

**Propuesta de Aplicación de una Técnica Multi-criterio para la Evaluación de Equipos Biomédicos en una IPS de la Ciudad de Santiago de Cali**

Laura Valentina Bocanegra Villegas  
Juan Camilo Osorio Salgado



Universidad del Valle  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Industrial  
Santiago de Cali, 2019

**Propuesta de Aplicación de una Técnica Multi-criterio para la Evaluación de Equipos Biomédicos en una IPS de la Ciudad de Santiago de Cali**

Laura Valentina Bocanegra Villegas  
Juan Camilo Osorio Salgado

Directores  
Ph.D Jose Isidro Garcia Melo  
MSc. Sandra Patricia Usaquén Perilla



Universidad del Valle  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Industrial  
Santiago de Cali, 2019

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

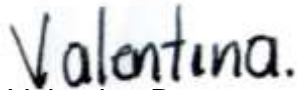
Firma del jurado

Santiago de Cali, 22 de marzo 2019

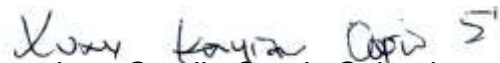
## **DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD**

Los autores del presente trabajo Laura Valentina Bocanegra Villegas y Juan Camilo Osorio Salgado, estudiantes de ingeniería industrial de la universidad del Valle declaramos: Que el presente trabajo "Propuesta de aplicación de técnicas multi-criterio para la evaluación de equipos biomédicos en una IPS (Institución Prestadora de Servicios de Salud) de la ciudad de Santiago de Cali" para optar por el título de ingeniero industrial de la universidad del Valle, es original y todas las fuentes para su realización han sido debidamente citadas en el mismo.

Firmas:



Laura Valentina Bocanegra Villegas



Juan Camilo Osorio Salgado

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPITULO 1: CONTEXTUALIZACION.....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>10</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>¿QUÉ ES LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN SALUD? .....</b>	<b>14</b>
<b>AGENCIAS Y REDES DE EVALUACIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>ESTADO DE LA ETES EN COLOMBIA.....</b>	<b>18</b>
<b>APLICACIONES DE MODELOS ETES.....</b>	<b>19</b>
<b>HERRAMIENTAS MULTI-CRITERIO .....</b>	<b>23</b>
<b>EQUIPOS DE GASES ARTERIALES.....</b>	<b>25</b>
<b>CAPITULO 3: METODOLOGÍA.....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO 4 RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
<b>ANALISIS DE SENSIBILIDAD.....</b>	<b>71</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>72</b>
<b>TRABAJOS FUTUROS.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>74</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 ESCALA DE VALORACIÓN DE SAATY. ....	36
TABLA 2. VALOR DEL ÍNDICE ALEATORIO PARA EL ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE MATRICES. ....	39
TABLA 3. PANEL DE EXPERTOS PARA LA APLICACIÓN DE TÉCNICA MULTI-CRITERIO . ....	53
TABLA 4. DEFINICIÓN DE LOS SUB-CRITERIOS ESTABLECIDOS .....	53
TABLA 5: ALTERNATIVAS QUE SE AJUSTAN A LOS REQUISITOS MÍNIMOS. ....	56
TABLA 6. ÍNDICE DE CONSISTENCIA DE LOS CRITERIOS. ....	61
TABLA 7 MATRIZ CONSOLIDADA DEL CRITERIO SEGURIDAD CON SUS RESPECTIVOS SUB- CRITERIOS .....	62
TABLA 8. MATRIZ CONSOLIDADA DEL CRITERIO ECONÓMICO CON SUS RESPECTIVOS SUB-CRITERIOS .....	63
TABLA 9. MATRIZ CONSOLIDADA DEL CRITERIO ORGANIZACIONAL CON SUS RESPECTIVOS SUB-CRITERIO .....	63
TABLA 10. MATRIZ CONSOLIDADA DEL CRITERIO ORGANIZACIONAL CON SUS RESPECTIVOS SUB-CRITERIO .....	63
TABLA 11. VECTOR PREFERENCIA DE SUB-CRITERIOS.....	64
TABLA 12. ÍNDICE DE CONSISTENCIA PARA EL CRITERIO SEGURIDAD.....	64
TABLA 13. TABLA RESUMEN DE PREGUNTAS SOBRE SUB-CRITERIOS PARA EVALUAR ALTERNATIVAS .....	66
TABLA 14. PROVEEDORES DE LAS ALTERNATIVAS EN COLOMBIA.....	67
TABLA 15. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS VERSUS SUB-CRITERIOS. ....	69
TABLA 16. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS VERSUS CRITERIOS. ....	70
TABLA 17. RANKING DE ALTERNATIVAS FINAL. ....	70
TABLA 18. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD. ....	71

## RESUMEN

Este trabajo de grado, desarrolla una metodología para la selección de equipos de gases arteriales POCT (Point Of Care Testing), los cuales son dispositivos que realizan pruebas en la cabecera de paciente, es decir, estos equipos facilitan la ejecución de pruebas del laboratorio clínico central en el sitio donde está ubicado el paciente en un tiempo mínimo, permitiendo tomar decisiones más rápido acerca del estado de salud del paciente (ICONTEC, 2015). Esta selección está soportada en el uso de la herramienta multi-criterio de Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) y en la revisión de literatura de metodologías planteadas por diferentes Agencias Internacionales de Evaluación de Tecnologías en Salud (ETES).

Para la selección del dispositivo, en primer lugar, se valoraron los criterios a partir de los juicios de los expertos, quienes dieron sus opiniones mediante la escala lingüística propuesta por (Saaty, 1980), luego, con estos resultados se aplicó el proceso planteado por el mismo autor para determinar el peso de cada uno de los criterios.

Los resultados obtenidos mostraron que el dispositivo GEM Premier 5000 de Instrumentation Laboratory A Werfen Co fue la alternativa que más se ajustó a los deseos planteados por la IPS caso de estudio.

**Palabras clave:** AHP , Evaluación de equipos biomedicos, HTA, gases arteriales, POCT.

## **CAPITULO 1: CONTEXTUALIZACION**

En este capítulo se presenta el contexto de la evaluación de las tecnologías en salud, los problemas identificados en instituciones hospitalarias al respecto de la adquisición de tecnología y los objetivos desarrollados en el trabajo de grado.

### **INTRODUCCIÓN**

Los constantes avances tecnológicos, la globalización y las exigencias en los contextos hospitalarios y de salud, han impulsado a las instituciones de salud a incorporar métodos o herramientas para la toma de decisiones sobre la adquisición de dispositivos médicos, en especial de equipos biomédicos (Ministerio de la Protección Social, 2011). Los equipos biomédicos son dispositivos médicos de carácter operacional y funcional que reúnen sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos o hidráulicos, incluidos los programas informáticos que intervienen en su buen funcionamiento, destinado por el fabricante a ser usado en seres humanos con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación (Ministerio de la Protección Social, 2005). Además, éstos equipos deben integrarse a los procedimientos y recursos disponibles en la institución.

Actualmente, existe una tendencia a evaluar los resultados que impulsa a los responsables de la toma de decisiones a buscar métodos más robustos y confiables a los empíricos, sobre los cuales puedan apoyar su criterio (Cubillos, 2018). Por lo tanto, el proceso de selección exige el uso de instrumentos que contribuyan a la toma de decisiones de manera ágil y efectiva (Urbano, Muñoz, & Osorio, 2016). En este sentido, la Evaluación de Tecnología en Salud (ETES) o HTA (Health Technology Assessment) es una forma comprensiva de investigación que examina las consecuencias técnicas, sociales, económicas, éticas y legales que se produzcan a corto y largo plazo derivadas del uso de la tecnología (directas o indirectas), y tanto sobre los efectos deseados como los no deseados (Pinzón, C; Pierre, F; Calderón J;, 2018). Según Buglioli y Pérez (2002), la ETES se ha



establecido como una especialidad fundamental en el área de la salud, pues es un proceso enfocado al mejoramiento de la calidad y la eficiencia en la prestación de servicios a través de la adquisición de tecnología efectiva (Buglioli & Pérez, 2002). El principal objeto de la evaluación de ese trabajo fue la integralidad, abarcando no solamente medicamentos y equipos médicos, sino también acciones preventivas, procedimientos de mediana y alta complejidad e inclusive modos de organización en salud. Es decir, se evidencia que el proceso de evaluación de tecnologías de salud se refiere tanto a las nuevas tecnologías como a las ya existentes, debido a la incertidumbre sobre su efectividad o en casos menos frecuentes por la demostración de eventos adversos que superan a los beneficios esperados.

Como consecuencia de los resultados alcanzados con el desarrollo de actividades de la ETES se ha evidenciado la necesidad del establecimiento de organizaciones enfocadas en proporcionar conocimiento y evidencia científica, llamadas Agencias de Evaluación de Tecnologías de Salud, las cuales se integran en redes de evaluación como la Red Internacional de Agencias para la Evaluación de Tecnologías en Salud (INAHTA- The International Network of Agencies for Health Technology Assessment) (Ministerio de la Protección Social, 2007)

Una de las decisiones que se deben tomar en los hospitales está relacionada con la adquisición de equipos POCT (point of care testing), estos equipos en los cuales se realizan las denominadas pruebas en el punto de cuidado o pruebas cerca del paciente presentan gran utilidad especialmente en las pruebas de laboratorio clínico. Al comparar los equipos POCT versus equipos de laboratorio central se han encontrado algunas ventajas, como: eliminan alguna de las etapas más problemáticas dentro del proceso analítico, concretamente la etapa pre-analítica, disminución de tiempos de respuesta, entre otros (Oliver et al., 2010).

Teniendo en cuenta la relevancia de las tecnologías sanitarias, este trabajo de investigación presenta los principios conceptuales acerca de los equipos biomédicos y las tecnologías en salud, analizando los conceptos relacionados con herramientas multi-criterio, específicamente la AHP (Proceso de Análisis Jerárquico) como metodología para la toma de decisiones.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Generalmente, la investigación sobre equipos biomédicos se centra en las necesidades de los países industrializados, las cuales no se enfocan en las necesidades de salud pública. Los países de bajos ingresos requieren mejorar la capacidad de la ingeniería biomédica para una adquisición eficaz, adicionalmente, los servicios de mantenimiento y la capacitación a los usuarios no se fortalecen, lo cual puede repercutir en prácticas inseguras (Diaconu et al., 2017).

En 2007, la Organización Mundial de la Salud (OMS) realizó un estudio, con el apoyo del Ministerio de Salud de los Países Bajos, para determinar si los dispositivos médicos comercializados en el mercado mundial satisfacen las necesidades de los pacientes de todo el mundo. Dicho estudio dió como resultado dos conclusiones relevantes:

- 1) Existen numerosos dispositivos médicos disponibles, pero no son los más idóneos;
- 2) El sector a menudo se muestra saturado de dispositivos médicos adquiridos de forma innecesaria o irracional, que no se utilizan de forma segura y eficaz para sus fines previstos o que ni siquiera se utilizan, y cuyos resultados específicos, en demasiados casos no se han evaluado adecuadamente (Organización Mundial de la Salud, 2012).

En consecuencia, no hay que centrarse en los aspectos tecnológicos de los dispositivos médicos, sino que hay que mejorar el acceso a dispositivos médicos

idóneos. Este proceso comprende cuatro componentes fundamentales: la disponibilidad, la accesibilidad, la idoneidad y la asequibilidad (que en inglés se conocen como “the 4 As”). Estos cuatro componentes ayudan a ampliar el alcance del programa de dispositivos médicos de modo que no sólo se centre en el aspecto preliminar que supone la labor de innovación sino también en elegir qué dispositivos médicos adquirir de modo racional, en respuesta a las necesidades, y en garantizar que se usen del modo más eficaz posible para la mejora de la salud (Organización Mundial de la Salud, 2012)

La evidencia preliminar muestra que la ETES a nivel hospitalario puede mejorar la eficiencia en la administración del presupuesto de la entidad de salud y también contribuir de manera real y positiva a la toma de decisiones, convirtiéndolos en una de las piezas claves de los sistemas de salud (AdhopHTA, 2015). Un estudio realizado por McGregor y Brophy en 2005, indicó que el impacto presupuestario en 16 evaluaciones en un hospital dejó un ahorro anual estimado de US \$ 3,000,000, incentivando a los proveedores e inversionistas de servicios médicos, a ser más efectivos a la hora de seleccionar los equipos y procedimientos que ofrecen (McGregor & Brophy, 2005).

Particularmente, en Colombia se han invertido grandes esfuerzos para garantizar el acceso universal a la atención médica de sus ciudadanos al enfrentar la transición epidemiológica y los cambios demográficos. El país, como cualquier otra región del mundo, se enfrenta a restricciones financieras y presiones del mercado para el ingreso de tecnologías nuevas y con frecuencia costosas. Después de la reforma del sector de la salud de 1993, los ciudadanos colombianos tienen derecho al acceso a la atención médica a través de un seguro médico obligatorio de un plan de beneficios. Las inclusiones a este plan fueron el primer intento de establecer una metodología formal de evaluación de tecnología de la salud (Vargas-Zea, Castro, Rodríguez-Páez, Téllez, & Salazar-Arias, 2012)

Por otra parte, a nivel nacional, en un estudio realizado por Usaquén, Troncoso & Cano (2017) a un conjunto de IPS en la ciudad de Santiago de Cali, señaló que las instituciones hospitalarias usualmente excluyen atributos como el clínico y el organizacional a la hora de realizar la evaluación de equipos biomédicos.

En esta misma línea, en otro estudio realizado por Carvajal y Ruiz (2008), se afirma que en las IPS el enfoque administrativo y jurídico está aplicado específicamente al proceso de adquisición de equipos biomédicos y frecuentemente excluye al componente clínico y técnico, los cuales son de gran importancia dentro del ambiente hospitalario. Nuevamente, las decisiones concernientes al proceso de adquisición generalmente son tomadas por el departamento administrativo sin ninguna aproximación sistemática o participación multidepartamental (Carvajal & Ruiz, 2008). Por otro lado, un estudio realizado por la Universidad EIA (Escuela de Ingeniería de Antioquia) y la Universidad CES de Colombia, encontró que a pesar de lo importante que es el proceso de ETES, la mayoría de las decisiones de adquisición de tecnologías son tomadas por áreas administrativas sin participación multidisciplinar del área médica y el área técnica (Chavarría & Molina, 2017). Se identificó que el proceso solo está orientado al análisis de costo, lo que implica la existencia de un vacío en el proceso de selección de tecnologías para la salud, se están tomando decisiones de forma sesgada (Diaconu et al., 2017)

La institución donde se llevó a cabo este proyecto de investigación, se ve en la necesidad de tomar decisiones de adquisición de tecnología, la cual se encuentra influenciada por la cultura de la organización y los diferentes modelos mentales de las personas que están a cargo de esta responsabilidad. Actualmente, la IPS seleccionada cuenta con un proceso incipiente y extenso, basado únicamente en los dominios (o criterios) técnicos y clínicos, además de involucrar demasiados departamentos y no todos avanzan al mismo ritmo, adicional a eso, no hay sincronización en el envío de información para realizar la evaluación.

En efecto, la evidencia científica y el actual proceso de la IPS confirma que es urgente la necesidad de tener un mejor proceso de selección en comparación a los que se llevan a cabo en las IPS a nivel mundial. La selección de equipos biomédicos POCT de gases arteriales en la IPS seleccionada se considera como una oportunidad de estudio para lograr que el proceso que están llevando a cabo actualmente se convierta en un proceso más efectivo. Lo cual permite plantear la siguiente pregunta de investigación: *¿Cómo se priorizan las alternativas para maximizar los beneficios cuando se pretende adquirir una tecnología POCT?*

## **OBJETIVOS**

### *Objetivo general.*

Aplicar técnica multi-criterio (AHP) en el proceso de selección de equipos biomédicos en una IPS de la ciudad Santiago de Cali.

### *Objetivos específicos.*

1. Analizar los atributos y modelos que son utilizados nacional e internacionalmente en procesos de selección de equipos biomédicos en IPS mediante la revisión documental de artículos de investigación.
2. Caracterizar los atributos y procesos actuales de evaluación de equipos biomédicos al interior de la IPS en la ciudad Santiago de Cali.
3. Validar el proceso de selección de equipos biomédicos con técnicas multi-criterio en una IPS de la ciudad de Santiago de Cali.

## **CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO**

Con la intención de dar claridad en el contexto teórico que soporta este trabajo a continuación se presentan definiciones importantes relacionadas con: evaluación de tecnologías en salud, exploración de las agencias y redes internacionales para concluir con la definición de los dominios (o criterios) a evaluar de acuerdo con la revisión de la literatura y la cultura organizacional de la IPS caso de estudio.

### **¿QUÉ ES LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN SALUD?**

La evaluación de la tecnología de la salud es una evaluación integral y sistemática de los requisitos y criterios para adquirir una tecnología considerando temas principales como la tecnología, el paciente, la organización, la economía y valora minuciosamente las consecuencias técnicas, clínicas, éticas y sociales derivadas del uso de esta. Este tipo de evaluaciones incluye dispositivos médicos como medicamentos, dispositivos, procedimientos quirúrgicos, etc, utilizados para la prevención, el examen, el tratamiento, la atención y la rehabilitación con el objetivo de establecer una descripción general bien documentada y exhaustiva de las consecuencias de la nueva tecnología en el servicio de salud (EUnetHTA, 2016b).

En el ambiente hospitalario la ETES juega un elemento esencial para mantener la calidad en la prestación de los servicios y maximizar los recursos, las evaluaciones multidisciplinarias de la tecnología son cada vez más necesarias para la formación de innovaciones tecnológicas, teniendo en cuenta el impacto en

el hospital, los beneficios y los riesgos, así como las inversiones habituales (y las desinversiones) (Kidholm et al., 2015).

La ETES es realizada cada vez más por agencias de atención médica de todo el mundo para apoyar la toma de decisiones sobre la adopción de nuevas tecnologías de salud. HTA (por sus siglas en inglés) es un campo multidisciplinario que une la evidencia científica y la formulación de políticas (Garrido, Kristensen, Nielsen, & Busse, 2008), además considera una amplia gama de aspectos, incluidas las implicaciones médicas, sociales, éticas y económicas del desarrollo, la difusión y el uso de tecnologías sanitarias (Drummond, Schwartz, Jönsson, Luce & Neumann, 2008).

## **AGENCIAS Y REDES DE EVALUACIÓN**

En el mundo se han organizado agencias y redes de trabajo con el ánimo de compartir conocimiento, cooperar en el campo de la evaluación de tecnologías, entre las principales se resaltan: (Kristensen et al., 2007)

- La Red Europea para la Evaluación de Tecnologías (EUnetHTA),
- Health Technology Assessment International (HTAi),
- International Network of Agencies for HTA (INAHTA),
- Adopting Hospital Based Health Technology Assessment in EU (ADHOPHTA)
- International Information Network on New and Changing Health Technologies (EuroScan)
- Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud (IETS) en Colombia.
- RedETESA- Red de Evaluación de Tecnologías en Salud de las Américas, de la cual hacen parte: Argentina, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El salvador, México, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay.
- Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria (IECS) en Argentina.

- Coordenação Geral de Avaliação de Tecnologias em Saúde; Departamento de Ciência e Tecnologia (DECIT-CGATS) en Brasil.
- Unidad de Tecnologías de Salud, Ministerio de Salud de Chile (ETESA) en Chile

En 2004, fue creada la Red Europea de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (EUnetHTA) por la Comisión Europea y el Consejo de Ministros para la Evaluación de Tecnologías de Salud (ETES) en Europa, desarrollando sistemas fiables, información oportuna, transparente y transferible en un contexto hospitalario (EUnetHTA, 2016a).

A nivel metodológico, uno de los documentos pioneros en la evaluación a nivel hospitalario fue el desarrollado en 2005 por la Agencia Danesa de Evaluación de Tecnologías en Salud (DACEHTA), la guía: “MINI HTA a management and decision support tool for the hospital service”. Al igual que el modelo “Core” desarrollado por la EUnetHTA en 2006 y el cual ha estado en constante evolución y actualización bajo diferentes proyectos que contempla nueve atributos de evaluación (aspecto clínico, descripción y características técnicas, seguridad, efectividad clínica, costo y evaluación económica, análisis ético, aspectos organizacionales, paciente y aspectos sociales y aspectos legales) y consta de los siguientes tres componentes, cada uno con un propósito específico:

1. Un conjunto estandarizado de preguntas HTA permite a los usuarios definir sus preguntas de investigación específicas dentro de una estructura jerárquica
2. Orientación metodológica para ayudar a responder las preguntas de investigación.
3. Una estructura de informe común para presentar los hallazgos en un formato estandarizado de "par de pregunta-respuesta" Los Principios Rectores sobre el Uso del Modelo Básico de la HTA proporcionan los principios básicos sobre la utilización del Modelo en varias configuraciones (EUnetHTA, 2016b)



Posteriormente, bajo la financiación del programa 7FP (abreviatura del Séptimo Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico Europeo) se desarrolló el proyecto AdHopHTA donde nueve países: España, Dinamarca, Finlandia, Suiza, Italia, Turquía, Estonia, Noruega y Austria y 53 hospitales, integraron esfuerzos para el desarrollo de herramientas que contribuya con las ETES a nivel hospitalario. Este proyecto tomó como base la guía MINI-HTA, desarrollada por la agencia danesa, también analizó los atributos del modelo “Core”. Uno de los resultados del proyecto es el The AdHopHTA Handbook en 2015, el cual presenta un modelo de evaluación desarrollada por hospitales para hospitales y por lo tanto es una técnica diseñada en los términos precisos para estas organizaciones, tanto en tiempo como en personal. La principal idea que tiene este modelo es realizar el proceso de selección a partir de las circunstancias específicas y las necesidades de cada hospital en particular, al igual que priorizar las tecnologías que son de interés para la entidad (ejemplo: Grandes equipamientos, productos sanitarios, pruebas diagnósticas, procedimientos médicos/quirúrgicos) (Sampietro-Colom L, et al. 2015)

Este modelo sugiere que la eficacia clínica, la seguridad del paciente, el aspecto organizacional y el análisis económico son los aspectos más importantes a la hora de incorporar nuevas tecnologías en los hospitales. Sin embargo, los resultados revelan que la información sobre otros atributos también puede ser relevante para los administrativos y no deben considerarse insignificante (Miniati, Frosini, Cecconi, Dori, & Gentili, 2014)

A nivel organizacional la literatura refiere cuatro enfoques diferentes a nivel hospitalario: 1) modelo de embajador: en este enfoque los médicos reconocidos como “líderes de opinión” desempeñan el papel de embajadores de la ETES. 2) Mini HTA: es una herramienta de gestión y apoyo a la toma de decisiones que consiste en preguntas sobre la tecnología, el paciente, la organización y los aspectos financieros. Mini HTA generalmente es realizada por un solo profesional

que a menudo participa en el proceso de evaluación, recabando datos a nivel hospitalario para informar a los tomadores de decisiones. 3) Comité interno: consiste en muchos casos de un grupo multidisciplinario ad hoc que representa diferentes perspectivas a cargo de revisar evidencia y hacer recomendaciones a la organización de atención médica, y 4) Unidad ETES: representa el modelo más estructurado para hospitales. Es una estructura organizacional formal con personal especializado en ETES trabajando a tiempo completo en la producción de material de alto nivel científico (Cicchetti, Marchetti, Dibidino, & Corio, 2007).

## **ESTADO DE LA ETES EN COLOMBIA**

A nivel nacional ha venido progresando en políticas públicas y estrategias que han permitido racionalizar el gasto, garantizando el acceso equitativo y oportuno a las tecnologías que han demostrado beneficios para la población a través de evidencia científica (Ministerio de la Protección Social, 2011).

De acuerdo a la Ley 1438 de 2011, nace el IETS, como una entidad de carácter mixta (pública y privada), con el objetivo de realizar la evaluación de las tecnologías en salud basada en la evidencia científica y producir guías y protocolos sobre medicamentos, dispositivos, procedimientos y tratamientos con el fin de recomendar a las autoridades competentes sobre las tecnologías que deben ser cubiertas con recursos públicos a través del Sistema General de Seguridad Social en Salud (Ministerio de la Protección Social, 2011). De acuerdo con la misma ley de 2011, se establecen los dominios (o criterios) de evaluación (seguridad, eficacia, eficiencia, efectividad, utilidad e impacto económico) y entre sus objetivos está el diseño y diagnóstico del sistema de evaluación de tecnologías para el caso colombiano. En el 2016 el IETS afirma que el sistema de salud colombiano, genera desafíos institucionales con el fin de garantizar que la población tenga acceso a las tecnologías sanitarias que han demostrado ser seguras y efectivas, en un escenario de sostenibilidad (Sánchez, 2015)

En lo que concierne al Valle del Cauca, el proceso de selección de tecnologías en la mayoría de las IPS no posee un formalismo ni se encuentra estandarizado, es un tópico del día a día, esto se debe a que no se tiene en cuenta el impacto que puede generar una buena o mala adquisición para la entidad y no se cuenta con una planeación tecnológica que brinde pautas para la selección de tecnologías. Así que comprender el funcionamiento de los procesos de decisión implica desarrollar instrumentos para medir las consecuencias de la toma de decisiones y promover la rápida adopción de equipos biomédicos que brinden un mejor servicio, de acuerdo a las características demográficas, epidemiológicas y clínicas (Valencia, Rincón, & Vasquez, 2008).

## **APLICACIONES DE MODELOS ETES**

El modelo “Core” de EUnetHTA ha sido aplicado para evaluar analizadores de gases en sangre comercializados a nivel mundial, tomando información de la literatura disponible y validados con el juicio de expertos utilizando el método Delphi (Franchin. et al, 2014). De igual forma en el hospital de Roma, Italia, se desarrolló el método denominado: “Decision-Oriented Health Technology Assessment” (DoHTA) con base al modelo “Core” de EUnetHTA; integrando el análisis de decisiones multi-criterio mediante el uso del proceso de jerarquía analítica (AHP) (Ritrovato, Faggiano & Derrico, 2015). Recientemente se concluyó en Eslovaquia que la implementación de la ETES ha mejorado significativamente la calidad del proceso (Tesar et al. 2017). En contraste con Latinoamérica, donde se realizó una encuesta a los representantes de ocho países y se concluyó que los recursos humanos son insuficientes al igual que la inversión pública para la implementación de ETES. La estructura organizativa y el marco legislativo de ETES difieren considerablemente entre los países (Rosselli et al., 2017).

En la literatura se han encontrado múltiples casos donde se evidencia la mejora significativa al usar una metodología para la selección de equipos biomédicos a

nivel hospitalario (Ritrovato et al., 2014), (Tesar et al., 2017), (Ritrovato, Faggiano, Tedesco, & Derrico, 2015). Por ejemplo, éste último estudio, realizado en el Hospital de Niños de Roma (Italia) tiene en cuenta atributos como: la seguridad (pre y posoperatoria, riesgo de la tecnología), efectividad clínica, evaluación económica y de costos, características técnicas, organizacionales, éticas y sociales. De igual forma, el estudio utiliza la metodología desarrollada por la EUnetHTA junto con técnicas de análisis multi-criterio y análisis jerárquico para evaluar la adquisición de los equipos biomédicos.

De otra forma, en el estudio realizado por (Martelli et al., 2015), los criterios para evaluar los dispositivos médicos se identificaron a partir de una revisión de la literatura y una encuesta de 18 hospitales universitarios franceses. Los pesos para los criterios, que representan su importancia relativa, se derivaron de una encuesta de 25 miembros de un comité de dispositivos médicos utilizando una técnica de selección que incluye comparaciones por pares. La herramienta podría ayudar a promover un enfoque más estructurado y transparente para la toma de decisiones en los hospitales universitarios franceses.

El estudio realizado por O. Ciani et al., incluyó 36 agencias de 20 países no miembros de la Unión Europea, concluyó que parece haber pocas diferencias en la organización, el proceso y los métodos que se llevan a cabo en hospitales, entre las agencias que cuentan con métodos o procesos específicos para dispositivos médicos. Sólo una agencia, en Brasil, ha desarrollado metodologías específicas para dispositivos médicos para hospitales (Ciani, Blankart, Hatz, & Taylor, 2019).

Específicamente para las ETES en Brasil, el Ministerio de Salud de ese país ha desarrollado una guía metodológica para realizar evaluaciones bajo sus propios criterios, dicha guía se llama: Guía metodológica de evaluación de equipos médicos asistenciales, la cual está basada en artículos científicos y guías metodológicas de otros países. En dicha guía se plantea la mejora de decisiones en el proceso de adquisición de tecnología en entidades hospitalarias usando

también el Mini-HTA o el Modelo “Core” de EUnetHTA (Ministério da Saúde, 2013).

## **DOMINIOS**

En la revisión de guías y modelos desarrollados de ETES, se han encontrado ejercicios que evalúan desde tres dominios (Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto) hasta once dominios (Agency for Healthcare Research and Quality). En este documento se van a describir los dominios que aparecen en el marco del estudio realizado por Mateo Ritrovato en 2015, el cual evalúa en el Hospital de Niños de Roma-Italia equipos de gases arteriales POCT a través de una herramienta multi-criterio . Este artículo científico evalúa seis dominios: seguridad, económico, organizacional, efectividad clínica y técnico (Ritrovato et al., 2015)

**Dominio seguridad:** Este dominio busca minimizar cualquier efecto no deseado o nocivo causado por el uso de una tecnología de salud en la seguridad del paciente, los profesionales que lo operan o terceros, y el medio ambiente, cumpliendo con las regulaciones que están vigentes, tanto nacional como internacional. Este dominio cobra importancia cuando: (EUnetHTA, 2016a)

- La tecnología presenta cualquier riesgo de daño grave o alto riesgo de daños más leves.
- La tecnología se usa en grandes poblaciones.
- Se pueden usar varias tecnologías con efectividad similar para la afección, y tienen diferentes perfiles de seguridad.

**Dominio económico:** El modelo HTA “Core” de EUnetHTA en su versión 3.0, define el aspecto económico como un análisis comparativo de cursos de acción alternativos en términos de sus costos y consecuencias, es decir, el objetivo de este dominio dentro de la ETES es formar juicios de valor de dinero sobre tecnologías de salud con información sobre costos y relacionados con la salud (EUnetHTA, 2016a). En la guía realizada por el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC), se determina que el incremento de los costos se ha dado principalmente por el fuerte desarrollo de la tecnología, creando el interrogante entre lo que es tecnológicamente posible y lo que es económicamente factible con tres aspectos importantes, el costo unitario de la prueba, la utilización de los recursos (mide el nivel de impacto de la adquisición en el presupuesto de la entidad) y la cantidad de personas que estarían relacionadas para la implementación de la tecnología (Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC), 2010)

**Dominio organizacional:** Este dominio es de gran importancia porque se refiere al tiempo promedio de proceso del equipo al realizar una prueba, la curva de aprendizaje del profesional que utiliza el equipo y la necesidad de entrenamiento, la dependencia del equipo de otros para culminar el proceso y las necesidades de planta física (infraestructura) en el sitio donde se implementará el dispositivo (Ritovato et al., 2015). Dichos procesos están muy relacionados con otros dominios, pero en este caso se tomará como referencia el tiempo estándar del equipo para la ejecución de una muestra y los cambios estructurales que se requieren hacer para el uso del dispositivo en la organización (almacenamiento y adecuación del espacio existente).

**Dominio efectividad clínica:** Este dominio es considerado como la etapa principal de toda ETES, en el cual se promueve recapitular los conceptos básicos de la salud basada en la evidencia por medio de la búsqueda de estudios clínicos para demostrar la eficacia y la seguridad de la tecnología (Ministério da Saúde,

2013). En esta ocasión dicha evidencia clínica está enfocada hacia las medidas de precisión de las pruebas que realizan los dispositivos POCT, es decir, que dichos resultados de las pruebas que realiza cada equipo se encuentren dentro de un rango de aceptabilidad, dicha aceptación viene dada por el Colegio Americano de Patólogos (CAP), quienes cuentan con un Comité de atención médica personalizada que se centran en áreas emergentes de medicina de precisión. Esto incluye artículos breves y relevantes de los miembros de CAP que permiten al lector comprender mejor un área particular de la medicina de precisión (College of American Pathologists (CAP), 2018)

**Dominio descripción y características técnicas:** Se refiere a las especificaciones del equipo POCT, a las acciones involucradas para la sostenibilidad de la tecnología en funcionamiento, buscando analizar el tiempo de respuesta del proveedor y las características de la tecnología concernientes al tipo de muestras procesadas, tipo de suministro de energía requerido y las consideraciones de seguridad del equipo. (Sampietro-Colom L, et al. 2015)

## **HERRAMIENTAS MULTI-CRITERIO**

La toma de decisiones es una actividad netamente humana, propia del uso de la razón y la voluntad. Surge a partir de la evaluación de cada una de las posibles opciones que brinda una situación problema y, por tanto, es necesario evaluar las consecuencias de cada una. Dicho proceso suele darse en todo tipo de contextos, ya sea en el trabajo, en el estudio, hasta en la cotidianidad de la vida misma y como tal, la elección de una decisión es un proceso complejo, pues conlleva analizar algunos componentes que pueden generar conflicto en una situación futura, dichos criterios son el desempeño, el costo, la seguridad, la eficiencia, la idoneidad y otros más. Así mismo, como todas las situaciones en las cuales se toman decisiones tienden a ser muy diferentes, todos los conflictos pueden

desencadenarse en una decisión muy productiva o en su defecto, un caso donde las opciones son infinitas. (Sampietro-Colom L, et al. 2015).

En el caso de la ingeniería, desde siglos pasados se ha venido trabajando en el análisis de decisión con múltiples criterios (MCDA), que es un término utilizado para describir una decisión donde se tienen varios criterios de selección en conflicto y se refiere a la teoría y metodología que intenta tratar con problemas complejos (Cano, 2016). El proceso MCDA se utilizaba inicialmente en el campo de la investigación y se ha implementado con éxito en el área de la ingeniería, la gestión de proyectos y las ciencias ambientales (Diaby, Sanogo, & Moussa, 2016). El MCDM depende de 2 secciones diferentes, que son la parte cuantitativa como la cualitativa. En los últimos años, el análisis de decisión con múltiples criterios ha surgido como una alternativa probable para abordar las deficiencias en la evaluación de tecnologías sanitarias (HTA), ofreciendo una perspectiva más integral de la evaluación de valor y actuar como una herramienta de fijación de prioridades alternativa (Angelis & Kanavos, 2016)

### **Proceso Analítico Jerárquico (AHP)**

Proceso analítico jerárquico por sus siglas en inglés (AHP) es una metodología de toma de decisión que permite evaluar un número finito de alternativas de manera jerárquica bajo criterios cualitativos y cuantitativos (Saaty, 1980). Es un método que consiste en descomponer una situación no estructurada y compleja en sus partes; ordenar estas partes o variables en un orden jerárquico, asignar valores numéricos o juicios o pensamientos sobre la importancia relativa de cada variable y sintetizar los juicios para determinar qué variables tienen mayor prioridad y cómo debe actuarse sobre ellas para influir sobre el resultado de la situación. El decisor puede articular sus preferencias y comentarios respecto a dos elementos de forma verbal y representarlos numéricamente a través de una escala numérica del 1 al 9.



La “escala numérica” corresponde al valor numérico que se debe asignar en la comparación de alternativas o criterios que se realiza entre pares (Saaty, 2008a).

El procedimiento AHP, en otras palabras, permite con la escala evaluar la proporción que contribuye cada alternativa al nivel inmediatamente superior del cual se desglosa en la jerarquía. Se calcula el vector prioridad para cada criterio, de manera que se puedan comparar las alternativas entre sí, el cual permite establecer la mejor solución al problema de preferencias sobre cada alternativa (Escobar, 2015). Generalmente el proceso analítico jerárquico está dividido en cuatro pasos: (Saaty, 1980)

1. Definir el problema y los objetivos.
2. Descomponer el problema en una estructura jerárquica con elementos de decisión
3. Utilizar un método de valoración de las alternativas. Para ello se emplea la escala de Saaty.
4. Agregar los pesos relativos de los elementos de decisión para obtener una calificación global de las alternativas. (ver Anexo B Revisión de la literatura, Artículos)

## **EQUIPOS DE GASES ARTERIALES**

La gasometría y el análisis de electrolitos y metabolitos a menudo se conocen como panel BGE (del inglés Blood Gases and Electrolytes) o panel BGEM (del inglés Blood Gases, Electrolytes and Metabolites). Se trata de una prueba que se realiza en sangre arterial, venosa, mezcla o capilar y que se usa para determinar las presiones parciales de gases en sangre:  $p\text{CO}_2$  (dióxido de carbono) y  $p\text{O}_2$  (oxígeno), el pH de la sangre y la concentración de bicarbonato:  $\text{HCO}_3$ . Los electrolitos (minerales de la sangre que llevan carga eléctrica) se miden para

garantizar y evaluar si estos están en equilibrio puesto que afectan a la cantidad de agua del organismo, al pH de la sangre, a la acción de los músculos y a otros procesos críticos. Los análisis más comunes (medidos como parte de la gasometría y análisis de electrolitos y metabolitos) son sodio, potasio, calcio, cloro, creatinina, glucosa y lactato (Pérez, 2016). Además, también se podrían incluir la hemoglobina y el hematocrito como parte del panel de gasometría, electrolitos y metabolitos. Normalmente, estas pruebas se realizan de forma rutinaria en la unidad de cuidados intensivos (UCI), en la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN) donde los pacientes reciben ventilación asistida, en el quirófano cardiovascular del servicio de urgencias, en neumología, en el laboratorio, entre otros lugares donde se encuentran pacientes con criticidad (Epocal Inc, 2010)

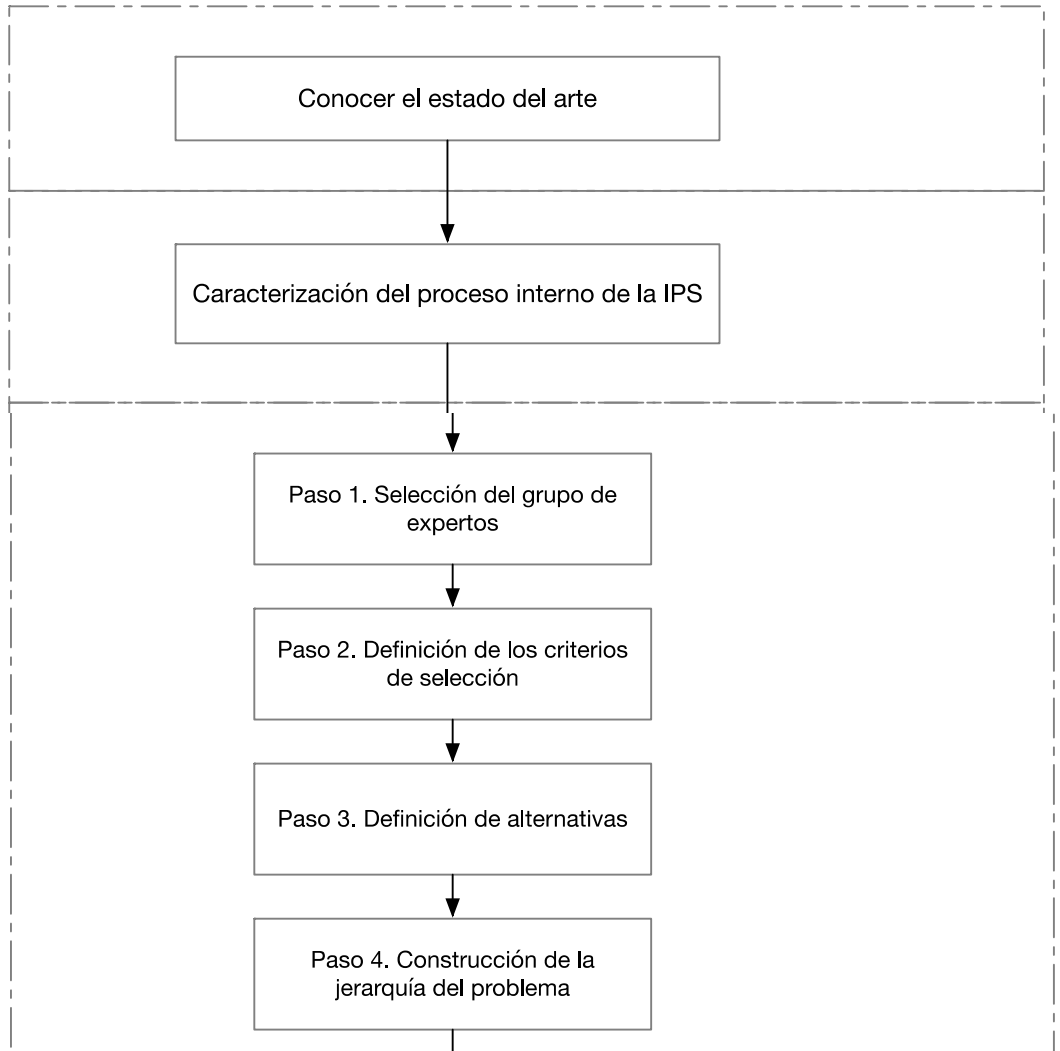
La gasometría es una herramienta muy importante, rápida y confiable para determinar el equilibrio de ácido base del cuerpo, además permite informar sobre el intercambio pulmonar de gases, siendo una herramienta básica para el diagnóstico en Urgencias. La indicación principal de la GSA es el diagnóstico, pronóstico y monitorización del tratamiento de la insuficiencia respiratoria (Zaman & Demedts, 2001). Estas muestras son obtenidas específicamente de una vena periférica, lo que la hace mucho más sencilla y que la extracción del espécimen es de fácil acceso y con menos complicaciones (Nusrullah, Younus, & Nasir, 2018).

### **CAPITULO 3: METODOLOGÍA**

En este capítulo se presenta la propuesta metodológica para la selección de un equipo biomédico en una IPS de la ciudad de Santiago de Cali, para dar solución a cada uno de los objetivos específicos planteados, haciendo uso de las herramientas teóricas descritas anteriormente. La metodología se ha dividido en 3 fases como se muestra en la gráfica 1.

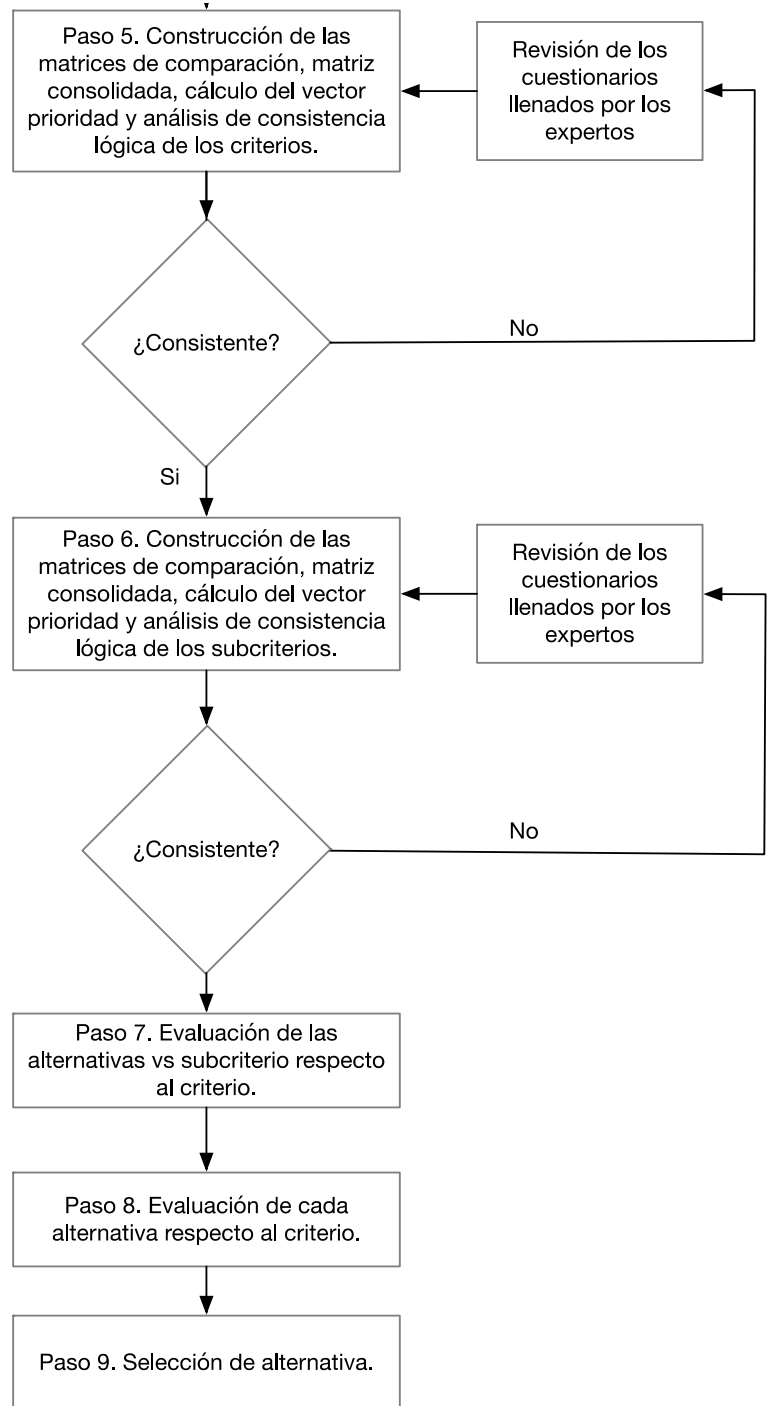
Gráfica 1. Esquema metodológico para la selección de dispositivos biomédicos.

**OBJETIVO ESPECÍFICO 1**  
**OBJETIVO ESPECÍFICO 2**



**OBJETIVO  
ESPECÍFICO  
3**

**AHP**



Fuente: Elaboración propia.

### **Paso 1 de la metodología.**

Inicialmente, se realizó una revisión de información en bases de datos a las que la universidad del Valle se encuentra suscrita como: Sciencedirect, Scopus, Reserch Gate, Science Magazine, Scielo, IEE, Elsevier y Web of Science, se analizaron: artículos, libros, monografías, trabajos de grado, entre otros, se registró la información relevante como técnica exploratoria y analítica para la recolección de información sobre los procedimientos para realizar una evaluación de ETES sobre equipos POCT.

La búsqueda de información inicialmente estuvo orientada a identificar las instituciones involucradas en ETES a nivel mundial y conocer el estado actual de Colombia fundamentado en investigaciones anteriores. Todo esto a partir de las siguientes ecuaciones de búsqueda: "Point of care + HTA"; "Blood gas analyzer + HTA"; "Blood gas analyzer + errors"; "Blood gas analyzer + organization"; "Blood gas analyzer + clinical laboratory"; "Point of care + clinical laboratory"; "Blood gas analyzer + emergency"; "Blood gas analyzer + management"; "Blood gas analyzer + safety". La búsqueda se realizó en español y en inglés con el objetivo de obtener información relevante sobre las características metodológicas, estructurales y de procedimiento. Como resultado se analizaron sesenta y dos (62) artículos, permitiendo crear una base de datos digital con nombres de los autores, título del artículo, metodologías empleadas (HTA o mini HTA u otra metodología no especificada ), las técnicas multi-criterio que se usaron (u otras técnicas) y los principales criterios utilizados en las investigaciones (problemas de salud y uso de la tecnología, descripción y características técnicas, seguridad, efectividad clínica, costos y evaluación económica, análisis ético, aspectos organizacionales/ institucionales y recursos humanos, paciente y aspectos sociales, aspectos legales, entre otros).

Por otro lado, se revisaron catorce (14) guías y metodologías planteadas por Agencias internacionales de HTA, al igual que se analizaron videos y conferencias de expertos hablando de temas relacionados con la ETES, teniendo como gran referente la PhD Laura Sampietro Colom. También se estudió la revisión de guías y modelos de ETES que realizó la Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (Ministerio de Sanidad y Consumo, 1996) en España, permitiendo tener un claro panorama de las metodologías que se usan a nivel mundial.

### **Paso 2 de la metodología, caracterización de los procesos de la IPS.**

El proceso de caracterización fue una fase descriptiva con fines de identificación de los componentes, acontecimientos (cronológicos e hitos), actores y contextos. Durante el desarrollo de la investigación se realizaron nueve reuniones formales y catorce visitas espontáneas para la solución de dudas con los involucrados en el proceso de toma de decisión sobre qué tecnología adquirir.

Primero se realizó una reunión con el departamento de Equipos Biomédicos para conocer cómo se realizaba el proceso de adquisición de equipos POCT en la IPS caso de estudio. Ésta reunión fue fundamental para intercambiar información, documentos y archivos (dichos documentos a los que se tuvo acceso, fueron evaluaciones que se habían realizado en meses anteriores pero con diferentes requerimientos a los de POCT de gases arteriales) para llevar a cabo todo el estudio en la entidad, además se logró plantear una estrategia para abordar todo el proceso, y por medio del director del área, se solicitaron las citas con las demás involucrados para conocer cómo se realizaban las evaluaciones en esos departamentos.

Igualmente, se realizó una visita al laboratorio clínico para conocer todos los procesos que se llevan a cabo al interior de esta área. Se logró evidenciar cómo realizan el procesamiento y el análisis de las muestras de laboratorio, cómo

funcionan los equipos del laboratorio, dónde almacenan los insumos y el manejo de inventario, también se pudo comprobar los tiempos de proceso, al igual que se pudieron conocer los costos del análisis de las muestras, los requerimientos de espacio y personal.

Se entrevistó a los expertos de la IPS y se identificó los principales aciertos y oportunidades de mejora del método utilizado. Una de las reuniones fue con la coordinadora de POCT del laboratorio clínico de la IPS con quien se logró hacer un puente de comunicación, brindando asesorías e información para avanzar en pro de la investigación. Dentro de dicha información se facilitó el acceso a diagramas de procesos y conceptos técnicos propios de la evaluación de equipos del laboratorio clínico como los rangos analíticos de aceptabilidad de las pruebas realizadas por los equipos, que son determinados por la IPS de acuerdo a las características sociodemográficas.

También se realizaron reuniones con algunas personas que actualmente hacen uso de los equipos de POCT en diferentes áreas, como Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) de neonatos y adultos, urgencias y salas de cirugía, para saber de primera mano cómo es el proceso que se lleva a cabo cuando utilizan dichos equipos, todo esto para realizar un diagrama acerca del proceso de POCT al interior de la IPS.

Por último, considerando que la IPS donde se realizó el caso de estudio cuenta con un diagrama simplificado del proceso de toma de muestras en equipos POCT, se decidió como primer paso realizar un diagrama de flujo de alto nivel (SIPOC) que permitiera identificar las entradas, salidas, proveedores y clientes. (De la Vara & Gutierrez, 2013) aclararan que este diagrama permite analizar todo el proceso y su entorno de manera sistémica.



### **Paso 3 de la metodología.**

Para la implementación de la herramienta multi-criterio , se empleó la metodología de AHP.

#### **Paso 3.1. Identificación del grupo de expertos.**

En esta etapa se identificaron los expertos involucrados en el proceso de selección y adquisición de dispositivos al interior de la organización. Estas personas debían tener conocimiento del proceso y la problemática presentada por el servicio, además de hacer parte de la toma de decisión. De acuerdo a (Saaty, 1980) este panel de expertos debía de estar en la capacidad de definir y calificar los criterios y las alternativas de acuerdo a su juicio y experiencia con el fin de enriquecer el proceso para obtener una adquisición efectiva.

#### **Paso 3.2. Definición de los criterios de selección.**

En este paso surgió la problemática de cómo seleccionar los criterios, con base a qué razones determinar los criterios tangibles e intangibles para la toma de decisiones. Para ello, (Zapata, 2011) afirma que al momento de establecer los criterios, éstos deben de tener fundamentos dados por expertos. Y que las relaciones entre criterios tangibles e intangibles y los juicios, deben ser representados en términos cualitativos. Así que la selección de los criterios se realizó a partir de juicios emitidos por expertos en ETES y de una revisión de la literatura. Una vez de realizadas las entrevistas y obtenida la información de la revisión documental, se clasificaron los criterios acordes a la IPS y se seleccionaron los finales en conjunto con las directivas los criterios que hacen parte de la necesidad que presenta la organización.

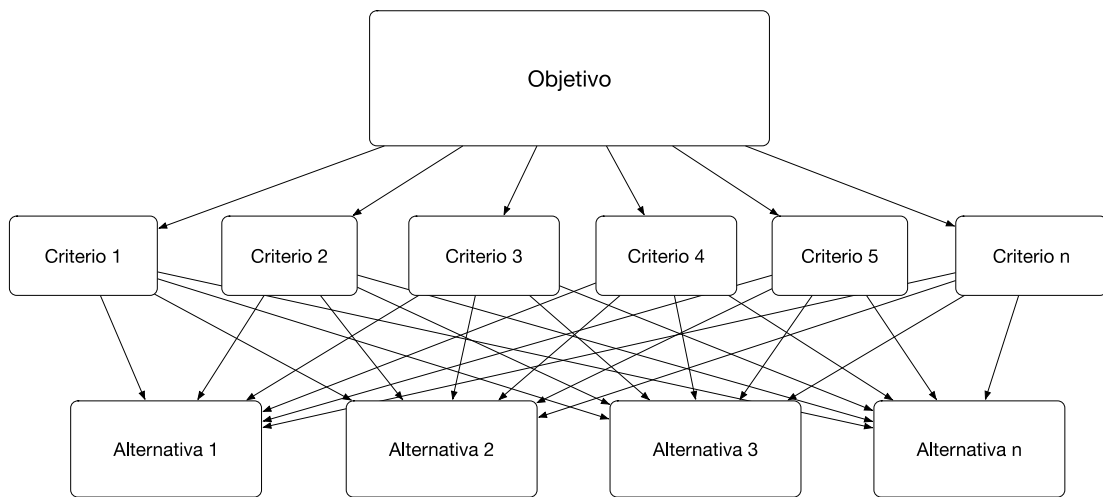
### **Paso 3.3 Definición de alternativas**

La definición de las alternativas se plantearon de acuerdo a lo que propone (Lee, 2009), éste afirma que la selección de las alternativas debe estar dentro de un marco de observaciones y requisitos, pues cada una de éstas son altamente valoradas. De igual manera, recomienda realizarse en un período relativamente largo para recopilar información valiosa sobre los recursos, capacidades y la confiabilidad que brinda cada alternativa para evaluar cada uno de los criterios. Así que en esta etapa se planteó un grupo de posibles y/o potenciales alternativas de equipos POCT de gases arteriales que se ajustaban a los requisitos mínimos y que posteriormente puedan ser comparados por los criterios definidos y los deseos de la organización.

### **Paso 3.4. Construcción de la jerarquía del problema**

Para el desarrollo de este paso se siguieron las pautas de (Herrera & Osorio, 2006), los cuales afirman que los criterios de evaluación y las alternativas deben estar estructurados en diferentes niveles de jerarquía. Así mismo lo plantea (Saaty, 2008a), éste propone que el problema debe ser declarado claramente y descompuesto en un sistema racional como una red jerárquica. Así que para llevar a cabo este paso se construyó un esquema de árbol que resume las interrelaciones entre los componentes del problema a resolver. En la parte superior se estableció un objetivo general, en el medio se encuentran los criterios con los cuales se evaluó y en la parte inferior, las alternativas que se seleccionaron como solución del problema. El esquema debe de presentar las interacciones que se realizan con la herramienta, principalmente entre criterios y alternativas, gráfica 2.

Gráfica 2. Estructuración del problema



Fuente:  
Adaptada de  
(Hwang

ng & Tzeng, 2011)

**Paso 3.5. Construcción de las matrices de comparación, matriz consolidada, cálculo del vector preferencia, cálculo del índice de consistencia lógica de acuerdo a los criterios.**

Para el desarrollo de este paso se tuvo en cuenta lo propuesto por (Lee, 2009), el cual concluye que el objetivo principal de este paso es calcular la importancia relativa de los sub-criterios en función de los criterios propuestos en conjunto con la IPS. Esto se hace a través de la comparación por pares de la importancia de los criterios de control hacia la meta y la comparación por pares de la importancia de los méritos hacia cada criterio de control.

Luego de estructurar el problema, se realizó un cuestionario que permita evaluar por pares los criterios y se calificó utilizando la escala propuesta por (Saaty, 2008b), tabla 1, dicha escala permite representar los juicios que van desde igual

importancia hasta extrema importancia y de esta forma, la comparación determinó qué criterio es más importante sobre otro, al final de todo el proceso obtuvo un ranking de acuerdo a los juicios dados por todos los expertos. El cuestionario propuesto se presenta en el archivo de Excel (Anexo A, Hoja 3 Cuestionario propuesto)

Tabla 1  
Escala de valoración de Saaty.

Escala Numérica	Escala Verbal	Explicación
1.0	Igual importancia de ambos elementos.	Los dos elementos contribuyen de igual forma al objetivo.
3.0	Moderada importancia de un elemento sobre otro.	La experiencia y el juicio favorecen levemente a un elemento sobre el otro.
5.0	Fuerte importancia de un elemento sobre otro.	Uno de los elementos es fuertemente favorecido.
7.0	Muy Fuerte importancia de un elemento sobre otro.	Uno de los elementos es fuertemente dominante.
9.0	Extrema importancia de un elemento sobre otro.	La evidencia que favorece a uno de los elementos es del mayor orden de afirmación.
2.0, 4.0, 6.0, 8.0	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes.	Usados como valores de consenso entre dos juicios.
Incrementos de 0.1	Valores intermedios en la graduación más fina.	Usados para graduaciones más finas de los juicios.

Fuente: (Saaty, 2008b)

Al terminar el cuestionario, de acuerdo a lo planteado por (Saaty, 1980) se construyó una matriz cuadrada de  $n * n$ , en la que se colocaron como filas y columnas los criterios en el mismo orden, tomando como base de comparación el grado de cumplimiento o satisfacción de cada criterio, es decir, si el criterio fila es de mayor importancia que el criterio columna entonces el elemento correspondiente sería 5/1, si fuese al revés, donde el elemento columna tuviera una mayor importancia que el criterio fila, la notación en este caso sería 1/5. Por lo

tanto, al comparar cada criterio con el resto de los criterios se construyó la matriz cuya diagonal principal está formada por el número 1, esto se debe a que en cada comparación de un criterio con el mismo criterio el resultado será 1.

Una vez se definieron cada una de las matrices de comparación de cada experto, se desarrolló el paso a través de lo sugerido por (Saaty, 1980) de consolidar toda la información en una nueva matriz cuadrada a través de la media geométrica de cada una de las comparaciones. En este caso se utilizó la media geométrica para reunir la información porque es menos sensible a los valores extremos y se calcula según lo presentado por (Ayhan, 2013) como la raíz n-ésima del producto de las comparaciones con la siguiente ecuación:

$$\tilde{r}_i = \left( \prod_{j=1}^n \tilde{d}_{ij} \right)^{1/n} \quad = 1, 2, \dots$$

Ecuación 1. Media geométrica

Fuente: (Hwang & Tzeng, 2011)

El proceso continuó con lo establecido por (Saaty, 2008b) hallando el vector de prioridades ( $N_i$ ), el cual establece el nivel de preferencia de un criterio sobre otro, es decir, la idea de este cálculo es realizar un proceso matemático que permita asignar un valor numérico a cada criterio y determinar qué es más importante. Así que, luego de tener construida la matriz consolidada se procede a calcular su vector preferencia, éste se halló dividiendo cada dato de la matriz entre el módulo generado por todas las valoraciones dadas para un criterio. El módulo de dicho vector se calcula de acuerdo a lo presentado por (Bodero, 2017) mediante la raíz de la suma de los cuadrados de cada término. La siguiente ecuación muestra el proceso matemático que se tiene que llevar a cabo:

Ecuación 2. Calculo de

vector prioridad

$$n_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum X_{ij}^2}}$$

Fuente: (Bodero, 2017)

El vector columna resultante es el que se va a denominar como vector de prioridad. (Ospina-Blandón, 2012) afirma que el proceso se repite hasta que el vector propio no se diferencie del anterior, es decir, hasta que se estabilice.

Por último, la herramienta AHP utiliza una prueba llamada índice aleatorio de consistencia, el cual ayuda al decisor a escoger la mejor alternativa planteada, y para ello un requisito es que las matrices pareadas deben ser consistentes. Para hallar el índice de consistencia de los juicios de los expertos, (Bodero, 2017) plantea que se debe multiplicar la matriz consolidada ( $A$ ) con el vector preferencia hallado anteriormente ( $B$ ), obteniéndose el vector  $C$  como se muestra en la siguiente ecuación:

Ecuación 3. Índice de consistencia

$$C = A \times B$$

Luego, (Bodero, 2017) sugiere que este vector  $C$  debe ser dividido por  $B$  que se había obtenido anteriormente, y se calcula la media geométrica de este nuevo vector,  $D$ , que proviene de:

Ecuación 4. Vector  $D$ .

$$D = \frac{C}{B}$$

$$\lambda_{max} = \text{media geométrica de } D$$

En seguida, (Bodero, 2017) estipula que teniendo  $\lambda_{max}$  se puede calcular el índice de consistencia ( $CI$ ), mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 5. Índice de consistencia

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Cabe aclarar que  $n$  es la cantidad de criterios que tiene la matriz consolidada. La investigadora (Bodero, 2017) culmina comprobando la consistencia de los juicios a partir del Ratio de Consistencia ( $CR$ ), como lo muestra la siguiente fórmula:

Ecuación 6. Ratio de consistencia

$$CR = \frac{CI}{IA}$$

A continuación, en la tabla, 2 se presentan los valores que toma el índice aleatorio ( $IA$ ) conforme al número de criterios que se tienen en consideración:

Tabla 2. Valor aleatorio para el consistencia de

$m$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$RI$	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.51

del índice análisis de matrices.

Fuente: (Saaty, 1980)

Según (Saaty, 1980), este valor no puede superar el valor de 0,1 para que sea consistente, en el mejor de los casos, se pueden presentar juicios perfectamente consistentes cuando se tenga un  $CI$  igual a cero (0), en otras ocasiones se pueden tolerar pequeños valores de inconsistencia. En caso de que alguna matriz supere el límite del ratio de consistencia establecido en la tabla deberemos revisar las ponderaciones realizadas por el decisor para reducir su ratio de consistencia hasta niveles admisibles.

### **Paso 3.6. Construcción de las matrices de comparación, matriz consolidada, cálculo del vector preferencia y análisis de consistencia lógica de los sub-criterios.**

En este paso se realizó la calificación de sub-criterios por pares con la herramienta AHP nuevamente, donde los expertos dieron los juicios con la escala propuesta por (Saaty, 2008b). Ésta comparación determinó qué sub-criterio es más importante sobre otro dentro del mismo criterio, es decir, la comparación se va a realizar entre los sub-criterios para cada uno de los criterios. Al final del proceso se obtendrá un ranking de acuerdo a los pesos dados por todos los expertos. El cuestionario propuesto se presenta en el archivo de Excel (Anexo A, Hoja 6.1 Cuestionario propuesto)

Al igual que en el paso anterior, se realizarón las matrices de comparación con base en los cuestionarios aplicados, por lo tanto resultaron la misma de cantidad de matrices de comparación como de criterios por la cantidad de expertos a los que se les preguntó, y cada matriz de comparación de cada criterio estaba compuesta por las calificaciones de sub-criterio versus sub-criterio dentro del marco del criterio al que corresponden. Luego, (Saaty, 1980) plantea que se debe de reunir la información de cada una de las matrices de comparación de cada criterio en una matriz consolidada a través de la media geométrica. Posteriormente se calcula el vector preferencia y el índice de consistencia para la matriz consolidada de cada criterio de la misma forma que en el punto inmediatamente anterior.

### **Paso 3.7. Evaluación de las alternativas vs sub-criterio respecto al criterio.**

Se tomó el vector evaluado para cada sub-criterio, agrupado en cada criterio y se pondero con el vector prioridad de cada sub-criterio consolidado, dando como resultado el vector prioridad por alternativa, siguiendo el concepto de (Hwang & Tzeng, 2011).



### **Paso 3.8. Evaluación de cada alternativa respecto al criterio.**

Se tomó el vector evaluado para cada criterio y se pondero por el vector prioridad de cada sub-criterio consolidado, dando como resultado el vector prioridad por alternativa.

### **Paso 3.9. Selección de alternativa.**

Como último paso, se ordenaron las alternativas en orden ascendente de acuerdo con el valor  $C_k$  hallado en el paso anterior. (Hwang & Tzeng, 2011) indica que cuanto más próximo es este valor a 1, implica una mayor prioridad de la alternativa

## **CAPÍTULO 4 RESULTADOS**

En este capítulo se compilan los resultados de la revisión de la literatura y el diagnóstico de la IPS caso de estudio, la contextualización de la entidad y su estado actual junto con el desarrollo de la herramienta aplicada. En este último paso, se describen los perfiles de los involucrados, la definición de los sub-criterios y las alternativas establecidas, al igual que la descripción de la metodología que se utilizó para seleccionar las alternativas que cumplen con los requisitos para desarrollar la investigación descrita detalladamente en el capítulo 3 y que es aplicada en este capítulo 4.

### **4.1 Revisión de literatura**

Se revisaron sesenta y dos artículos para la selección de los criterios de evaluación, de los cuales 15 emplearon el modelo HTA “Core” de EUnetHTA y 9 hicieron uso del modelo miniHTA (ver anexo B revisión de literatura, Guías). Los demás artículos utilizaron diferentes técnicas que no han sido mencionadas en este documento pero igual de importantes, por ejemplo, la consulta a expertos se

empleó una tercera parte de la revisión, mientras que las decisiones de cobertura sobre extensión de los programas en Europa o asesorías de ECRI fueron el 19,3%, y la técnica menos utilizada fue la adaptaciones de otros artículos u otras investigaciones con el 8%.

Grafica 3 . Técnica utilizada para hallar criterios para la ETES.



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, la gráfica 4, muestra la cantidad de veces que aparecieron los criterios en los artículos revisados, dejando claro que el criterio de mayor relevancia es la evaluación económica, siendo una parte fundamental para las evaluaciones de ETES. Es importante resaltar que los criterios seguridad y efectividad clínica también ocupan una parte importante en este tipo de evaluaciones, apareciendo en la mitad de los artículos revisados y su trascendencia se debe a que las entidades hospitalarias deben de velar por la seguridad y el buen cuidado de los pacientes ejerciendo buenas prácticas en salud con equipos efectivos.

También se puede evidenciar que una gran cantidad de artículos tuvieron en cuenta criterios diferentes a los mencionados en el apartado de criterios del marco conceptual, esto se debe a que cada estudio tiene sus particularidades y viene supeditado a las necesidades de las entidades hospitalarias donde se realizan estos ejercicios. Sin embargo, la siguiente gráfica muestra que los criterios

frecuentemente utilizados son: evaluación económica, efectividad clínica, seguridad, descripción y características técnicas. En otros casos sobresalen los aspectos organizacionales.



Gráfica 4. Prevalencia de los criterios de evaluación en la revisión de literatura.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de analizar la cultura organizacional de la IPS caso de estudio, entrevistar a los expertos involucrados en el proceso, revisar el modelo “Core” de EUnetHTA, mini HTA, DACEHTA, ADHOPHTA, RedETESA y demás artículos analizados, se escogieron como los criterios a evaluar: seguridad, económico, organizacional, efectividad clínica y descripción y características técnicas.

Durante la revisión de literatura, también se consultaron qué técnicas multi-criterio son usadas normalmente para este tipo de evaluaciones de tecnología en salud. En este proceso, la elección de la herramienta es una decisión fundamental para el llevar a cabo una ETES. Esta es una decisión que se da a partir de las necesidades tanto de la entidad hospitalaria como del grupo de personas que están llevando a cabo la evaluación, es decir, escoger la herramienta o la

combinación de herramientas se da principalmente por las características de cada una, por la facilidad de cada herramienta para tratar los datos, la sensibilidad con la que se pueden obtener conclusiones y no menos importante, la experiencia que tiene el grupo de personas con la herramienta para llevar a cabo la investigación.

Así que en esta revisión se encontró que las técnicas más utilizadas fueron AHP y Scoring additive, ver gráfica 5. AHP es una metodología rápida, que permite comparar diferentes opiniones para obtener una preferencia general de la institución y enfocar los diferentes esfuerzos hacia es idea que fue construida por los diferentes expertos, igual pasa con la evaluación de las alternativas, la comparación por pares facilita el proceso de toma de decisiones permitiendo hacer un proceso eficiente. El método Delphi, ésta es una técnica muy sencilla que permite direccionar los esfuerzos hacia las ideas de los expertos consultados, no es un método cuantitativo sino, por el contrario, cualitativo porque se realiza a partir de entrevistas a diferentes personas que tienen una relación importante con la organización o el gremio.

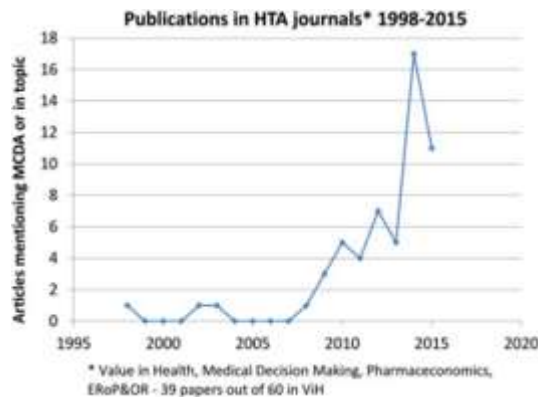
Gráfica 5. Técnicas utilizadas en la revisión de literatura



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, se analizó un artículo de Alec Morton de Reino Unido, que sobresale porque revisó 60 artículos publicados entre los años 1998 y 2015 en revistas de ETES (HTA), de los cuales 39 de éstos fueron netamente de ETES y análisis de decisión multi-criterio (Morton, 2017). En el 2015 se realizó el mayor número de publicaciones, así lo demuestra la gráfica 3 a través de los años. La gráfica 6 refleja un claro crecimiento de interés en el análisis de decisiones multi-criterio (MCDA) como marco para tomar decisiones, ya sea como complemento o incluso, como alternativa a las técnicas estándar de evaluación. Esta evolución se puede ver tanto en el incremento de las publicaciones sobre este tema en las principales revistas de HTA en los años analizados.

Gráfica 6. Publicaciones comprendidas entre 1998 y 2015 sobre HTA.



Fuente: (Morton, 2017)

## **4.2 Caracterización del proceso de adquisición de equipos POCT en la IPS caso de estudio.**

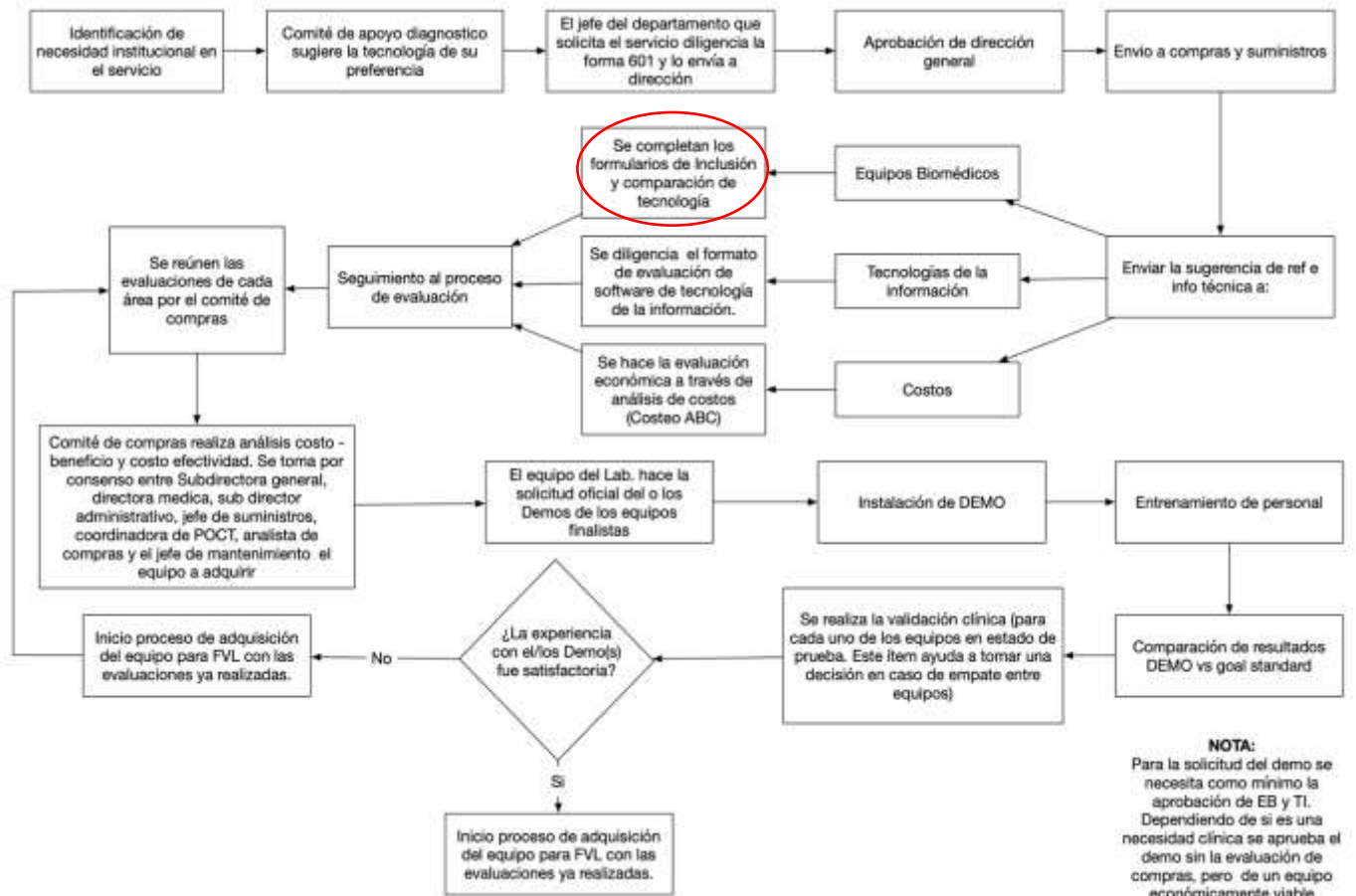
### **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA IPS**

La IPS caso de estudio fue seleccionada por ser una entidad de salud de la región que se constituye como un referente en la prestación de servicios de alta complejidad en Colombia. Esta entidad presenta como uno de sus pilares el compromiso social, lo que la ha llevado a renovar sus equipos y a actualizar el personal con programas de capacitación permanentemente para brindar un servicio de calidad. Por lo tanto, la aplicación de esta metodología permite darle continuidad a ese compromiso social, evaluando y seleccionando tecnología de acuerdo con las necesidades de la organización.

Inicialmente se encontró que la entidad carece de un proceso de adquisición de equipos biomédicos establecido en su manual de procedimientos, y como tal, se evidenció que existen diferentes versiones sobre el proceso de adquisición de acuerdo a los principales involucrados. Por lo tanto, se decidió hacer el levantamiento de información y se logró elaborar un diagrama a través de entrevistas realizadas a los diferentes departamentos que influyen en la decisión de compra de los equipos biomédicos.

En la gráfica 7, se presenta el proceso que se lleva a cabo en la IPS caso de estudio para la adquisición de una nueva tecnología POCT de gases arteriales en la IPS caso de estudio.

Gráfica 7. Proceso de adquisición de equipos POCT



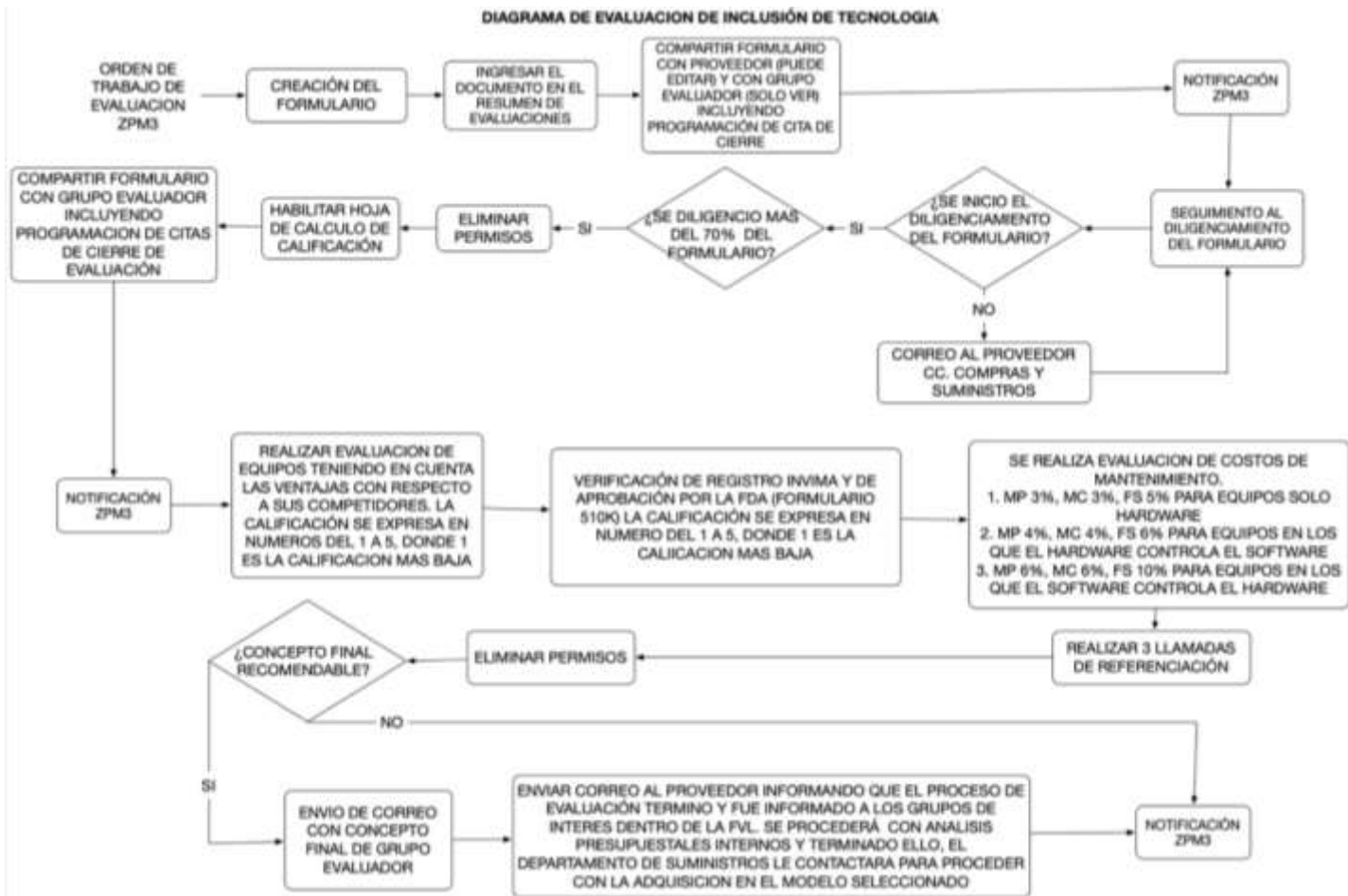
Fuente: IPS caso de estudio

En este documento se hará énfasis en el proceso interno que se lleva a cabo en el departamento de equipos biomédicos donde se realizan dos extensas evaluaciones, la primera es de inclusión (Gráfica 8) y la segunda es de comparación (el proceso para esta evaluación no está documentado por la IPS), todo esto para tener información y poder tomar decisiones.

La evaluación de inclusión se realiza a partir de 3 áreas: Equipos biomédicos, Tecnología de Información y Costos. Cada una con su respectivo formato y permite conocer qué tecnología ingresará a la IPS a partir de 8 temas principales (requerimientos de la instalación, la aprobación de regulaciones, el software,

soporte técnico, servicio técnico, referenciación, impacto ambiental, insumos y gestión de compras). Este paso se realiza para evaluar las tecnologías disponibles en el mercado y selecciona las que se ajustan a los requerimientos del servicio; posteriormente cuando cualquier otro servicio (área de la IPS) demanda un equipo, se revisa la base de datos de la evaluación de inclusión previa (no se realiza una revisión para identificar nuevas opciones) y se selecciona el equipo de la base de datos. Cabe aclarar que en cada uno de las evaluaciones de las áreas, se realizan a partir de información suministrada por los proveedores. Al final, se termina resumiendo las 3 evaluaciones en un formato estándar que se compone de 154 preguntas.





Gráfica 8 Proceso de evaluación de inclusión

Fuente: IPS caso de estudio

La evaluación de comparación tiene como objetivo obtener información sobre una cantidad de equipos, que brinden solución a una necesidad de la IPS con el fin de analizarlos a partir de criterios netamente técnicos y del servicio posventa acerca de los principales ítems de la tecnología. Este tipo de evaluaciones son diseñadas por el área de equipos biomédicos y dependiendo de la complejidad del equipo así mismo van a ser la cantidad de preguntas a llenar por parte de los proveedores.

Luego de tener la rúbrica de cada equipo, se procede a calificar cada uno las respuestas que presentó cada proveedor a partir de diferentes escalas, en la mayoría de casos es: sí cumple o no el equipo, en otras ocasiones el personal

encargado propone unos rangos y a partir de dicha escala califican los equipos, por ejemplo. Al revisar la parte técnica, los ingenieros del área biomédica proceden a calificar el servicio posventa, el cual hacen énfasis en el tiempo de respuesta en el sitio en horas y la disponibilidad de personal ante cualquier adversidad. Por último, califican los precios de cada equipo, en este ítem se revisan el valor del equipo, cuánto cuesta el paquete de servicio completo y mantenimiento preventivo.

Como siguiente paso, el equipo del área de equipos biomédicos en asocio con el área del servicio hacia dónde va dirigido el equipo, generan unos valores que son los pesos de los principales ítems que se preguntaron en la evaluación, con el objetivo de darle mayores pesos a los que se consideran más importante para la solución que se está buscando. Al finalizar la calificación de los ítems y calcular los diferentes pesos, se procede a hacer un resumen de las calificaciones de cada uno de los equipos y se pondera cada uno, generando un resultado definitivo, el cual es el equipo que permite solucionar la necesidad de la IPS.

Aunque estas dos evaluaciones deberían hacerse de manera secuencial, el personal de la IPS prefiere hacerlas de manera simultánea, afirmando que les toma mucho tiempo porque hay que estar en permanente contacto con los proveedores para que diligencien toda la información de cada formato. Por lo general, los proveedores se demoran en promedio 6 meses en completar el formulario más el tiempo de proceso, al final la evaluación realizada por los diferentes departamentos dura en total entre 11 y 14 meses para un solo equipo.

A la IPS le interesa homologar la tecnología, es decir, evaluar equipos que ya se le han hecho análisis en el tiempo y han identificado que son buenos y desean seguir con esa tecnología porque ha dado buenos resultados, para estandarizar los accesorios, repuestos y otros elementos que les permita tener soluciones inmediatas en caso de que se presenten inconvenientes. Igualmente el personal

del área de equipos biomédicos afirma de que en algunas áreas de la IPS se presentan un alto nivel de rotación y al tener una tecnología homologada puede presentar la siguiente situación: el personal que está el área A usa un monitor de X marca y por alguna razón es trasladado al área B, en esta nueva área, el trabajador se va a encontrar el mismo monitor, con las características requeridas del área, pero de entrada se está asegurando de que dicha persona ya cuenta con el conocimiento básico para manejar el equipo.

A partir de la información recolectada en las entrevistas con las personas que hacen parte del proceso de adquisición del equipo POCT, se logró realizar un diagrama SIPOC que describe cómo es el proceso que se lleva a cabo de forma simplificada.

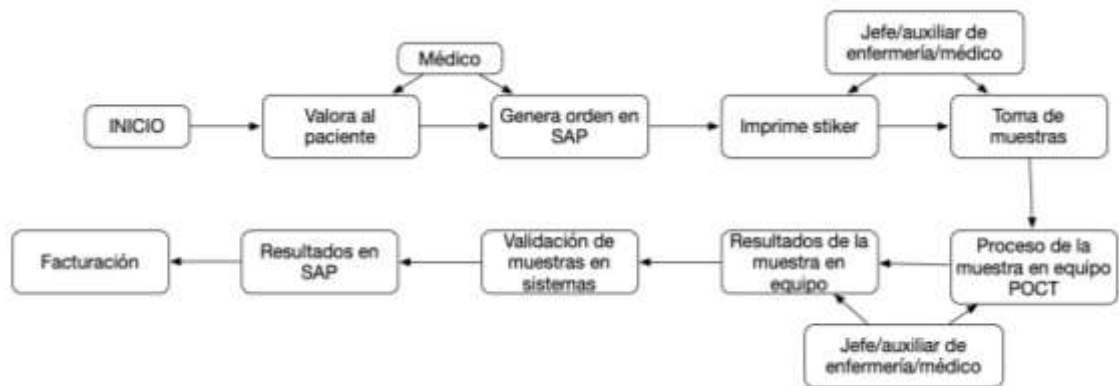
Gráfica 9. SIPOC DE LA ADQUISICIÓN DEL EQUIPO

Supplier	Input	Process	Output	Customer
Departamento solicitante de nueva tecnología	Documento solicitud de nuevos equipos	Validación de la necesidad	Solicitud de análisis del mercado de equipos	Departamento de compras y suministros
Departamento de compras y suministros	Solicitud de análisis del mercado de equipos	Identificación de equipos en el mercado para evaluar	Solicitud de evaluación de equipos por cada departamento	Departamentos de Eq. Biomédicos, Tdi y Costos
Departamentos de Eq. Biomédicos, Tdi y Costos	Solicitud de evaluación de equipos por cada departamento	Evaluación de cada departamento (Eq. Biomédicos, Tdi y Costos)	Resultados de evaluación de cada departamento	Departamento de Compras y Suministros
Departamento de Compras y Suministros	Resultados de evaluación de cada departamento	Realización de análisis costo-beneficio y costo-efectividad	Resultado de análisis de costo-beneficio y costo-efectividad	Comité decisor
Comité decisor	Resultado de análisis de costo-beneficio y costo-efectividad	Prueba del equipo al interior de la IPS	Solicitud de negociación con proveedor(es) seleccionado(s)	Departamento de Compras y Suministros
Departamento de Compras y Suministros	Solicitud de negociación con proveedor(es) seleccionado(s)	Adquisición de equipo	Contrato vigente	Departamento de Contabilidad

Fuente: elaboración propia.

De igual forma, con ayuda del personal que hacen uso del equipo que se está evaluando, es decir, personal de enfermería (jefes de enfermería y enfermeras), médicos, especialistas, bacteriólogos, coordinadora de POCT, entre otros, se realizó el siguiente diagrama que describe cómo es el proceso de POCT al interior de la IPS caso de estudio.

Gráfica 103. Flujograma del proceso POCT



Fuente: IPS caso de estudio.

### **Pasos para la aplicación de metodología como caso de estudio**

A continuación, se describen los pasos de aplicación de la metodología multi-criterio para la selección de equipos biomedicos en la IPS caso de estudio.

En el anexo A del archivo en Excel se puede corroborar todo el desarrollo matemático del modelo AHP aplicado.

Aplicación de herramientas multi-criterio en la IPS caso de estudio.

#### **Paso 1. Selección del grupo de expertos**

El grupo de expertos está conformado por 5 personas que hacen parte del proceso de adquisición de tecnología al interior de la organización. Cada experto

representa uno de los departamentos. A continuación, en la tabla 3 se describen los cargos y las funciones.

Tabla 3. Panel de expertos para la aplicación de técnica multi-criterio .

	Cargo	Descripción
Experto 1	Jefe de departamento de Equipos Biomédicos	Está a cargo de todo el proceso adquisición de equipos y hace parte de la comisión tomadora de decisiones.
Experto 2	Analista de Equipos Biomédicos	Realiza la investigación y evaluación técnica de los equipos.
Experto 3	Jefe de POCT	Realiza la solicitud de una nueva tecnología, evalúa desde la parte clínica los equipos.
Experto 4	Analista de compras	Realiza la negociación con los proveedores.
Experto 5	Analista de TDI	Realiza evaluación de software y hardware de las tecnologías que van a ingresar a la entidad.

Fuente: Elaboración propia.

## **Paso 2. Definición de los criterios de selección**

Para la selección de los criterios se hizo uso de la revisión de artículos científicos, mencionada anteriormente. Se realizó una reunión con el panel de expertos de la IPS donde presentaron cada uno de los criterios estipulados por el estudio realizado y se logró llegar a consenso sobre los sub-criterios más representativos para las necesidades de la IPS caso de estudio. En la tabla 4, se describe cada uno de ellos:

Tabla 4. Definición de los sub-criterios establecidos

<b>Sub-criterio</b>	<b>Definición</b>
Riesgos para el paciente durante el uso de la tecnología	Son los eventos adversos, discontinuación, interrupción y reducción. Contraindicaciones, peligros y precauciones que se le pueden generar al paciente durante el proceso.
Riesgos de seguridad para el usuario	Es el impacto en la salud y bienestar físico del usuario (la persona quien hace uso de la tecnología).
Seguridad ambiental	Se trata de la la disposición final de los insumos, los reactivos y las muestras.
Precio unitario del equipo	Es el precio estimado del equipo en el mercado global.
Utilización de recursos	Es la cantidad de personal y recursos que se necesitan para implementar la tecnología al interior de la IPS.
Modificación del espacio	Son los requerimientos físicos, todo aquello que tiene que ver con adecuaciones y remodelaciones para la ubicación final del equipo en la institución.
Programas de entrenamiento	Es la capacitación y los programas de entrenamiento que suministra el proveedor a los usuarios de los equipos.
Medidas de precisión	Es la medida de precisión, sensibilidad, especificidad y repetitividad de cada una de las pruebas que realizan los equipos respecto a un goal estándar que certificado.
Tiempo de procesamiento de muestra	Es el tiempo que se toma cada equipo para realizar el procesamiento de una muestra, independiente de la cantidad de pruebas que se realicen.
Servicio posventa	Son todas las características propias del servicio brindado por el proveedor reflejadas en el tiempo de respuesta, por ejemplo, el proveedor/distribuidor para realizar mantenimiento correctivo, para hacer un mantenimiento preventivo, el sistema de monitoreo remoto del funcionamiento de la tecnología.
Características de la tecnología	Son las características técnicas generales del equipo como panel analítico, difusión de tecnología a nivel nacional y regional, resolución automática de fallas, productividad de la tecnología, conectividad e interfaces del sistema hardware y software.

Fuente: Elaboración propia.

### **Paso 3. Definición de alternativas**

Para la definición de las alternativas se hizo uso de la base de datos de ECRI Institute, sus productos y servicios permiten decidir qué comprar, cómo reducir el

costo de la compra y evitar la compra de equipos defectuosos u obsoletos. (ECRI, 2018)

La IPS caso de estudio cuenta con una base de datos donde se pueden encontrar todos los equipos agrupados por el tipo de pruebas para los que son fabricados, así que se hizo uso de esta información, se filtró por equipos de gases arteriales, luego POCT y se obtuvo como resultado 43 equipos biomédicos (Ver Anexo A Hoja 3 Alternativas).

La IPS definió los requisitos mínimos de las alternativas, con el fin de descartar los equipos biomédicos que no cumplen. La entidad presentó como requisitos mínimos de los equipos los siguientes puntos: (en el Excel Anexo A, hoja 3 Alternativas se pueden evidenciar los filtros)

1. No deben de existir alertas nacionales/internacionales sobre el uso de estos equipos o sus reactivos.
2. Todos los equipos deben de tener registros sanitarios y/o permisos de comercialización vigentes para Colombia.
3. Todos los equipos deben de tener disponible las fichas técnicas y de seguridad de los equipos e insumos.
4. Los proveedores o distribuidores deben de tener personal técnico/científico en capacidad de atender las capacitaciones y/o mantenimientos requeridos.
5. El equipo debe ser libre de mantenimiento y calibración.
6. El equipo debe de tener con conectividad a un gestor de información principal (manejo remoto seguimiento de control de calidad y de usuarios)
7. El equipo debe de tener la posibilidad de conectividad a la historia clínica.
8. El equipo debe realizar las siguientes pruebas: FIO<sub>2</sub> (fracción inspirada de oxígeno), tHb(e ) (Hemoglobina total calculada), pH, PCO<sub>2</sub> (presión parcial de dióxido de carbón), Ca<sup>2+</sup>( Calcio iónico normalizado a un pH de 7,4), Hct (Hematocrito calculado), Na<sup>+</sup> (ion de sodio), K<sup>+</sup> (ion de potasio), Cl<sup>-</sup> (Ion de cloro) SO<sub>2</sub> (Saturación de oxígeno), O<sub>2</sub>Hb (Oxihemoglobina), COHb

(carboxihemoglobina), MetHb (metahemoglobinemia), bilirrubina, y que calcule pHt (Fenitoína), PO<sub>2</sub> (Presión parcial de oxígeno) H<sup>+</sup>(Ion de Hidrogeno), PAO<sub>2</sub> (Presión parcial de oxígeno alveolar), ctO<sub>2</sub> (Contenido de oxígeno), a/AO<sub>2</sub> (Gradiente alveolo-arterial de O<sub>2</sub>), AaDO<sub>2</sub> (Gradiente de oxígeno alveolar-arterial), BE (Exceso de base en sangre), BE<sub>ect</sub> (Exceso de base del líquido extracelular (in vitro), Hct (Hematocrito calculado), SO<sub>2</sub>(c) (Saturación de oxígeno calculada), Índice P/F(Índice entre la presión parcial arterial y el oxígeno inspirado (estimación del índice de intercambio de gases).

Como resultado final se obtuvieron 5 equipos, que cumplen con los requisitos planteados por la entidad y a continuación se presentan en la tabla 5:

Tabla 5: Alternativas que se ajustan a los requisitos mínimos.

<b>ALTERNATIVAS QUE CUMPLEN CON LOS REQUISITOS MÍNIMOS</b>
Alere Inc epoc
Instrumentation Laboratory A Werfen Co GEM Premier 5000
Instrumentation Laboratory A Werfen Co IRMA TRUpoint Blood Analysis System
Nova Biomedical Corp Stat Profile pHox Ultra
OPTI Medical Systems Inc An IDEXX Laboratories Inc Co OPTI CCA-TS2

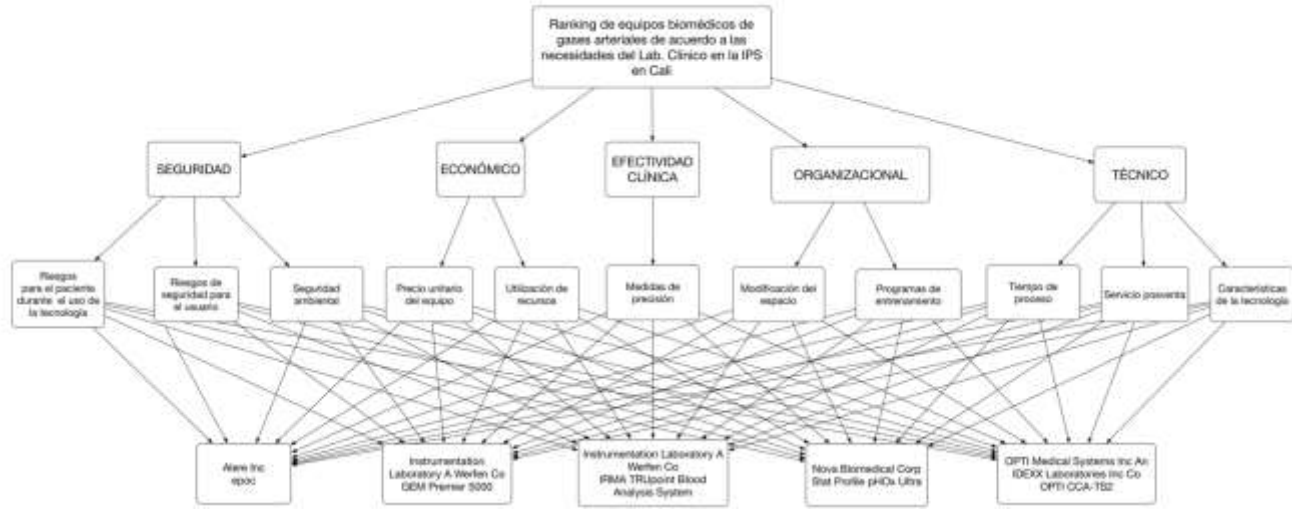
Fuente: Elaboración propia.

#### **Paso 4. Construcción de la jerarquía del problema**

Una vez conocido el objetivo del estudio, se pasa a analizar los criterios, sub-criterios y alternativas de forma jerárquica. La gráfica 10 establece la relación de jerarquía entre los diferentes criterios y alternativas.



Gráfica 4. Representación Jerárquica para el caso de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

**Paso 5. Construcción de las matrices de comparación, matriz consolidada, cálculo del vector preferencia, cálculo del índice de consistencia lógica de acuerdo a los criterios.**

Inicialmente, se creó un cuestionario para que los expertos pudieran plasmar sus opiniones sobre la comparación de criterios por pares, es decir, la comparación se realizó para saber qué criterio es más importante sobre los otros. La gráfica 11 muestra el cuestionario que diligenció cada una de los expertos.

Gráfica

5.

RESULTADO APLICACIÓN ENCUESTA	
DOMINIO A	DOMINIO B
SEGURIDAD	ECONÓMICO
SEGURIDAD	ORGANIZACIONAL
SEGURIDAD	EFECTIVIDAD CLÍNICA
SEGURIDAD	TÉCNICO
ECONÓMICO	ORGANIZACIONAL
ECONÓMICO	EFECTIVIDAD CLÍNICA
ECONÓMICO	TÉCNICO
ORGANIZACIONAL	EFECTIVIDAD CLÍNICA
ORGANIZACIONAL	TÉCNICO
EFECTIVIDAD CLÍNICA	TÉCNICO

Cuestionario de comparación de criterios.

Fuente: Elaboración propia.

Como se obtuvieron 5 cuestionarios con valores diferentes, se procede a organizar cada uno de los valores en una matriz cuadrada que permite relacionar las opiniones respecto a los criterios, así como lo muestra la gráfica 12:

Gráfica 6 Cuestionario de comparación de sub-criterios

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE ENCUESTA 1					
	SEGURIDAD	ECONÓMICO	ORGANIZACIONAL	EFFECTIVIDAD CLÍNICA	TÉCNICO
SEGURIDAD	1	5	7	1/7	7
ECONÓMICO	1/5	1	7	1/7	1/7
ORGANIZACIONAL	1/7	1/7	1	1/7	1/7
EFFECTIVIDAD CLÍNICA	7	7	7	1	7
TÉCNICO	1/7	7	7	1/7	1

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se elaboró nuevamente una matriz cuadrada donde se reunieron y consolidaron todas las opiniones de los expertos, usando la función de la media geométrica. La gráfica 13 presenta la matriz consolidada de los criterios:

MATRIZ CONSOLIDADA					
	SEGURIDAD	ECONÓMICO	ORGANIZACIONAL	EFFECTIVIDAD CLÍNICA	TÉCNICO
SEGURIDAD	1,0	5,2	3,5	0,6	1,6
ECONÓMICO	0,2	1,0	0,9	0,4	0,4
ORGANIZACIONAL	0,3	1,1	1,0	0,2	0,3
EFFECTIVIDAD CLÍNICA	1,6	2,3	5,9	1,0	1,4
TÉCNICO	0,6	2,5	2,9	0,7	1,0

Gráfica 7. Matriz consolidada

Fuente: Elaboración propia.

Ahora, para hallar el vector de prioridades (Ni), se desarrolla todo el proceso matemático y haciendo uso de la ecuación 2 presentada en el punto 5 del tercer paso de la metodología (los cálculos pueden ser observados en el Anexo A. Hoja 7 Vector preferencia)

Gráfica 8.

Vector

VECTOR PREFERENCIA DE CRITERIOS	
EFFECTIVIDAD CLÍNICA	33,62%
SEGURIDAD	29,74%
TÉCNICO	20,67%
ECONÓMICO	8,59%
ORGANIZACIONAL	7,38%

preferencia de criterios.

Fuente: Elaboración propia.

Dicha tabla se muestra con un formato condicional que permite reconocer fácilmente los valores más altos (tendencia de verde) y los valores más bajos (tendencia de amarillo). Este resultado es el reflejo de que a la IPS se encuentra interesada en tener equipos de la mejor calidad, que sean realmente confiables y como tal, que sean precisos, que le brinden seguridad al paciente y al usuario de la tecnología pero también queda claro que la entidad está dispuesta a invertir dinero en cambios organizacionales sin tener como primer restricción el dinero, siempre y cuando sea una tecnología que brinde confianza.

Como último paso de este ítem, se calculó el índice de consistencia a partir del promedio del vector  $\lambda$  a partir de la ecuación 5, planteada en la metodología propuesta en el capítulo anterior. En esta fórmula se presentan las variables  $\lambda$  y  $n$ , la primera significa la media geométrica del vector que proviene de dividir los juicios de las alternativas respecto a los criterios por el vector preferencia hallado anteriormente sobre el vector preferencia, y la variable  $n$  es igual a la cantidad de criterios que se están evaluando, por lo tanto, en la gráfica 14 se puede evidenciar que son 5. La tabla 6 muestra de manera condensada el cálculo del índice aleatorio de consistencia:

MATRIZ DE COMPARACIÓN DE ENCUESTA 1					
	SEGURIDAD	ECONÓMICO	ORGANIZACIONAL	EFFECTIVIDAD CLÍNICA	TÉCNICO
SEGURIDAD	1	5 1/6	3 1/2	5/8	1 4/7
ECONÓMICO	1/5	1	1	4/9	2/5
ORGANIZACIONAL	2/7	1	1	1/6	1/3
EFFECTIVIDAD CLÍNICA	1 3/5	2 2/7	5 6/7	1	1 2/5
TÉCNICO	2/3	2 1/2	3	5/7	1

VECTOR PREF.	M*V	(M*V) / V
30%	1,532	5,1497
9%	0,442	5,1497
7%	0,380	5,1497
34%	1,731	5,1497
21%	1,064	5,1497

Lambda	Índice de consistencia (IC)	Índice aleatorio (IA) matriz orden 5	Coficiente de consistencia (IC/IA)
5,1497384	0,037	1,120	0,033

Tabla 6. Índice de consistencia de los criterios.

Fuente: Elaboración propia.

El resultado final afirma que la razón de consistencia es menor que 0,1, así que la matriz consolidada es consistente y, como tal, es correcto usar el vector prioridad obtenido inicialmente para este caso de estudio, además de certificar de que los expertos fueron objetivos para dar sus juicios sin contradecirse. El desarrollo de este punto se puede encontrar en el archivo de Excel (Anexo A Hoja 5.6 Índice de consistencia) Todo el desarrollo de las matrices se presenta en el archivo de Excel (Anexo A, Hoja 5.2 Aplicación de cuestionarios y Hoja 5.3 Matrices de comparación y la matriz consolidada se presenta en Anexo A, Hoja 5.4 Matriz consolidada)

**Paso 6. Construcción de las matrices de comparación, matriz consolidada, cálculo del vector preferencia, cálculo del índice de consistencia lógica de acuerdo a los sub-criterios.**

En este paso, los expertos de evaluaron los sub-criterios a través de pares, cabe resaltar que se trataba de 11 criterios, pero en el cuestionario propuesto se organizó de tal forma en que se evaluarán los sub-criterios que hacen parte de un

mismo criterio, es decir, no se compararon los 11 criterios entre sí, sino que se compararon los sub-criterios que provenían de un mismo criterio. A continuación, en la gráfica 15 se muestra el cuestionario con los sub-criterios:

CRITERIO A	CRITERIO B
Riesgos para el paciente durante el uso de la tecnología	Riesgos de seguridad para el usuario
Riesgos para el paciente durante el uso de la tecnología	Seguridad ambiental
Riesgos de seguridad para el usuario	Seguridad ambiental
Precio unitario del equipo	Utilización de recursos
Modificación del espacio	Programas de entrenamiento
Servicio posventa	Características de la tecnología
Servicio posventa	Tiempos de procesamiento de muestra
Características de la tecnología	Tiempos de procesamiento de muestra

Gráfica 9. Cuestionario de sub-criterios

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados se consolidaron en cuatro matrices usando la función media geométrica en cada una, como se muestran las siguientes tablas. Cabe aclarar que son 4 matrices porque son 4 los criterios que tienen más de un sub-criterio y hay un criterio que sólo tiene un sub-criterio, por lo tanto a dicho criterio es necesario consolidarlo (ver Anexo A, libro 6.4 Matriz consolidada), en la tabla 7, 8, 9, 10 se observa la matriz consolidada de cada criterio.

Tabla 7

del criterio  
con sus  
sub-

MATRIZ CONSOLIDADA SEGURIDAD			
	Riesgos para el paciente durante el uso de la tecnología	Riesgos de seguridad para el usuario	Seguridad ambiental
Riesgos para el paciente durante el uso de la tecnología	1,0	1,7	2,4
Riesgos de seguridad para el usuario	0,6	1,0	2,7
Seguridad ambiental	0,4	0,4	1,0

Matriz  
consolidada  
seguridad  
respectivos  
criterios

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Matriz consolidada del criterio económico con sus respectivos sub-criterios

<b>MATRIZ CONSOLIDADA ECONÓMICO</b>		
	Precio unitario del equipo	Utilización de recursos
Precio unitario del equipo	1,0	0,9
Utilización de recursos	1,2	1,0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Matriz consolidada del criterio organizacional con sus respectivos sub-criterio

<b>MATRIZ CONSOLIDADA ORGANIZACIONAL</b>		
	Modificación del espacio	Programas de entrenamiento
Modificación del espacio	1,0	0,2
Programas de entrenamiento	5,2	1,0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Matriz consolidada del criterio organizacional con sus respectivos sub-criterio

<b>MATRIZ CONSOLIDADA TÉCNICO</b>			
	Servicio posventa	Características de la tecnología	Tiempos de procesamiento de muestra
Servicio posventa	1,0	0,7	1,6
Características de la tecnología	1,5	1,0	2,8
Tiempos de procesamiento de muestra	0,6	0,4	1,0

Fuente: Elaboración propia.

Igual que en el paso anterior, se halló el vector preferencia de cada uno de los criterios, es decir, se realizó un proceso matemático para obtener los pesos de cada uno de los sub-criterios respecto al criterio que corresponden. Este proceso se realizó a partir de las matrices consolidadas realizadas anteriormente y se obtuvieron los siguientes valores, como lo presenta la tabla 11 a modo de resumen:

VECTOR PREFERENCIA DE SUBCRITERIOS										
SEGURIDAD			ECONÓMICO		ORGANIZACIONAL		EFFECTIVIDAD CLÍNICA	TÉCNICO		
Riesgos para el paciente durante el uso de la tecnología	Riesgos de seguridad para el usuario	Seguridad ambiental	Precio unitario del equipo	Utilización de recursos	Programas de entrenamiento	Modificación del espacio	Medidas de precisión	Servicio posventa	Tiempos de procesamiento de muestra	Características de la tecnología
49%	35%	16%	46%	54%	84%	16%	100%	31%	19%	50%

Tabla 11. Vector preferencia de sub-criterios

Fuente: Elaboración propia.

Por último, se halló el índice de consistencia para cada una de las matrices consolidadas de cada criterio para verificar que los juicios de los expertos sean totalmente congruentes y no se presenten contradicciones. En la tabla 12 se muestra

PROCESO PARA HALLAR EL ÍNDICE ALEATORIO DE CONSISTENCIA DEL CRITERIO SEGURIDAD

MATRIZ CONSOLIDADA SEGURIDAD				VECTOR PREF.	M*V	(M*V) / V			
	Riesgos para el paciente durante el uso de la tecnología	Riesgos de seguridad para el usuario	Seguridad ambiental						
Riesgos para el paciente durante el uso de la tecnología	1	1 3/4	2 2/5				49%	1,489	3,0508
Riesgos de seguridad para el usuario	4/7	1	2 5/7				35%	1,068	3,0508
Seguridad ambiental	2/5	3/8	1	16%	0,493	3,0508			

Lambda
3,0507723

Índice de consistencia (IC)	Índice aleatorio (IA) matriz orden 3
0,025	0,580

Coficiente de consistencia (IC/IA)
0,04

Tabla 12. Índice de consistencia para el criterio seguridad



Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo que el panel de expertos evaluaron de manera consistente todas las comparaciones, lo que permite reconocer que los datos recabados son fiables para continuar con el proceso de selección.

#### **Paso 7. Evaluación de las alternativas vs sub-criterio respecto al criterio.**

En este paso se evaluó cada alternativa respecto cada sub-criterio a partir de información suministrada por asesores comerciales de cada una de las empresas distribuidoras de las alternativas. En esta ocasión se realizaron una serie de preguntas referentes a cada sub-criterio. En ese proceso, primero se indentificaron las empresas que cuentan con el certificado de distribución para Colombia y se contactaron. Al inicio, éstos se reusaron a brindar información, con el pasar de las llamadas accedieron a brindar algunos datos y se logró obtener la suficiente información para calificar cada uno de los equipos con ayuda de la dirección de POCT de la IPS.

A continuación se presentan cada una de las preguntas que se realizaron respecto a cada sub-criterio y a su vez, respecto a cada criterio. También se presenta, en la tabla 13 un resumen del porqué de cada pregunta y en la tabla 14 el equipo y el distribuidor en Colombia.

Tabla 13. Tabla resumen de preguntas sobre sub-criterios para evaluar alternativas

<b>Criterio</b>	<b>Sub-criterio</b>	<b>Preguntas</b>
SEGURIDAD	Riesgos para el paciente durante el uso de la tecnología	¿Los pacientes han tenido experiencias insatisfactorias con el equipos durante la extracción de la muestra?
		¿Se ha presentado algún tipo de alteración en el diagnóstico debido al efecto de un medicamento?
		¿El equipo ha generado evento adverso por el uso de la tecnología?
	Riesgos de seguridad para el usuario	¿En el equipo se pueden generar daños/averías por operación del usuario?
		¿Se han presentado lesiones/enfermedades en el operario por manejar el equipo?
		¿Se han presentado daños/lesiones en dispositivos u operarios del departamento donde se está operando el equipo?
	Seguridad ambiental	¿Qué nivel de contaminación generan los residuos por la operación el equipo?
		¿Qué nivel de contaminación generan los residuos al realizar el mantenimiento y/o limpieza del equipo?
	ECONÓMICO	Precio del equipo
Utilización de recursos		¿Qué impacto economico en la entidad considera usted que tiene la inversión inicial en el presupuesto ?
		¿Cuántas personas tienen contacto directo con el equipo para la realización de una prueba? ¿Qué perfil(es) requiere(n) las personas encargadas del equipo para la realización de una prueba?
ORGANIZACIONAL	Programas de entrenamiento	¿Cómo considera el nivel de captación y el entrenamiento que brinda el proveedor para el uso del equipo?
		¿El uso de la tecnología en que nivel ha modificado los protocolos de la instituciones?
	Modificación del espacio	¿El equipo es de mesa y requiere una estructura independiente?

		¿El equipo requiere de adecuación de los espacios existentes?
		¿El inventario de reactivos para almacenar es superior a la capacidad instalada actualmente?
EFFECTIVIDAD CLÍNICA	Medidas de precisión	¿Qué tan preciso es el equipo en comparación con un patrón estándar?
TÉCNICO	Servicio posventa	¿Cuánto es el tiempo promedio de respuesta del proveedor para servicio técnico?
		¿El ingeniero del servicio técnico se encuentra en la ciudad?
	Características de la tecnología	¿Cuántos tipos de muestra (Capilar, sangre, saliva, etc) puede procesar el equipo?
		¿Qué tipos de suministro de energía soporta la tecnología?
		¿Cómo considera el protocolo de seguridad (software) del equipo?
Tiempos de procesamiento de muestra	Tiempo de procesamiento de la prueba	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Proveedores de Colombia.

las alternativas en

Equipo	Proveedor
Alere	Alere
Gem5000	Disprolab
Irma TruPoint	Lab Dai de colombia
Statprofile	Diagnoquímicos
Opti	Disprolab

Fuente: Elaboración propia.

En su mayoría, los proveedores afirmaron que las situaciones problemas que han tenido en riesgo la seguridad del paciente y del usuario son mínimas, al igual que en los niveles de contaminación son muy similares, todo esto porque todos los equipos tienden a utilizar los mismos insumos para limpiar, calibrar y realizarles

mantenimiento. En las preguntas que están relacionadas con el personal, se concluyó que este tipo de equipos los pueden usar todo tipo de perfiles profesionales y que sólo requieren una persona para ser utilizado dada su simplicidad al operarlo. Es importante recalcar que todos los proveedores realizan una capacitación que varía entre 4 y 8 horas con entrenamiento. Uno de los proveedores afirmaba que este tipo de equipos son muy sencillos de utilizar, que la capacitación era muy superficial porque enseñaba los comandos y las funciones del equipo más no se adentraba en temas específicos de las pruebas que realiza, es decir, no se capacita sobre la parte netamente química sino sobre las características del equipo.

En el factor precio, se puede decir que hay un equipo que requiere una inversión muchísimo más alta que los demás, sin embargo, el resto de equipos tienen un precio muy similar. Para el caso del servicio posventa, la IPS hizo hincapié en que éste es un tema fundamental porque tener un soporte rápido y oportuno permite brindar un servicio eficiente, por tal motivo lo ideal para la organización es que el personal técnico del proveedor esté en la ciudad para cubrir cualquier eventualidad, por lo tanto, algunos proveedores afirmaron que tienen técnico en la ciudad.

Para evaluar el factor precisión se hizo indispensable realizar reuniones con la dirección de POCT de la IPS para determinar, de acuerdo a su experiencia, los datos brindados por los proveedores y los datos que están en los manuales de servicio de cada equipo, qué equipo es mejor y por qué, es preciso aclarar que todos los fabricantes muestran los manuales los intervalos de aceptabilidad de cada prueba, es decir, el rango dentro de los cuales se puede medir cada analito y cumplen con los estándares propuestos por la IPS, pero lo curioso es que estos intervalos son tan amplios que se puede concluir que es preventivo realizar pruebas comparativas al interior de la entidad para cerciorarse de que dichos valores están correctos. Además, el fabricante presenta esos valores comparados contra un gold standar (equipo que está avalado por la comunidad científica para

comparar valores) pero es difícil conocer contra qué equipo fue comparado y bajo qué condiciones porque si es un fabricante americano seguramente habrá realizado pruebas con personas americanas y bajo unas condiciones normales de Estados Unidos, pero cuando el equipo es puesto en marcha en Colombia puede que los valores tengan variaciones dadas las condiciones que está trabajando, además que las personas a las cuales se le realizan las pruebas son diferentes también, es por esto que los proveedores son muy celosos con la información, porque consideran que puede ser usado por la competencia.

Así que para calificar todas las alternativas respecto a los sub-criterios se hizo uso de los manuales de servicio para tener presentes las características técnicas, al igual que se utilizó la escala Saaty, como lo muestra la tabla 15.

	Riesgos para el paciente durante el uso de la tecnología	Riesgos de seguridad para el usuario	Seguridad ambiental	Precio unitario del equipo	Utilización de recursos	Modificación del espacio	Programas de entrenamiento	Medidas de precisión	Servicio posventa	Características de la tecnología	Tiempos de procesamiento de muestra
Alere Inc epoc	34%	23%	23%	40%	14%	28%	26%	20%	13%	27%	24%
Instrumentation Laboratory A Werfen Co GEM Premier 5000	32%	23%	23%	4%	14%	30%	21%	58%	36%	23%	24%
Instrumentation Laboratory A Werfen Co IRMA TRUpoint Blood Analysis System	10%	23%	23%	26%	43%	17%	11%	16%	39%	36%	4%
Nova Biomedical Corp Stat Profile pHox Ultra	6%	8%	23%	10%	14%	6%	34%	3%	8%	8%	18%
OPTI Medical Systems Inc An IDEXX Laboratories Inc Co OPTI CCA-TS2	19%	23%	8%	21%	14%	18%	7%	3%	4%	6%	31%

Tabla 15. Evaluación de alternativas versus sub-criterios.

Fuente: Elaboración propia.

### Paso 8. Evaluación de cada alternativa respecto al criterio.

Los valores de correspondientes de cada criterio se multiplicaron por el auto vector calculado en el paso 5 para obtener el vector prioridad por alternativa y una calificación parcial de cada alternativa respecto a cada criterio como se evidencia en la tabla 16.

Tabla 16. Evaluación de alternativas versus criterios.

Sub criterios - alternativas	SEGURIDAD	ECONÓMICO	ORGANIZACIONAL	EFFECTIVIDAD CLÍNICA	TÉCNICO
Alere Inc epoc	0,2829	0,2623	0,2775	0,1989	0,2111
Instrumentation Laboratory A Werfen Co GEM Premier 5000	0,2726	0,0940	0,2890	0,5845	0,2736
Instrumentation Laboratory A Werfen Co IRMA TRUpoint Blood Analysis System	0,1686	0,3492	0,1651	0,1589	0,2087
Nova Biomedical Corp Stat Profile pHox Ultra	0,0917	0,1226	0,1084	0,0289	0,1314
OPTI Medical Systems Inc An IDEXX Laboratories Inc Co OPTI CCA-TS2	0,1842	0,1719	0,1600	0,0289	0,1752

Fuente: Elaboración propia.

### Paso 9. Selección de alternativa.

Se tomó el vector evaluado para cada criterio de la tabla 16 y se multiplico por el vector prioridad de cada criterio consolidado (calculado en el paso 4), dando como resultado el ranking. Se procede a ordenar de mayor a menor los valores de Ri indicando cuál es la alternativa que mejor se acomoda a los criterios evaluados de acuerdo a las necesidades de la IPS. Los resultados muestran el equipo GEM Premier 5000 de Instrumentation Laboratory A Werfen Co fue el que más se ajustó y mejor se acomoda a las expectativas de la entidad, el ranking en la tabla 17.

Tabla 17. Ranking de

Alternativas	
Instrumentation Laboratory A Werfen Co GEM Premier 5000	36%
Alere Inc epoc	24%
Instrumentation Laboratory A Werfen Co IRMA TRUpoint Blood Analysis System	21%
OPTI Medical Systems Inc An IDEXX Laboratories Inc Co OPTI CCA-TS2	11%
Nova Biomedical Corp Stat Profile pHox Ultra	8%

las expectativas de la total se puede observar

alternativas final.

Fuente: Elaboración propia.

### **ANALISIS DE SENSIBILIDAD**

Se realizaron tres escenarios, cada uno de ellos explicado en el la tabla 18, junto con una justificación y resultados del proceso, el cálculo de cada análisis se puede corroborar en el Anexo A (libro sensibilidad, sensibilidad 1, sensibilidad 2, sensibilidad 2,1, sensibilidad 2,2 y sensibilidad 3) completo. Al evaluar los escenarios, el equipo Instrumentation Laboratory A Werfen Co GEM Premier 5000 se mantiene como la mejor opción cuando la IPS no tiene restricciones de presupuesto de acuerdo a las preferencias manifestadas por los expertos.

Tabla 18. Análisis de sensibilidad.

ANALISÍS	JUSTIFICACIÓN	RESULTADOS
----------	---------------	------------

<p>Evaluar las alternativas únicamente con los criterios de Seguridad - Efectividad clínica</p>	<p>Este escenario pretende analizar las alternativas sin tener en cuenta los proveedores y su tiempo de servicio, solo los requerimientos de la IPS.</p>	<p>A pesar de que no se presenta una variación en la posición de las alternativas, aumenta la diferencia entre el primer y el segundo puesto en 6,8%, afirmando que la alternativa 1 es la que mejor opción en los criterios de seguridad y efectividad clínica.</p>
<p>Precio máximo del equipo 14.000USD</p>	<p>Parte de la premisa de que el monto máximo que la IPS va a invertir en un equipo POCT son \$14000 USD, valor máximo invertido en este tipo de equipos en la institución hasta el 2018.</p>	<p>La alternativa ganadora en el análisis inicial se desplaza a último lugar cuando se establece un límite en el presupuesto inicial, en caso de no contar con el presupuesto requerido, la alternativa dos del análisis inicial se convierte en la mejor opción.</p>
<p>Evaluar las alternativas únicamente con Seguridad - Efectividad clínica - Técnico</p>	<p>La IPS manifestó que para ellos es más importante los criterios efectividad clínica, seguridad y seguridad sobre el económico y organizacional por su filosofía de prestar el mejor servicio y los equipos POCT no ocupan mayor espacio.</p>	<p>Aunque los porcentajes se modifican, las alternativas conservan su posición, el equipo Instrumentation Laboratory A Werfen Co GEM Premier 5000 se mantiene como la mejor opción.</p>

Fuente: Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

En la actualidad la IPS está interesada en implementar nuevas metodologías, para adoptar lo sugerido por agencias internacionales, empleando diferentes técnicas multi-criterio para la adquisición de equipos, logrando sinergia entre los diferentes departamentos que hacen parte del proceso de evaluación.

Los procesos de toma de decisiones que involucran diferentes partes de una organización, conlleva un alto nivel de incertidumbre. Así que es ideal el uso de herramientas como AHP con criterios y sub-criterios, ya que permite disminuir la



subjetividad de los juicios de los expertos a través de preguntas que acoten el panorama para valorar cada uno de los sub-criterios, y a su vez los criterios.

La herramienta multi-criterio AHP es muy útil para seleccionar equipos biomédicos en entidades de salud, ya que tiene en cuenta las diferentes perspectivas en los juicios del personal que hace parte de la toma de decisiones, permite estructurar una consistencia lógica frente a la incertidumbre que se presenta en procesos complejos de decisión.

En el criterio económico, dependiendo de la decisión de compra o cuentan con la figura de comodato, éste determina la relación comercial con el proveedor, variando considerablemente los costos y el servicio posventa.

Al comparar el proceso existente y el propuesto en este documento, se observó que hay una disminución del 88% de las preguntas al proveedor del equipo, lo que permite llevar a cabo el proceso en menor tiempo y tomar decisiones de una forma más eficiente.

## **TRABAJOS FUTUROS**

Debido a que no se cuenta con un proceso de evaluación previo de equipos POCT en la institución caso de estudio, no se puede comparar el método desarrollado, cuando se realice una compra se podrá realizar el análisis para identificar mejoras, puntos a favor y aspectos favorables.

El presente trabajo partió de la premisa de que la institución adquiriría el equipo para compra, pero también existe la posibilidad de acceder a un comodato con la

empresa distribuidora, las condiciones varían de acuerdo a la institución, el volumen de compra, la disponibilidad del servicio técnico y el intervalo de tiempo. Los equipos POCT están diseñados para ser ubicados junto al paciente, puede ser en salas de cirugía, área de urgencia o unidades críticas, el estudio se realizó bajo el supuesto de que será ubicado en cualquier área, se recomienda analizar cuál es la mejor opción de equipo de acuerdo a su disposición final.

## REFERENCIAS

AdhopHTA. (2015). Project partners. *The AdhopHTA Handbook*, pag 21

Angelis, A., & Kanavos, P. (2016). Value-Based Assessment of New Medical Technologies: Towards a Robust Methodological Framework for the Application of Multiple Criteria Decision Analysis in the Context of Health Technology Assessment. *PharmacoEconomics*, 34(5), 435–446.  
<https://doi.org/10.1007/s40273-015-0370-z>

Ayhan, M. B. (2013). A fuzzy AHP approach for suppliers election problem: A case study in a Gearmotor Company. 4(3), 11–23.  
<https://doi.org/10.5121/ijmvsc.2013.4302>

- Bodero, N. (2017). Implementación en Microsoft Excel ® de métodos de toma de decisión multiatributo. *Escuela de Ingeniería Industrial Universidad de Valladolid.*, 168.
- Buglioli, M., & Pérez, A. (2002). Evaluación de tecnologías de salud, *18(2)*, 27–35.
- Cano, F. (2016). *SELECCIÓN MULTI-CRITERIO DE LA ALTERNATIVA MÁS ADECUADA PARA WASTE TO ENERGY EN COLOMBIA*. UNIVERSIDAD DEL VALLE.
- Carvajal, M., & Ruiz, C. (2008). Evaluación técnica y clínica de tecnología biomédica en procesos de adquisición : un enfoque en evaluación de tecnologías en salud, 34–45.
- Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC). (2010). *Evaluación de tecnologías para la salud*. (Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud, Ed.), *Secretaría de Salud. Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud* (D.R. © Sec). Ciudad de México D.F. Retrieved from [http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/detes/metodologico\\_ETES.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/detes/metodologico_ETES.pdf)
- Chavarría, T., & Molina, T. (2017). Herramienta de evaluación de tecnologías para la adquisición de equipos biomédicos. *Revista Ingeniería Biomédica*, *21(11)* pp. 13-19
- Ciani, O., Blankart, C. R., Hatz, M., & Taylor, R. S. (2019). Health Technology Assessment of Medical Devices: A survey of non-European union, *3(305694)*, 154–165. <https://doi.org/10.1017/S0266462315000185>
- Cicchetti, A., Marchetti, M., Dibidino, R., & Corio, M. (2007). Hospital Based Health Technology Assessment World-Wide Survey. *Hospital Based Health Technology Assessment Sub-Interest Group*.
- College of American Pathologists. (2018). Precision Medicine. Expertise in Precision Medicine. CAP. Recuperado de: [https://www.cap.org/member-resources/precision-medicine?\\_adf.ctrl-state=xfvbj66i\\_4](https://www.cap.org/member-resources/precision-medicine?_adf.ctrl-state=xfvbj66i_4)
- Cubillos, L. (2018). EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN SALUD: APLICACIONES Y RECOMENDACIONES EN EL SISTEMA DE SEGURIDAD SOCIAL EN SALUD COLOMBIANO. *Ministerio de La Protección Social (MPS) y El Programa de Apoyo a La Reforma de Salud (PARS)*, 156.
- De la Vara, R., & Gutierrez, H. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis*

*Sigma*. (3ra Edition, Ed.). McGRAW-HILL.

Diaconu, K., Chen, Y., Cummins, C., Moyao, G. J., Manaseki-holland, S., & Lilford, R. (2017). Methods for medical device and equipment procurement and prioritization within low- and middle-income countries : findings of a systematic literature review, 1–16. <https://doi.org/10.1186/s12992-017-0280-2>

Diaby, V., Sanogo, V., & Moussa, K. R. (2016). ELICIT: An alternative imprecise weight elicitation technique for use in multi-criteria decision analysis for healthcare. *Pharmacoecon Outcomes*, 16(1), 141–147. <https://doi.org/10.1586/14737167.2015.1083863>.ELICIT

Drummond M., Schwartz J., Jönsson B, Luce B., Neumann P., Siebert U., et al., Key principles for the improved conduct of health technology assessments for resource allocation decisions, *Int. J. Technol. Assess. Health Care* 24 (3) (2008) 244–258]

Epocal Inc. (2010). *Manual Alere Epoc System* (1st ed.). Ontario, Canadá.

EUnetHTA. (2016a). “HTA Core Model Handbook,.” EUnetHTA Joint Action 2, Work Package 8. HTA Core Model ® Version 3.0 (Pdf); Available from [www.Htacoremodel.Info/BrowseModel.aspx?2:408](http://www.Htacoremodel.Info/BrowseModel.aspx?2:408)

EUnetHTA. (2016b). Joint Action 2, Work Package 8. HTA Core Model ® version 3.0 (Pdf); Available from [www.htacoremodel.info/BrowseModel.aspx](http://www.htacoremodel.info/BrowseModel.aspx). (DUDA)

ECRI. (2018). Institute ECRI. <https://www.ecri.org/about/>

Escobar, J (2015). Metodología para la toma de decisiones de inversión en portafolio de acciones utilizando la técnica multi-criterio AHP. *Contaduría y Administración*, 60, 346-366.

Franchin T, Faggiano F, Plebani M, et al. Adopting European network for Health Technology Assessments (EUnetHTA) core model for diagnostic technologies for improving the accuracy and appropriateness of blood gas analyzers’ assessment. *Clin Chem Lab Med* 2014;52:1569–77

Garrido, M. V., Kristensen, F. B., Nielsen, C. P., & Busse, R. (2008). Health Technology Assessment and Health Policy-Making in Europe: Current Status, Challenges and Potential. *European Observatory on Health Systems and Policies*.

Herrera, M. F., & Osorio, J. C. (2006). MODELO PARA LA GESTIÓN DE

PROVEEDORES UTILIZANDO AHP DIFUSO. *Estudios Gerenciales. Universidad Icesi.*

Hwang, J.-J., & Tzeng, G.-H. (2011). *Multiple Attribute Decision Making. Journal of Experimental Psychology: General* (Vol. 136).

ICONTEC. (2015). *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 6154.*

Sampietro-colom, L. (2015). Hospital managers ' need for information in decision-making – An interview study in nine European Kidholm, K., Mette, A., Birk-olsen, M., Cicchetti, A., Fure, B., Halmesmäki, E., ... countries. *Health Policy*, 119(11), 1424–1432. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2015.08.011>

Kristensen, F. B., Andersen, S. E., Andersen, S., Bonnevie, B. M., Eriksen, J., Gudex, C., & Gyrd-Hansen, D. (2007). *Health Technology Assessment Handbook.*

Lee, A. H. I. (2009). A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits , opportunities , costs and risks. *Expert Systems With Applications*, 36(2), 2879–2893. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.01.045>

Martelli, N., Hansen, P., van den Brink, H., Boudard, A., Cordonnier, A.-L., Devaux, C., ... Borget, I. (2015). Combining multi-criteria decision analysis and mini-health technology assessment: A funding decision-support tool for medical devices in a university hospital setting. *Journal of Biomedical Informatics*, 59, 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.12.002>

McGregor M. & Brophy J.M., (2005). End-user involvement in health technology assessment (HTA) development: a way to increase impact. *International journal of technology assessment in health care*, 21(2), pp.263–267.

Miniati, R., Frosini, F., Cecconi, G., Dori, F., & Gentili, G. B. (2014). Development of sustainable models for technology evaluation in hospital. *Technology and Health Care*, 22(5), 729–739. <https://doi.org/10.3233/THC-140847>

Ministério da Saúde. (2013). *Diretrizes metodológicas. Elaboração de estudos para avaliação de equipamentos médico-assistenciais. Journal of Experimental Psychology: General* (Vol. 136).

Ministerio de la Protección Social. (2005). DECRETO NÚMERO 4725 DE 2005, 2005(Diciembre 26), 1–31.

Ministerio de la Protección Social. (2007). GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE SALUD (ETS) EN INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SALUD (IPS). *Ministerio de La Protección Social (MPS).*

- Ministerio de la Protección Social. (2011). Guía para la evaluación de tecnologías de salud (ETES) en instituciones de servicios de salud (IPS). (M. de la P. Social, Ed.). *Ministerio de la Protección Social*. Recuperado de [https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/1/Guia\\_evaluacion\\_de\\_tecnologias\\_en\\_salud.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/1/Guia_evaluacion_de_tecnologias_en_salud.pdf)
- Ministerio de la Protección Social. LEY 1438 DE 2011 (2011). Colombia. Retrieved from <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/col132763.pdf>
- Ministerio de Sanidad y Consumo. (1996). Instituto de Salud “Carlos III” Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (AETS). *Catálogo de Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias y Guías de Práctica Clínica*. Madrid: AETS - Instituto de Salud “Carlos III”.
- Morton, A. (2017). Treacle and Smallpox: Two Tests for Multicriteria Decision Analysis Models in Health Technology Assessment. *Value in Health, 20*(3), 512–515. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2016.10.005>
- National Institute for Health and Care Excellence. Interventional procedures programme methods guide. NICE; 2007. <http://www.nice.org.uk/Media/Default/About/what-we-do/NICE-guidance/NICE-interventional-procedures/The-interventional-procedures-programme-methods-guide.pdf> (accessed October 29, 2016).
- Nusrullah, M., Younus, M., & Nasir, Y. (2018). Research Article Relationship between Arterial and Venous Blood Gases in Patients Presenting with Chronic Obstructive Pulmonary Disease, *24*(1), 1–6.
- Oliver, P., Díaz, R., Lirón, J., Monzó, V., Xavier, N., Noval, J., & Otero, M. (2010). Revista del Laboratorio Clínico. *Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular, 3*(4), 161–170. <https://doi.org/10.1016/j.labcli.2010.06.005>
- Organización Mundial de la Salud (OMS), “Dispositivos médicos: la gestión de la discordancia,” p. 128, 2012.
- Ospina-Blandón, M. (2012). Aplicación del Modelo Multi-criterio Metodologías AHP y GP para la Valoración Económica de los Activos Ambientales, 95. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2013.05.045>
- Pérez, G. (2016). Importancia de la gasometría arterial. Retrieved from [https://www.gasometria.com/importancia\\_de\\_las\\_gasometras](https://www.gasometria.com/importancia_de_las_gasometras)

- Pinzón, C; Pierre, F; Calderón J; N. F. (2018). Incorporación del marco de precios y cobertura basada en valor por medio de las evaluaciones de tecnología en salud en el sistema de salud colombiano. *INCORPORACIÓN DEL MARCO DE VALOR EN LAS EVALUACIONES DE TECNOLOGÍA EN SALUD EN EL SISTEMA DE SALUD COLOMBIANO*, 1–38.
- Ritrovato, M., Faggiano, F. C., Tedesco, G., & Derrico, P. (2015). Decision-oriented health technology assessment: One step forward in supporting the decision-making process in hospitals. *Value in Health*, 18(4), 505–511. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2015.02.002>
- Ritrovato, M., Franchin, T., Faggiano, F., Plebani, M., Muraca, M., De Vivo, L., & Derrico, P. (2014). Adopting European Network for Health Technology Assessments (EunetHTA) core model for diagnostic technologies for improving the accuracy and appropriateness of blood gas analyzers' assessment. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 52(11), 1569–1577. <https://doi.org/10.1515/cclm-2014-0087>
- Rosselli, D., Quirland Lazo, C., Csanádi, M., Ruiz de Castilla, E. M., González, N. C., Valdés, J., ... Kaló, Z. (2017). HTA Implementation in Latin American Countries: Comparison of Current and Preferred Status. *Value in Health Regional Issues*, 14, 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2017.02.004>
- Saaty, T. L. (1980). *Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill. <https://doi.org/10.1002/jqs.593>
- Saaty, T. L. (2008a). Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, 1(1), 83–98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- Saaty, T. L. (2008b). Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With the Analytic Hierarchy Process. *RWS Publications*, 6(1), 478. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- Sampietro-Colom L, Lach K, Cicchetti A, Kidholm K, Pasternack I, Fure B, Rosenmöller M, Wild C, Kahveci R, Wasserfallen JB, Kiivet RA, et al. (2015). *The AdHopHTA handbook: a handbook of hospital-based Health Technology Assessment (HB-HTA)*.
- Sánchez, G. (2015). Institucionalización de la evaluación de tecnología sanitaria en Colombia: avances y desafíos futuros. *Instituto de Evaluación Tecnológica En Salud*, 2. Recuperado de [http://www.iets.org.co/sala-de-prensa/Boletines%20Institucionales/Documento\\_Dr.Sanchez.pdf](http://www.iets.org.co/sala-de-prensa/Boletines%20Institucionales/Documento_Dr.Sanchez.pdf)

Tesar, T, Hloska A, Wawruch M, Lehocka ., Snopkova M, & Masarykova L. (2017) INTRODUCTION OF HEALTH TECHNOLOGY ASSESSMENT FOR MEDICINES IN SLOVAKIA. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 33(3), 345-349. <https://doi.org/10.1017/S026646231700006X>

Usaquén-Perilla, S. P., Cano-Muñoz, A., Troncoso, D. M., Bonilla, N., & De Almeida, R. T. (2017). The Use of the Health Technology Assessment for Technology Acquisition in Hospitals, 11(21), 27–34. <https://doi.org/10.24050/19099762.n21.2017.1169>

Urbano, L. C., Muñoz, L. S., & Osorio, J. C. (2016). Selección multi-criterio de aliado estratégico para la operación de carga terrestre. *Estudios Gerenciales*, 32(138), 35–43. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2015.09.002>

Valencia, A., Rincón, G., & Vasquez, O. (2008). Cluster de servicios de salud del Valle del Cauca. Desarrollo de una oferta competitiva hacia la internacionalización. In *Formas sociales de organizacion de la produccion (FSOP)* (pp. 207–236).

Vargas-Zea, N., Castro, H., Rodríguez-Páez, F., Téllez, D., & Salazar-Arias, R. (2012). Colombian Health System on its Way to Improve Allocation Efficiency- Transition from a Health Sector Reform to the Settlement of an HTA Agency. *Value in Health Regional Issues*, 1(2), 218–222. <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2012.09.004>

Zaman, Z., & Demedts, M. (2001). Blood gas analysis: POCT versus central laboratory on samples sent by a pneumatic tube system. *Clinica Chimica Acta*, 307(1–2), 101–106. [https://doi.org/10.1016/S0009-8981\(01\)00439-9](https://doi.org/10.1016/S0009-8981(01)00439-9)

Zapata, J. (2011). Metodología para la implementación de tecnologías de la información y las comunicaciones TIC's para soportar una estrategia de cadena de suministro esbelta. *Universidad Nacional de Colombia Facultad de Minas*.

#### GLOSARIO:

**Repetitividad:** Precisión obtenida bajo las mismas pruebas en un intervalo tiempo, por un mismo analista, en la misma muestra homogénea y en el mismo tiempo.

**Paciente:** Persona que padece física y corporalmente, y especialmente quien se halla bajo atención médica

**Usuario:** personal del equipo médico que manipula el equipo POCT.



**POCT: POINT OF CARE TESTING:** Son pruebas que se ejecutan cerca del sitio de ubicación del paciente cuyo resultado lleva posiblemente a cambios en el cuidado del paciente.

**Equipo biomédico:** Dispositivo médico operacional y funcional que reúne sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos o hidráulicos, incluidos los programas informáticos que intervengan en su buen funcionamiento, destinado por el fabricante a ser usado en seres humanos con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación.

**Tecnología de Salud:** La tecnología médica está conformada por los medicamentos, los aparatos, los procedimientos médicos y quirúrgicos usados en la atención médica, así como los sistemas organizativos con los que se presta la atención sanitaria.

### **Evaluación de Tecnología de Salud**

Forma comprensiva de investigación que examina las consecuencias técnicas, sociales, económicas, éticas y legales que se producen a corto y largo plazo derivadas del uso de la tecnología, tanto directas como indirectas, y tanto sobre los efectos deseados como los no deseados.

### **MACBETH**

Técnica multi-criterio que permite evaluar opciones comparándolas cualitativamente respecto a sus diferencias de atractivo en múltiples criterios. (Angelis & Kanavos, 2017)

### **PAPRIKA**

Potentially all pairwise rankings of all possible alternatives, se basa en valoraciones por puntuaciones, en las cuales sus magnitudes se extraen de

comparaciones pareadas según una combinatoria para diferentes grados de dominancia. (Martelli et al., 2016)

### **PROMETHE**

Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluation, se basa en la construcción de una jerarquía de todas las alternativas en base a una batería de criterios. Para ello se establece un proceso diferenciado en tres etapas, definición del criterio generalizado, construcción del índice de preferencia multi-criterio y Adopción de la decisión final. (Lee, 2009)

### **MATRIX4VALUE**

Herramienta desarrollado a partir de los resultados de tres informes mini-HTA con los que se generó un gráfico de puntos visual del valor y nivel de riesgo para cada HT. (Sampietro-Colom, Morilla-Bachs, Gutierrez-Moreno, & Gallo, 2012)