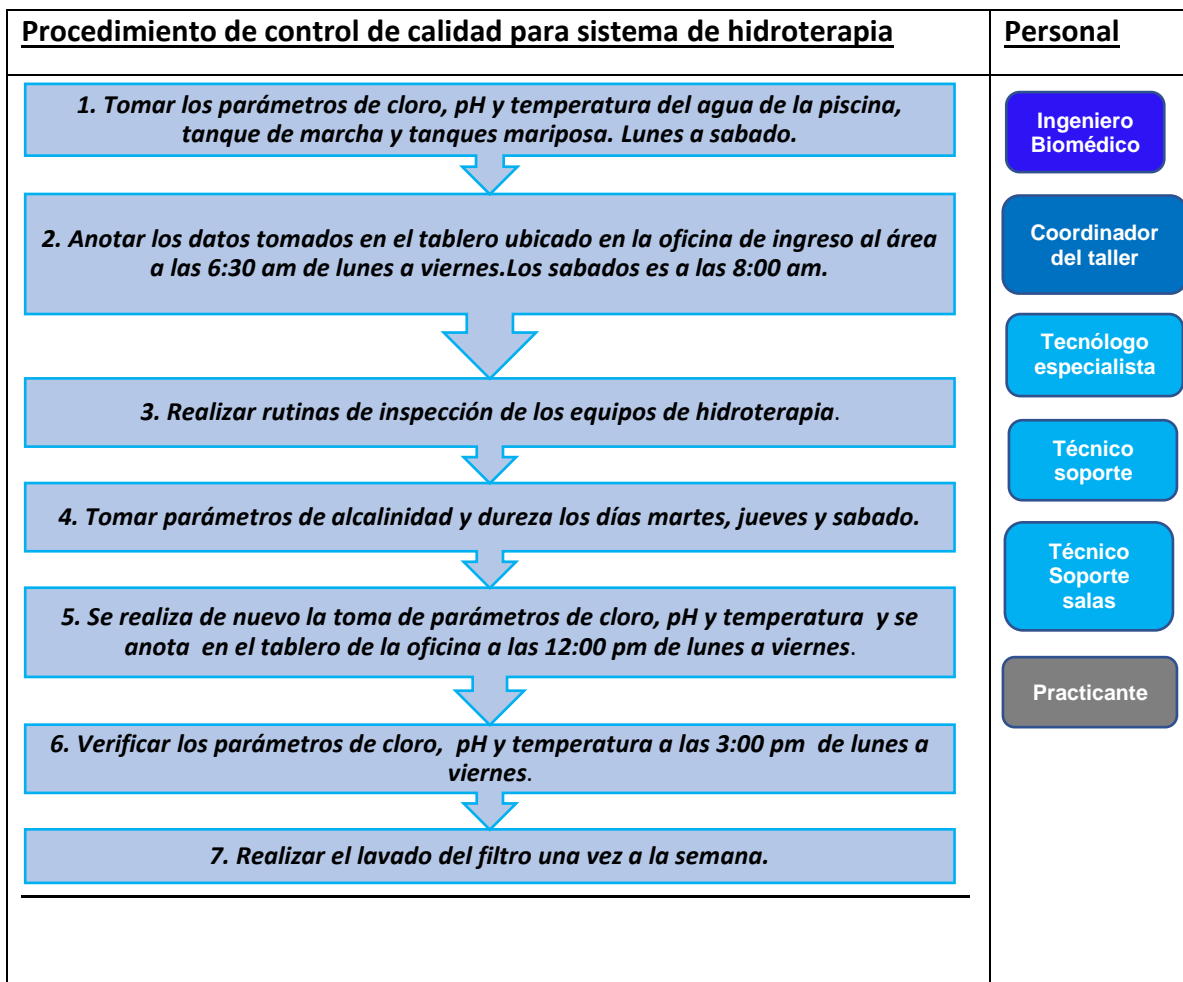


Figura 19. Mapa de procedimientos de la rutina del servicio de hidroterapia de la Clínica Universidad de la Sabana [31].



## Medición y ajuste de pH

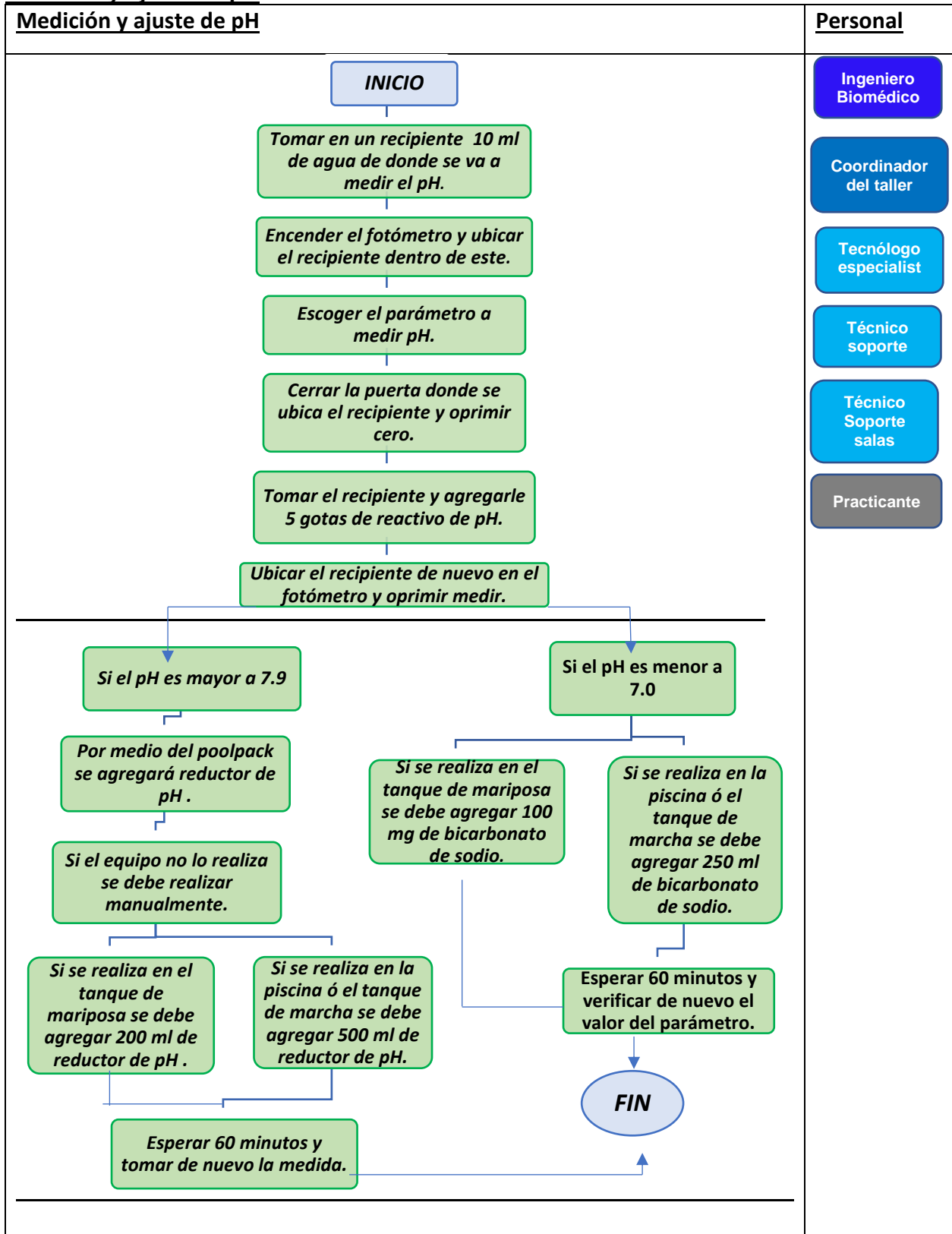


Figura 20. Mapa de procedimientos para la medición y ajuste del parámetro de pH del servicio de hidroterapia de la Clínica Universidad de la Sabana [31].

**Medición y ajuste de cloro**

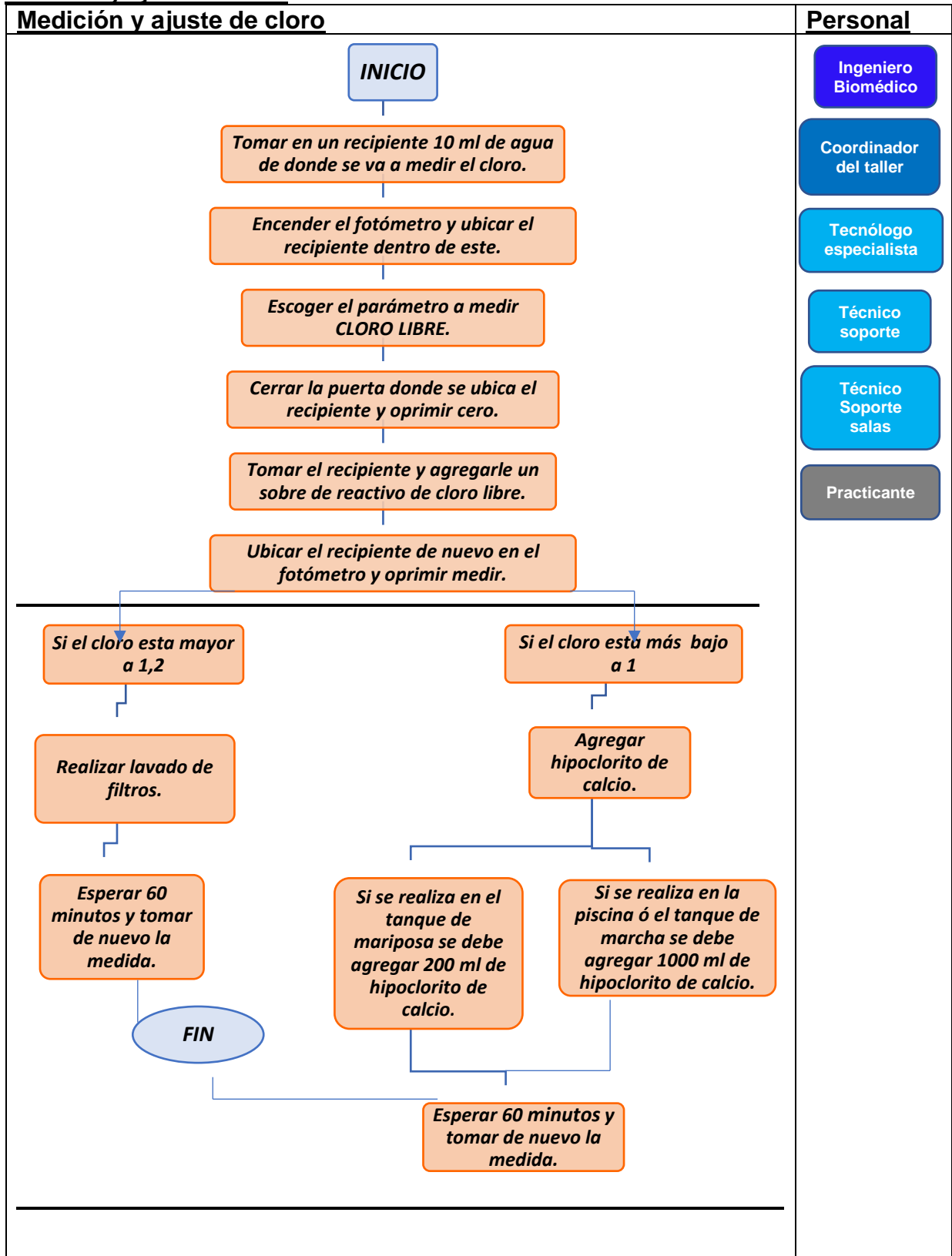


Figura 21. Mapa de procedimientos para la medición y ajuste del parámetro de cloro del servicio de hidroterapia de la Clínica Universidad de la Sabana [31].

## Medición y ajuste de alcalinidad

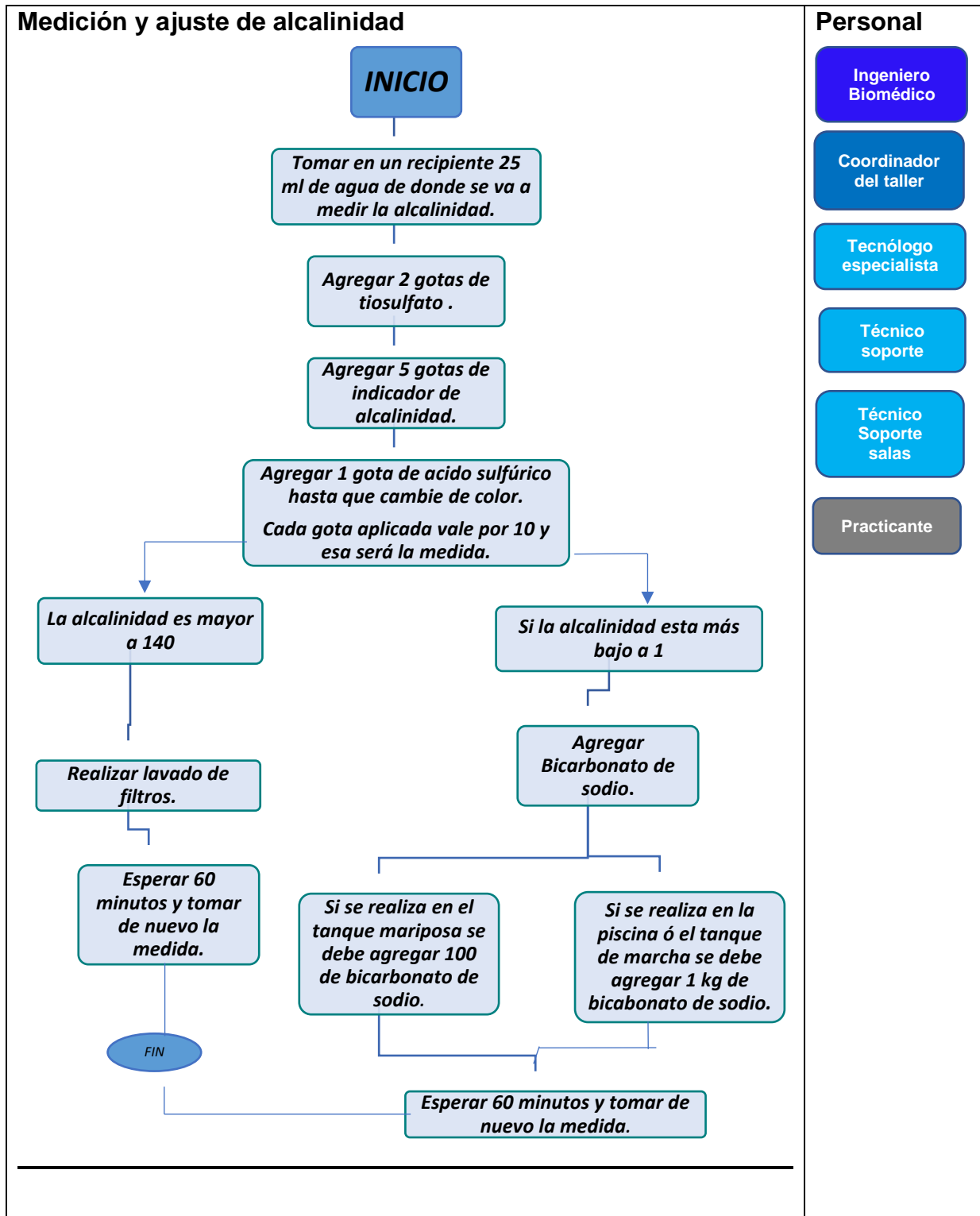


Figura 22. Mapa de procedimientos para la medición y ajuste del parámetro de alcalinidad del servicio de hidroterapia de la Clínica Universidad de la Sabana [31].

**Medición y ajuste de dureza**

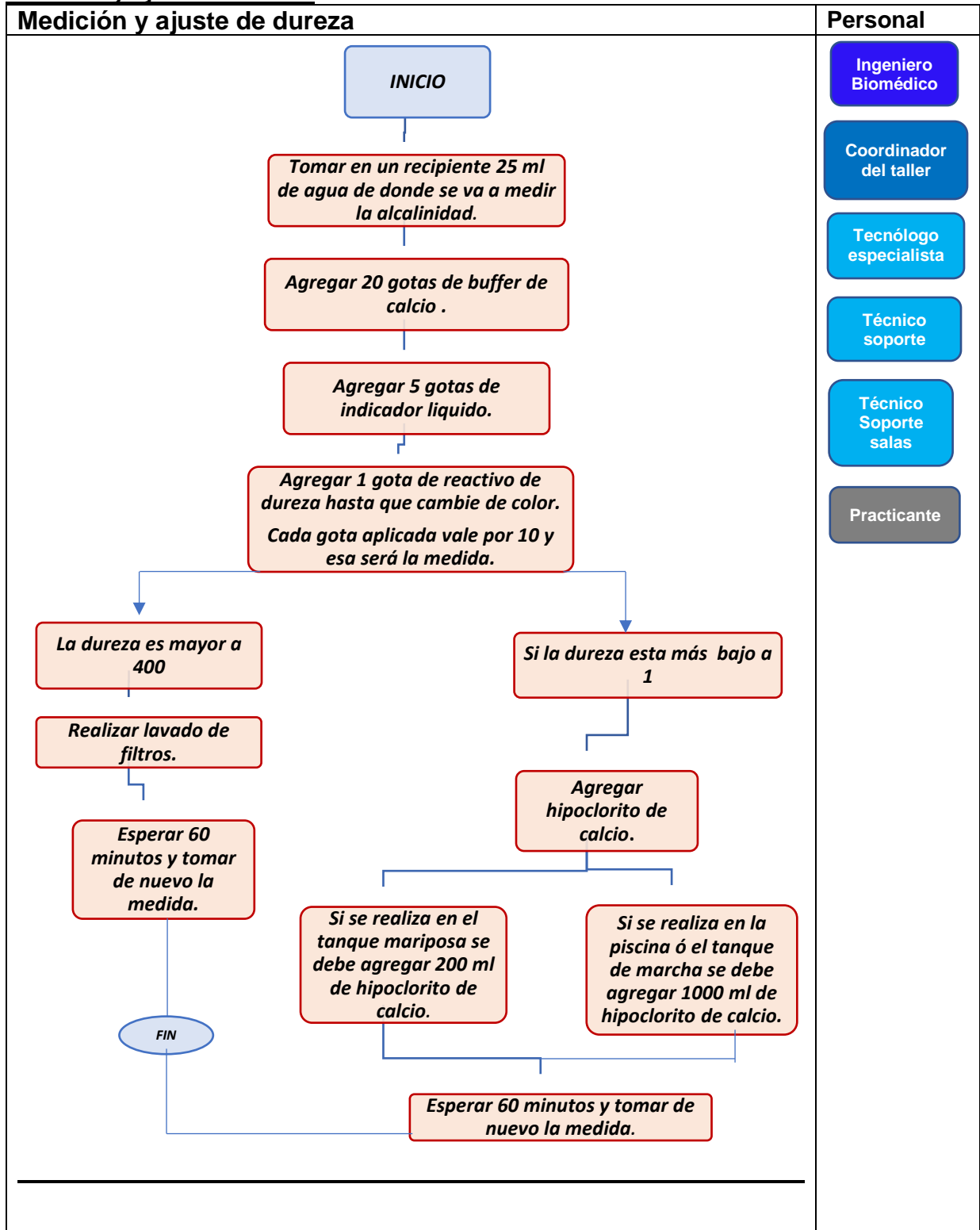


Figura 23. Mapa de procedimientos para la medición y ajuste del parámetro de dureza del servicio de hidroterapia de la Clínica Universidad de la Sabana [31].

### Lavado de filtro de tanque de marcha y piscina

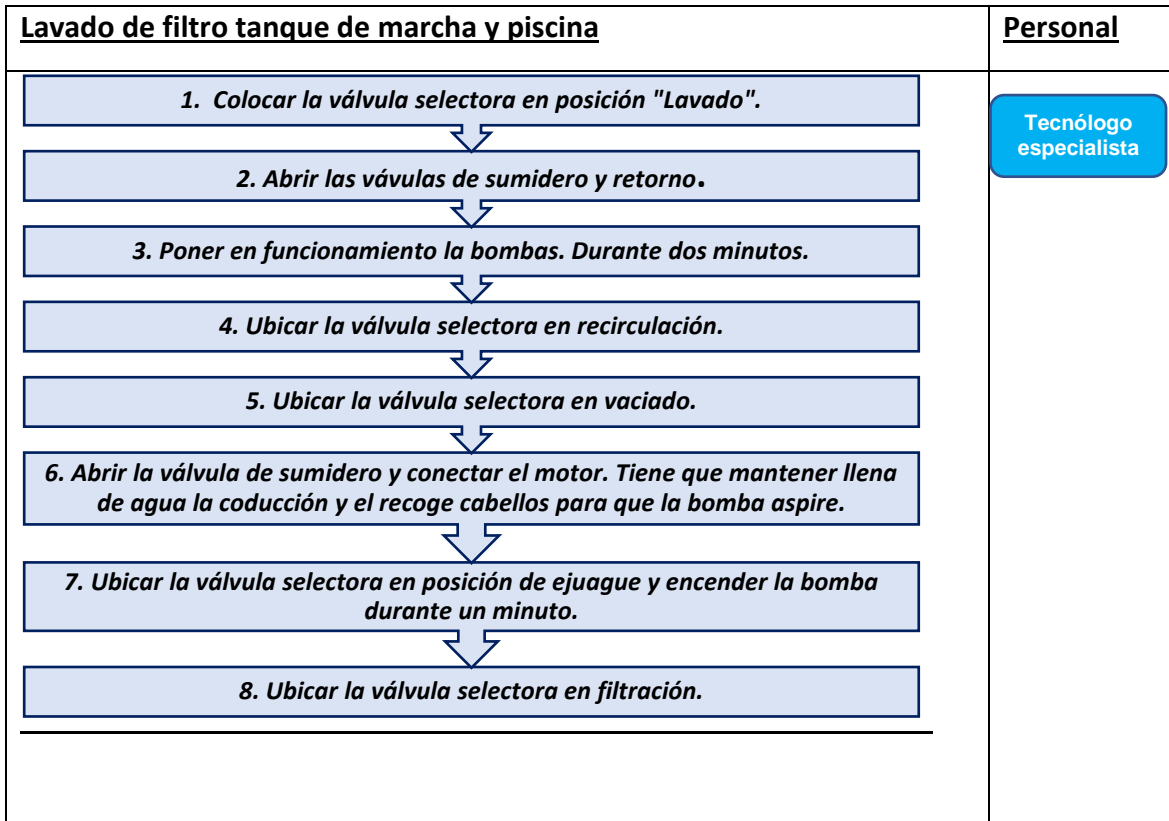


Figura 24. Mapa de procedimientos para el lavado del filtro del tanque de marcha y la piscina del servicio de hidroterapia de la Clínica Universidad de la Sabana [31].

## Lavado de filtro de tanques mariposa

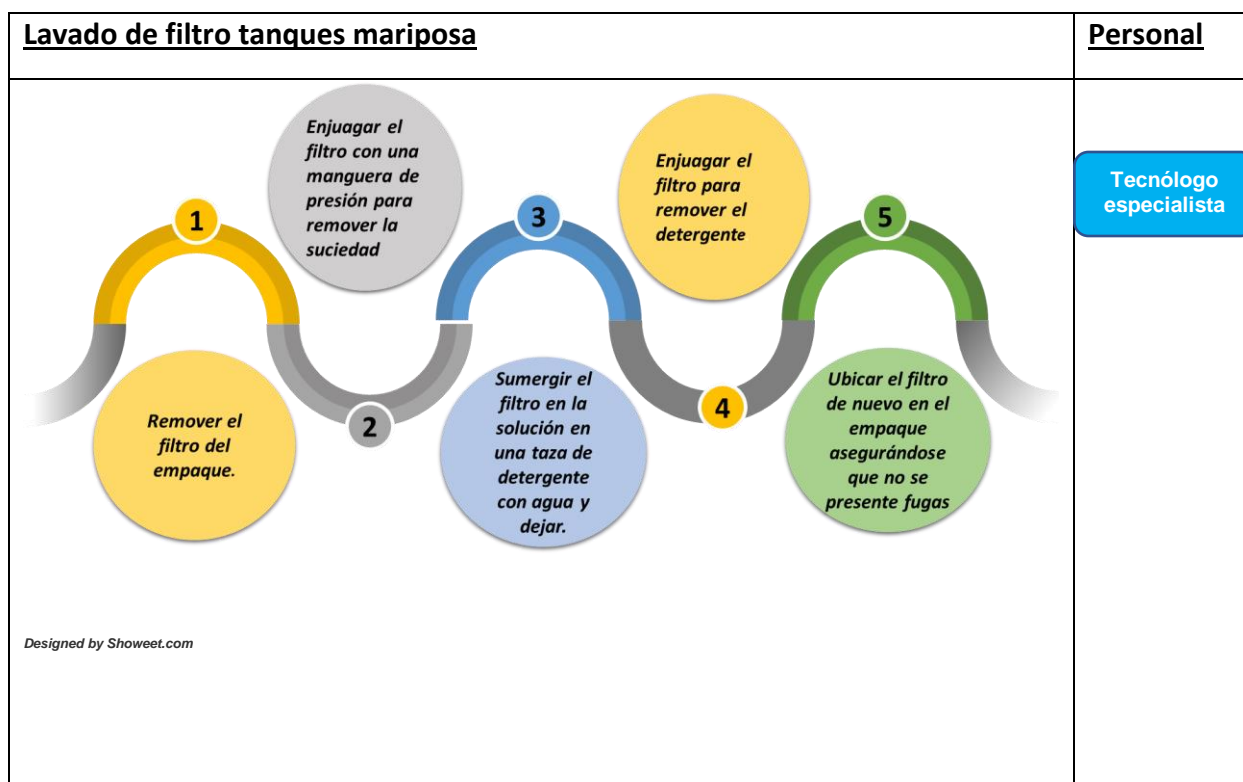


Figura 25. Mapa de procedimientos para el lavado del filtro del tanque mariposa del servicio de hidroterapia de la Clínica Universidad de la Sabana [31].

[31] La clínica cuenta con un espacio de rehabilitación hidroterapia el cual debe tener un control riguroso de los parámetros de concentración de cloro, pH, temperatura, dureza y alcalinidad. En este espacio las rutinas se realizan 3 veces al día: 6:00 am, 12:00 pm y 3:00 pm. En las dos primeras se toman los parámetros y en se verifican que los parámetros se encuentren estables. El procedimiento general que se realiza en la rutina predictiva de hidroterapia se encuentra en la figura 19.

Para la toma de parámetros de cloro y pH se usa un fotómetro, esta medición se realiza de lunes a sábado, mientras que la alcalinidad y dureza se mide con diferentes reactivos los martes, jueves y sábado. Los procedimientos específicos para la medición de estos parámetros y los respectivos ajustes que se deben realizar se encuentran en las figuras 20, 21, 22, 23.

Una vez a la semana se debe realizar el lavado de filtro de los tanques mariposa y para esto se debe seguir el procedimiento 24. El lavado de filtro de la piscina y el tanque mariposa se realiza una vez al mes y se debe seguir el procedimiento 25. En este espacio se encuentra una piscina y un tanque de marcha que poseen un sistema electrohidráulico que permite ajustar el nivel según lo requiera el paciente. Además, se encuentran tanques mariposa, tanque de contraste, una tina y tanques remolinos los cuales necesitan de equipos industriales para su funcionamiento. Por esta razón la persona a cargo de este servicio es un tecnólogo especialista, sin embargo, el personal biomédico se

encuentra capacitado para la toma de parámetros, ya que estos se encargan de tomar los parámetros el sábado.

➤ **Procedimiento de producción de aire medicinal**

| <b><u>Procedimiento de producción de aire medicinal</u></b>   | <b><u>Personal</u></b>   |
|---|--|
| <p style="text-align: center;"><b>1. Generar la orden de producción e informar.</b></p> <p style="text-align: center;">↓</p>  | <p style="text-align: center;">Director técnico</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>2. Generar el paquete de documentación que estructura el registro del lote.</b></p> <p style="text-align: center;">↓</p>  | <p style="text-align: center;">Jefe de control de calidad</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>3. Visita al área de producción de aire medicinal.</b></p> <p style="text-align: center;">↓</p>   | <p style="text-align: center;">Ingeniero Clínico</p> <p style="text-align: center;">Jefe de control de calidad</p> |
| <p style="text-align: center;"><b>4. Revisar el paquete de documentación.</b></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"><b>5. Despeje de línea.</b></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;"><b>6. Iniciar proceso de producción en caso de variación del lote.</b></p> <p style="text-align: center;">↓</p> | <p style="text-align: center;">Ingeniero Clínico</p>   |
| <p style="text-align: center;"><b>7. Registro y verificación diaria de las condiciones de producción .</b></p> <p style="text-align: center;">↓</p>   | <p style="text-align: center;">Ingeniero Clínico</p> <p style="text-align: center;">Analista de mantenimiento</p>  |

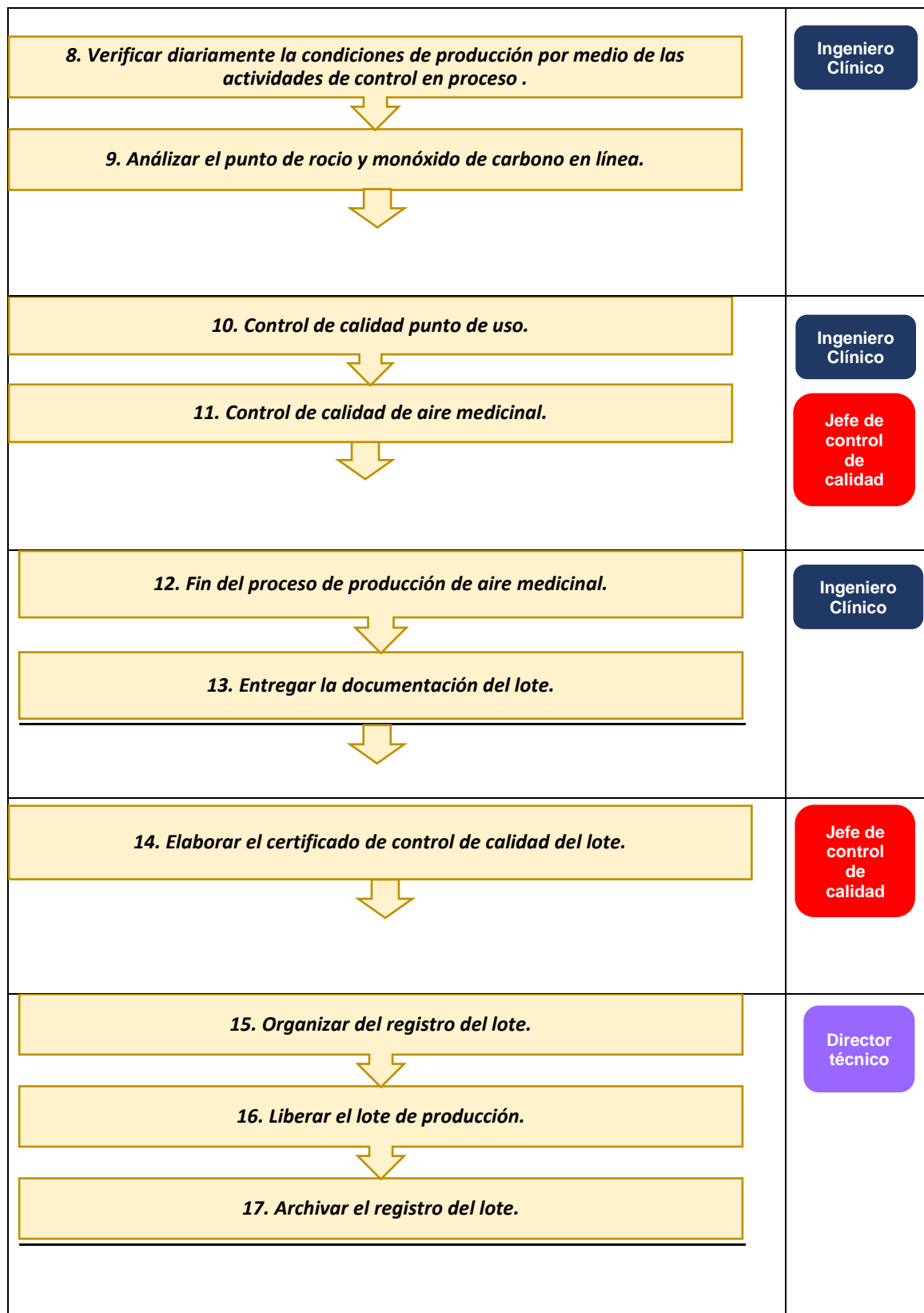


Figura 26. Mapa de procedimientos producción de aire medicinal de la Clínica Universidad de la Sabana [32].



El procedimiento de producción de aire medicinal se presenta en la figura 26. El sistema de aire medicinal (SAM) es controlado en cooperación con el área de farmacología debido a que el aire medicinal se considera un medicamento. Es debido a esto que se debe brindar un tratamiento especial tanto en su producción, como en el almacenamiento y distribución de este, de tal forma que se asegure un sistema de calidad. Todas las instituciones que cuentan con estos servicios deben tener un certificado de buenas prácticas de manufactura donde se garantiza que los procesos realizados son seguros y poseen un control de calidad. Durante este proceso de producción se controlan rigurosamente parámetros como el monóxido de carbono y el punto de rocío que hace referencia al nivel de condensación del agua.

➤ **Procedimiento de despeje de línea de producción de aire medicinal**

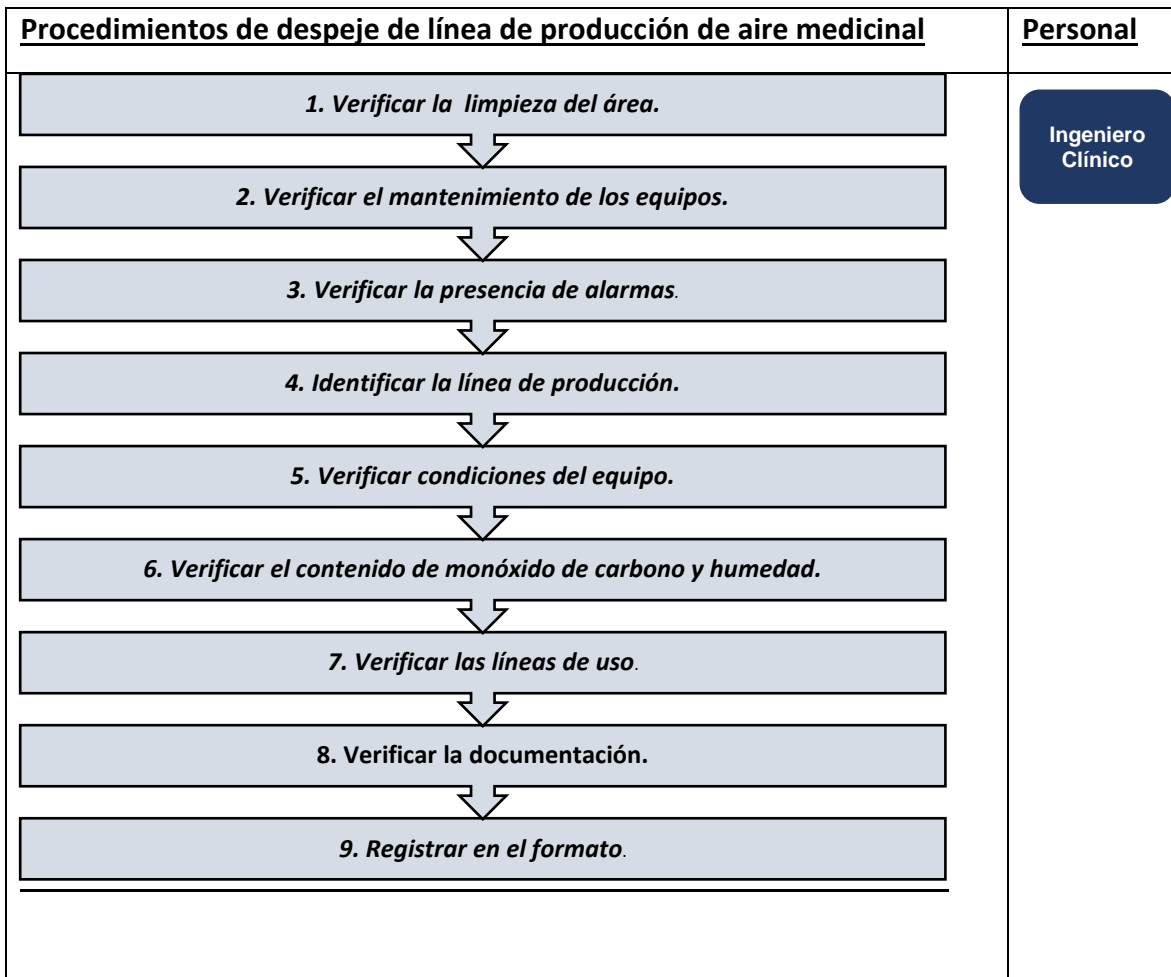


Figura 27. Mapa de procedimientos de despeje de línea del sistema de producción aire medicinal de la Clínica Universidad de la Sabana [14].

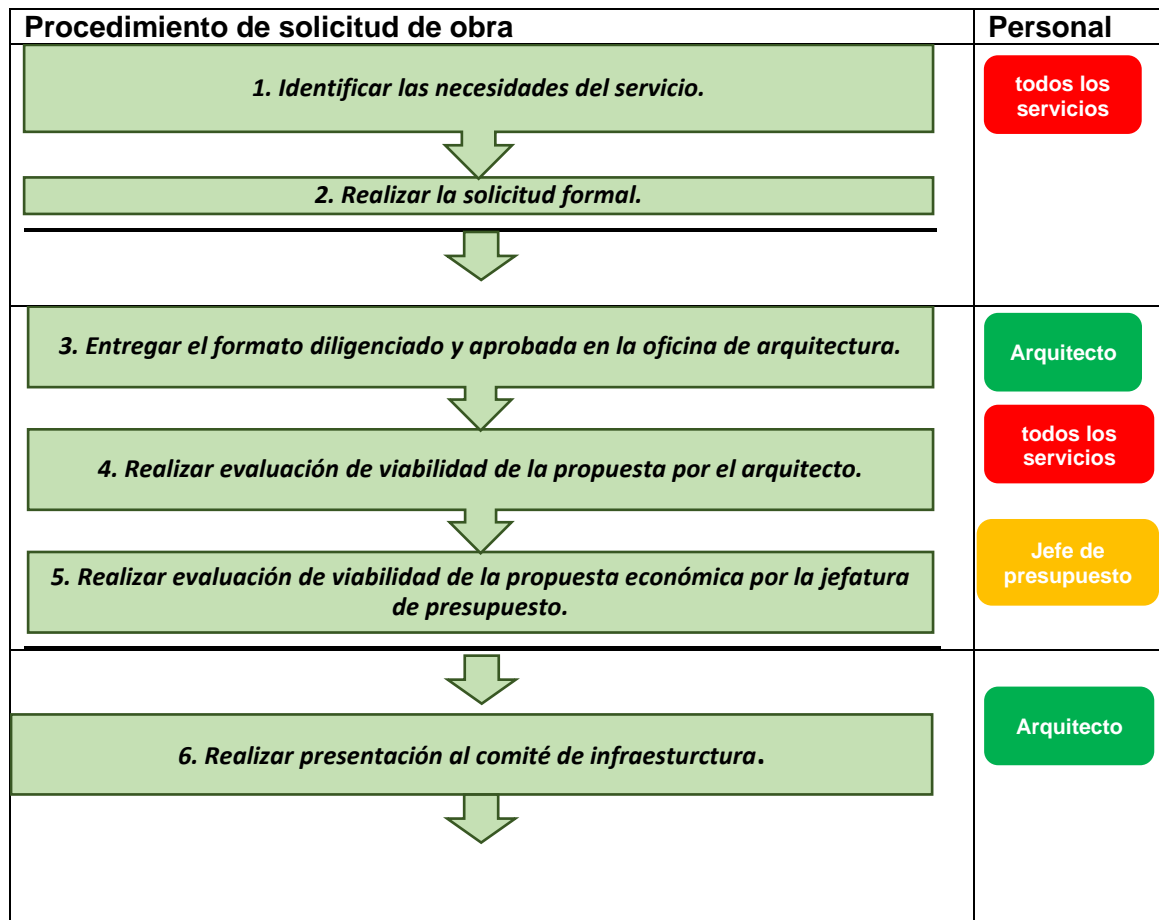
La actividad de despeje de línea se debe realizar para darle inicio a los lotes de producción de aire medicinal, siendo unas de las bases claves para que el aire producido no esté contaminado.

Para lo anterior primero se realiza una verificación de los equipos, la limpieza, que no se presenten alarmas con algún fallo del sistema y que los valores de los parámetros de

monóxido de carbono y punto de rocío se encuentren dentro de los rangos normales. Posteriormente, se debe evidenciar cual es la línea que se encuentra en uso y tiene que estar debidamente identificada. Finalmente, se debe registrar en el formato si todo lo anterior se encuentra correctamente. El procedimiento se presenta en la figura 27.

**Departamento de arquitectura:**

- **Procedimiento de solicitud de obra**



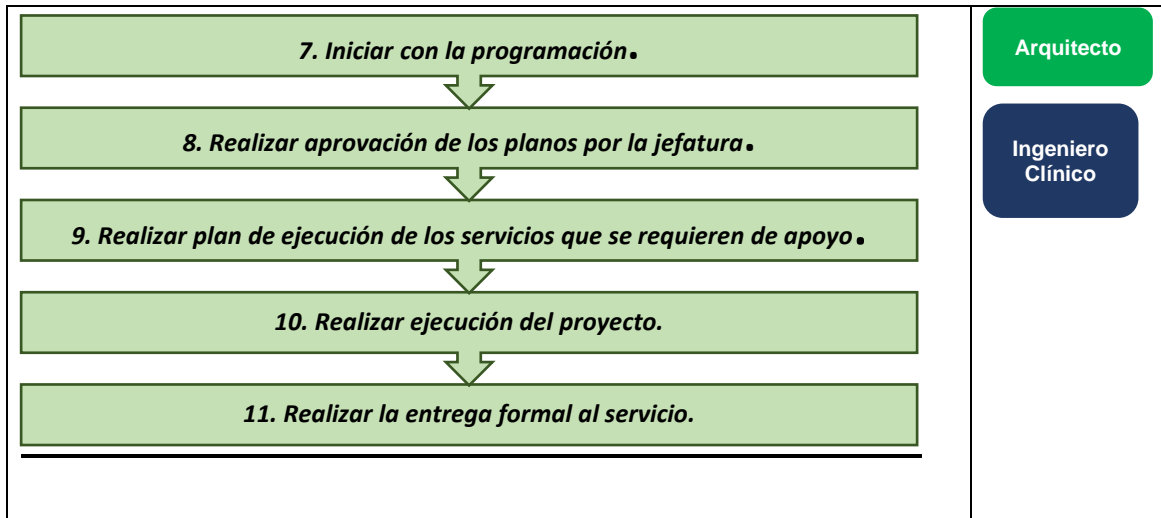


Figura 28. Mapa de procedimientos de solicitud de obra [15].

En el caso de tener necesidades de infraestructura el funcionario debe diligenciar un formato para ser comunicado al departamento de Arquitectura. Para llevar a cabo la propuesta, se debe realizar una evaluación de viabilidad y debe ser presentada frente a un comité para ser rechazada o aprobada.

Una vez tomadas las medidas pertinentes y terminada la garantía de obra, el arquitecto realiza la entrega de obra al jefe de servicios administrativos y se especifica los respectivos cuidados que se debe sobrellevar, dentro de este se encuentra los cronogramas del mantenimiento preventivo entre otros. Lo anterior se encuentra en la figura 28. El formato usado para procedimientos de solicitud de obra se encuentra en el anexo 5.

Departamento de mantenimiento e infraestructura:

❖ Procedimiento para el mantenimiento preventivo de la planta de energía eléctrica

| <u>Procedimiento para el mantenimiento preventivo de la planta de energía eléctrica</u>  | <u>Personal</u>                   |
|--|-----------------------------------|
| <p>1. Revisar del nivel de aceite del motor.</p> <p>2. Revisar el nivel del refrigerante.</p> <p>3. Vaciar el tazón del separador.</p> <p>4. Aplicar grasa a graseira de cojinete de la toma de fuerza (TDF).</p> <p>5. Inspeccionar el compartimiento del motor.</p> <p>6. Inspeccionar el extinguidor de incendios .</p> <p>7. Revisar el nivel del electrólito de la batería.</p> <p>8. Limpiar las baterías.</p> | <p>Apoyo técn. manteni miento</p> |
| <p>9. Cambiar el aceite y filtro del motor.</p> <p>10. Drenaje del refrigerante.</p> <p>11. Cambiar de filtro refrigerante.</p> <p>12. Cambiar filtro de combustible.</p> <p>13. Cambiar prefilto combistible.</p> <p>14. Drenaje de agua en el sistema de prefiltro de combustible.</p> <p>15. Sangrado sistema de combustible.</p> <p>16. Interruptor principal y fusibles.</p>                                    | <p>Técnico de Praco</p>           |

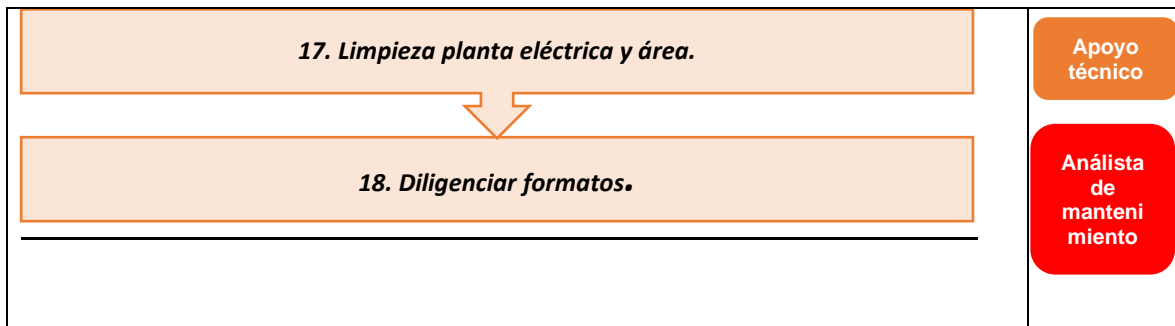


Figura 29. Mapa de procedimientos para el mantenimiento preventivo de la planta eléctrica de la Clínica Universidad de la Sabana [33].

En la figura 29 se encuentra todo el procedimiento detallado que debe llevarse a cabo para realizar el mantenimiento preventivo de la planta eléctrica con el fin de garantizar un buen trabajo y reducir los accidentes. El presente procedimiento se basa en la inspección, limpieza, ajustes y lubricación de los elementos presentes en la planta con el fin de prevenir y disminuir futuros daños.

❖ **Instructivo de transferencia manual planta eléctrica de 500KvA y 250 KvA**

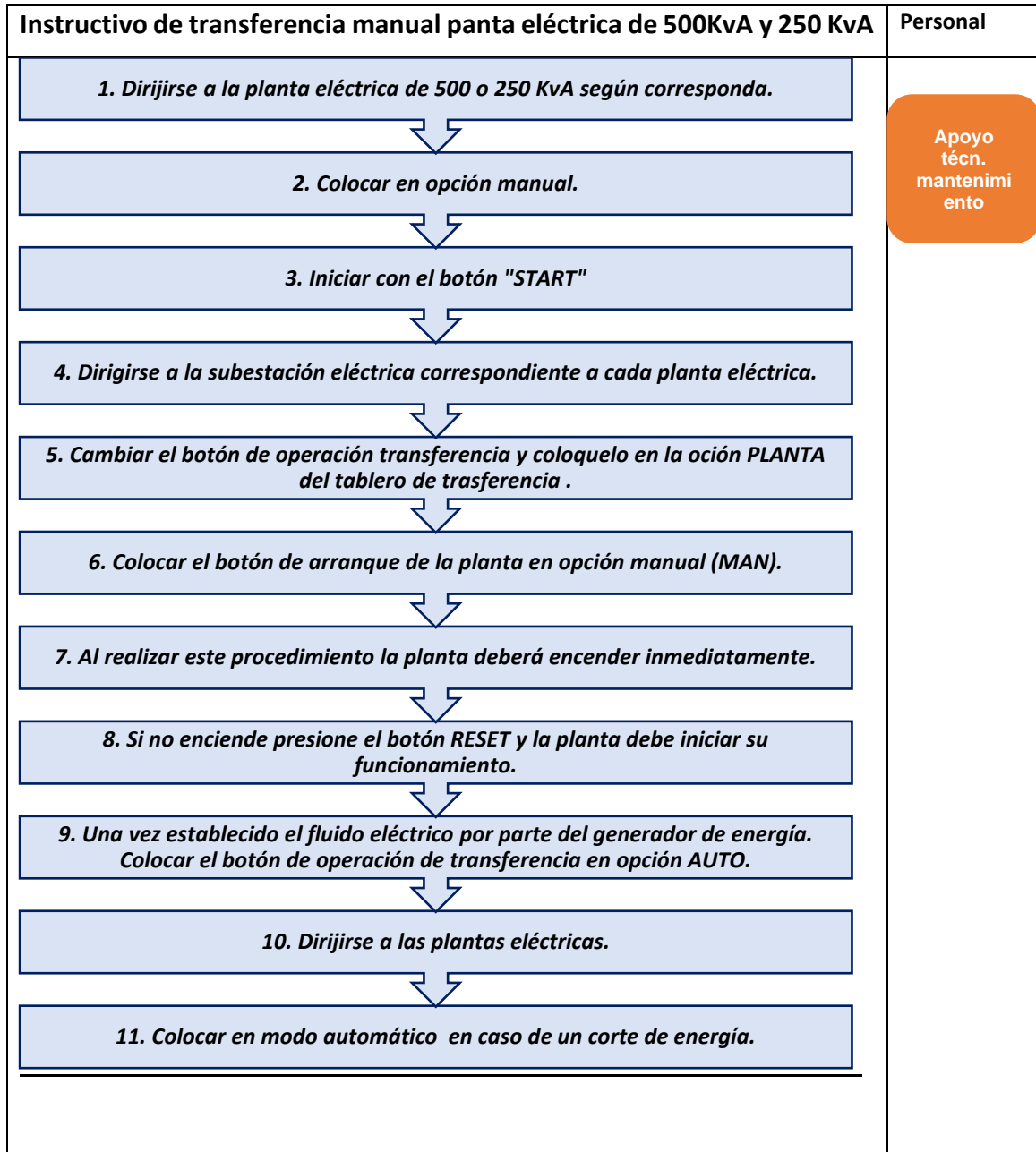


Figura 30. Mapa de procedimientos instructivo transferencia manual de la planta eléctrica de la Clínica Universidad de la Sabana [34].

El instructivo presente en el diagrama de la figura 30 se realiza cuando las plantas eléctricas no realicen la transferencia automática en el momento de un corte de energía. Este al ser un instructivo presenta paso a paso la acción a realizar para realizar la transferencia de manera manual.

❖ Procedimiento para corte de agua

| <u>Procedimiento para corte de agua</u>   | <u>Personal</u>                   |
|---|-----------------------------------|
| <p>1. Realizar un corte por parte del prestador de suministro de agua.</p> <p>2. Genera baja presión en la red de la clínica.</p> <p>3. Se activa el sistema de alarma .</p> <p>4. Desactivar manualmente.</p> <p>5. Verificar con caudales el motivo y el tiempo que lleva el restablecimiento del servicio.</p> <p>6. Verificar la presión de las bombas a través de una válvula de presión constante instalada dentro del cuarto dpe bombas . Debe indicar 45-60 Psi.</p> <p>7. Reestablecer el servicio por la red normal del acueducto.</p> <p>8. Verificar el llenado de tanque de agua de reserva.</p> <p>9. Verificar que este llegando agua a toda la planta fisica de la clínica.</p> | <p>Apoyo técn. manteni miento</p> |
| <p>10. Llamar a la empresa transportadora de agua potable.</p> <p>11. Solicitar dos carros de tanque de agua de 44 m3 para bastecer 116 camas durante el día.</p>   | <p>Análista de manteni miento</p> |
| <p>12. Iniciar descarga directa al tanque de reserva de agua potable de la clínica.</p>   | <p>Análista de manteni miento</p> |

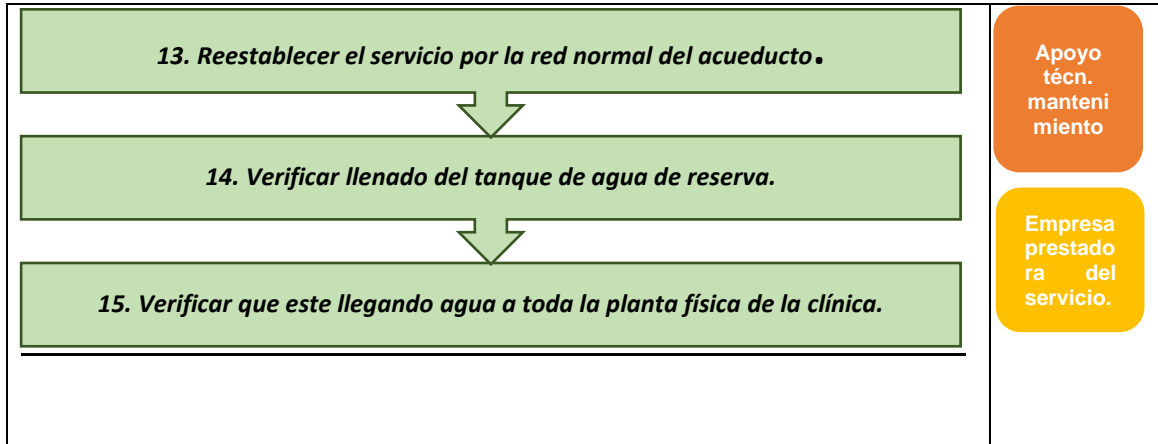


Figura 31. Mapa de procedimientos plan de contingencia corte de agua de la Clínica Universidad de la Sabana [18].

La Clínica Universidad de la Sabana cuenta con el servicio de acueducto brindado por la empresa Caudales. Asimismo, la clínica cuenta con un tanque de reserva de agua, que en caso de emergencia puede abastecer toda la clínica por dos días y medio. En la figura 31 se presenta el plan de contingencia que posee la Clínica universidad de la sabana en caso de emergencia o un corte de agua.

❖ **Procedimiento de cambio de cilindros del manifold**

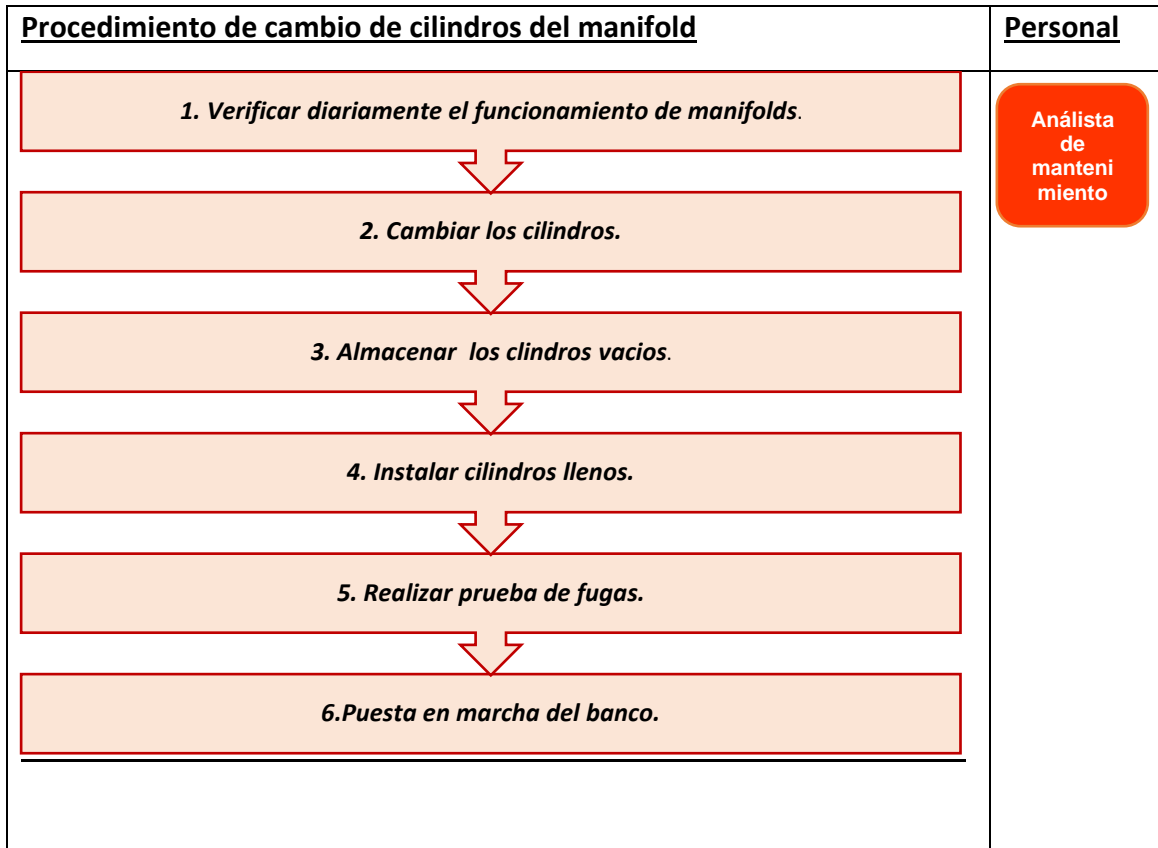


Figura 32. Mapa de procedimientos de cambios de cilindros del manifold de la Clínica Universidad de la Sabana [28].



El manifold es un colector de gases, que controla el flujo y presión de uno o varios gases. En el caso de clínica se manejan nitrógeno, dióxido de carbono, oxígeno y aire medicinal. Este actúa como respaldo en el caso que el sistema de gases falle. Para cumplir con lo anterior, el manifold contiene un banco de cilindros de todos los gases, que entran en operación para garantizar la presencia del gas en los servicios que lo requieran. En la figura 32 se encuentran los procedimientos que realiza el analista de mantenimiento para realizar el cambio de los cilindros.

❖ **Instructivo de recepción, almacenamiento y manejo de gases medicinales**

| <b><u>Instructivo de recepción, almacenamiento y manejo de gases medicinales</u></b>  | <b><u>Personal</u></b>                                |
|---|---|
| <p>1. Definir las necesidades de la institución .</p> <p>2. Realizar la solicitud de la adquisición de los gases medicinales con el proveedor.</p> <p>3. Realizar la recepción manual en la zona de recepción de gases medicinales.</p> <p>4. Almacenar los cilindros en el área de cuarentena.</p> <p>5. Comunicar con auxiliar de farmacia para la verificación .</p> | <p>Analista de mantenimiento</p>                      |
| <p>6. Verificar aspectos técnicos de los cilindros almacenados en la cuarentena según las indicaciones contempladas en el formato "Formato recepción y almacenamiento de cilindros de gases medicinales" .</p> <p>7. Entregar el registro al director técnico.</p>  | <p>Analista de mantenimiento</p> <p>Aux. Farmacia</p> |
| <p>8. Verificar el correcto diligenciamiento del formato recepción y almacenamiento de cilindros de gases medicinales.</p> <p>9. Dar su concepto en el formato firmando la aprobación de los cilindros correspondientes.</p>  | <p>Director técnico</p>                               |

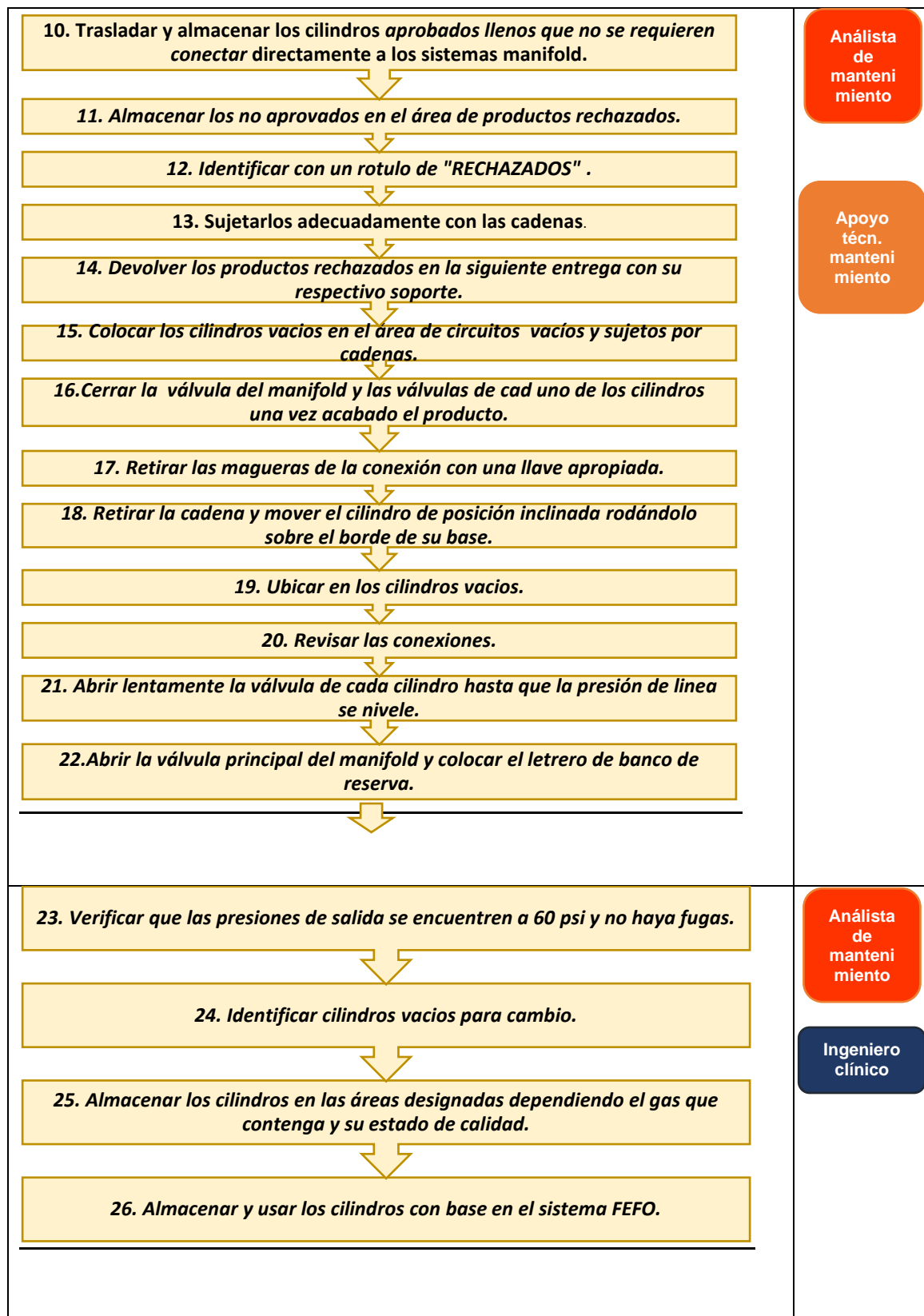


Figura 33. Mapa de procedimiento instructivo almacenamiento, recepción y manejo de gases medicinales la Clínica Universidad de la Sabana [35].

La figura 33 presenta el instructivo de almacenamiento, recepción y manejo de gases medicinales, este instructivo debe seguirse paso a paso con el fin de evitar los posibles riesgos generados debido al mal uso de estos. En este procedimiento del área de ingeniería clínica participa el analista de mantenimiento y el ingeniero clínico.

### **Resultados evaluación de perspectiva:**

En tercer lugar, se presentan los resultados obtenidos al realizar dos evaluaciones al personal del departamento de ingeniería biomédica de la Clínica Universidad de la Sabana. La primera de forma previa a la lectura del manual y la segunda haciendo uso del prototipo del manual. Estas evaluaciones se encuentran en anexo 6 y 7 respectivamente.

En estas evaluaciones se plantearon dos tipos de preguntas: específicas y generales. En la primera evaluación se plantearon cuatro preguntas con categoría general, cinco preguntas con categoría específicas y cuatro correspondientes a los datos del trabajador. En la segunda evaluación al realizarse con el manual se aumentó el número de preguntas específicas a once, cuatro preguntas generales y una correspondiente a los datos del trabajador.

Los trabajadores que realizaron la encuesta fueron los siguientes: el ingeniero biomédico, el coordinador del taller, el tecnólogo especialista, el técnico de apoyo y el técnico de salas. Los resultados obtenidos en la primera evaluación se observan a continuación:

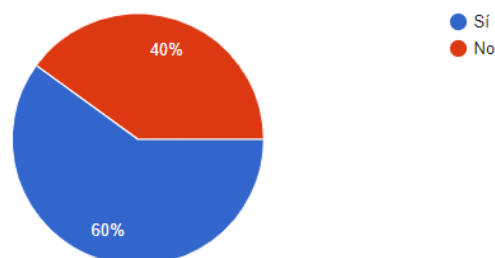
### **Resultados por pregunta correspondientes a la evaluación 1:**

En la figura 34 se encuentra los resultados de la pregunta: ¿Alguna vez ha leído los documentos acerca de cómo manejan los procedimientos del departamento de Ingeniería Biomédica? En la cual 60 % responde si y el 40 % responde que no.

Al observar los resultados se puede evidenciar que, aunque el 60% del personal ha tenido un acercamiento a los documentos de los procedimientos del departamento de ingeniería biomédica, no han observado toda la documentación correspondiente a los procedimientos a los que están a cargo dentro de la institución.

¿Alguna vez ha leído los documentos acerca de cómo manejan los procedimientos del departamento de ingeniería biomédica?

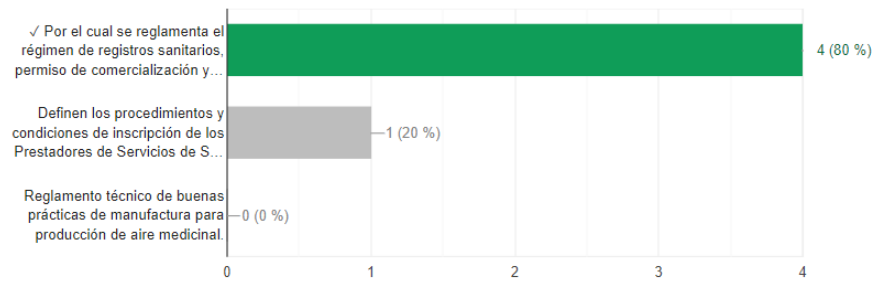
5 respuestas



*Gráfica 1. Resultados de la pregunta ¿Alguna vez ha leído los documentos acerca de cómo manejan los procedimientos del departamento de Ingeniería Biomédica?*

La resolución 4725 del 2005 que reglamenta:

4/5 respuestas correctas

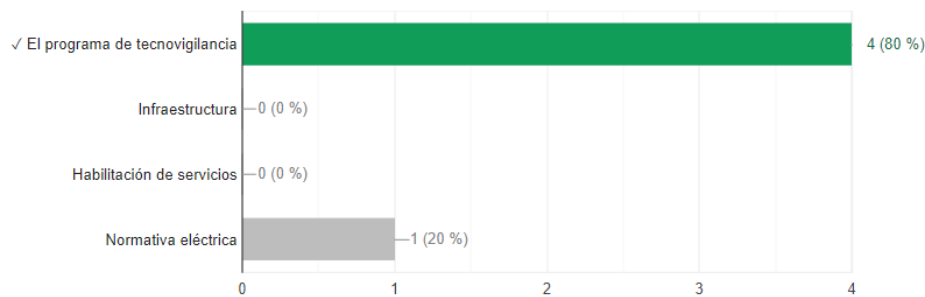


Gráfica 2. Resultados de la pregunta: ¿Qué reglamenta la resolución 4725 del 2005?

En la figura 35 se encuentra los resultados de la pregunta: ¿Qué reglamenta la resolución 4725 del 2005? En la cual el 80 % respondió correctamente, **Por el cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano.**

La resolución 4816 del 2008 habla de:

4/5 respuestas correctas

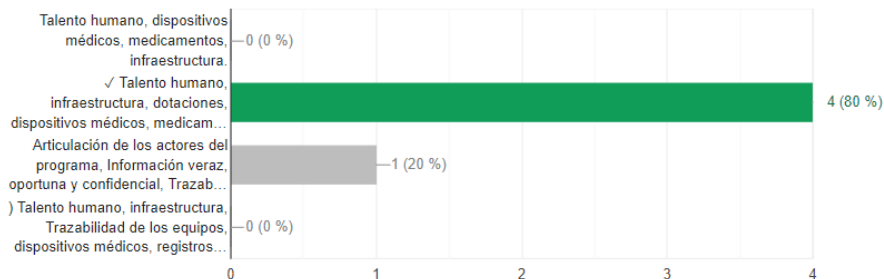


Gráfica 3. Resultados de la pregunta: ¿Qué define la resolución 4816 del 2008?

En la figura 36 se encuentran los resultados de siguiente pregunta: ¿Qué define la resolución 4816 del 2008? En la cual 80% respondió correctamente, **programa de tecnovigilancia.**

Según la normatividad ¿qué se necesita para la habilitación de servicios?

4/5 respuestas correctas



Gráfica 4. Resultados de la pregunta ¿Qué se necesita para la habilitación de servicios según la normatividad?

En la figura 37 se encuentra la pregunta: Según la normatividad ¿Qué se necesita para la habilitación de servicios? En la cual el 80% respondió correctamente, **Talento humano,**

infraestructura, dotaciones, dispositivos médicos, medicamentos e insumos, procesos prioritarios, registros e historia clínica.

Al observar la figura 35, 36 y 37 se puede evidenciar que las preguntas con menos desaciertos corresponden a las relacionadas con normatividad.

**Resultados generales por trabajador correspondientes a la evaluación 1:**

En la tabla 1 se presenta la cantidad de preguntas incorrectas de tipo generales y específicas realizadas a cada uno de los trabajadores que presentó la primera evaluación. El total de preguntas de carácter general fue cuatro y seis de carácter específico. En esta tabla se puede evidenciar que los trabajadores 1 y 2 no presentaron errores en las preguntas generales y ninguno de los trabajadores tuvo todas las respuestas correctas.

**Tabla 1**  
**PREGUNTAS INCORRECTAS EVALUACIÓN 1**

|                     | <b>No. De preguntas Generales incorrectas</b> | <b>No. De preguntas específicas incorrectas</b> |
|---------------------|---|---|
| <b>Trabajador 1</b> | 0/4   | 2/6   |
| <b>Trabajador 2</b> | 0/4   | 2/6   |
| <b>Trabajador 3</b> | 2/4   | 3/6   |
| <b>Trabajador 4</b> | 3/4   | 2/6   |
| <b>Trabajador 5</b> | 1/4   | 4/6   |

**Resultados generales por trabajador correspondientes a la evaluación 2:**

En la tabla 2 se presenta la cantidad de preguntas incorrectas de tipo generales y específicas realizadas a cada uno de los trabajadores que presentó la segunda evaluación. El total de preguntas de carácter general fue tres y doce de carácter específico. En esta tabla se puede evidenciar que los trabajadores 1 y 2 no presentaron errores en las preguntas generales, el trabajador 2 y 4 no presentaron errores en las preguntas específicas y uno de los trabajadores obtuvo todas las respuestas correctas.

**Tabla 2**  
**PREGUNTAS INCORRECTAS EVALUACIÓN 2**

|                     | <b>No. De preguntas Generales incorrectas</b> | <b>No. De preguntas específicas incorrectas</b> |
|---------------------|---|---|
| <b>Trabajador 1</b> | 0/3   | 4/12  |
| <b>Trabajador 2</b> | 0/3   | 0/12  |
| <b>Trabajador 3</b> | 2/3   | 6/12  |
| <b>Trabajador 4</b> | 1/3   | 0/12  |
| <b>Trabajador 5</b> | 1/3   | 1/12  |

### Comparación entre las dos evaluaciones realizadas:

Tabla 3

#### COMPARACIÓN RESULTADOS PREGUNTAS ESPECÍFICAS

| <b>% de personas con todas las preguntas específicas correctas de la evaluación 1</b> | <b>% de personas con todas las preguntas específicas correctas de la evaluación 2</b> |
|---|---|
| 0%  | 40 %  |

En la tabla 3 se observa la comparación entre los resultados obtenidos en las preguntas específicas de las dos evaluaciones realizadas al personal del departamento de Ingeniería Biomédica. La presente tabla indica que el 40 % de las personas en la segunda evaluación tuvo todas las respuestas correctas frente a esta categoría, por el contrario, en la primera evaluación el 0% obtuvo todas las respuestas correctas. Los resultados que se encuentran en esta tabla se obtuvieron con base en la tabla 1 y 2.

Tabla 4

#### COMPARACIÓN RESULTADOS PREGUNTAS GENERALES

| <b>% de personas con todas las preguntas generales correctas de la evaluación 1</b> | <b>% de personas con todas las preguntas generales correctas de la evaluación 2</b> |
|---|---|
| 40%   | 40 %  |

En la tabla 4 se observa la comparación entre los resultados obtenidos en las preguntas generales de las dos evaluaciones realizadas al personal del departamento de ingeniería biomédica. La presente tabla indica que el 40 % de las personas en la primera evaluación tuvo todas las respuestas correctas frente a esta categoría de igual que en la segunda evaluación. Estos resultados al igual que la tabla 3 se obtuvieron en base a la tabla 1 y 2.

### Resultados generales por trabajador correspondientes a las dos evaluaciones:

A continuación, se presenta la tabla 5 en la que se compara los resultados obtenidos en la evaluación 1 con respecto a los obtenidos en la evaluación 2 de cada uno de los trabajadores del área de ingeniería biomédica. En esta tabla se puede evidenciar que en la mayoría de los casos se obtuvo mejores resultados en la evaluación 2.

Tabla 5

#### PUNTUACIÓN

|                     | <b>Evaluación 1</b> | <b>Evaluación 2</b> |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Trabajador 1</b> | 80%                 | 73.33%              |
| <b>Trabajador 2</b> | 80%                 | 100%                |
| <b>Trabajador 3</b> | 50%                 | 46.66%              |
| <b>Trabajador 4</b> | 50%                 | 93.33%              |
| <b>Trabajador 5</b> | 50%                 | 86.66%              |

Tabla 6

**PREGUNTAS CONTENIDAS EN LAS DOS EVALUACIONES**

|  |   |
|--|---|
| <b>1. ¿Cuál es la primera acción para realizar para iniciar el procedimiento del mantenimiento preventivo?</b>   |   |
| Porcentaje de respuestas acertadas en la evaluación 1  | Porcentaje de respuestas acertadas en la evaluación 2 |
| 0%   | 100%  |
| <b>2. En el servicio de hidroterapia si se realiza un ajuste a algún parámetro que no se encuentre dentro del rango establecido ¿Cuál es el tiempo prudente que se debe esperar para volver a realizar la medición y observar si el ajuste realizado funciona?</b> |   |
| Porcentaje de respuestas acertadas en la evaluación 1  | Porcentaje de respuestas acertadas en la evaluación 2 |
| 60%  | 100%  |
| <b>3. ¿Cuál es el tiempo de parada de un equipo de riesgo alto?</b>  |   |
| Porcentaje de respuestas acertadas en la evaluación 1  | Porcentaje de respuestas acertadas en la evaluación 2 |
| 60%  | 100%  |
| <b>4. Según la normatividad ¿qué se necesita para la habilitación de servicios?</b>  |   |
| Porcentaje de respuestas acertadas en la evaluación 1  | Porcentaje de respuestas acertadas en la evaluación 2 |
| 80%  | 80%   |
| <b>5. La realización de la rutina diaria en los servicios es un tipo de mantenimiento:</b>   |   |
| Porcentaje de respuestas acertadas en la evaluación 1  | Porcentaje de respuestas acertadas en la evaluación 2 |
| 100%   | 100%  |
| <b>6. Cual personal del departamento de Ingeniería biomédica realiza la siguiente labor: Solicitud de insumos</b>  |   |
| Porcentaje de respuestas acertadas en la evaluación 1  | Porcentaje de respuestas acertadas en la evaluación 2 |
| 60%  | 80%   |
| <b>7. Cual personal del departamento de Ingeniería clínica realiza la siguiente tarea: Pedido de gases medicinales</b>   |   |
| Porcentaje de respuestas acertadas en la evaluación 1  | Porcentaje de respuestas acertadas en la evaluación 2 |
| 40%  | 40%   |

Para realizar una comparación de resultados se plantearon siete preguntas las cuales se incluyeron en los dos cuestionarios, con el fin de evidenciar si se presentan mejoras al

presentarle al personal el manual. En la tabla 6 se presentan cada una de estas preguntas y los porcentajes de respuestas acertadas en la evaluación 1 y en la evaluación 2.

## 5. DISCUSIÓN

Muchas veces la gente no es consciente de los errores que se están cometiendo durante el desarrollo de los procedimientos, debido a que estos se convierten en un trabajo repetitivo y mecánico, en donde no es tan fácil evidenciar riesgos y errores. El tener unos procedimientos claramente definidos y el respaldo de las normas que los rigen, permite tener la confianza de que se están realizando los deberes de la mejor manera.

Por otro lado, en la clínica Universidad de la Sabana, cuando un nuevo trabajador ingresa a uno de los departamentos del área de ingeniería clínica, es capacitado por uno de los trabajadores antiguos. Sin embargo, se evidencia en la primera evaluación de perspectiva, en donde se preguntaba acerca de actividades que se efectúan casi a diario en la institución, que los resultados no fueron excelentes. Esto indica que el nuevo integrante del área posee un margen de error elevado en las actividades que realice, al ser capacitado solamente por el personal. Por esta razón contar con una herramienta que brinde un apoyo en cuanto a información, hace falta para disminuir los errores y mejorar la eficiencia en los procedimientos desarrollados.

Para evaluar el impacto del manual en los trabajadores, se realizó una comparación entre los resultados obtenidos en las preguntas específicas y generales de la prueba realizada previa al manual, y la prueba realizada con ayuda del manual (ver tabla 3 y 4). En la tabla 4, no se evidencia una diferencia marcada entre la resolución de las preguntas con manual y sin manual, debido a que el porcentaje de las personas que contestaron todas las respuestas correctas de esta categoría permanece igual. Sin embargo, la tabla 3, que hace referencia a las preguntas específicas, muestra que el porcentaje de personas que respondió correctamente todas las preguntas específicas aumentó un 40%.

Adicionalmente, en la tabla 6 se evidencia que en la mayoría de las preguntas realizadas aumentó el porcentaje de respuestas correctas. Un ejemplo de esto es la pregunta 1 en la cual se presentó un aumento del 100%.

Por otra parte, se presentaron preguntas en las que no se vio modificado el número de respuestas acertadas en la segunda evaluación. Esto se puede explicar debido a que esa información no se incluyó en la primera versión del manual. Así mismo, en la tabla 5 se observa que la mayoría de los trabajadores presentaron mejores resultados en la evaluación dos, una de las puntuaciones aumentó más de 40%, lo que es muy bueno.

Los anteriores resultados indican que el manual de capacitación no es simplemente para el personal nuevo, también es una herramienta de gran ayuda para el personal vinculado con anterioridad. La información que este brinda le permite al personal mejorar la calidad de la prestación de los servicios, al aumentar la eficiencia y efectividad de los procedimientos que se realizan en el área de ingeniería clínica. Sin embargo, el impacto de este manual depende del uso que le den los trabajadores a la hora de desarrollar los deberes asignados.



## 6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Para el Manual de capacitación de ingeniería clínica de la Clínica Universidad de la Sabana se debe continuar con la realización de la evaluación de perspectiva para los departamentos de arquitectura y mantenimiento e infraestructura, con el fin de evidenciar qué información se puede reforzar en estos departamentos con el manual de capacitación, y qué información hace falta incluir en este para que sea de gran ayuda para los trabajadores de este departamento.

Se recomienda también realizar una modificación de los procedimientos más complejos, para darle mayor detalle al paso a paso, con el objetivo de que el personal que realice la actividad tenga un menor margen de error en el desarrollo. Así mismo, podría ampliarse el contenido del manual agregando más procedimientos que se desarrollan en la clínica y ampliar la normatividad que rige cada departamento del área de ingeniería clínica.

Adicionalmente, un futuro trabajo puede incluir más información que se considere importante, con el objetivo de convertir el manual en una herramienta rigurosa para el personal, que sea la primera ayuda en el caso de que se presente un problema o se genere una duda. En el caso de ingeniería Biomédica, se podrían adicionar manuales y guías rápidas para tener a la mano en caso de que falle un equipo e inclusive, incluir los procedimientos detallados de cada uno de los mantenimientos de los equipos presentes en la clínica.

Por último, presentar la información del manual de una forma más compacta y sencilla sería una gran práctica para la continuación de este trabajo, con el fin de disponer de esta herramienta en cualquier momento de forma rápida y segura en cualquier situación. Para esto, se presenta la idea de realizar una aplicación para dispositivos móviles que contribuya con el fácil acceso del personal al manual.

## 7. CONCLUSIONES


1. Se realiza un manual de capacitación para el personal de ingeniería clínica de la Clínica Universidad de la sabana, el cual contiene los procedimientos y la normatividad de las principales actividades que se manejan en el área. Este manual tendrá un impacto positivo en la calidad de la prestación de los servicios, al disminuir los errores en el desarrollo de las actividades realizadas en la institución, aumentando la eficiencia y efectividad de los procedimientos que se realizan en el área de ingeniería clínica. Sin embargo, el nivel de impacto de este manual depende del uso que le den los trabajadores a la hora de desarrollar los deberes asignados.
2. A partir de los resultados obtenidos en la primera evaluación de perspectiva se puede evidenciar la información que aún no es tan clara en los trabajadores. En este caso se evidencio que se presentó mayor error en las preguntas específicas (tabla 1) y menor error en las preguntas de normas (Gráficas 1- 4) Estos resultados son de gran importancia para la realización del manual debido a que los temas que presentan mayor debilidad se pueden reforzar mediante el uso del manual de capacitación.
3. Aunque se presenta una discrepancia entre la realización de la evaluación con manual y sin manual, se esperaba que las diferencias fueran más significativas entre las dos evaluaciones debido a que en la segunda evaluación contaban con la ayuda del manual de capacitación. Lo anterior se pudo presentar debido a que dos de los trabajadores que desarrollaron las evaluaciones, decidieron no usar el manual en la segunda prueba, lo cual se vio reflejado en sus resultados no tan positivos plasmados en la tabla 5. Teniendo en cuenta lo ocurrido, se puede evidenciar que el manual de capacitación es funcional y puede tener un impacto positivo en la calidad de la realización de los deberes solo si es tenido en cuenta por el personal a la hora de realizar los procedimientos.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. Gismondi Glave, «Ingeniería biomédica», *Rev. Cienc. Cult.*, n.º 24, pp. 99-118, jun. 2010.
- [2] «Acreditación en salud», *Clínica Universidad de la Sabana*. <https://www.clinicaunisabana.edu.co/rehabilitacion/acreditacion-en-salud/> (accedido feb. 19, 2020).
- [3] «Commission on the Accreditation of Rehabilitation Facilities. », *Commission on the Accreditation of Rehabilitation Facilities*. <http://www.carf.org/home/> (accedido feb. 22, 2020).
- [4] K. E. M. Salazar, «MANUAL DE PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS PARA EL HOSPITAL SUSANA LÓPEZ DE VALENCIA E.S.E.», p. 141, 2008.
- [5] C. Arango Arroyave, «OPTIMIZACIÓN DEL INVENTARIO Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS RELACIONADOS AL PROCESO DE TRASLADO ASISTENCIAL DE AEROSANIDAD SAS, BASADO EN EL CUMPLIMIENTO NORMATIVO Y LAS BUENAS PRÁCTICAS», Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Modalidad práctica empresarial, 2019. [En línea]. Disponible en: [http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/11981/1/ArangoCarolina\\_2019\\_Optimizacion%20EquiposBiomedicos.pdf](http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/11981/1/ArangoCarolina_2019_Optimizacion%20EquiposBiomedicos.pdf).
- [6] E. López Franco, «Procedimiento de mantenimiento de equipos». Clínica Universidad de la Sabana, sep. 16, 2019, Accedido: mar. 07, 2020.
- [7] M. Carvajal Tejada y C. G. Ruiz Ibáñez, «EVALUACIÓN TÉCNICA Y CLÍNICA DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA EN PROCESOS DE ADQUISICIÓN: UN ENFOQUE EN EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN SALUD», *Rev. Ing. Bioméd.*, vol. 2, n.º 4, pp. 34-45, dic. 2008.
- [8] E. López Franco, «Instructivo de recepción técnica de equipos». Clínica Universidad de la Sabana, oct. 01, 2019, Accedido: mar. 07, 2020.
- [9] A. Guzmán Murcia, «Procedimiento de manejo seguro de la tecnología biomédica». Clínica Universidad de la Sabana, nov. 01, 2016, Accedido: mar. 07, 2020.
- [10] A. M. Cruz, *Gestión Tecnológica Hospitalaria: un enfoque sistemático*, 1.ª ed. Universidad Del Rosario, 2010.
- [11] Hanna Instruments, «Manual de mantenimiento de piscinas». Accedido: abr. 17, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.hannainst.es/img/catalogos/ficheros/catalogo-manual-piscinas-hanna.pdf>.
- [12] P. J. Úbeda Ruiz, «Actualización en la gestión de manejo de piscinas y manejo del sistema de información nacional de piscinas (SILOÉ)». Accedido: abr. 16, 2020. [En línea]. Disponible en: [https://sms.carm.es/ricsmur/bitstream/handle/123456789/287/manual\\_gestion\\_piscinas.pdf?sequence=1](https://sms.carm.es/ricsmur/bitstream/handle/123456789/287/manual_gestion_piscinas.pdf?sequence=1).
- [13] P. A. R. Llanos, «DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN LA PRODUCCIÓN DE AIRE MEDICINAL EN EL CENTRO MÉDICO IMBANACO EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI», p. 160, 2015.
- [14] A. T. Perdomo, «Procedimiento de despeje de línea y producción de aire medicinal». Clínica Universidad de la Sabana, jul. 11, 2016, Accedido: mar. 21, 2020.
- [15] E. López Franco, «Procedimiento de solicitud de obra». Clínica Universidad de la Sabana, mar. 03, 2019, Accedido: mar. 13, 2020.
- [16] Ministerio de minas y energía, «Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)». Accedido: abr. 18, 2020. [En línea]. Disponible en:

- [https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/23965915/310118\\_borrador\\_proy\\_RETIE\\_productos.pdf/09a5f5d0-58a8-44ef-a591-64386de276d2](https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/23965915/310118_borrador_proy_RETIE_productos.pdf/09a5f5d0-58a8-44ef-a591-64386de276d2).
- [17] D. Mata, J. M. Aller, y A. Bueno, «Análisis probabilístico del mantenimiento predictivo y correctivo de máquinas eléctricas rotativas en una planta siderúrgica», *Universidad, Ciencia y Tecnología (UCT)*, n° 49, p. 6, may 2008.
  - [18] Jefe Servicios Administrativos, «Plan de contingencia corte suministro de agua». Clínica Universidad de la Sabana, oct. 18, 2012, Accedido: mar. 25, 2020.
  - [19] A. Guzmán Murcia, «Procedimiento de cambio de cilindros del manifold». Clínica Universidad de la Sabana, oct. 19, 2016, Accedido: mar. 28, 2020.
  - [20] Ministerio de Salud y protección Social, *Resolución 2003 del 2014*, vol. 2003. 2014, p. 225.
  - [21] Ministerio de Salud y protección Social, *Resolución 3100 del 2019*. 2019, p. 230.
  - [22] Ministerio de Salud y protección Social, *Resolución 2082 del 2014*. 2014, p. 9.
  - [23] Ministerio de Salud y protección Social, *Resolución 4816 de 2008*. 2008, p. 22.
  - [24] Presidente de la república, *Resolución 4725 del 2005*. 2005, p. 31.
  - [25] Ministerio de protección social, *Resolución 4410 de 2009*, vol. 4410. 2009, p. 61.
  - [26] Ministra de salud, *Resolución 4445 de 1996*, vol. 4445. 1996, p. 32.
  - [27] Ministerio de desarrollo económico, *Norma Técnica Colombiana 2050*. 1998, p. 847.
  - [28] ICONTEC, *Norma Técnica Colombiana 1500*. 2017, p. 17.
  - [29] E. López Franco, «Procedimiento institucional para la adquisición de tecnología biomédica». mar. 17, 2019, Accedido: mar. 14, 2020.
  - [30] A. Guzmán Murcia, «Procedimiento de metrología de los equipos biomédicos». Clínica Universidad de la Sabana, nov. 01, 2016, Accedido: mar. 07, 2020.
  - [31] Coordinador de Ing. Biosistemas, «Procedimiento y control de calidad para el sistema de hidroterapia». Clínica Universidad de la Sabana, nov. 01, 2016, Accedido: mar. 20, 2020.
  - [32] A. Guzmán Murcia, «Procedimiento producción de aire medicinal». oct. 21, 2016, Accedido: mar. 27, 2020.
  - [33] E. López Franco, «Mantenimiento preventivo planta de energía eléctrica». Clínica Universidad de la Sabana, feb. 27, 2019, Accedido: mar. 27, 2020.
  - [34] E. López Franco, «Instructivo de transferencia manual de la planta eléctrica de 500KVA a 250 KVA». feb. 27, 2019, Accedido: mar. 29, 2020.
  - [35] A. Guzmán Murcia, «Instructivo de recepción, almacenamiento y manejo de gases medicinales.» nov. 02, 2016, Accedido: mar. 29, 2020.

## 9. ANEXOS

|  |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
|--|---|---|-----------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------|--|--|
|  <b>CLÍNICA<br/>UNIVERSIDAD DE<br/>LA SABANA</b>      | <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA BIOMEDICA<br/>REPORTE DE SERVICIO</b> | <b>Código: IB.01.PR.01.FT.04<br/>Fecha: 2019.07.04<br/>Versión: 1</b> |                       |                         |                     |                             |  |  |
| <b>REPORTE N° 0000</b>   |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| FECHA: DD MM AA      HORA DE INICIO: ____ HORA DE FINALIZACION: ____   |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| <b>DATOS DEL EQUIPO</b>  |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| EQUIPO _____   | SERIE _____   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| MARCA _____  | No. INVENTARIO _____  |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| MODELO _____   | UBICACIÓN _____   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| TIPO DE MANTENIMIENTO:    PREVENTIVO <input type="checkbox"/> CORRECTIVO <input type="checkbox"/> INSTALACIÓN <input type="checkbox"/> |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| <b>TEST CUALITATIVO</b>  |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| P   F   NA                                  P   F   NA                                  P   F   NA                                     |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| Condiciones generales  |   |   | Sistema mecanico      |                         |                     | Baterías                    |  |  |
| Estado fisico de la carcasa  |   |   | Sistema electrico     |                         |                     | Impresora                   |  |  |
| Estado fisico de accesorios  |   |   | Sistema electronico   |                         |                     | Orings o empaques           |  |  |
| Fuente de voltaje  |   |   | sistema neumatico     |                         |                     | Motores                     |  |  |
| Cargador y/o adaptador   |   |   | sistema hidraulico    |                         |                     | Alarmas visibles y audibles |  |  |
| (P: Pasa, Falla, NA: No Aplica)  |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| <b>RUTINA DE MANTENIMIENTO</b>   |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| Pruebas de Encendido y apagado   |   |   | Prueba de fugas       |                         |                     | Limpieza Externa            |  |  |
| Revision General   |   |   | Ajustes Internos      |                         |                     | Limpieza Interna            |  |  |
| Lubricación  |   |   | Pintura               |                         |                     | Pruebas de Funcionamiento   |  |  |
| <b>VERIFICACIÓN DE PARAMETROS</b>  |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| Equipo Patron: _____   |   |   | <b>Parametro</b>      | <b>Valor Programado</b> | <b>Valor Medido</b> |                             |  |  |
| Marca / Modelo: _____  |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| Serie / Activo fijo: _____   |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| ¿EQUIPO REQUIERE REPUESTOS?    SI   NO   |   |   | REPUESTOS    _____    |                         |                     |                             |  |  |
| ¿SE SUGIERE DAR DE BAJA POR OBSOLENCIA?    SI   NO   |   |   | REQUERIDOS :    _____ |                         |                     |                             |  |  |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
|  |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
|  |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
|  |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| <b>REALIZADO POR:</b>  |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| FIRMA  |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| NOMBRE _____   |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| CARGO _____  |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| <b>RECIBIDO POR:</b>   |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| FIRMA  |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| NOMBRE _____   |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |
| CARGO _____  |   |   |                       |                         |                     |                             |  |  |

Anexo 1. Formato mantenimiento preventivo y correctivo de la clínica Universidad de la sabana.



| EQUIPO:  |                    | MARCA:     |                    | MODELO:    |                    |            |
|--|--------------------|------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
| CRITERIO DE EVALUACIÓN   | NOMBRE PROVEEDOR 1 |            | NOMBRE PROVEEDOR 2 |            | NOMBRE PROVEEDOR 3 |            |
|  | DESCRIPCIÓN        | EVALUACIÓN | DESCRIPCIÓN        | EVALUACIÓN | DESCRIPCIÓN        | EVALUACIÓN |
| MARCA:   |                    | N/A        |                    | N/A        |                    | N/A        |
| MODELO:  |                    | N/A        |                    | N/A        |                    | N/A        |
| COSTO DE ADQUISICIÓN (IVA INCLUIDO):   |                    | N/A        |                    | N/A        |                    | N/A        |
| FORMA DE PAGO:   |                    | N/A        |                    | N/A        |                    | N/A        |
| FABRICANTE Y/O DISTRIBUIDOR AUTORIZADO:                                      |                    | N/A        |                    | N/A        |                    | N/A        |
| COSTO DE MANTENIMIENTO POSTERIOR AL PERIODO DE GARANTÍA:                     |                    | ALTO       |                    | MEDIO      |                    | BAJO       |
| LAS VISITAS DE MANTENIMIENTO DURANTE EL PERIODO DE GARANTÍA ESTAN INCLUIDAS: |                    | ALTO       |                    | MEDIO      |                    | BAJO       |
| TIEMPO DE RESPUESTA EN CASO DE FALLA:  |                    | ALTO       |                    | MEDIO      |                    | BAJO       |
| EQUIPO DISPONIBLE PARA DEMOSTRACION:   |                    | ALTO       |                    | MEDIO      |                    | BAJO       |
| CUMPLE EL EQUIPO CON LOS REQUISITOS MINIMOS ESTABLECIDOS POR EL SERVICIO:    |                    | ALTO       |                    | MEDIO      |                    | BAJO       |
| EXPERIENCIA DE SERVICIO POST VENTA DEL PROVEEDOR:                            |                    | ALTO       |                    | MEDIO      |                    | BAJO       |
| VIDA UTIL (AÑOS):  |                    | ALTO       |                    | MEDIO      |                    | BAJO       |
| FECHA DE FABRICACIÓN:  |                    | ALTO       |                    | MEDIO      |                    | BAJO       |
| BASE INSTALASA (Alta: ≥15, Media: ≤14, Baja: ≤5)                             |                    | ALTO       |                    | MEDIO      |                    | BAJO       |
| INSTITUCIONES DONDE ESTA INSTALADA LA TECNOLOGÍA:                            |                    | ALTO       |                    | MEDIO      |                    | BAJO       |
| EL EQUIPO REQUIERE ADECUACIONES ADICIONALES PARA SU FUNCIONAMIENTO:          |                    | ALTO       |                    | MEDIO      |                    | BAJO       |
| CUMPLE CON REQUISITOS DOCUMENTALES ESTABLECIDOS POR LA CLÍNICA:              |                    | ALTO       |                    | MEDIO      |                    | BAJO       |
| EL PROVEEDOR SE HACE RESPONSABLE DE LA DISPOSICION FINAL DEL EQUIPO:         |                    | ALTO       |                    | MEDIO      |                    | BAJO       |
| CALIFICACION TÉCNICA DEL EQUIPO (Jefe de Ing. Biomédica)                     |                    | ALTO       |                    | MEDIO      |                    | BAJO       |
| <b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>  |                    | <b>100</b> |                    | <b>81</b>  |                    | <b>65</b>  |

|               |  |                      |
|---------------|--|----------------------|
| OBSERVACIONES |  | Elaborado Por: _____ |
|               |  | Cargo: _____         |
|               |  | Fecha: _____         |

*Anexo 3. Formato de evaluación de proveedores para adquisición de equipos de la Clínica Universidad de la Sabana.*





| 1. INFORMACIÓN DEL ÁREA SOLICITANTE   |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
|---|---|---|---|----------------------------------|---------------------------------|---|---------------|---------------------------------------|---|
| 1.1. ÁREA SOLICITANTE: _____  |   |   |   |                                  | 1.6. FECHA DE ELABORACIÓN _____ |   |               |                                       |   |
| 1.2. NOMBRE DEL SOLICITANTE: _____  |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| 1.3. CARGO DEL SOLICITANTE: _____   |   |   |   |                                  | 1.7. FECHA DE RECEPCIÓN _____   |   |               |                                       |   |
| 1.4. DIRECCIÓN: _____   |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| 1.5. COMITÉ (sólo si su solicitud proviene de un Comité institucional): _____   |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| 2. SELECCIONE EL TIPO DE SOLICITUD QUE SE REQUIERE  |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| OBRA NUEVA  |   |   |   |                                  |                                 |   | MANTENIMIENTO |                                       |   |
| REMODELACIÓN O ADECUACIÓN   |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| 3. SELECCIONE QUÉ O QUIÉN MOTIVA SU SOLICITUD   |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| HABILITACIÓN  |   |   |   |                                  | SALUD OCUPACIONAL               |   |               |                                       |   |
| ACREDITACIÓN NACIONAL O INTERNACIONAL   |   |   |   |                                  | OTROS                           |   |               |                                       |   |
| Si seleccionó Habilitación describa la norma _____  |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| Si seleccionó Acreditación describa el estándar _____   |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| Si seleccionó Salud Ocupacional anexe concepto _____  |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| Si seleccionó otros describa cuál _____   |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| 4. DESCRIBA Y JUSTIFIQUE DE MANERA DETALLADA LA NECESIDAD PLANTEADA (incluya nombre, descripción, especificaciones, cantidades y medidas) |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
|   |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| 5. DESCRIBA LOS RIESGOS ACTUALES  |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
|   |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| 6. SELECCIONE Y DESCRIBA LOS BENEFICIOS DE CONTAR CON LA SOLUCIÓN ESPERADA  |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| Cumplimiento normatividad   |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| Económicos / facturación  |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| Comodidad pacientes / familias  |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| comodidad personal interno  |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| Facilidad flujo del proceso   |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| Otros   |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| 7. PRIORIZACIÓN DE LA SOLICITUD   |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| (Marque con una (X) la calificación por cada uno de los criterios de priorización institucional)  |   |   |   |                                  |                                 |   |               |                                       |   |
| Riesgo (25%)  |   | Costo (25%)   |   | Frecuencia (20%)                 |                                 | Tiempo (15%)                                      |               | Contingencia (15%)                    |   |
| Alto riesgo para el usuario   | 5 | Para minimizar el riesgo se necesitan pocos recursos  | 5 | El riesgo afecta muchas personas | 5                               | La minimización del riesgo se logra a corto plazo | 5             | La contingencia no existe             | 5 |
|   | 4 |   | 4 |                                  | 4                               |   | 4             |                                       |   |
|   | 3 |   | 3 |                                  | 3                               |   | 3             |                                       |   |
|   | 2 |   | 2 |                                  | 2                               |   | 2             |                                       |   |
| Bajo riesgo para el usuario   | 1 | Para minimizar el riesgo se necesitan muchos recursos | 1 | El riesgo afecta pocas personas  | 1                               | La minimización del riesgo se logra a largo plazo | 1             | La contingencia existe y está probada | 1 |
|   | 0 |   | 0 |                                  | 0                               |   | 0             |                                       | 0 |

FIRMA DEL SOLICITANTE

FIRMA DEL DIRECTOR CORRESPONDIENTE

Anexo 5. Formato de necesidad de infraestructura de la Clínica Universidad de la Sabana.

## Anexo 6. Primera evaluación de perspectiva

### Datos

1. Cargo:
2. Tiempo que lleva en la institución:

1. ¿Alguna vez ha leído los documentos acerca de cómo manejan los procedimientos del departamento de ingeniería biomédica?
  - a) Si
  - b) No

Si la respuesta es sí, ¿sobre cuál procedimiento leyó? \_\_\_\_\_

Si la respuesta es no, ¿por qué no lo ha hecho? \_\_\_\_\_

### PREGUNTAS ESPECIFICAS PROCEDIMIENTOS

2. ¿Cuál es el tiempo de parada de un equipo de riesgo alto?
  - a) De 2 a 8 horas
  - b) De 8 -24 horas
  - c) De 0- 2 horas
  - d) El tiempo que sea necesario para su reparación.
3. ¿Qué es lo primero que se debe hacer para realizar un mantenimiento preventivo?
  - a) Diseñar un cronograma actualizado de mantenimiento.
  - b) Evaluar la necesidad de mantenimiento de los equipos.
  - c) Firmar contrato con los proveedores.
  - d) Contactar a los proveedores para tener propuestas y ofertas sobre los servicios de mantenimiento.
4. En el servicio de hidroterapia si se realiza un ajuste a algún parámetro que no se encuentre dentro del rango establecido ¿Cuál es el tiempo prudente que se debe esperar para volver a realizar la medición y observar si el ajuste realizado funciona?
  - a) 30 minutos
  - b) 60 minutos
  - c) 20 minutos
5. Si al medir el parámetro de alcalinidad en el servicio de hidroterapia el valor se encuentra más bajo del rango usted que haría:
  - a) Aplicar Hipoclorito de calcio
  - b) Aplicar bicarbonato de sodio
  - c) Aplicar reductor de pH
6. La resolución 4816 del 2008 habla de:
  - a) El programa de tecnovigilancia
  - b) Infraestructura
  - c) Habilitación de servicios
  - d) Normativa eléctrica
7. Según la normatividad ¿qué se necesita para la habilitación de servicios?

- a) Talento humano, dispositivos médicos, medicamentos, infraestructura.
- b) Talento humano, infraestructura, dotaciones, dispositivos médicos, medicamentos e insumos, procesos prioritarios, registros e historia clínica
- c) Articulación de los actores del programa, Información veraz, oportuna y confidencial, Trazabilidad de los equipos, Sensibilidad y representatividad.
- d) Talento humano, infraestructura, Trazabilidad de los equipos, dispositivos médicos, registros e historia clínica, información veraz.

### **PREGUNTAS GENERALES**

**8. La realización de la rutina diaria en los servicios es un tipo de mantenimiento**

- a) Preventivo
- b) Correctivo
- c) Predictivo

**9. Cual personal del departamento de Ingeniería biomédica realiza la siguiente labor: Solicitud de insumos**

- a) Ingeniero Clínico
- b) Ingeniero Biomédico
- c) Coordinador del taller

**10. Cual personal del departamento de Ingeniería clínica realiza la siguiente tarea: Pedido de gases medicinales**

- a) Ingeniero clínico
- b) Ingeniero Biomédico
- c) Arquitecto
- d) Analista de mantenimiento

**11. Cuáles de las siguientes normas no aplica para el departamento de ingeniería biomédica:**

- a) Resolución 4816 del 2008
- b) Resolución 3100 del 2019
- c) NTC2050

**Datos**

**1. Cargo:**

**PREGUNTAS ESPECIFICAS PROCEDIMIENTOS**

- 2. ¿Qué es lo primero que se debe hacer para realizar un mantenimiento preventivo según el manual?**
- a) Diseñar un cronograma actualizado de mantenimiento.
  - b) Evaluar la necesidad de mantenimiento de los equipos.
  - c) Firmar contrato con los proveedores.
  - d) Contactar a los proveedores para tener propuestas y ofertas sobre los servicios de mantenimiento.
- 3. Quienes son los encargados de reportar los daños de los equipos**
- a) El personal asistencial
  - b) Todo el personal de ingeniería biomédica
  - c) El personal técnico
  - d) todas las anteriores
- 4. Si el pH de la piscina es menor a 7 según los procedimientos del manual**
- a) Se debe agregar 500 ml reductor de pH
  - b) Se debe agregar 250 mg de bicarbonato de sodio
  - c) Se debe agregar 100 mg de bicarbonato de sodio
  - d) Se debe agregar 200 ml reductor de pH
- 5. En el servicio de hidroterapia si se realiza un ajuste a algún parámetro que no se encuentre dentro del rango establecido ¿Cuál es el tiempo prudente que se debe esperar para volver a realizar la medición y observar si el ajuste realizado funciona?**
- a) 30 minutos
  - b) 60 minutos
  - c) 20 minutos
- 6. Si la dureza es mayor a 400 según el manual, se debe:**
- a) Aplicar Hipoclorito de calcio
  - b) Aplicar bicarbonato de sodio
  - c) Aplicar reductor de pH
  - d) Lavar el filtro
- 7. ¿Cuál es el tiempo de parada de un equipo de riesgo alto?**
- a) De 2 a 8 horas
  - b) De 8 -24 horas
  - c) De 0- 2 horas
  - d) El tiempo que sea necesario para su reparación.
- 8. El videoColonoscopio que clasificación de riesgo tiene:**
- a) I
  - b) IIa

c) IIb

**9. El glucómetro que clasificación de riesgo tiene:**

- a) I
- b) IIa
- c) IIb

**10. ¿Cuáles son los principios del programa de tecnovigilancia?**

- a) Articulación entre los actores, información veraz, Formación e información permanente.
- b) Articulación entre los actores, información veraz, Formación e información permanente, trazabilidad de los equipos médicos, sensibilidad y representatividad.
- c) Talento humano, dispositivos médicos, medicamentos, infraestructura.
- d) Talento humano, infraestructura, dotaciones, dispositivos médicos, medicamentos e insumos, procesos prioritarios, registros e historia clínica

**11. Según la normatividad ¿qué se necesita para la habilitación de servicios?**

- a) Articulación entre los actores, información veraz, Formación e información permanente.
- b) Articulación entre los actores, información veraz, Formación e información permanente, trazabilidad de los equipos médicos, sensibilidad y representatividad.
- c) Talento humano, dispositivos médicos, medicamentos, infraestructura.
- d) Talento humano, infraestructura, dotaciones, dispositivos médicos, medicamentos e insumos, procesos prioritarios, registros e historia clínica

**12. La resolución 4725 del 2005 que reglamenta:**

- a) Por el cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano.
- b) definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud.
- c) Reglamento técnico de buenas prácticas de manufactura para producción de aire medicinal.

**13. La definición de un dispositivo medico activo es: Todos los equipos que han sido utilizados en la prestación de servicios de salud o en procesos de demostración, en los cuales, y que parte de sus subsistemas principales, han sido sustituidos con piezas nuevas por el fabricante.**

- a) Verdadero
- b) falso

**b) Todos los equipos que han sido utilizados en la prestación de servicios de salud o en procesos de demostración, en los cuales, y que parte de sus subsistemas principales, han sido sustituidos con piezas nuevas por el fabricante.**

c) Cualquier dispositivo médico cuyo funcionamiento dependa de una fuente de energía eléctrica o de cualquier fuente de energía distinta de la generada directamente por el cuerpo humano o por la gravedad, y que actúa mediante la conversión de dicha energía.

### **PREGUNTAS GENERALES**

**14. La realización de la rutina diaria en los servicios es un tipo de mantenimiento**

- a) Preventivo
- b) Correctivo
- c) Predictivo

**15. Cual personal del departamento de Ingeniería biomédica realiza la siguiente labor: Solicitud de insumos**

- a) Ingeniero Clínico
- b) Ingeniero Biomédico
- c) Coordinador del taller

**16. ¿Cuál personal del departamento de Ingeniería clínica realiza la siguiente tarea: ¿Pedido de gases medicinales?**

- a) Ingeniero clínico
- b) Ingeniero Biomédico
- c) Arquitecto
- d) Analista de mantenimiento