

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO**



**VALORACIÓN DE PAQUETES TECNOLÓGICOS DE
INGENIERÍA BIOMÉDICA USANDO LA TEORÍA DE OPCIONES
REALES**

**Tesis para optar por el grado de Magíster en Gestión y Política de la
Innovación y la Tecnología**

AUTOR

Arlon Borel Castellón Saavedra

ASESOR

Oscar Enrique Miranda Castillo

Lima, julio del 2018

DEDICATORIA

Me faltan palabras para expresar mi agradecimiento a mis padres, mis suegros y a mi esposa por su apoyo para terminar esta tesis; sin embargo, me sobra la determinación de no solo dedicarles este trabajo, sino también todos mis éxitos.

Finalmente, agradezco al **Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad, Innóvate Perú del Ministerio de la Producción** por financiar el Proyecto Incubadora con Respirador Artificial.



ÍNDICE

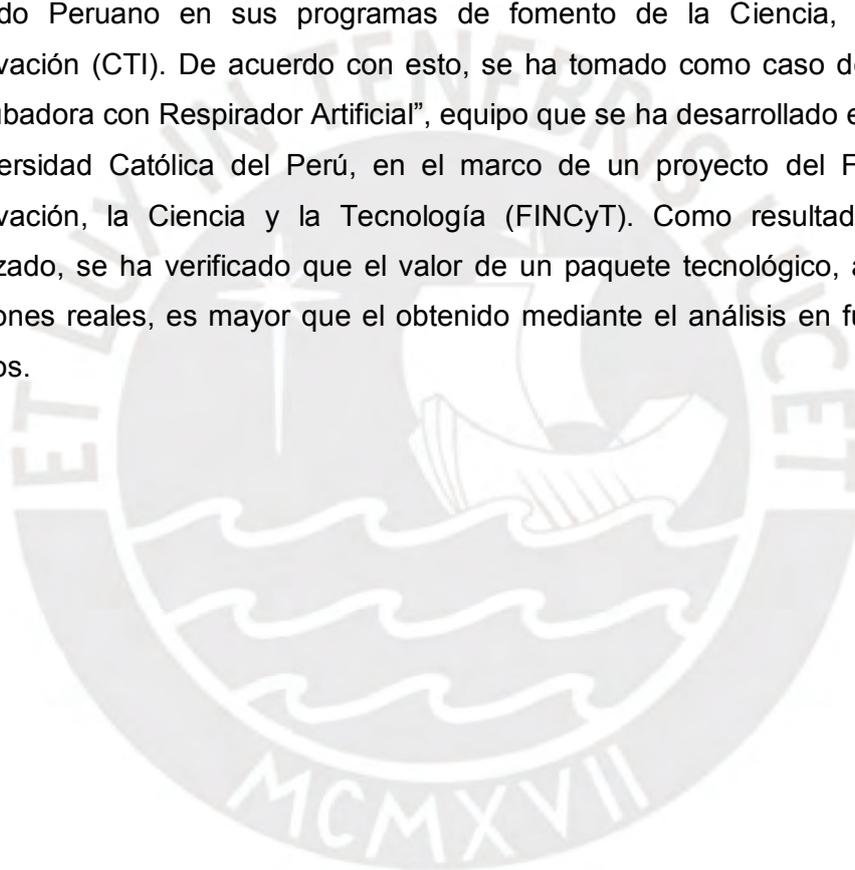
| | |
|---|----|
| RESUMEN | 4 |
| INTRODUCCIÓN | 5 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 6 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 7 |
| CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO | 8 |
| 1.1 Activos intangibles..... | 8 |
| 1.2 Propiedad Intelectual (P.I.)..... | 8 |
| 1.3 Ingeniería biomédica..... | 9 |
| 1.4 Métodos de valoración de activos intangibles | 9 |
| 1.5 Métodos de valoración de patentes | 11 |
| 1.6 Valoración con opciones reales..... | 12 |
| 1.7 Paquete tecnológico..... | 14 |
| 1.8 Transferencia tecnológica | 15 |
| 1.9 Innovación | 15 |
| 1.10 Etapas de desarrollo de I+D de un proyecto farmacéutico | 15 |
| 1.11 Actores para el desarrollo de I+D de proyectos de investigación | 16 |
| 1.12 Condiciones para la transferencia tecnológica..... | 16 |
| CAPÍTULO 2: JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS | 18 |
| 2.1 Objetivos de la tesis | 19 |
| CAPÍTULO 3: DESARROLLO DEL MODELO DE VALORACIÓN..... | 20 |
| 3.1 El financiamiento | 20 |
| 3.2 El desarrollo | 22 |
| 3.3 La protección..... | 24 |
| 3.4 La certificación | 25 |
| 3.5 El empaquetamiento | 26 |
| 3.6 La transferencia..... | 26 |
| CAPÍTULO 4: VALORACIÓN CON OPCIONES REALES..... | 27 |
| 4.1 Establecer la línea base del análisis de valoración | 29 |
| 4.2 Análisis del valor del paquete tecnológico obtenido en la etapa de desarrollo, utilizando el enfoque en función de los costos | 33 |
| 4.3 Análisis del valor del paquete tecnológico obtenido luego de los ensayos clínicos, utilizando el enfoque en función de los costos | 38 |

| | | |
|----------------------------------|--|----|
| 4.4 | Análisis del valor del paquete tecnológico obtenido al finalizar la etapa de desarrollo, utilizando opciones reales y opción de venta con un precio de la tecnología Pv1 | 38 |
| 4.5 | Análisis del valor del paquete tecnológico obtenido al finalizar los ensayos clínicos, utilizando opciones reales con opción de ampliación de inversión del 50%..... | 43 |
| 4.6 | Análisis del valor del paquete tecnológico obtenido luego de los ensayos clínicos, utilizando opciones reales con opción de ampliación de inversión del 50% y precios de mercado Pv2 y Pv3 | 44 |
| 4.7 | Análisis de los resultados | 46 |
| CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES | | 48 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 50 |
| ANEXOS..... | | 54 |



RESUMEN

El presente trabajo se ha desarrollado con el fin de proponer un método de valoración, basado en opciones reales, para paquetes tecnológicos surgidos de proyectos de investigación del área de ingeniería biomédica. Esta es una necesidad primordial de las instituciones de investigación ya que en un futuro no muy lejano la cantidad de paquetes tecnológicos de este tipo de proyectos aumentará en nuestro país, al igual que los proyectos que los financian, por estos motivos, en esta tesis se ha planteado un método que ayude a mejorar la gestión comercial de los proyectos y así llegar a la transferencia tecnológica, además, dicha gestión es exigida cada vez más por el Estado Peruano en sus programas de fomento de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). De acuerdo con esto, se ha tomado como caso de estudio a la "Incubadora con Respirador Artificial", equipo que se ha desarrollado en la Pontificia Universidad Católica del Perú, en el marco de un proyecto del Fondo para la Innovación, la Ciencia y la Tecnología (FINCyT). Como resultado del trabajo realizado, se ha verificado que el valor de un paquete tecnológico, analizado con opciones reales, es mayor que el obtenido mediante el análisis en función de sus costos.



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo busca proponer un método de valoración para los paquetes tecnológicos surgidos de proyectos de investigación del área de ingeniería biomédica. En este trabajo se han analizado diversos métodos para este fin; sin embargo, se ha optado por establecer un método con opciones reales por ser de naturaleza flexible, que además es uno de los más recomendados para la valoración de activos intangibles como las patentes.

La finalidad del modelo que se ha elaborado no es netamente académica, ya que puede ser utilizado como ejemplo para casos de estudio en el área que el usuario desee aplicar. Para el presente, se ha analizado un caso de estudio referido a una “Incubadora con Respirador Artificial”, equipo que se ha desarrollado en la Pontificia Universidad Católica del Perú, en el marco de un proyecto FINCyT.

La tesis se ha organizado de la siguiente forma:

En el Capítulo 1 se propone un marco teórico con un conjunto de definiciones relacionadas a los temas tratados en esta tesis: activos intangibles, propiedad intelectual, propiedad industrial, ingeniería biomédica, opciones reales, etc. Asimismo, se proporcionan las distintas teorías y métodos de valoración de activos intangibles y de patentes, aplicados a las empresas e instituciones que realizan investigación alrededor del mundo.

En el Capítulo 2, se presentan los objetivos de la tesis, es decir, aquello que ha sido necesario investigar y evaluar para proporcionar un modelo de valoración acorde a nuestra realidad, asimismo, también se presenta una justificación de los motivos por los que se ha realizado esta tesis y su importancia.

En los Capítulos 3 y 4, se presenta el método de valoración propuesto, que incluye la descripción y roles de los actores principales en el desarrollo del paquete tecnológico, los pasos para la ejecución de un análisis con flujos de caja descontados y los pasos para la ejecución de un modelo compuesto de opciones reales.

En el Capítulo 5, se presentan los comentarios sobre los resultados finales del estudio y las sugerencias para mejorar el modelo propuesto.

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Clasificación de métodos de valoración de patentes primarios | 10 |
| Figura 2. Otros métodos de valoración de patentes..... | 11 |
| Figura 3. Etapas que presenta el modelo de valoración de la tecnología | 20 |
| Figura 4. Vista isométrica de la invención desarrollada P1 | 27 |
| Figura 5. Línea de tiempo de un proyecto de ingeniería biomédica | 29 |
| Figura 6. Línea de tiempo con eventos que afectarían a una solicitud de patente...32 | |
| Figura 7. Línea de tiempo de cada unidad tecnológica que añade valor al proyecto | 35 |
| Figura 8. Flujos de caja considerando cuotas de pago C anuales por licenciamiento | 37 |
| Figura 9. Patrón para formación del árbol binomial..... | 40 |
| Figura 10. Árbol binomial construido a partir de $V_i = S/1'406,418.88$ | 41 |
| Figura 11. Árbol binomial con opciones de venta en el año 2 y cálculo del VTDO al terminar la etapa de desarrollo | 42 |
| Figura 12. Árbol binomial construido a partir de $V_i = S/1'573,203.90$ | 43 |
| Figura 13. Árbol binomial con opción de ampliación del 50% en el año 3 y cálculo del VTC01 al terminar los ensayos clínicos | 44 |
| Figura 14. Árbol binomial construido a partir del V_i | 45 |
| Figura 15. Árbol binomial con opción de ampliación del 50% y precios de mercado P_{v2} y P_{v3} en el año 3 y cálculo del VTC02 al terminar los ensayos clínicos | 46 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Indicadores para valoración de patentes..... | 12 |
| Tabla 2. Relación de intereses entre titular y cliente de la tecnología..... | 17 |
| Tabla 3. Objetivos del proyecto Incubadora con Respirador Artificial..... | 21 |
| Tabla 4. Información general del proyecto Incubadora con Respirador Artificial | 21 |
| Tabla 5. Aportes monetarios y no monetarios de las instituciones financieras..... | 21 |
| Tabla 6. Actividades del proyecto Incubadora con Respirador Artificial..... | 22 |
| Tabla 7. Relación de aportes al proyecto según fecha y montos | 23 |
| Tabla 8. Pagos de tramitación de solicitudes de patente en el Perú..... | 24 |
| Tabla 9. Pagos por anualidades de solicitudes de patentes de invención en el Perú | 25 |
| Tabla 10. Descripción de P2 (izquierda) y P3 (derecha) | 28 |
| Tabla 11. Condiciones de valor de las invenciones PUCP (solo casos nacionales) | 34 |
| Tabla 12. Valor presente del proyecto de cada escenario propuesto..... | 47 |
| Tabla 13. Valor de la opción de acuerdo con la comparación de los escenarios..... | 47 |

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1 Activos intangibles

Son conocidos también como bienes intangibles. De acuerdo con Viloria, Nevado y López (2008), estos reúnen las siguientes características: poseen capacidad para generar ingresos o beneficios futuros, su explotación tiene una duración superior a un ejercicio económico, son de naturaleza inmaterial, tienen la posibilidad de ser evaluados y gestionados de forma separada e independiente, permiten la acreditación de la propiedad por parte de una empresa¹ y tienen la posibilidad de transmisión mercantil.

Los activos intangibles, por su carácter inmaterial, requieren mecanismos de protección que les permitan a sus propietarios recuperar la inversión realizada para su obtención. Dichos mecanismos legales pueden ser cubiertos por la Propiedad Intelectual.

1.2 Propiedad Intelectual (P.I.)

- a. **P.I. y la Propiedad industrial.** - Según la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, 2016), por P.I. se entiende, en términos generales, a toda creación del intelecto humano, asimismo, los derechos de P.I. protegen los intereses de los innovadores y los creadores al ofrecerles prerrogativas en relación con sus creaciones. Por otro parte, una de sus ramas es la propiedad industrial, que se aplica a todos los sectores industriales y productivos, por ejemplo, las patentes son un tipo de propiedad industrial muy recurrente para la protección de nuevas tecnologías, ya que sirven para el registro de invenciones.

- b. **Patentes.** - Bazán y Ferro (2012) definen a una patente como el título otorgado por el Estado, que confiere a su titular el derecho de excluir a terceros de la explotación de una invención, siempre y cuando esta cumpla con los requisitos legales establecidos, por un tiempo y en un territorio determinado. Cabe señalar, que la OMPI (2011) explica que una invención, siendo un producto o un proceso, constituye una nueva manera de hacer algo, o propone una nueva solución técnica a un problema.

¹ O empresas e instituciones académicas, como en el presente caso de estudio.

- c. **Patentes de invención y modelos de utilidad.** - Según la Decisión Andina 486 del Régimen Común sobre Propiedad Industrial (marco regulatorio de la Comunidad Andina), las patentes de invención serán otorgadas para las invenciones, sean de producto o de procedimiento, en todos los campos de la tecnología, siempre que sean nuevas, tengan nivel inventivo y sean susceptibles de aplicación industrial. En cambio, los modelos de utilidad, según la misma norma, se refieren a toda nueva forma, configuración o disposición de elementos, de algún artefacto, herramienta, instrumento, mecanismo u otro objeto o de alguna parte del mismo, que permita un mejor o diferente funcionamiento, utilización o fabricación del objeto que le incorpore o que le proporcione alguna utilidad, ventaja o efecto técnico que antes no tenía. También es importante señalar que el tiempo de protección de una patente de invención es de 20 años iniciados desde la presentación de la misma ante la oficina nacional encargada de su tramitación; sin embargo, los modelos de utilidad tienen un tiempo de vigencia de solo 10 años; ambos son improrrogables.

1.3 Ingeniería biomédica

La ingeniería biomédica está centrada en el ser humano y en el cuidado de su salud, asimismo, esta es la rama de la ingeniería que implementa los principios de las tecnologías al campo de la medicina y se dedica fundamentalmente al diseño y construcción de equipos médicos, prótesis, dispositivos médicos, dispositivos de diagnóstico y de terapia. También interviene en la gestión o administración de los recursos técnicos ligados a un sistema de hospitales y combina la experiencia de la ingeniería con necesidades médicas para obtener beneficios en el cuidado de la salud (Gismondi, 2010).

1.4 Métodos de valoración de activos intangibles

En una publicación del Comité de Desarrollo y Propiedad Intelectual (CDIP, 2016) de la OMPI se divulgaron los métodos de valoración de bienes intangibles para las instituciones de investigación (estos también se aplican a las patentes). Las figuras 1 y 2 muestran un resumen gráfico de estos métodos.

- a. **Métodos primarios sobre valoración de bienes intangibles.** - Según la CDIP (2016), estos se pueden clasificar en tres grupos: con enfoque en función del mercado, con enfoque en función de los costos y con enfoque en función de los

ingresos. El enfoque en función del mercado se centra en determinar lo que otros han pagado por un bien intangible similar (una patente de invención, por poner un ejemplo), es decir, este enfoque examina las transacciones basadas en el mercado para el bien, tomando ciertas consideraciones o bienes similares; este método funciona adecuadamente cuando la información del mercado se encuentra disponible, por el contrario, este enfoque no es recomendable cuando dicha información no es accesible o no es análoga al caso del bien analizado. El enfoque en función de los costos consiste en determinar cuánto es el costo de reproducción de la patente (bien intangible) o su alternativa cercana, tiene como ventaja que es relativamente fácil de calcular, y, como desventaja que tiene poca relación con el valor del mercado y en algunos casos pasa por alto “el valor de ser el primero” como bien introducido en el mercado. El enfoque en función de los ingresos examina el ingreso futuro generado por el bien, producido y estimado por el cálculo del valor presente de este beneficio económico futuro; este método puede incluir otros sub-métodos como los siguientes: desgravación de regalías, excesos de ganancias y distribución de beneficios.

- b. **Otros métodos de valoración de bienes intangibles.** - Según la CDIP (2016), existen dos métodos de valoración de bienes intangibles adicionales a considerar y son los siguientes: el enfoque de valoración de Monte Carlo, que consiste en un método de valoración refinado del enfoque en función de los ingresos y que utiliza diversas variables, como variables de precio y costo, para calcular el valor presente del proyecto de un conjunto de valores presentes netos conseguidos por frecuencia de ocurrencia; y, el enfoque de valoración con opciones reales, que tiene como una de sus variantes a la metodología Black-Scholes.

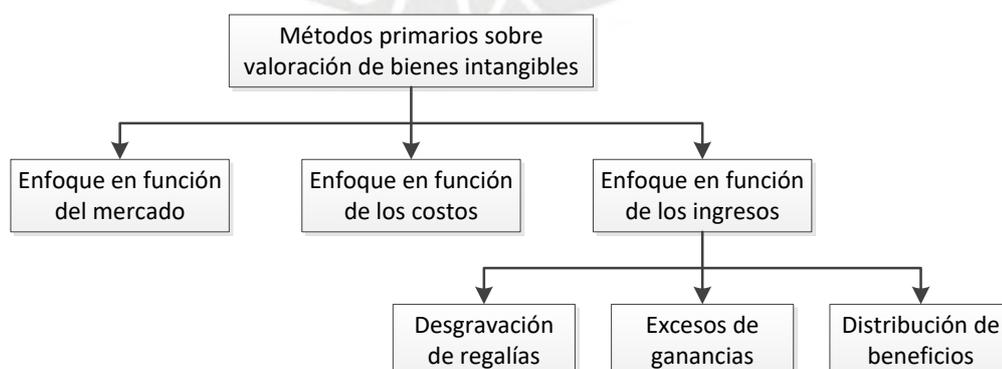


Figura 1. Clasificación de métodos de valoración de patentes primarios

Fuente: CDIP (2016)

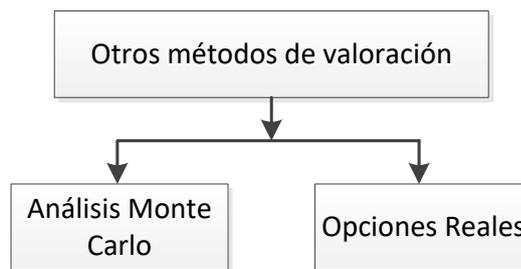


Figura 2. Otros métodos de valoración de patentes

Fuente: CDIP (2016)

1.5 Métodos de valoración de patentes

Muchos autores han propuesto métodos para valorizar las patentes. En efecto, hace más de diez años Lerner (1994) presentó un estudio en el que había analizado el impacto del alcance de protección de una patente (medido a partir del número de cuatro dígitos de la Clasificación Internacional de Patentes CIP, en la cual las patentes se encuentran clasificadas) en las citas de sus patentes cercanas; asimismo, encontró que, al incrementar dicho alcance, se incrementaba el valor de la patente. A esto, otros autores lo denominaron el método de valoración sobre el número de citas de patentes a futuro (en inglés: *forward patent citations*) que se refiere al número de citas que una patente recibe de sus patentes más cercanas (Sapsalis y van Pottelsberghe de la Potterie, 2005).

Un poco más actual es la propuesta de Reitzig (2003), que consiste en la valoración de las patentes a partir de la evaluación por expertos con una escala de valor; asimismo, para llevar a cabo sus pruebas formó equipos de evaluadores con expertos técnicos y representantes de mercadeo. El mismo autor propuso también un método de valoración que consiste en medir la petición para un proceso de examen acelerado (etapa previa al otorgamiento de una patente) de la solicitud de patente a evaluar (Reitzig, 2004).

Retomando los estudios de Sapsalis y otros autores, también plantearon indicadores para este propósito, los cuales se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Indicadores para valoración de patentes

| Indicador | Descripción | Forma de medición |
|--|---|---|
| Conocimientos científicos | Antecedentes científicos de la patente analizada | Número y origen de citas no patentes |
| Conocimientos tecnológicos | Antecedentes tecnológicos de la patente analizada | Número y origen de las referencias a patentes previas |
| Cooperación | Disposición a colaborar en la patente analizada | Número y tipo de cotitulares |
| Estrategia de protección de la patente | Alcance de la protección de la patente analizada | Número de países en los cuales se ha solicitado |

Readaptado de Sapsalis et al. (2005) y Sapsalis et al. (2006)

Sin embargo, como bien menciona Hsieh (2013), estos indicadores y sus variantes requieren de mucha información detallada que comúnmente es inaccesible para un estudio de prospectiva estratégica. Finalmente, este autor menciona tres puntos importantes a tener en cuenta con el análisis del valor de las patentes a partir de estos indicadores: primero, no es fácil deducir el indicador completo o la información del mercado para nuevas tecnologías; segundo, existe un tiempo de retraso desde la presentación de la solicitud de una patente y su comercialización, limitando aún más la información disponible; y, sin una clara definición de las posibles aplicaciones y las implicaciones comerciales, resulta difícil identificar el mercado potencial, los clientes y recibir retroalimentación de los mismo, por lo tanto, se vuelve poco práctico o incluso imposible de acceder al valor de la patente.

1.6 Valoración con opciones reales

Según Mascareñas (2015) “Una *opción* ofrece a su propietario el derecho, pero no la obligación, a realizar una operación determinada durante un período de tiempo prefijado.” (p. 2) El autor también explica que a la opción que da derecho a comprar un activo prefijado y durante un tiempo determinado, se le denomina *opción de compra* (*call option*, en inglés); mientras que a la opción que da derecho a vender un activo a un precio prefijado y durante un tiempo determinado, se la denomina *opción de venta* (*put option*, en inglés). Otro concepto por destacar de Mascareñas (2015) es el de opciones financieras: “Se denominan opciones financieras a aquéllas cuyo activo subyacente es un activo financiero como, por ejemplo, una acción, un índice bursátil, una obligación, una divisa, etcétera.” (p. 3) Entiéndase como activo subyacente al activo prefijado.

También hay autores que explican lo siguiente:

En el entorno financiero definimos opción como el derecho, pero no la obligación, a comprar o vender un activo S a un precio pactado K durante un período de tiempo específico t .

Definimos como precio de ejercicio K al precio al que podemos ejercer nuestro derecho. El precio subyacente S , es el precio del activo en el momento de ejercer nuestra opción. Y como prima de la opción el coste que pagamos por adquirir nuestro derecho de compra o venta.

Dependiendo cuando se pueda ejercer la opción hablaremos de opciones europeas, que sólo se pueden ejercer en un único momento a su vencimiento, es decir, cuando se cumple el período de tiempo pactado. O bien opciones americanas que se pueden ejercer en cualquier momento desde el momento de la firma hasta el vencimiento.

(Lamothe Fernández & Méndez Suárez, 2013, p. 14)

De este modo, haciendo una comparación con lo propuesto en el presente trabajo, se podría interpretar a “ K ” como el precio establecido inicialmente para la venta del paquete tecnológico; al precio subyacente “ S ”, como el precio finalmente valorado y ejercido en el momento de la venta del paquete tecnológico; y, “ t ” como el tiempo en el cual se consigue transferir dicho paquete tecnológico.

Mascareñas (1999) describe los tipos de opciones reales reunidas en tres grupos: i) la opción de diferir una inversión, que proporciona al propietario de un proyecto de inversión el derecho de posponer su realización durante un plazo de tiempo determinado; ii) la opción de ampliación o crecimiento de una inversión, que, en términos generales, proporciona al propietario de un proyecto de inversión el derecho de adquirir una parte adicional del mismo a cambio de un coste adicional y de esta manera el proyecto resultante tendrá un tamaño mayor al inicial; y, iii) La opción de abandono, que proporciona al propietario de un proyecto de inversión el derecho de vender, liquidar, cerrar (abandonar, en suma) un proyecto determinado a cambio de un precio.

La teoría sobre opciones reales tiene sus inicios en la década del 70, de acuerdo con Schulmerich (2010), en 1977, Stewart C. Myers introdujo las opciones reales como una nueva área de investigación financiera con la publicación de un famoso artículo (con nombre “*Determinants of corporate borrowing*”) sobre este tema, Myers también acuñó el término *opción real* y, como resultado, se refieren a él como *el padre de la*

teoría de las opciones reales. Asimismo, un avance importante en esos mismos años fue alcanzado por Myron C. Scholes y Fisher Black con la famosa fórmula Black-Scholes para opciones europeas. Sin embargo, continua Schulmerich (2010), no fue antes de 1996 que el primer intento exitoso de hacer la teoría de las opciones reales accesible a los profesionales financieros se hizo, cuando Lenos Trigeorgis publicó su famoso libro *Opciones reales*. Trigeorgis presentó la teoría y la práctica de opciones reales, explicó varios métodos de valoración y presentó varios estudios de casos donde el enfoque de opciones reales crea valor.

Amram y Kulatilaka (1999), citados por Schulmerich (2010, p. 24) desarrollaron una lista de criterios que muestran bajo qué circunstancias el enfoque de opciones reales es fructífero: Se necesita un análisis de opciones reales en las siguientes situaciones: (1) Cuando exista una decisión de inversión contingente, ningún otro enfoque puede valorar correctamente este tipo de oportunidades. (2) Cuando la incertidumbre es lo suficientemente grande como para que sea razonable esperar más información, evitando arrepentimiento por inversiones irreversibles. (3) Cuando el valor parece captarse en las posibilidades de futuras opciones de crecimiento en lugar del flujo de caja actual. (4) Cuando la incertidumbre es lo suficientemente grande como para considerar la flexibilidad, sólo el enfoque de opciones reales puede valorar correctamente las inversiones en flexibilidad. (5) Cuando habrá actualizaciones de proyectos y correcciones de estrategias a mitad de curso.

Por otro lado, como Ernst (2010) asevera, en ambientes altamente dinámicos es bastante usual e importante para las empresas cambiar sus estrategias o retrasar o salir de sus inversiones. De hecho (continúa con su explicación), una empresa con una patente posee una opción sobre cierta tecnología o producto, la cual es comparable a una opción financiera que le otorga a la empresa un derecho, mas no una obligación para hacer algo en el futuro; asimismo, este tipo de opciones reales se encuentran sujetas a la incertidumbre, lo que significa que el valor de las opciones cambian con el transcurso del tiempo y con la nueva información de inversión que sigue llegando sobre el proyecto. En su estudio, el autor además plantea que el valor de una patente se puede deducir de la resta del valor del proyecto con patente y del proyecto sin patente.

1.7 Paquete tecnológico

El Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial (CEGESTI, 2005) lo define como la expresión documentada de las tecnologías que se transfieren o

comercializan. Asimismo, se compone de conocimientos integrados, documentados y agrupados de acuerdo con el tipo de tecnología; entre otros: libros de ingeniería básica y de detalle, diseño de instalaciones, memorias de cálculo, hojas de procesos, manuales, guías, planos, especificaciones, dibujos, diagramas de flujo, listas de verificación, fórmulas y composiciones, instructivos de puesta en marcha y operación, fichas técnicas, bitácoras de investigación y desarrollo, resultados de pruebas piloto, listas de partes y componentes, estudios técnicos y económicos, normas, patentes, directorio de proveedores, etc.

1.8 Transferencia tecnológica

Como lo indica Arenas (2012), existen diferentes definiciones sobre transferencia tecnológica, por ejemplo, Hodgkins (1989), nos enseña que la transferencia tecnológica es el proceso mediante el cual, la investigación y otras nuevas tecnologías se transfieren a procesos, productos y programas. Dicho de otro modo, la transferencia tecnológica es el proceso mediante el cual una mejor manera de hacer algo se pone en uso lo más rápido posible.

Otros autores, como Abramson et al. (1997), definen a la transferencia tecnológica como el movimiento de conocimientos tecnológicos y conocimientos tecnológico-organizacionales relacionados entre socios (individuos, instituciones y empresas) con el fin de mejorar los conocimientos y la experiencia de al menos un socio y fortalecer la posición competitiva de cada socio.

1.9 Innovación

Según la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos y la Oficina Europea de Estadística (OECD y Eurostat, 2006), una innovación es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores.

1.10 Etapas de desarrollo de I+D de un proyecto farmacéutico

Sereno (2010) menciona en su estudio las etapas que debe pasar un nuevo medicamento en Estados Unidos para su salida al mercado, este esquema se ha realizado con base en las regulaciones de la FDA (*Food and Drug Administration*) de ese país. Dichas etapas también son aplicables a nuevos productos biotecnológicos,

por lo que se ha tomado de referencia para el presente trabajo. Las etapas señaladas por el autor son las siguientes:

- Descubrimiento
- Ensayos Preclínicos
- Ensayos Clínicos (con tres fases intermedias)
- Revisión Regulatoria
- Lanzamiento al mercado

De acuerdo con Sereno (2010), las patentes funcionan de manera diferente en diferentes industrias. Por ejemplo, en las industrias farmacéutica, química y de biotecnología, la patente normalmente cubre al producto y protege la amplia inversión en investigación y ensayos clínicos requeridos antes de su colocación en el mercado.

1.11 Actores para el desarrollo de I+D de proyectos de investigación

El realizar proyectos de investigación en bioingeniería en el Perú demanda una considerable inversión de parte de las instituciones que se atreven a llevarla a cabo, por esta razón, como bien indica Montoya (2015), se han creado fondos concursables promovidos por el Estado Peruano para fomentar dichos proyectos, a la vez que disminuyen el riesgo financiero que generan en su ejecución.

Por consiguiente, el Estado es el primer actor identificable para el nacimiento de nuevos proyectos de carácter tecnológico, los otros actores son la Institución Académica (en adelante IA) y la Empresa; sin embargo, no siempre funcionan vinculados, ya que se dan casos en los cuales solo la IA presenta líneas de investigación propias, otros en los que la Empresa maneja sus propios fondos u otros, como los proyectos financiados por el FINCyT, en los que los fondos son enteramente manejados por la IA. En efecto, el caso de estudio se ha realizado bajo estas condiciones.

1.12 Condiciones para la transferencia tecnológica

Si bien el proceso de transferencia tecnológica consiste en traspasar un conocimiento obtenido por el esfuerzo dedicado en I+D, bien se podría pensar que las condiciones para su recolocación en las manos del cliente requieren de especial cuidado, por esta razón, se han implementado medidas para garantizar que este proceso sea lo más seguro para ambas partes.

Sobre este proceso de negociación, Guevara (2014) explica que el interés principal del titular de la tecnología es recuperar la inversión realizada en su desarrollo y obtener un margen adecuado de ganancias por su explotación; sin embargo, el cliente o contraparte busca adquirir beneficios que le permitan recuperar la inversión durante la comercialización de la tecnología (ver tabla 2).

Tabla 2. Relación de intereses entre titular y cliente de la tecnología

| Titular de la tecnología | Cliente o quien adquiere la tecnología |
|---|--|
| Busca recuperar su inversión en el desarrollo de la tecnología, incluidos los costos para su perfeccionamiento, protección y comercialización | Busca que la adquisición de la tecnología le permita obtener beneficios o financiamiento externo (garantías) |
| Busca un reconocimiento integral de sus costos | Busca un reconocimiento de su potencial inversión en comercializar la tecnología |
| No revela el costo real del desarrollo de la tecnología | No tiene forma de verificar el costo real de la tecnología |

Readaptado de Guevara (2014)

Parte de las medidas que recomienda la autora es establecer un compromiso de confidencialidad entre las partes para resguardar la información sensible que se pueda compartir, también es necesario acuerdos de viabilidad que traten sobre las condiciones económicas bajo las cuales se regirán ambas partes. Finalmente se deben establecer licencias que respondan a un mejor aprovechamiento económico del conocimiento intangible, los cuales, por ejemplo, pueden ser exclusivos o no exclusivos, entre otras recomendaciones.

CAPÍTULO 2: JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) es aceptado como provechoso para las naciones del mundo. En ese sentido, el Estado Peruano, en los últimos años, ha incrementado sus esfuerzos por ampliar sus políticas y programas de fomento de la CTI, debido a que se está comprendiendo, cada vez más, que aquellos generan beneficios a mediano y largo plazo relevantes para nuestra sociedad. Es así como en el presente año se publicó la Política Nacional Para el Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica – CTI, en la cual se explica, entre otras cosas, que la CTI impulsa la competitividad de los países y es un medio para alcanzar un crecimiento económico sostenible.

Entre los programas nacionales promovidos por el Estado Peruano a través del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), se encuentran los siguientes: PROGRAMA ESPECIAL DE TRANSFERENCIA Y EXTENSIÓN TECNOLÓGICA, el PROGRAMA NACIONAL TRANSVERSAL DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN 2016 – 2021 y el PROGRAMA NACIONAL TRANSVERSAL DE BIOTECNOLOGÍA 2016 – 2021. Los cuales instan a las instituciones de investigación nacionales, en general, a esforzarse en ejecutar no solo proyectos de investigación con solicitudes de patentes y/o patentes en trámite, sino también en conseguir el desarrollo de productos comercializables.

Tomando un caso y poniéndolo como ejemplo, la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) es la institución académica con más solicitudes de patente en el Perú (Villarán, 2015), gran parte de estas se encuentran clasificadas en distintas disciplinas de la ingeniería biomédica, lo cual es reflejo del avance del desarrollo tecnológico en estas áreas del conocimiento. Asimismo, existe la necesidad de transferir estas tecnologías para que se beneficie a la PUCP y a nuestra sociedad, este interés es cada vez más alto y lo comparten otras instituciones académicas de nuestro país.

Por consiguiente, la presente tesis propone un método de valoración de paquetes tecnológicos para los proyectos de investigación que se enmarcan en las disciplinas de la ingeniería biomédica, asimismo, se menciona un ejemplo como un caso aplicado y referido a una “Incubadora con Respirador Artificial”.

2.1 Objetivos de la tesis

a. **Objetivo general**

Realizar y aplicar un método de valoración, basado en opciones reales, para paquetes tecnológicos surgidos de proyectos de investigación en ingeniería biomédica.

b. **Objetivos específicos**

- i) Establecer los elementos principales que caracterizan al método.
- ii) Establecer los costos asumidos por las fuentes de financiamiento de los paquetes tecnológicos.
- iii) Aplicar el método de valoración basado en opciones reales a un caso particular.
- iv) Proponer el valor que tendría el paquete tecnológico del caso analizado.



CAPÍTULO 3: DESARROLLO DEL MODELO DE VALORACIÓN

El modelo propuesto se ha planteado, diferenciando las diversas etapas que atraviesa el desarrollo del paquete tecnológico, que se obtiene como resultado de los proyectos de investigación en ingeniería biomédica. Esto no es algo completamente nuevo ya que Sereno (2010), Arenas (2012) y Montoya (2015), han descrito alguna de las etapas que se presentan a continuación:

- Financiamiento
- Desarrollo
- Protección
- Certificación
- Empaquetamiento
- Transferencia

Dichas etapas han sido representadas en la figura 3, en la cual se establecen de forma semi-lineal, el orden en el que intervienen en el proceso de transferencia.



Figura 3. Etapas que presenta el modelo de valoración de la tecnología
Elaboración propia

3.1 El financiamiento

Es la etapa que precede el inicio del proyecto de investigación y la realizan las entidades, organismos o instituciones que se encuentran interesadas en el desarrollo tecnológico, por ejemplo: una institución académica, una empresa, organismos externos cooperantes y el Estado.

En el presente caso de estudio, los actores involucrados son: El Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad – PNICP (Estado) y la Pontificia Universidad Católica del Perú (institución académica). No se ha incorporado el aporte y/o cooperación de otra organización y/o entidad nacional o extranjera.

El contrato de cooperación entre estas instituciones se ha establecido a partir de la firma de un Convenio de Adjudicación de recursos no reembolsables N° 130-PNICP-PIAP-2015, en el mismo se han expresado los objetivos del proyecto, las fechas de inicio y cierre del proyecto, los montos de financiamiento, los entregables e hitos comprometidos, entre otros aportes y recomendaciones. En las tablas 3 a 5 se presenta información específica del proyecto.

Tabla 3. Objetivos del proyecto Incubadora con Respirador Artificial

| General | Específicos |
|--|---|
| Desarrollar una incubadora neonatal con respirador artificial para transporte de neonatos. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar un concepto patentable de incubadora con respirador artificial para transporte neonatal. 2. Desarrollar un prototipo de incubadora con respirador artificial para transporte de neonatos. 3. Realizar ensayos preclínicos del prototipo de incubadora con respirador artificial para transporte de neonatos. 4. Gestión y cierre del proyecto |

Readaptado del acta de inicio de proyecto ID-257

Tabla 4. Información general del proyecto Incubadora con Respirador Artificial

| Información general del proyecto | |
|---|---------------------|
| Fecha de Inicio | Fecha de Fin |
| 17 /07/2015 | 17/07/2017 |
| Duración del proyecto (en meses) | |
| 24 | |

Readaptado del acta de inicio de proyecto ID-257

Tabla 5. Aportes monetarios y no monetarios de las instituciones financieras

| Entidad | Aporte (S/) | | | % |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| | No monetario | Monetario | Total | |
| PUCP | 205,879.21 | 0.00 | 205,879.21 | 35.03 |
| RNR - PNICP | 0.00 | 381,847.25 | 381,847.25 | 64.97 |
| TOTAL | 205,879.21 | 381,847.25 | 587,726.46 | 100.00 |

Readaptado del acta de inicio de proyecto ID-257

3.2 El desarrollo

Esta etapa presenta cuatro hitos: en primer lugar, concebir un concepto protegible, es decir, una invención, que permita explicar o dar luces sobre el funcionamiento que tendría el equipo al ser completado en la fase final del proyecto; en segundo lugar, realizar la prueba conceptual de la tecnología, que consiste en construir y ensayar el funcionamiento de uno o varios prototipos de la invención; en tercer lugar, construir los prototipos que engloben los mejores atributos y además posean un rendimiento adecuado para las pruebas pre-clínicas, asimismo, rescata el aprendizaje y las lecciones percibidas de la etapa anterior; y, finalmente, preparar la documentación referida a manuales de operación, manuales técnicos de mantenimiento y reparación.

Esta etapa empezará a gestarse desde que las partes (actores) acuerden las condiciones en las cuales van a intervenir. La etapa de desarrollo puede durar de uno a tres años y presenta como condición el tener un encargado o director del proyecto para que se cumplan los requerimientos técnicos prometidos del proyecto. En el desarrollo pueden intervenir una empresa y una institución académica si se requiere apoyo técnico, esto también se presupuesta al inicio del proyecto.

Para la implementación del proyecto estudiado se organizaron actividades que fueron ejecutadas por el Grupo de Investigación y Desarrollo de Equipos Médicos y Sistemas (GIDEMS), equipo multidisciplinario de la PUCP, dichas actividades se agruparon en cuatro componentes indicados en la tabla 6.

Tabla 6. Actividades del proyecto Incubadora con Respirador Artificial

| ACTIVIDADES | Inicio y fin |
|--|-------------------|
| Componente 1: Desarrollar un concepto patentable de incubadora con respirador artificial para transporte neonatal. | 07/2015 – 01/2016 |
| Componente 2: Desarrollar un prototipo de incubadora con respirador artificial para transporte de neonatos. | 07/2015 – 12/2016 |
| Componente 3: Realizar ensayos preclínicos del prototipo de incubadora con respirador artificial para transporte de neonatos. | 12/2016 – 04/2017 |
| Componente 4: Gestión y Cierre del Proyecto | 08/2015 – 07/2017 |

Readaptado del acta de inicio de proyecto ID-257

Como se señaló anteriormente, existen hitos que realizan los proyectos en esta etapa de desarrollo, estos se encuentran relacionados con los componentes del proyecto estudiado del siguiente modo:

- Componente 1.- Se logró presentar una solicitud de patente de modelo de utilidad en Perú con título: “Incubadora convertible con cúpula de baja pérdida de calor”².
- Componente 2.- Se desarrollaron más de dos prototipos que se sometieron a pruebas de funcionamiento.
- Componente 3.- Se construyó un prototipo final para pruebas preclínicas, las cuales han sido programadas para realizarse a finales de año en cooperación con una institución nacional de salud.
- Componente 4.- Se cerró el proyecto con la entrega de informes, manuales y documentación asociada a la ejecución del mismo.

Para el desarrollo también se tiene que considerar un cronograma de desembolsos en el cual se establecen las fechas en las cuales se ingresan fondos al proyecto, pero siempre asociados al cumplimiento de los hitos según cada componente. La relación y detalle de los aportes del proyecto estudiado se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Relación de aportes al proyecto según fecha y montos

| Hito | Fecha | PUCP (S/) No monetario | PNICP (S/) | Total (S/) |
|--------------|------------|---------------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 17/07/2015 | 82,351.68 | 152,738.90 | 235,090.58 |
| 2 | 17/01/2016 | 61,763.76 | 114,554.17 | 176,317.94 |
| 3 | 17/08/2016 | 55,587.39 | 103,098.76 | 158,686.14 |
| 4 | 17/07/2017 | 6,176.38 | 11,455.42 | 17,631.79 |
| Total | | 205,879.21 | 381,847.25 | 587,726.46 |

Readaptado del acta de inicio de proyecto ID-257

Durante el desarrollo también se inicia el proceso de protección de las tecnologías obtenidas. Esto se lleva a cabo con la presentación de la solicitud o solicitudes de patente de las invenciones que han surgido del proyecto estudiado. Esto se explica con mayor detalle en el siguiente capítulo.

² Solicitud con número de expediente 1469-2016/DIN.

3.3 La protección

El proceso de protección se realiza en el sistema de patentes, este es un proceso necesario ya que las invenciones obtenidas en proyectos de bioingeniería podrían ser “fáciles de copiar y reproducir”. Dos posibles formas de protección existen para las invenciones: patentes de invención y modelos de utilidad.

Una buena estrategia de protección es establecer un hito del proyecto que exija un registro de invención, en el caso estudiado, por ejemplo, el Componente 1 es el que indica que se debe presentar una solicitud de patente (no se especifica si es patente de invención o modelo de utilidad), lo cual es una decisión acertada del formulador de este proyecto, ya que tampoco está establecido en las normas del fondo de financiamiento del PNICP, órgano financiador de estos proyectos.

Sin embargo, este proceso es recurrente en otros proyectos de investigación financiados por este órgano del Estado y conlleva las siguientes etapas generales.

- Presentación de la solicitud de patente
- Publicación de la solicitud de patente
- Respuesta a informe aclaratorio
- Otorgamiento de la patente
- Pagos de anualidades (solo para patentes de invención)

Cabe señalar que previo al ingreso de la solicitud se recomienda una búsqueda de antecedentes con análisis de patentabilidad para que se reduzca el riesgo de que la invención no cumpla con los requisitos de patentabilidad exigidos.

Por lo tanto, se ha establecido un listado de pagos que normalmente se realizan en este proceso y que son detallados por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI, 2017):

Tabla 8. Pagos de tramitación de solicitudes de patente en el Perú

| Aranceles Vigentes | Patentes de invención (S/) | Modelos de utilidad (S/) |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Presentación de solicitud | 720.00 | 324.00 |
| Examen de fondo | 549.13 | 279.55 |
| Reivindicación adicional a 10 | 23.43 | 39.05 |
| Reivindicación de prioridad | 134.49 | 111.83 |

Readaptado de INDECOPI (2017)

Tabla 9. Pagos por anualidades de solicitudes de patentes de invención en el Perú

| Anualidades | Dentro del año (S/) | Dentro del período de gracia (S/) |
|-----------------------------------|--------------------------------|--|
| Hasta el otorgamiento | 140.00 | 172.00 |
| Por examen de fondo | 274.93 | 306.91 |
| Por reivindicación adicional a 10 | 405.99 | 435.65 |

Readaptado de INDECOPI (2017)

Dicho proceso presenta dos momentos importantes: la etapa de solicitud y la etapa de otorgamiento, la primera puede durar entre 4 y 5 años desde el ingreso de la solicitud; luego, el otorgamiento dura de 4 o 5 a 20 años (dependiendo de cuando fue otorgado).

3.4 La certificación

En cuanto a la certificación, incluye la realización de ensayos preclínicos y ensayos clínicos con la tecnología desarrollada. Para el caso de estudio, se han realizado ensayos preclínicos con la colaboración de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, que cuenta con laboratorios y personal especializado.

Como se indica también en el “Reglamento de ensayos clínicos” (2017), aprobado por el Decreto Supremo N°021-2017-SA, los ensayos clínicos presentan cuatro fases de implementación que, en términos generales, consisten en lo siguiente:

- Fase I.- Primeros ensayos en seres humanos de un producto de investigación, proporciona información preliminar del efecto y seguridad del producto.
- Fase II.- Proporciona información preliminar sobre la eficacia del producto, permite establecer la relación dosis-respuesta del mismo, conocer las variables empleadas para medir eficacia y ampliar los datos de seguridad obtenidos en la fase I.
- Fase III.- Ensayos destinados a evaluar la eficacia y seguridad del tratamiento experimental, intentando reproducir las condiciones de uso habituales y considerando las alternativas terapéuticas disponibles en la indicación estudiada.
- Fase IV.- Ensayos que se registran una vez que el producto en investigación tiene registro sanitario para su comercialización y según las condiciones establecidas por este.

Otra fase de la certificación consiste en la obtención de la patente o grupo de patentes que se solicitan en la etapa de desarrollo, para lo cual se reciben los informes aclaratorios correspondientes del INDECOPI, en el que se lleva a cabo la defensa de la patente, es usual que en estos casos se registre la materia protegible, disminuyendo la cantidad de reivindicaciones aceptadas, por poner un ejemplo, los casos revisados en la PUCP por lo general brindan un 85% de la materia presentada en la solicitud original.

También se presenta una etapa adicional de certificación al final de las pruebas clínicas, que muestra los resultados de las pruebas con el equipo y los pacientes.

3.5 El empaquetamiento

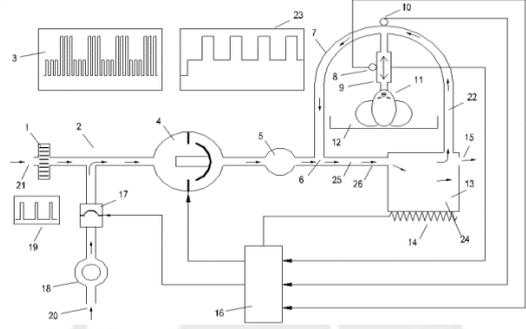
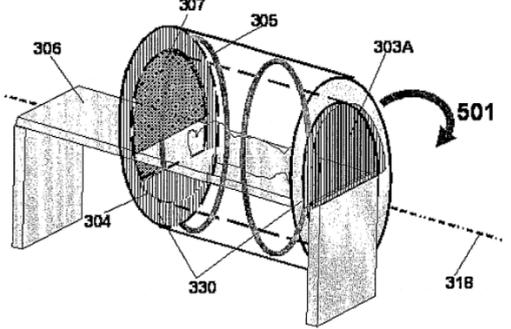
Esta etapa se inicia con la finalización de las pruebas clínicas y la readaptación de nuevos documentos técnicos y de operación del equipo desarrollado. En algunos casos también se incluyen asesorías de los docentes investigadores y prototipos elaborados durante el proyecto. El empaquetamiento también incluye los resultados de las pruebas preclínicas y clínicas.

3.6 La transferencia

La etapa de transferencia se lleva a cabo con los documentos establecidos en la etapa de protección y certificación, por lo tanto, se toman en cuenta los siguientes elementos: solicitudes de patente, resultados de pruebas preclínicas y clínicas, etc. En la transferencia de la tecnología finalmente se consiguen establecer una o varias licencias para que el cliente pueda reproducir o comercializar la tecnología.

Por lo tanto, los aspectos técnicos protegidos de P1 no son suficientes para brindar una solución integral como implementación del equipo médico planteado en el proyecto. Es así como GIDEMS decidió implementar un equipo médico que incluya otros atributos técnicos complementarios a P1, que se encuentran presentes en las invenciones denominadas: i) Ventilador pulmonar (en adelante P2); y, ii) Equipo para atención integral de neonatos críticos (en adelante P3). En efecto, para realizar el proyecto se ha previsto incorporar las características técnicas resaltantes de las invenciones P1, P2 y P3. La descripción de las características principales de P2 y P3 se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Descripción de P2 (izquierda) y P3 (derecha)

| | |
|--|---|
|  <ul style="list-style-type: none"> • Título: Ventilador pulmonar • Expediente 1637-2014/DIN • Fecha de presentación: 2014-10-13 • Estado actual de protección: solicitud de patente de invención • Aspectos técnicos relevantes: presenta un ventilador mecánico pulmonar que provee un flujo constante de aire de alta presión durante la inspiración y un flujo constante de aire de baja presión durante la expiración, tanto en modo normal como en alta frecuencia de forma atenuada sin dañar las vías respiratorias |  <ul style="list-style-type: none"> • Título: Equipo para atención integral de neonatos críticos • Expediente 1732-2011/DIN • Fecha de presentación: 2009-09-11 • Estado actual de protección: patente de invención otorgada • Aspectos técnicos relevantes: presenta un habitáculo del bebe (paciente) con sistema de acceso rápido en caso se requiera de atención de emergencia, asimismo, el equipo admite la implementación de un sistema de ventilación propio incorporado en su interior |
|--|---|

Cabe señalar que P2 y P3 también fueron elaboradas por GIDEMS, e influyen en el valor del proyecto, por dos razones: su concepción permitió a su vez el desarrollo de P1; y, juntas permitirían obtener un producto final con características complementarias para la atención de recién nacidos, lo cual sería atractivo para el mercado de las incubadoras para bebés. Finalmente, la situación de P2 y P3 es

diferente en lo que se refiere a sus fases de protección. Es decir, mientras que P2 aún sigue tramitándose como una solicitud de patente de invención, P3 ya se encuentra otorgado a nivel nacional. Esto es relevante para el presente estudio, ya que el análisis de valoración se ha realizado para el mercado de incubadoras en Perú, las solicitudes tomadas en cuenta solo son las solicitudes nacionales de cada tecnología señalada anteriormente.

El modelo de valoración propuesto se lleva a cabo siguiendo los siguientes pasos:

4.1 Establecer la línea base del análisis de valoración

Las etapas descritas en el Capítulo 3, también se pueden explicar en una línea de tiempo, como se muestra en la figura 5, en la cual, se ha establecido una línea superior referida a la protección de la tecnología mediante el sistema de patentes y una línea inferior relacionada con su desarrollo, ensayos preclínicos y clínicos.

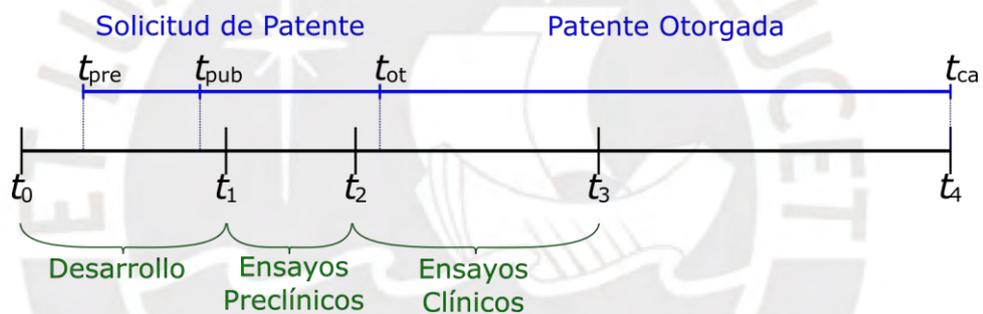


Figura 5. Línea de tiempo de un proyecto de ingeniería biomédica

Elaboración propia

A partir de lo expuesto por Sereno (2010) y otros autores como Shockley, Curtis, Jafari y Tibbs (2002), se han establecido los tiempos relevantes que se deben manejar para valorar un proyecto y son los siguientes.

t_0 : inicio del desarrollo del proyecto.

t_1 : inicio de los ensayos preclínicos y finalización del desarrollo.

t_2 : inicio de los ensayos clínicos y finalización de los ensayos preclínicos.

t_3 : finalización de los ensayos clínicos.

t_4 : finalización de la vigencia de la patente (patente caduca).

Asimismo, los tiempos relacionados a la consecución de la patente, son los siguientes:

t_{pre} : presentación de la solicitud de patente.

t_{pub} : publicación de la solicitud de patente.

t_{ot} : otorgamiento de la patente.

El presente trabajo se ha orientado en realizar la valoración de paquetes tecnológicos obtenidos a partir de proyectos en ingeniería biomédica; sin embargo, dicha valoración se ha planteado desde el inicio del proyecto, lo cual difiere del enfoque divulgado por Sereno (2010) y otros autores como Shockley et al. (2002), ya que el planteamiento ofrecido en estos estudios, se realizan desde los ensayos clínicos y preclínicos, respectivamente.

Las razones para realizar el análisis de valoración desde la etapa de desarrollo del proyecto son las siguientes:

- a. **Escasez de proyectos en etapas preclínicas y clínicas.** - Ninguno de los casos revisados, sobre patentes y proyectos de ingeniería biomédica de la PUCP, han llegado a la etapa de ensayos preclínicos, esto representa una diferencia notable con lo mostrado por Sereno (2010) y Shockley et al. (2002), que basan sus estudios en un caso del área farmacéutica que ya pasó por la fase de desarrollo. Asimismo, no se han encontrado casos, en la PUCP ni en otras instituciones de investigación del Perú, que hayan pasado por dichas etapas para la revisión de dispositivos médicos; no obstante, la mayoría de estas cumplen adecuadamente con la etapa de desarrollo. Por consiguiente, se ha planteado un modelo de valoración que se ajusta a esta realidad nacional y que, además, va más allá del análisis de un enfoque por costos. Por otro lado, el modelo propuesto es flexible y, como se verá en las siguientes páginas, también se aplica a proyectos que ya han pasado las etapas preclínica y clínica.

- b. **Posibilidad de vender la tecnología desde el desarrollo.** - Al valorar los bienes intangibles de un proyecto desde la etapa de desarrollo, se podrán identificar mejor los elementos que formen parte de posibles paquetes tecnológicos, tanto para paquetes tecnológicos previos al

lanzamiento al mercado, como para aquellos que solo se proyectan transferir inmediatamente luego de la etapa de desarrollo. Las razones para adquirir el paquete tecnológico en cualquiera de los momentos antes descritos pueden perseguir distintos fines para el comprador o licenciatarario. Por ejemplo, una empresa podría estar interesada en adquirir una patente de un equipo médico recién desarrollado para asegurar que dicha tecnología no sea competencia en manos de terceros.

c. **Prever situaciones de riesgo que disminuyan el valor del paquete tecnológico.** - Se requiere divulgar factores de riesgo que afectan el valor de los paquetes tecnológicos obtenidos en los proyectos de ingeniería biomédica. Por ejemplo, la figura 6 es una modificación de la figura anterior, en la que se han añadido eventos que bien podrían afectar la tramitación o registro de una solicitud de patente. Entre estos factores se deben considerar los siguientes:

- Oposición a la solicitud de patente. - Las solicitudes de patente se mantienen como documentos confidenciales desde que se presentan en la oficina nacional respectiva, esto tarda de 12 a 18 meses, hasta que se le ordena al solicitante que publique el título y resumen de la invención en el diario oficial, inmediatamente todo el documento de patente es considerado parte del dominio público, al que cualquier persona natural o jurídica tiene acceso. Es en esta etapa, en la cual una solicitud de patente podría recibir una oposición de parte de un tercero (competidor), debido a la falta de los requisitos de patentabilidad legalmente establecidos. Cabe resaltar que la PUCP no ha sufrido ningún caso de oposición de sus solicitudes de patente, por lo que se podría considerar como un riesgo de falla nulo o cercano a 0%. Además, la fecha de ingreso de una solicitud de patente de la PUCP depende de los hitos de cada proyecto de investigación y, por lo general, esto se ha realizado en el último año de desarrollo de un proyecto.
- Pedido de aclaraciones técnicas. - Luego de 3 a 4 años de la presentación de la solicitud de patente, el examinador encargado de la revisión de los requisitos de patentabilidad puede exigir el replanteamiento de los elementos protegibles en la patente al igual que cambios y/o aclaraciones en la memoria descriptiva de la invención. En

el peor de los casos, el examinador denegará el otorgamiento de la patente (cuando no cumple con los requisitos de patentabilidad) y en otros, solo limitará la cantidad de los elementos protegibles, con lo cual, se limitaría el poder de negociación o de venta de la patente al ofrecer menos elementos con los cuales transar con un posible cliente o licenciatario. El porcentaje de casos en los que se ha exigido reducir la cantidad de elementos protegibles en las solicitudes de patente de la PUCP es de 73%; mientras que la cantidad de elementos protegibles finalmente concedidos son de un promedio del 85%.

- Solicitud de nulidad de la patente. - Luego del otorgamiento de la patente, de 4 o 5 años posteriores a su presentación, hasta la fecha de caducidad de la misma, es decir, de 10 a 20 años desde su presentación (modelos de utilidad y patentes de invención respectivamente), cualquier persona natural o jurídica puede exigir que se deniegue la patente por incumplimiento de los requisitos de patentabilidad. En la información de la PUCP se ha verificado que esto no ha sucedido, por lo que se podría considerar como un riesgo de falla nulo o de 0%.

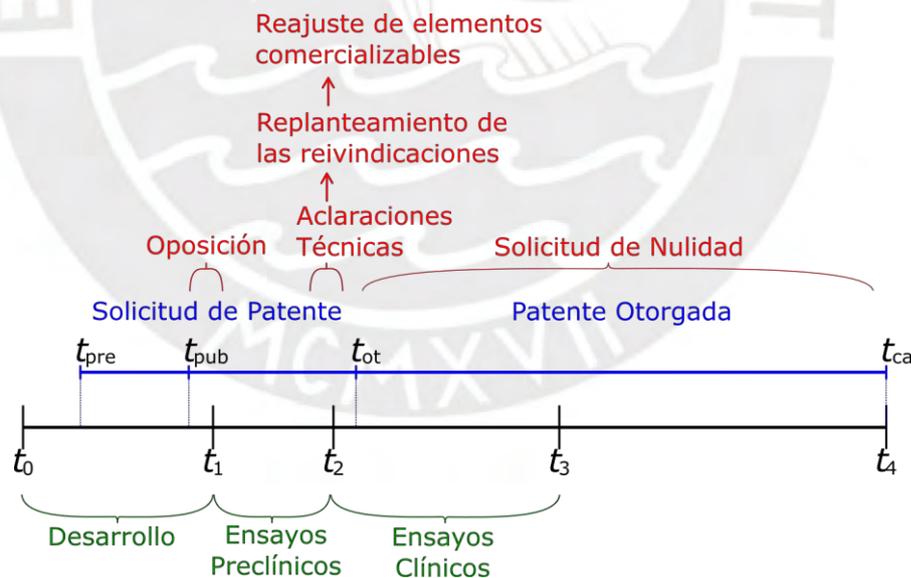


Figura 6. Línea de tiempo con eventos que afectarían a una solicitud de patente
Elaboración propia

4.2 Análisis del valor del paquete tecnológico obtenido en la etapa de desarrollo, utilizando el enfoque en función de los costos

El análisis en función de los costos es un paso inicial y referencial del análisis de valoración con opciones reales, asimismo, tomando en cuenta lo realizado por Sereno (2010), exige la construcción de un modelo con flujos de caja, que permite generar un valor inicial o valor presente a ser comparado con el valor del proyecto propuesto.

En dicho análisis no solo se deben considerar los gastos monetarios y no monetarios asumidos para el proyecto, sino también, el costo generado por la tramitación y concesión de la patente desarrollada, el costo de otras unidades tecnológicas o patentes asociadas a la tecnología, las variables establecidas para una adecuada medición del valor, las variables asumidas y las condiciones iniciales para el cálculo. La línea de tiempo de la figura 7 ejemplifica mejor los hitos principales de la invención desarrollada P1 y de las invenciones anteriores P2 y P3 del proyecto.

- a. **El valor de las invenciones anteriores.** – Cuando se realiza el análisis tecnológico de un producto, se puede asumir que su desarrollo ha podido ser concluido solo por la tecnología más actual implementada sobre el mismo; sin embargo, muchas veces es el resultado de productos previos desarrollados en la misma línea de investigación. En el presente estudio, por ejemplo, se han detectado dos invenciones previas P2 y P3, las cuales influyen en el valor del proyecto estudiado, por dos razones: su desarrollo permitió a su vez el desarrollo de la Incubadora con Respirador Artificial; y, juntas permitirían obtener un producto final con características integrales para la atención de recién nacidos, lo cual sería atractivo para el mercado de las incubadoras para bebés. Por otro lado, como se ha explicado anteriormente; P1, P2 y P3 se encuentran en distintos estados de protección, ya que P1 cuenta con una solicitud de modelo de utilidad en trámite, P2 tiene una solicitud de patente de invención también en trámite y P3 figura como una patente de invención otorgada. Esto quiere decir que P1 ya cuenta con elementos protegidos que nadie más puede explotar comercialmente sin permiso, eso es un 100% de protección de aquello que se encuentra en las reivindicaciones de la patente, por el contrario, P2 y P3 siguen siendo una posibilidad en lo que se refiere a la tecnología por ser obtenida, ya que sus elementos reivindicados

(protegibles) pueden ser denegados por el examinador de patentes designado por la oficina nacional (INDECOPI) para la etapa de aclaraciones técnicas. Siguiendo esta lógica y llevando a cabo un análisis probabilístico de cada caso, se puede calcular el valor aproximado en costos de cada una de estas invenciones, de acuerdo a su situación de protección, para lo cual se debe considerar el porcentaje de casos (dato histórico) en los que se ha exigido reducir la cantidad de elementos protegibles en las solicitudes de patente de la PUCP y la cantidad de elementos protegibles finalmente concedidos de dichos casos (ver tabla 11). Por lo tanto, siendo que el porcentaje de solicitudes de patente exigidos a reducción es de 73%; y, que el porcentaje promedio de elementos finalmente concedidos de estas solicitudes es de 85%, el valor inicial en función de los costos de cada invención analizada será el siguiente: $P1 = 0.89 * V_{c1}$, $P2 = 0.89 * V_{c2}$, $P3 = V_0$. Finalmente, el tiempo de protección también debe ser tomado en cuenta, ya que P1 ha sido presentada como un modelo de utilidad y tendría 10 años de protección, por el contrario, P2 fue presentada como una patente de invención, por lo que tendría 20 años de protección, y P3 ya ha sido otorgada como patente de invención, por lo que le restan 14 años de protección desde el inicio del proyecto (ver figura 7).

Tabla 11. Condiciones de valor de las invenciones PUCP (solo casos nacionales)

| | |
|--|--|
| Porcentaje de casos en los que se ha exigido reducir la cantidad de elementos protegibles en las solicitudes de patente de la PUCP | 73% |
| Porcentaje promedio de elementos finalmente concedidos de una solicitud de patente exigida a reducción. | 85% |
| Valor en función de los costos de una invención desarrollada | V_c |
| Valor en función de los costos de una invención desarrollada y en trámite | $V_t = 0.73 * 0.85 * V_c + 0.27 * V_c$ $V_t = 0.89 * V_c$ |
| Valor en función de los costos de una invención otorgada | $V_0 = V_c$ |

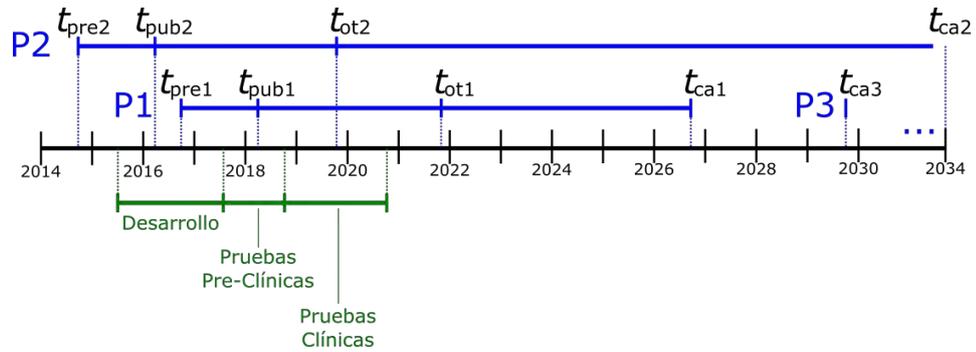


Figura 7. Línea de tiempo de cada unidad tecnológica que añade valor al proyecto

Elaboración propia

- b. **Rendimiento esperado.** – Se requiere establecer un rendimiento esperado R_e , el cual se calcula gracias a la fórmula determinada por el Modelo de Valoración de Activos de Capital CAPM (por sus siglas en inglés) y una fórmula de ajuste determinada por la devaluación de la moneda nacional (ver ecuaciones 1 y 2). Cabe señalar que el rendimiento no está sujeto a un impuesto ni a una devolución monetaria, debido a que se utilizan fondos de financiamiento no reembolsables.

$$K_e = r_f + \beta(R_m - r_f) + r_p \dots (1)$$

$$R_e = (1 + K_e) * (1 + d_v) - 1 \dots (2)$$

Donde:

R_e : rendimiento esperado del proyecto.

r_f : tasa libre de riesgo.

β : beta no apalancada que mide el riesgo puro del negocio.

R_m : rendimiento del mercado.

r_p : tasa de riesgo país.

d_v : devaluación monetaria.

Se considera además que $r_f = 4.15\%$, es decir, el valor obtenido de la información sobre Emisiones Internacionales de Bonos – Agosto 2017⁴

⁴ Emisiones Internacionales de Bonos – Agosto 2017, página web de referencias: https://www.mef.gob.pe/contenidos/deuda_publica/bonos/externos/bonos_globales_emitidos.pdf

con rendimiento a 10 años; $\beta = 0.92^5$, $R_m = 14.86\%^6$; $r_p = 1.71\%^7$; y , $d_v = 3\%$. Luego de realizar el cálculo se obtiene un valor de $R_e = 19.3\%$; sin embargo, se propone asumir un valor de rendimiento de $R_e = 25\%$, el cual es aceptable considerando que el paquete tecnológico evaluado es un activo que no se cotiza en la bolsa de valores, es decir, no hay un mercado líquido para negociarlo, por ejemplo, Sereno (2010) utiliza un rendimiento de 12% y Shockley et al. (2002) de 11%; sin embargo, sus análisis de costos los realizan a partir de la etapa clínica y con información actualizada de proyectos anteriores que han sido transferidos.

- c. **Realización del flujo de caja del proyecto.** – Con el valor del rendimiento esperado, aportes monetarios y no monetarios del proyecto y las tasas de tramitación de la solicitud de patente presentada, se calcula el valor presente del proyecto considerando solo la etapa de desarrollo (ver flujo de caja 1 en anexos). Cabe señalar que los costos de los ensayos preclínicos y clínicos no han sido considerados en este cálculo por formar parte del análisis posterior de valoración cuando concluyen los mismos. Luego del cálculo se obtienen los costos por desarrollo de P1 que son de S/ 514,985.51, con dicho monto y el factor de ajuste por registro de 0.89, se obtienen un valor por costos de P1 de S/ 458,337.11. Por otro lado, para establecer los valores por costos de P2 y P3, se utiliza como valor de referencia los costos por desarrollo de P1, considerando que son tecnologías similares y que pertenecen al mismo campo tecnológico, además, se elabora un flujo de caja para P2 y P3 donde se adicionan los pagos por tramitación y pagos de anualidades de cada unidad tecnológica (ver flujos de caja 2 y 3 en anexos). Con los costos por desarrollo de P2 y el factor de ajuste por registro, se obtiene un valor por costos de P2 de S/ 446,123.20. Asimismo, P3 presenta un valor por costos de S/ 501,958,58, considerando sus pagos por tramitación y un valor de ajuste por registro igual a 1, ya que es una invención otorgada. Finalmente, se obtiene un valor por costos de la tecnología de $V_{TD} =$

⁵ Beta no apalancada, correspondiente a productos para el cuidado de la salud en USA, página web de referencia: http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

⁶ Rendimiento extraído de S&P/BVL Dow Jones Índices, página web de consulta: <http://www.espanol.spindices.com/indices/equity/sp-bvl-peru-general-index-pen>

⁷ Valor de tasa de riesgo país, página web de consulta: http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html

S/. 1'406,418.88 , que es la suma de montos de P1, P2 y P3 asumidos solo por costos para el desarrollo.

- d. **Ingresos por licenciamiento.** - Con el valor por costos de la tecnología se pueden proyectar ingresos anuales constantes por licenciamiento hasta el final del año 2026, es decir, hasta el vencimiento de la patente P1, y siendo que estos deben ser provechosos para la PUCP, se puede asumir que el valor presente del flujo de caja de dicha proyección, tomado desde el 2015, debe de ser mayor o igual (ver flujo de caja 4 en anexos). Por lo tanto, si se toma en cuenta estos datos, es decir, el cálculo del valor presente de una anualidad diferida, se tiene la ecuación 3:

$$V_{TD} - C * (1 + R_e)^{-t+1} * \left[\frac{1 - (1 + R_e)^{-n}}{R_e} \right] = 0 \dots (3)$$

Donde:

V_{TD} : valor por costos de la tecnología.

C : cuota anual de la licencia.

R_e : rendimiento esperado del proyecto.

t : tiempo diferido en años.

n : cantidad de pago de anualidades.

Como se dijo el $V_{TD} = S/ 1'406,418.88$, $t = 4$ años de tiempo diferido que vienen a ser los años de desarrollo y un año de ensayos preclínicos, $n = 8$ pagos de anualidades en los cuales se encuentra vigente P1 y C es el valor de la cuota por calcular. Por lo tanto, al finalizar dicho cálculo se obtiene un $C_{TD} = S/ 825,168.22$.

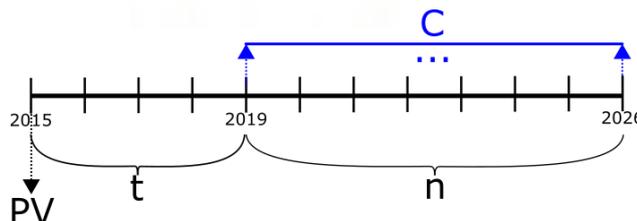


Figura 8. Flujos de caja considerando cuotas de pago C anuales por licenciamiento

Elaboración propia

4.3 Análisis del valor del paquete tecnológico obtenido luego de los ensayos clínicos, utilizando el enfoque en función de los costos

Para este análisis se realizó un nuevo flujo de caja tomando en cuenta el valor por costos de la tecnología, es decir, $V_{TD} = S/ 1'406,418.88$, además de los costos que se asumirán para realizar los ensayos preclínicos y clínicos durante los años 2018, 2019 y 2020 (ver flujo de caja 5 y la tabla de costos de los ensayos preclínicos y clínicos en Anexos). Finalmente, se obtiene un valor por costos de la tecnología luego de la etapa clínica, es decir, $V_{TC} = S/ 1'573, 203. 90$.

Finalmente, el ingreso por licenciamiento proyectado hasta el 2029, es decir, en el año de la caducidad de la patente P3, será de $C_{TC} = S/ 1'386,329.29$, considerando $t = 6$ años de tiempo diferido que vienen a ser los años de desarrollo y de la ejecución de las pruebas preclínicas y clínicas, $n = 9$ años de anualidades hasta el 2029 (ver flujo de caja 6 en Anexos).

4.4 Análisis del valor del paquete tecnológico obtenido al finalizar la etapa de desarrollo, utilizando opciones reales y opción de venta con un precio de la tecnología $Pv1$

El valor presente de la tecnología para el año 2015 (año 0), calculado mediante la teoría de opciones reales parte de la utilización del valor presente V_i (V_{TD} , para este caso) establecido en el análisis en función de los costos al terminar la etapa de desarrollo, con dicho valor presente se aplica el método binomial de Cox, Ross y Rubinstein con la opción de venta del paquete tecnológico al finalizar el año 2, con lo cual se establecen nuevos activos base en dicho período, que permiten determinar el valor del paquete tecnológico con opciones reales, proyectado para el año 2015.

- a. **Simulación del método binomial de Cox, Ross y Rubinstein.** - En el estudio de Sereno (2010), el autor sugiere la utilización del modelo binomial de Cox, Ross y Rubinstein (1979), para un proceso neutro al riesgo en tiempo discreto, de modo tal que el valor del paquete tecnológico, asociado al valor del proyecto, sea del tipo Movimiento Geométrico Browniano en el cual, dicho valor es aleatorio, presenta variables aleatorias que varían en el tiempo y la volatilidad de los cambios del valor del proyecto es constante. Para lo cual se establecen las siguientes ecuaciones:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \dots (4)$$

$$d = 1/u \dots (5)$$

$$p = (e^{r\Delta t} - d) / (u - d) \dots (6)$$

Donde:

u : constante ascendente.

d : constante descendente.

σ : volatilidad del proyecto.

Δt : relación del total de tiempo analizado entre el número de pasos establecidos desde 0 a dicho total.

p : probabilidad de un movimiento ascendente en un árbol binomial.

De los datos se obtiene que $u = 1.42$, $d = 0.705$, $\sigma = 0.35$, $r = r_f = 4.15\%$ y $\Delta t = 1$.

De acuerdo con Shockley et al. (2002), la volatilidad (en nuestro caso la variable σ) es la medición de cuánto puede cambiar el valor del activo subyacente (paquete tecnológico) por unidad de tiempo, entre el inicio de la opción y su expiración. En el contexto de las opciones reales, esta puede interpretarse como la incertidumbre sobre la estimación inicial del valor de dicho activo subyacente.

Del mismo modo que Sereno (2010), en este estudio se ha asumido una volatilidad $\sigma = 35\%$. Mascareñas (2005), otro autor a resaltar utiliza una volatilidad similar de 35.01% para la valoración de un proyecto de biotecnología con opciones reales, en el cual asume distintos subperíodos de evaluación de la tecnología, cada uno con distintos valores de volatilidad. Por el contrario, Barton (2016) quien ha evaluado un proyecto para el desarrollo de un dispositivo médico, asume una volatilidad de $\sigma = 22\%$; sin embargo, el autor explica que dicho valor ha sido extraído de las acciones comunes de una empresa en particular, esto en este estudio no sería posible por la iliquidez del mercado nacional referida al paquete tecnológico evaluado.

Con el valor por costos de la tecnología llevado a valor presente, es decir, V_i en el año 0, y las variables antes descritas, se construye un árbol binomial para establecer el valor del proyecto tomando en cuenta la finalización de la etapa de desarrollo y la venta del paquete tecnológico en su finalización, por lo tanto, a partir de V_i , se calcula cada valor ascendente y descendente año a año, según el patrón de la figura 9.

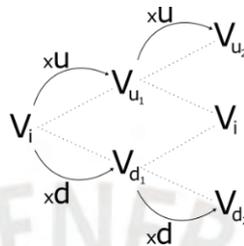


Figura 9. Patrón para formación del árbol binomial

Elaboración propia

- b. **Cálculo del valor del paquete tecnológico referido a la venta de la tecnología al terminar la etapa de desarrollo.** – Considerando solo la finalización de la etapa de desarrollo y la posibilidad de venta del paquete tecnológico al finalizar el año 2, se construye un árbol binomial con un valor inicial de $V_i = S/ 1'406,418.88$. A partir de este monto se calcula cada valor ascendente y descendente año a año, de acuerdo con la estructura del árbol binomial de la figura 9, para finalmente obtener los activos base en el año 2, los cuales representan posibles escenarios finales de valor que adopta el paquete tecnológico en ese momento (ver figura 10).

$$V_{u_1} = V_i * u = 1'995,803.39$$

$$V_{u_2} = V_{u_1} * u = 2'832,179.82$$

$$V_{d_1} = V_i * d = 991,086.63$$

$$V_{d_2} = V_{d_1} * d = 698,406.95$$

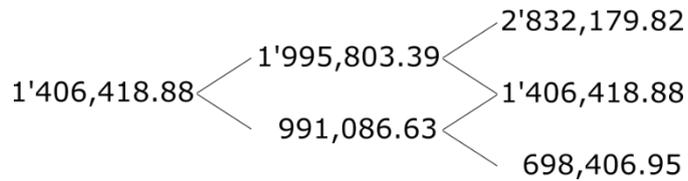


Figura 10. Árbol binomial construido a partir de $V_t = S/ 1'406, 418.88$

Elaboración propia

Sin embargo, para calcular el valor proyectado de la tecnología para el año 2015, se debe también considerar la opción de venta de la tecnología con el rendimiento anual esperado $R_e = 25\%$. Por lo tanto, con los activos base obtenidos con la construcción del árbol binomial y un precio de venta $P_{v1} = (1 + R_e)^2 * 1'406,418.88$, es decir, $P_{v1} = 2'197,529.50$, se establecen nuevos activos base en el año 2, considerando que estos sean los más “provechosos” desde el punto de vista del propietario, es decir, los valores máximos posibles para obtener un valor presente del paquete tecnológico más alto. Por consiguiente, los nuevos activos base se establecen del siguiente modo:

$$F_1 = \max\{2'832,316.45; P_{v1}\} = 2'832,179.82$$

$$F_2 = \max\{1'406,486.72; P_{v1}\} = 2'197,529.50$$

$$F_3 = \max\{698,440.64; P_{v1}\} = 2'197,529.50$$

Lo siguiente es establecer un paso de retorno permitido por el modelo de Cox, Ross y Rubinstein y que consiste en el cálculo de los valores de opciones intermedias (anteriores a los activos base), que, de acuerdo con Sereno (2010), se calculan con la ecuación 7.

$$F_p = e^{-r\Delta t} * [p * F_u + (1 - p) * F_d] \dots (7)$$

Donde:

F_p : valor de opción intermedia.

F_u : valor máximo ascendente.

F_d : valor máximo descendente.

Δt : relación del total de tiempo analizado entre el número de pasos establecidos desde 0 a dicho total.

p : probabilidad de un movimiento ascendente en el árbol binomial.

De los datos se obtiene: $r = r_f = 4.15\%$, $\Delta t = 1$, $p = 0.473$. Por consiguiente, los valores de las opciones intermedias en el año 1 son los siguientes:

$$F_{p1} = e^{-r\Delta t} * [p * F_1 + (1 - p) * F_2] = 2'396,000.72$$

$$F_{p2} = e^{-r\Delta t} * [p * F_2 + (1 - p) * F_3] = 2'108,198.46$$

Finalmente, el valor del paquete tecnológico evaluado con opciones reales y proyectado al 2015 es el siguiente (ver figura 11):

$$F_{p0} = e^{-r\Delta t} * [p * F_{p1} + (1 - p) * F_{p2}] = 2'153,011.82$$

$$V_{TDO} = F_{p0} = 2'153,011.82$$

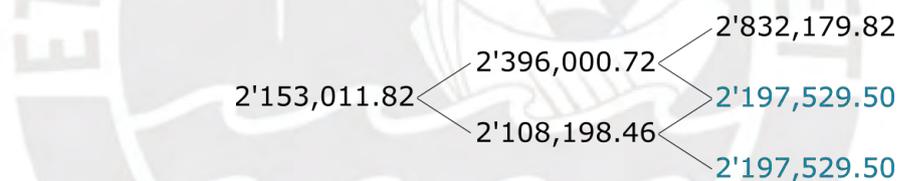


Figura 11. Árbol binomial con opciones de venta en el año 2 y cálculo del V_{TDO} al terminar la etapa de desarrollo

Elaboración propia

- c. **Ingresos por licenciamiento.** - Por otro lado, haciendo un cálculo de las cuotas que se tendrían que recibir por el licenciamiento del paquete tecnológico referido a la etapa de desarrollo, al proyectar nuevamente ingresos anuales constantes por licenciamiento hasta el final del año 2026, es decir, hasta el vencimiento de la patente P1, el valor de la cuota anual por licencia resulta en $C_{TDO} = S/ 1'263,206.12$ (ver flujo de caja 7 en Anexos).

4.5 Análisis del valor del paquete tecnológico obtenido al finalizar los ensayos clínicos, utilizando opciones reales con opción de ampliación de inversión del 50%

Para este análisis es necesario realizar un segundo árbol binomial siguiendo los pasos del subcapítulo 4.4. Por consiguiente, tomando en cuenta el flujo de caja 5 (ver Anexos) en el que se consideran los gastos de inversión asumidos para ensayos preclínicos y clínicos, los cuales a su vez se simplifican en $I = S/ 325,752.00$ (gastos de los ensayos tomados como valor presente en el año 3); y, un valor inicial $V_i = S/ 1'573,203.90$ (esta vez V_{TC}), se construye el árbol binomial de la figura 12.

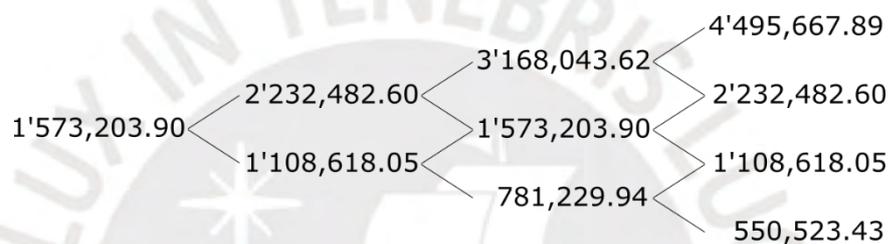


Figura 12. Árbol binomial construido a partir de $V_i = S/ 1'573, 203. 90$

Elaboración propia

Luego, se establecen los valores de ampliación o expansión para el año 3, con los siguientes cálculos:

$$V_{e1} = 4'495,667.89 * 1.5 - I = 6'417,749.83$$

$$V_{e2} = 2'232,482.60 * 1.5 - I = 3'022,971.91$$

$$V_{e3} = 1'108,618.05 * 1.5 - I = 1'337,175.08$$

$$V_{e4} = 550,523.43 * 1.5 - I = 500,033.145$$

Cabe señalar que cada valor de expansión V_e se ha calculado asumiendo un 50% de retorno del valor obtenido, esto se ha realizado de acuerdo con lo expresado por Reed, Shea y Schulman (2008), quienes mencionan que el período en el cual un proyecto de este tipo puede recuperar el costo del desarrollo, incluidos los ensayos preclínicos y clínicos, es de 3 años luego de la culminación de dichos ensayos (revisión regulatoria del *Food and Drugs Administration* según su caso). Por lo tanto, bien se puede aceptar un rendimiento de 50% para el presente estudio de caso,

considerando que el proyecto es exitoso, presenta más de una patente para su protección nacional y que cuenta con más de 3 años de posible explotación comercial (hasta el vencimiento de las patentes). Luego, se establecen los nuevos activos base en año 3 del siguiente modo:

$$F_1 = \max\{4'495,667.89; V_{e1}\} = 6'417,749.83$$

$$F_2 = \max\{2'232,482.60; V_{e2}\} = 3'022,971.91$$

$$F_3 = \max\{1'108,618.05; V_{e3}\} = 1'337,175.08$$

$$F_4 = \max\{550,523.43; V_{e4}\} = 550,523.43$$

Con estos datos se ajusta y reconstruye el árbol binomial (ver figura 13). Del resultado se obtiene un valor de la tecnología de $V_{TCO1} = S/. 2'078,723.05$.

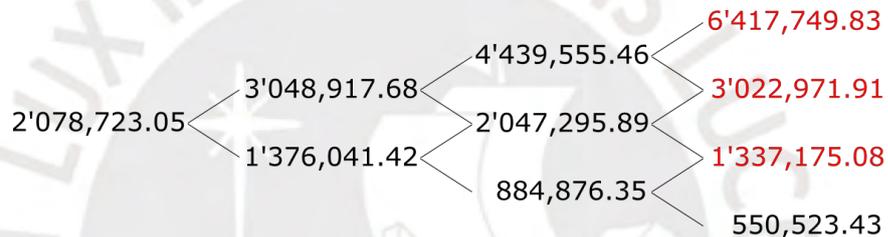


Figura 13. Árbol binomial con opción de ampliación del 50% en el año 3 y cálculo del V_{TCO1} al terminar los ensayos clínicos

Elaboración propia

Por último, haciendo un cálculo de las cuotas que se tendrían que recibir por el licenciamiento del paquete tecnológico (ver flujo de caja 8 en Anexos), considerando que $V_{TCO1} = S/ 2'078,723.05$, al proyectar ingresos anuales constantes por licenciamiento hasta el final del año 2029, es decir, hasta el vencimiento de la patente P3, el valor de la cuota anual por licencia resulta en $C_{TCO1} = S/ 1'831,799.84$.

4.6 Análisis del valor del paquete tecnológico obtenido luego de los ensayos clínicos, utilizando opciones reales con opción de ampliación de inversión del 50% y precios de mercado Pv2 y Pv3

Este análisis requiere de un tercer árbol binomial siguiendo los pasos del subcapítulo 4.4. y 4.5, tomando en cuenta que $V_i = S/ 1'573,203.90$ y $I = S/ 325,752.00$, asimismo, se pueden asumir 3 escenarios para la venta de paquetes tecnológicos:

- Venta en el año 2 con un precio de venta P_{v2} .
- Venta en el año 5 con un precio de venta P_{v3} .
- Inversión en ensayos preclínicos y clínicos en el año 5 y venta con precios V_{e5} y V_{e6} (valores de expansión).

Donde:

$$P_{v2} = (1.25)^2 * 1'573,203.90 = 2'458,131.10$$

$$P_{v3} = (1.25)^5 * 1'573,203.90 = 4'801,037.30$$

$$V_{e5} = 4'495,667.89 * 1.5 - I = 6'417,749.83$$

$$V_{e6} = 2'232,482.60 * 1.5 - I = 3'022,971.9$$

Luego de esto, nuevamente se establecen los nuevos activos base en año 3 para el árbol binomial, de la siguiente forma:

$$F_5 = \max\{4'495,667.89; P_{v3}; V_{e5}\} = 6'417,749.83$$

$$F_6 = \max\{2'232,482.60; P_{v3}; V_{e6}\} = 4'801,037.30$$

$$F_7 = \max\{1'573,203.90; P_{v2}\} = 2'458,131.10$$

$$F_8 = \max\{781,229.94; P_{v2}\} = 2'458,131.10$$

Con estos datos se ajusta y reconstruye el árbol binomial (ver figuras 14 y 15). Del resultado se obtiene que $V_{TCO2} = S/ 2'854,786.10$.

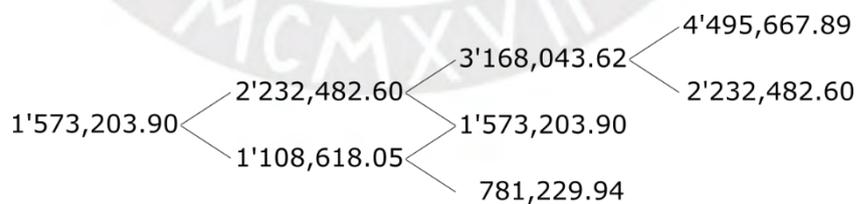


Figura 14. Árbol binomial construido a partir del V_i

Elaboración propia

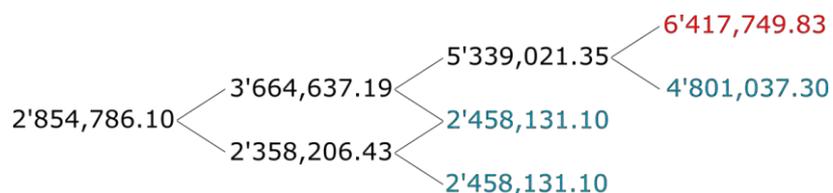


Figura 15. Árbol binomial con opción de ampliación del 50% y precios de mercado Pv2 y Pv3 en el año 3 y cálculo del V_{TCO2} al terminar los ensayos clínicos

Elaboración propia

Por último, haciendo un cálculo de las cuotas que se tendrían que recibir por el licenciamiento del paquete tecnológico (ver flujo de caja 9 en Anexos), considerando que $V_{TCO2} = S/ 2'854,786.10$, al proyectar ingresos anuales constantes por licenciamiento hasta el final del año 2029, es decir, hasta el vencimiento de la patente P3, el valor de la cuota anual por licencia resulta en $C_{TCO2} = S/ 2'515,677.46$.

4.7 Análisis de los resultados

Al finalizar los cálculos y revisar los posibles escenarios para una transferencia tecnológica de lo desarrollado, es decir, de la Incubadora con Respirador Artificial, se evidencia una notable ventaja en continuar con los ensayos preclínicos y clínicos y pretender vender dicha tecnología, de modo la inversión realizada logre ser redituable. Las tablas 12 y 13 muestran un resumen de estos resultados.

Tabla 12. Valor presente del proyecto de cada escenario propuesto

| Valor presente del proyecto | Monto (S/) | Descripción |
|-----------------------------|--------------|---|
| V_{TD} | 1'406,418.88 | Valor del paquete tecnológico en función de los costos, para la etapa de desarrollo |
| V_{TDO} | 2'153,011.82 | Valor del paquete tecnológico utilizando opciones reales y un precio de mercado P_{v1} , para la etapa de desarrollo |
| V_{TC} | 1'573,203.90 | Valor del paquete tecnológico en función de los costos, hasta la implementación de ensayos clínicos |
| V_{TCO1} | 2'078,723.05 | Valor del paquete tecnológico utilizando opciones reales con ampliación de inversión del 50%, hasta la implementación de ensayos clínicos |
| V_{TCO2} | 2'854,786.10 | Valor del paquete tecnológico utilizando opciones reales con ampliación de inversión del 50% y precios de mercado P_{v2} y P_{v3} , hasta la implementación de ensayos clínicos |

Tabla 13. Valor de la opción de acuerdo con la comparación de los escenarios

| Comparación | Valor de la opción (S/) | Descripción |
|---------------------|-------------------------|---|
| $V_{TDO} - V_{TD}$ | 746,592.94 | Valor de la opción al finalizar la etapa de desarrollo |
| $V_{TCO1} - V_{TC}$ | 505,519.15 | Valor de la opción al finalizar los ensayos clínicos, utilizando opciones reales con ampliación de inversión del 50% |
| $V_{TCO2} - V_{TC}$ | 1'281,582.20 | Valor de la opción al finalizar los ensayos clínicos, utilizando opciones reales con ampliación de inversión del 50% y precios de mercado P_{v2} y P_{v3} |

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

El presente trabajo ha tenido como cometido el analizar el valor de un paquete tecnológico de un proyecto realizado en el campo de la ingeniería biomédica. Dicho proyecto, ha obtenido como resultado, la implementación de una Incubadora con Respirador Artificial, también se ha obtenido una solicitud de patente del invento y documentación asociada a la implementación y mantenimiento del equipo médico. Por lo tanto, ha sido relevante realizar el presente trabajo para analizar diversas situaciones para la transferencia tecnológica de dicho equipo, e incluso de otros del mismo campo, y que posiblemente tengan que pasar por etapas de ensayos preclínicos y clínicos en similares condiciones a las expresadas en este documento. Finalmente, las principales conclusiones de este trabajo son las siguientes:

- El valor del paquete tecnológico evaluado, analizado solo en función de sus costos, es menor al valor calculado mediante opciones reales, esto se corrobora al revisar los montos obtenidos en V_{TD} y V_{TDO} , al igual que V_{TC} , V_{TCO1} y V_{TCO2} .
- El valor del paquete tecnológico evaluado, analizado en función de sus costos, se incrementa con la realización de ensayos preclínicos y clínicos, esto se puede corroborar con los valores de V_{TD} y V_{TC} obtenidos.
- El valor del paquete tecnológico evaluado, ya finalizados los ensayos clínicos y analizado con opciones reales, se incrementa con la ejecución de una opción de ampliación de inversión y con más de un precio de venta P_v , por ejemplo, el valor de V_{TCO2} es mucho mayor a V_{TCO1} , que solo incorpora la opción de ampliación de inversión.
- Sin embargo, el valor del paquete tecnológico evaluado, concluida la etapa de desarrollo y analizado con opciones reales con solo una opción de venta P_v , no es necesariamente menor que el valor del paquete tecnológico que ha pasado por ensayos clínicos y es analizado utilizando opciones reales con ampliación de inversión del 50%, esto se puede corroborar con los valores de V_{TDO} y V_{TCO1} obtenidos.
- Es importante considerar en el cálculo del valor de un paquete tecnológico, a las tecnologías anteriores relacionadas a la tecnología implementada en el

proyecto (solicitudes de patentes y patentes otorgadas), dicho valor se puede añadir a los cálculos y brinda un resultado integral al final del análisis.

- Una tecnología es valiosa siempre que cuente con una patente, o por lo menos, con una solicitud en trámite, lo que le brinda, al posible cliente o licenciatario, la seguridad de mantener un monopolio comercial por su inversión.
- Se requieren de mayores casos de estudio en nuestro país para establecer valores más exactos de la volatilidad del proyecto, rentabilidad esperada y cuotas por licenciamiento.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramson, H. N., Encarnação, J., Reid, P. P., Schmoch, U., Research, F. I. S. I., & Engineering, N. A. (1997). *Technology Transfer Systems in the United States and Germany: Lessons and Perspectives*. National Academy Press.
- Amram, M., & Kulatilaka, N. (1999). *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*. Harvard Business School Press.
- Arenas, J. J. (2012). *Propuesta de metodología de un proceso de transferencia tecnológica, de la universidad a la empresa*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado el 07 de mayo del 2017, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4450?show=full>
- Barton, K., & Lawryshyn Y. (2016). A review of real options approaches: applying models to value a medical device project. *International Journal of Business Innovation and Research (IJBIR)*, 11(1). <https://doi.org/10.1504/IJBIR.2016.077612>
- Bazán, S., & Ferro, P. (2012). MANUAL PARA LA FORMACIÓN DE EXAMINADORES DE PATENTES EN EL PERÚ. Recuperado el 30 de junio del 2016, de la página web http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnaec422.pdf
- Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial. (2005). Manual de transferencia y adquisición de tecnologías sostenibles. Recuperado el 04 de diciembre del 2016, de http://www.cegesti.org/manuales/download_manual_tt/manual_tt.pdf
- Comité de Desarrollo y Propiedad Intelectual. (2016). A PRACTICAL GUIDE FOR VALUING INTANGIBLE ASSETS IN RESEARCH AND DEVELOPMENT INSTITUTIONS. Recuperado el 30 de junio del 2016, de la página web: http://www.wipo.int/edocs/mdocs/mdocs/en/cdip_17/cdip_17_inf_2.pdf
- Cox, J. C., Ross, S. A., & Rubinstein, M. (1979). Option pricing: A simplified approach. *Journal of Financial Economics*, 7(3), 229-263. [http://doi.org/10.1016/0304-405X\(79\)90015-1](http://doi.org/10.1016/0304-405X(79)90015-1)

- Ernst, H., Legler, S., & Lichtenthaler, U. (2010). Determinants of patent value: Insights from a simulation analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(1), 1–19. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.06.009>
- Gismondi, G. (2010). Ingeniería biomédica. *Revista Ciencia Y Cultura*, (24), 99–118. Recuperado el 07 de mayo del 2017, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-33232010000100007&lng=es&nrm=iso&tling=es
- Guevara, M. (2014) *Tratamiento normativo de los contratos de transferencia de tecnologías desarrolladas en universidades peruanas*. Recuperado el 10 de julio del 2017, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5641>
- Hodgkins, E. A. (1989). Technology Transfer in Selected Highway Agencies. National Cooperative Highway Research Program Synthesis of Highway Practice 150, EAH & Associates
- Hsieh, C. H. (2013). Patent value assessment and commercialization strategy. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(2), 307–319. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.014>
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2017). Formatos y solicitudes. Recuperado el 15 de julio del 2017, de <http://www.indecopi.gob.pe/web/invenciones-y-nuevas-tecnologias/formatos-y-solicitudes>
- Lamothe Fernández, P., & Méndez Suárez, M. (2013). *Opciones reales: Métodos de simulación y valoración*. Ecobook. Recuperado el 01 de abril del 2018, de https://books.google.com.pe/books?id=3Hw_AwAAQBAJ
- Lerner, J. (1994). The importance of patent scope: an empirical analysis. *The RAND Journal of Economics*, 25 (2), 319–333. Recuperado el 07 de mayo del 2017, de http://www.jstor.org/stable/2555833?seq=1#page_scan_tab_contents
- Mascareñas, J. (1999). *Opciones reales en la valoración de proyectos de inversión*. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado el 28 de marzo del 2018, de <http://semyraz.com.ar/MASCARENAS%20opciones%20reales.pdf>

- Mascareñas, J. (2005). *La valoración de un proyecto de inversión biotecnológico como una opción real compuesta*. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado el 25 de noviembre del 2017, de <http://webs.ucm.es/info/jmas/mon/34.pdf>
- Mascareñas, J. (2015). *Opciones Reales: Introducción*. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado el 01 de abril del 2018, de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2316027
- Montoya, V. (2015). *Gestión, valoración y transferencia de tecnología y conocimiento de la cartera de proyectos de innovación, en el marco del programa Innóvate Perú – FIDECOM en una universidad peruana: Un caso de estudio*. Recuperado el 10 de julio del 2017, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6808>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2011). ¿Qué es la Propiedad Intelectual? Recuperado el 30 de junio del 2016, de http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/intproperty/450/wipo_pub_450.pdf
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2016). Principios básicos de la propiedad industrial. Recuperado el 01 de mayo del 2017, de http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/wipo_pub_895_2016.pdf
- Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos y la Oficina Europea de Estadística. (2006). Manual de Oslo. GUÍA PARA LA RECOGIDA E INTERPRETACIÓN DE DATOS SOBRE INNOVACIÓN. Recuperado el 10 de julio del 2017, de <http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf>
- Reed, S., Shea, A., & Schulman, K. (2008). Economic Implications of Potencial Changes to Regulatory and Reimbursement Policies for Medical Devices. *Health Policy*, 50–56.
- Reglamento de ensayos clínicos. (viernes 30 de junio de 2017). *El Peruano*, p. 40
- Reitzig, M. (2003). What determines patent value?: Insights from the semiconductor industry. *Research Policy*, 32(1), 13–26. [http://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00193-7](http://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00193-7)

- Reitzig, M. (2004). Improving patent valuations for management purposes - Validating new indicators by analyzing application rationales. *Research Policy*, 33(6–7), 939–957. <http://doi.org/10.1016/j.respol.2004.02.004>
- Sapsalis, E., & van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2005). The Institutional Sources of Knowledge and the Value of Academic Patents. *Economics of Innovation and New Technology*, 16(2), 139–157. <http://doi.org/10.1080/10438590600982939>
- Sapsalis, E., van Pottelsberghe de la Potterie, B., & Navon, R. (2006). Academic versus industry patenting: An in-depth analysis of what determines patent value. *Research Policy*, 35(10), 1631–1645. <http://doi.org/10.1016/j.respol.2006.09.014>
- Schulmerich, M. (2010). *Real Options Valuation: The Importance of Interest Rate Modelling in Theory and Practice*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <http://doi.org/10.1007/978-3-642-12662-8>
- Sereno, L. (2010). Real Options Valuation of Pharmaceutical Patents: A Case Study. *SSRN Electronic Journal*, 1–25. <http://doi.org/10.2139/ssrn.1547185>
- Shockley, R., Curtis, S., Jafari, J., & Tibbs, K. (2002). The Option Value of an Early-Stage Biotechnology Investment. *Journal of applied Corporate Finance*, 44–55.
- Villarán, F. (2015). *Historia de las patentes e invenciones en el Perú*. Recuperado el 30 de junio del 2016, de <https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/203175/01.-Historiadelaspatentesweb.pdf/ee9da00e-ae8d-4fbf-a451-8b103dbc0d01>
- Viloria, G., Nevado, D., & López, V. R. (2008). Medición y valoración del capital intelectual. Recuperado el 03 de diciembre del 2016, de http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:12032/componente12030.pdf

ANEXOS

Flujo de caja 1, con valor por costos de P1, considerando solo la etapa de desarrollo (montos en S/)

| Periodo (f) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|-------------------------------|------------|------------|-----------|--------|------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Año | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 |
| Aportes para el proyecto P1 | 235,090.58 | 335,004.08 | 17,631.79 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pagos trámite P1 | | 603.55 | | 100.00 | | | 279.55 | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de caja | 235,090.58 | 335,607.63 | 17,631.79 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 279.55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Re | 0.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Factor de descuento | 1.00 | 0.80 | 0.64 | 0.51 | 0.41 | 0.33 | 0.26 | 0.21 | 0.17 | 0.13 | 0.11 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 |
| Flujo de caja libre | 235,090.58 | 268,486.10 | 11,284.35 | 51.20 | 0.00 | 0.00 | 73.28 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Costos por desarrollo de P1 | 514,985.51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Factor de ajuste por registro | 0.89 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valor por costos P1 | 458,337.11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Flujo de caja 2, con valor por costos de P2, considerando solo la etapa de desarrollo (montos en S/)

| Periodo (f) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|-------------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Año | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 |
| Costos por desarrollo de P2 | 500,000.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pagos trámite P2 | | 100.00 | | | 549.13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pagos anualidades P2 | 140.00 | 140.00 | 140.00 | 140.00 | 140.00 | 265.00 | 265.00 | 265.00 | 265.00 | 265.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 |
| Flujo de caja | 500,140.00 | 240.00 | 140.00 | 140.00 | 689.13 | 265.00 | 265.00 | 265.00 | 265.00 | 265.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 |
| Re | 0.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Factor de descuento | 1.00 | 0.80 | 0.64 | 0.51 | 0.41 | 0.33 | 0.26 | 0.21 | 0.17 | 0.13 | 0.11 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 |
| Flujo de caja libre | 500,140.00 | 192.00 | 89.60 | 71.68 | 282.27 | 86.84 | 69.47 | 55.57 | 44.46 | 35.57 | 43.59 | 34.88 | 27.90 | 22.32 | 17.86 | 14.28 | 11.43 | 9.14 | 7.31 | 5.85 |
| Costos por desarrollo de P2 | 501,262.02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Factor de ajuste por registro | 0.89 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valor por costos P2 | 446,123.20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Flujo de caja 3, con valor por costos de P3, considerando solo la etapa de desarrollo (montos en S/)

| Periodo (f) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|-------------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|
| Año | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 |
| Costos por desarrollo de P3 | 500,000.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pagos anualidades P3 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | | | | | |
| Flujo de caja | 500,406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 406.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Re | 0.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Factor de descuento | 1.00 | 0.80 | 0.64 | 0.51 | 0.41 | 0.33 | 0.26 | 0.21 | 0.17 | 0.13 | 0.11 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 |
| Flujo de caja libre | 500,406.00 | 324.80 | 259.84 | 207.87 | 166.30 | 133.04 | 106.43 | 85.14 | 68.12 | 54.49 | 43.59 | 34.88 | 27.90 | 22.32 | 17.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Costos por desarrollo de P3 | 501,958.58 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Factor de ajuste por registro | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valor por costos P3 | 501,958.58 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Flujo de caja 4, con el monto de las cuotas por licenciamiento para la etapa de desarrollo (montos en S/)

| Periodo (f) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|-----------------------------------|--------------|------|------|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Año | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 |
| Valor por costos de la tecnología | 1,406,418.88 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re | 0.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| t | 4.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| n | 8.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cuotas por licenciamiento | | | | | 825,168.22 | 825,168.22 | 825,168.22 | 825,168.22 | 825,168.22 | 825,168.22 | 825,168.22 | 825,168.22 | 825,168.22 | | | | | | | |
| Factor de descuento | 1.00 | 0.80 | 0.64 | 0.51 | 0.41 | 0.33 | 0.26 | 0.21 | 0.17 | 0.13 | 0.11 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 |
| Flujo de caja | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 337,988.90 | 270,391.12 | 216,312.90 | 173,050.32 | 138,440.26 | 110,752.20 | 88,601.76 | 70,881.41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Flujo de caja libre | 1,406,418.88 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Flujo de caja 5, con valor por costos de la tecnología, considerando las etapas de ensayos preclínicos y clínicos (montos en S/)

| Periodo (f) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |
|---|--------------|------|------|-----------|------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Año | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | |
| Valor por costos de la tecnología | 1,406,418.88 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Costos Pruebas Preclínicas para 3 Unidades Tecnológicas | | | | 61,800.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Costos Pruebas Clínicas 3 Unidades Tecnológicas | | | | | 183,300.00 | 183,300.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de caja | 1,406,418.88 | 0.00 | 0.00 | 61,800.00 | 183,300.00 | 183,300.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Re | 0.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Factor de descuento | 1.00 | 0.80 | 0.64 | 0.51 | 0.41 | 0.33 | 0.26 | 0.21 | 0.17 | 0.13 | 0.11 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | |
| Flujo de caja libre | 1,406,418.88 | 0.00 | 0.00 | 31,641.60 | 75,079.68 | 60,063.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Costos por desarrollo, preclínicos y clínicos | 1,573,203.90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Flujo de caja 6, con el monto de las cuotas por licenciamiento para las etapas de ensayos preclínicos y clínicos (montos en S/)

| Periodo (f) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |
|-----------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|------|------|------|------|--|
| Año | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | |
| Valor por costos de la tecnología | 1,573,203.90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Re | 0.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| t | 6.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| n | 9.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cuotas por licenciamiento | | | | | | | 1,386,329.29 | 1,386,329.29 | 1,386,329.29 | 1,386,329.29 | 1,386,329.29 | 1,386,329.29 | 1,386,329.29 | 1,386,329.29 | 1,386,329.29 | | | | | | |
| Factor de descuento | 1.00 | 0.80 | 0.64 | 0.51 | 0.41 | 0.33 | 0.26 | 0.21 | 0.17 | 0.13 | 0.11 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | |
| Flujo de caja | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 363,417.91 | 290,734.32 | 232,587.46 | 186,069.97 | 148,855.97 | 119,084.78 | 95,267.82 | 76,214.26 | 60,971.41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| Flujo de caja libre | 1,573,203.90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Flujo de caja 7, con el monto de las cuotas por licenciamiento para la etapa de desarrollo, usando opciones reales y un precio de mercado P_{v1} (montos en S/)

| Periodo (f) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |
|-----------------------------------|--------------|------|------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| Año | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | |
| Valor por costos de la tecnología | 2,153,011.82 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ret | 0.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| n | 4.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cuotas por licenciamiento | | | | | 1,263,206.12 | 1,263,206.12 | 1,263,206.12 | 1,263,206.12 | 1,263,206.12 | 1,263,206.12 | 1,263,206.12 | 1,263,206.12 | | | | | | | | | |
| Factor de descuento | 1.00 | 0.80 | 0.64 | 0.51 | 0.41 | 0.33 | 0.26 | 0.21 | 0.17 | 0.13 | 0.11 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | |
| Flujo de caja | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 517,409.23 | 413,927.38 | 331,141.91 | 264,913.52 | 211,930.82 | 169,544.66 | 135,635.72 | 108,508.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| Flujo de caja libre | 2,153,011.82 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Flujo de caja 8, con el monto de las cuotas por licenciamiento hasta la etapa de ensayos clínicos, usando opciones reales, con ampliación de inversión del 50% (montos en S/)

| Periodo (f) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |
|-----------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|------|------|------|------|--|
| Año | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | |
| Valor por costos de la tecnología | 2,078,723.05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ret | 0.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| n | 6.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cuotas por licenciamiento | | | | | | | 1,831,799.84 | 1,831,799.84 | 1,831,799.84 | 1,831,799.84 | 1,831,799.84 | 1,831,799.84 | 1,831,799.84 | 1,831,799.84 | 1,831,799.84 | | | | | | |
| Factor de descuento | 1.00 | 0.80 | 0.64 | 0.51 | 0.41 | 0.33 | 0.26 | 0.21 | 0.17 | 0.13 | 0.11 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | |
| Flujo de caja | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 480,195.34 | 384,156.27 | 307,325.02 | 245,860.01 | 196,688.01 | 157,350.41 | 125,880.33 | 100,704.26 | 80,563.41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| Flujo de caja libre | 2,078,723.05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Flujo de caja 9, con el monto de las cuotas por licenciamiento hasta la etapa de ensayos clínicos, usando opciones reales, con ampliación de inversión del 50% y precios de mercado P_{v2} y P_{v3} (montos en S/)

| Periodo (f) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |
|-----------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|------|------|------|------|--|
| Año | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | |
| Valor por costos de la tecnología | 2,854,786.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Retorno | 0.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Costo | 6.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beneficio | 9.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cuotas por licenciamiento | | | | | | | 2,515,677.46 | 2,515,677.46 | 2,515,677.46 | 2,515,677.46 | 2,515,677.46 | 2,515,677.46 | 2,515,677.46 | 2,515,677.46 | 2,515,677.46 | | | | | | |
| Factor de descuento | 1.00 | 0.80 | 0.64 | 0.51 | 0.41 | 0.33 | 0.26 | 0.21 | 0.17 | 0.13 | 0.11 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | |
| Flujo de caja | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 659,469.75 | 527,575.80 | 422,060.64 | 337,648.51 | 270,118.81 | 216,095.05 | 172,876.04 | 138,300.83 | 110,640.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| Flujo de caja libre | 2,854,786.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



Tabla de costos de los ensayos preclínicos y clínicos

| Presupuestos establecidos para las pruebas pre-clínicas y clínicas de una unidad tecnológica | | | | | |
|--|---|--|-----------|--|--------------|
| Presupuesto Pre-Clínico | | | | | |
| Tiempo | 3 meses (Agosto - Octubre) | | Servicios | | Monto (S/) |
| Muestra | De 10 a 20 cerdos | | | Honorarios del médico veterinario | 2500 |
| Fases | 1.- Capacitación del personal y ejecución del estudio | | | Honorarios del médico anestesiólogo | 2500 |
| | 2.- Internación, revisión y selección de la muestra | | | Honorarios del médico intensivista pediátrico | 2500 |
| | 3.- Ejecución del estudio | | | Consultoría bioestadístico (software) | 1000 |
| | | | | Subtotal | 8500 |
| | | | Bienes | | Monto (S/) |
| | | | | 20 cerdos | 2000 |
| | | | | Útiles de escritorio | 100 |
| | | | | Uso de instalaciones (centro cirugía experimental) | 10000 |
| | | | | Subtotal | 12100 |
| | | | | Total | 20600 |
| Presupuesto Clínico | | | | | |
| Tiempo | 3 meses (Agosto - Octubre) | | Servicios | | Monto (S/) |
| Muestra | 40 participantes | | | Honorarios autor del proyecto | 5000 |
| Fases | 1.- Capacitación del personal | | | Honorarios supervisor del proyecto | 2500 |
| | 2.- Selección de muestra | | | Honorarios licenciadas de enfermería | 2000 |
| | 3.- Ejecución del estudio | | | Consultoría bioestadístico (software) | 1000 |
| | | | | Movilidad de Supervisor | 500 |
| | | | | Gastos de ensayos con pacientes | 40000 |
| | | | | Subtotal | 51000 |
| | | | Bienes | | Monto (S/) |
| | | | | Útiles de escritorio | 100 |
| | | | | Instalaciones | 10000 |
| | | | | Subtotal | 10100 |
| | | | | Total | 61100 |