



Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología
Universidad de La Laguna

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

Automatización de modelos para la evaluación de tecnologías sanitarias y su integración con la ontología OSDi

*Automatization of models for health technology assessment and
their integration with the OSDi ontology*

Kiana Bayani Nekoudin

La Laguna, 11 de Julio de 2024

D. **Iván Castilla Rodríguez**, profesor Contratado Doctor adscrito al Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad de La Laguna, como tutor

D. **Evelio José González González**, profesor Titular de Universidad adscrito al Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad de La Laguna, como cotutor

C E R T I F I C A N

Que la presente memoria titulada:

“Automatización de modelos para la evaluación de tecnologías sanitarias y su integración con la ontología OSDi.”

ha sido realizada bajo su dirección por Dña. **Kiana Bayani Nekoudin**.

Y para que así conste, en cumplimiento de la legislación vigente y a los efectos oportunos firman electrónicamente la presente.

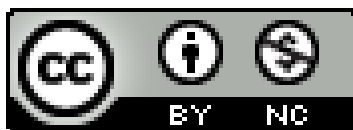
Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a mis tutores por su invaluable guía, paciencia y constante apoyo durante todo el proceso. Su experiencia y consejos han sido fundamentales para la realización de este proyecto.

A mis familiares y amigos, por su amor, comprensión y apoyo incondicional en todo momento. Gracias por creer en mí y darme la fuerza para seguir adelante.

Por último, a ti, Miguel. Gracias por llegar a mi vida y transformarla por completo. Por creer en mí incluso cuando yo no podía. Tu amor y aliento han sido mi refugio, brindándome esperanza y fortaleza en cada momento. Tu presencia ha sido un faro de luz que me ha guiado siempre.

Licencia



© Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

Resumen

La legislación española requiere la evaluación económica de tecnologías sanitarias para optimizar recursos y mejorar resultados clínicos y económicos. Sin embargo, la complejidad de esta evaluación, que implica modelar la progresión de enfermedades y estimar costes y beneficios, representa un desafío significativo.

Este trabajo de fin de grado se basa en la ontología OSDI, diseñada para recopilar información de estudios económico-sanitarios sobre diversas enfermedades. Esta ontología incorpora conceptos que mejoran la capacidad para estructurar y gestionar datos complejos en este campo. A pesar de estos avances, persiste la necesidad de herramientas que faciliten la interpretación y comunicación efectiva de los resultados económicos generados, asegurando su comprensión para la toma de decisiones.

En este contexto, las herramientas informáticas simplifican la evaluación económica al automatizar la construcción de modelos, lo que facilita la inclusión de información detallada en las ontologías. Las hojas de cálculo juegan un papel fundamental debido a su interfaz intuitiva, siendo cruciales para la creación y gestión de modelos económicos. La implementación de una plantilla desarrollada en Excel por uno de los tutores del TFG mejora significativamente la visualización e interpretación de resultados económicos en decisiones sanitarias.

Además, como parte de la estrategia para abordar este desafío, hemos migrado la plantilla a Google Sheets para aprovechar las ventajas de colaboración y accesibilidad que ofrece esta plataforma. Esto se complementa con la creación de un árbol de decisión basado en los parámetros ontológicos, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones informadas en el ámbito sanitario.

Palabras clave: Evaluación económica, Ontología, Árbol de decisión, Tecnologías sanitarias.

Abstract

Spanish legislation mandates the economic evaluation of healthcare technologies to optimize resources and enhance clinical and economic outcomes. However, the complexity of this assessment, involving disease progression modeling and cost-benefit estimation, presents a significant challenge.

This undergraduate thesis is rooted in the OSDi ontology, designed to aggregate data from economic and healthcare studies on various diseases. This ontology incorporates concepts that enhance the ability to structure and manage complex data in this field. Despite these advancements, there persists a need for tools that facilitate the interpretation and effective communication of generated economic findings, ensuring their comprehensibility for decision-making.

In this context, computational tools streamline economic evaluations by automating model construction, thereby facilitating the integration of detailed information into ontologies. Spreadsheets play a pivotal role owing to their intuitive interface, pivotal in crafting and managing economic models. The implementation of a template previously developed in Excel by one of the thesis advisors notably enhances the visualization and interpretation of economic outcomes in healthcare decisions.

Furthermore, as part of the strategy to tackle this challenge, the project team migrated the template to Google Sheets to leverage its collaborative and accessible features. This initiative is complemented by the development of a decision tree based on ontological parameters, aimed at fostering informed decision-making within the healthcare sector.

Keywords: Economic evaluation, Ontology, Decision tree, Healthcare technologies.

Índice general

Capítulo 1 Introducción	12
1.1 Contexto	12
1.2 Marco teórico	12
1.3 Justificación del proyecto	13
1.4 Objetivos y planificación temporal	13
Capítulo 2 Conceptos básicos	15
2.1 Evaluación económica en salud (EES)	15
2.2 Análisis de coste-efectividad (ACE)	16
2.3 Simulaciones de Montecarlo	17
2.4 Herramientas para la Evaluación Económica en Tecnologías Sanitarias	18
2.5 Google Apps Script	19
2.6 Árbol de decisión	19
Capítulo 3 Ontología para simulación de tecnologías sanitarias	21
3.1 Definición y elementos de una ontología	21
3.2 Herramientas de desarrollo	22
3.3 Ontología OSDi	22
Capítulo 4 Plantilla Excel	27
4.1 Estructura de la plantilla	27
4.2 Funciones preexistentes en la plantilla	28
Capítulo 5 Desarrollo	29
5.1 Arquitectura de la solución	29
5.2 Actualización y aplicación de la ontología	30
5.3 Migración a Google Sheets	32
5.3.1 Dificultades encontradas en la migración	34
5.3.2 Adaptación de scripts VBA a GAS	35
5.3.3 Implementación de nuevas funcionalidades	38
5.4 Creación del Árbol de Decisión	40
5.4.1 Integración de parámetros desde OSDi	40
5.4.2 Construcción del árbol de decisión en Google Sheets	41
Capítulo 6 Conclusiones y líneas futuras	45
6.1 Conclusiones	45
6.2 Líneas futuras	46

Capítulo 7 Conclusions and Further Work	47
7.1 Conclusions	47
7.2 Further work	48
Capítulo 8 Presupuesto	49
Capítulo 9 Plantilla migrada	50

Índice de figuras

Figura 1.1: Cronograma.....	14
Figura 2.1: Plano coste-efectividad.....	17
Figura 3.1: Jerarquía principal de la ontología OSDi.....	23
Figura 3.2: Diagrama de las principales relaciones de la clase Disease.....	25
Figura 3.3: Diagrama de las principales relaciones de la clase Parameter.....	26
Figura 5.1: Diagrama de la arquitectura de la solución.....	30
Figura 5.2: Individuos creados para la ontología OSDi.....	31
Figura 5.3: Diagrama de flujo de la plantilla en Google Sheets.....	33
Figura 5.4: Ejemplo de código en VBA.....	35
Figura 5.5: Ejemplo de código en GAS.....	35
Figura 5.6: Menú principal de la plantilla.....	36
Figura 5.7: Ejemplo de la estructura del archivo JSON con los resultados de las simulaciones de Montecarlo.....	37
Figura 5.8: Importación del archivo JSON desde Google Drive.....	38
Figura 5.9: Importación del archivo JSON desde el ordenador.....	38
Figura 5.10: Sección de la tabla parámetros.....	41
Figura 5.11: Diagrama simplificado del árbol de decisión principal.....	41
Figura 5.12: Diagrama de las manifestaciones de la deficiencia profunda de biotinidasa.....	42
Figura 5.13: Función que define los nombres de las celdas.....	43
Figura 5.14: Función que define la asignación de valores.....	43
Figura 5.15: Función que define la asignación de fórmulas.....	44
Figura 9.1: Panel de Control.....	50
Figura 9.2: Extracto de la hoja de Datos.....	51
Figura 9.3: Extracto de la hoja de Proceso.....	51
Figura 9.4: Hoja de Resultados.....	51
Figura 9.5: Análisis de coste-efectividad.....	52
Figura 9.6: Extracto de la hoja Curva de Aceptabilidad.....	53
Figura 9.7: Extracto de la hoja Valor Esperado de la Información Perfecta.....	53

Figura 9.8: Análisis del impacto.....	54
Figura 9.9: Extracto tabla parámetros de la ontología.....	54
Figura 9.10: Árbol de decisión principal.....	55
Figura 9.11: Extracto del árbol de decisión con las manifestaciones del PBD.....	55

Índice de tablas

Tabla 3.1: Tabla de las principales clases de la ontología OSDi.....	24
Tabla 4.1: Tabla de las funciones preexistentes en la plantilla desarrollada en Excel.....	28
Tabla 5.1: Ejemplo de creaciones de individuos en OSDi.....	32
Tabla 5.2: Tabla con las funciones principales de las mejoras realizadas en la plantilla.....	40
Tabla 8.1: Presupuesto del proyecto.....	49

Capítulo 1 Introducción

1.1 Contexto

La legislación española actual establece la necesidad de evaluar financieramente la adopción de tecnologías sanitarias, considerando tanto su impacto económico como su efecto en la salud de los pacientes. Este requisito se fundamenta en la importancia de garantizar una asignación eficiente de recursos en el sistema de salud, así como en la búsqueda de mejorar los resultados clínicos y económicos. Sin embargo, la complejidad inherente a la evaluación de estas tecnologías, que implica la modelización de la progresión de enfermedades y la estimación de costes y beneficios, representa un desafío considerable para los investigadores y profesionales del sector.

En este contexto, el uso de herramientas informáticas se presenta como una solución prometedora para simplificar y optimizar el proceso de evaluación económica de tecnologías sanitarias. La automatización de la construcción de modelos puede reducir la carga de trabajo asociada a su desarrollo, facilitando la inclusión de información específica sobre casos particulares y la representación de estos casos en ontologías. En este sentido, las hojas de cálculo son una herramienta de consenso ampliamente utilizada en el ámbito de la salud, que ofrece una interfaz intuitiva y accesible para la creación y manipulación de modelos económicos.

1.2 Marco teórico

El campo de la evaluación económica de intervenciones sanitarias ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, impulsado por la necesidad de optimizar los recursos en el sector de la salud y mejorar la toma de decisiones basadas en evidencia. Se ha podido participar en una línea de investigación activa en la universidad, lo que ha proporcionado una base sólida de conocimientos consolidados en este ámbito. Los antecedentes adjuntos fundamentan este trabajo:

- **“Generación automatizada de modelos de evaluación económica para enfermedades raras basadas en ontologías” [1]:** Este estudio se enfoca en el desarrollo de RaDiOS (Rare Disease Ontology for Simulation), una ontología diseñada para automatizar la creación de modelos de simulación para enfermedades raras. Además, se implementó y validó RaDiOS-MTT (RaDiOS Modeling Transformation Tool), un framework que utiliza la información almacenada en RaDiOS para generar modelos de simulación específicamente orientados a la evaluación económica de intervenciones en enfermedades poco comunes.
- **“Creación y gestión de bases de conocimientos para generar modelos de enfermedades” [2]:** Se diseñó y desarrolló StaDiOS (Standard Disease Ontology for Simulation), una ontología especializada para almacenar datos relevantes derivados de

estudios económico-sanitarios sobre diversas enfermedades. StaDiOS representa un intento de generalizar los principios establecidos en RaDiOS. Para complementar StaDiOS, se creó la aplicación StaDiOS-APP, diseñada para reutilizar estos datos y facilitar la generación de análisis de coste-efectividad mediante árboles de decisión.

En este trabajo, se emplea una versión evolucionada de una ontología basada en RaDiOS que incorpora algunas ideas de StaDiOS, denominada OSDi.

1.3 Justificación del proyecto

La evaluación económica de intervenciones sanitarias es un componente fundamental para la toma de decisiones informadas en el sector sanitario, especialmente en contextos donde la optimización de recursos es crucial, como en el tratamiento de enfermedades raras. Sin embargo, se enfrenta a desafíos significativos en la modelización y comunicación de resultados económicos.

El desarrollo de ontologías, como RaDiOS y StaDiOS, ha mejorado la capacidad para estructurar y gestionar datos complejos en este campo. A pesar de estos avances, existe una necesidad clara de herramientas que faciliten la interpretación y comunicación efectiva de los resultados económicos generados por estas ontologías, asegurando que sean comprensibles para la toma de decisiones.

La implementación de una plantilla de resultados para la evaluación de tecnologías sanitarias se presenta como una solución para cerrar esta brecha identificada. Diseñada como una interfaz intuitiva, esta herramienta tiene como objetivo mejorar la visualización de los resultados de evaluaciones económicas, facilitando así su interpretación y utilización en el proceso de toma de decisiones sanitarias.

Además, la integración de árboles de decisión como siguiente paso en este proyecto permite modelar y analizar diferentes escenarios clínicos y económicos de manera estructurada. Esta fase, basada en la información recogida por las ontologías, busca fortalecer la evaluación de coste-efectividad de intervenciones específicas, proporcionando una base sólida para decisiones más informadas y efectivas en el ámbito clínico y de políticas de salud.

1.4 Objetivos y planificación temporal

El objetivo central de este trabajo es automatizar la construcción de modelos para la evaluación económica de tecnologías sanitarias, empleando herramientas convencionales en este ámbito, como las hojas de cálculo. Este enfoque tiene como propósito facilitar la inclusión de información sobre casos específicos y la creación de instancias en la ontología OSDi que representen dichos casos. Además, se busca desarrollar plantillas que posibiliten la ejecución de evaluaciones económicas mediante árboles de decisión construidos dentro del entorno de hojas de cálculo, con el fin de obtener resultados accesibles y de fácil interpretación para los distintos interesados en la toma de decisiones en el ámbito sanitario.

Asimismo, se explorará la integración de la ontología OSDi con la construcción de árboles de decisión, aprovechando la estructura y los datos almacenados en OSDi para guiar la generación

de modelos relevantes para las evaluaciones económicas. Esta integración permitirá definir y relacionar de manera efectiva las relaciones con las variables clave que influyen en las decisiones económicas y sanitarias, mejorando así la precisión y la utilidad de los modelos automatizados.

A continuación, se detallan los objetivos específicos, los cuales se orientan hacia la implementación de acciones concretas para alcanzar el propósito establecido:

- Investigar y seleccionar la herramienta apropiada para la automatización de modelos de evaluación económica en el contexto de tecnologías sanitarias.
- Adaptar y migrar la plantilla existente de Excel a la herramienta seleccionada, añadiendo funcionalidades adicionales y realizando optimizaciones necesarias.
- Integrar la herramienta seleccionada con la ontología OSDi para realizar análisis de coste-efectividad mediante árboles de decisión.

Para alcanzar estos objetivos, se ha elaborado un cronograma, como se ilustra en la Figura 1.1, que abarca el período de diciembre a julio. Las tareas se han distribuido de manera estratégica para asegurar un progreso eficiente y la consecución de los hitos clave del proyecto.

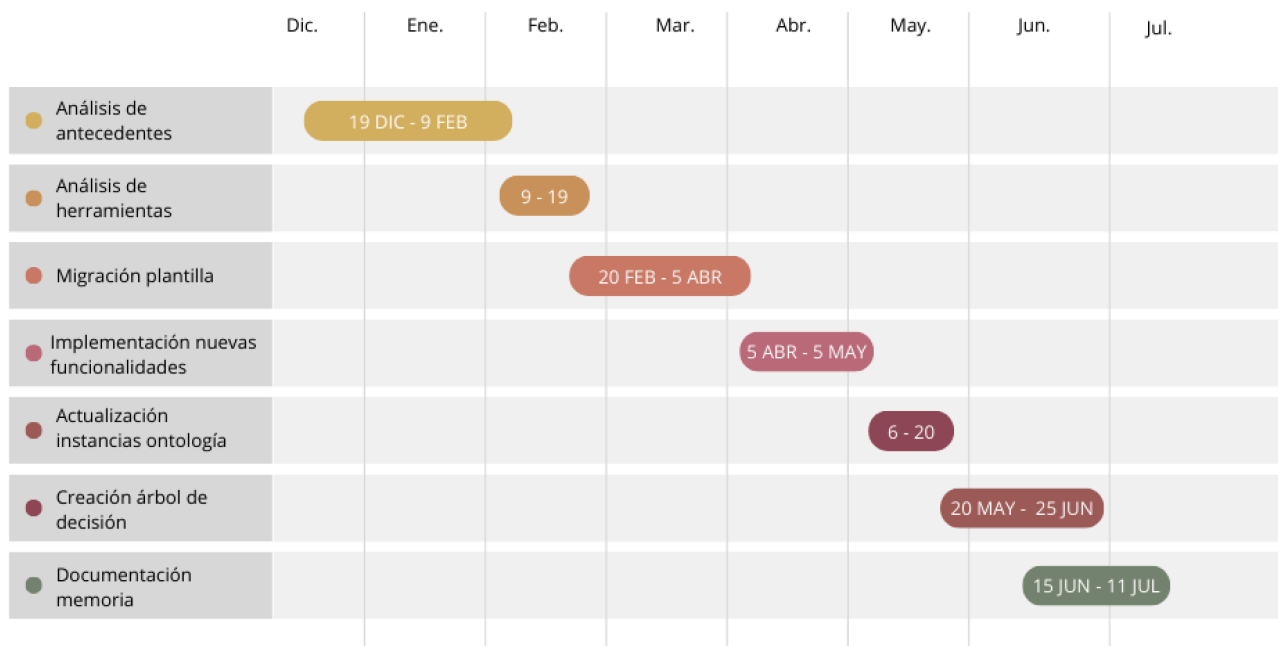


Figura 1.1: Cronograma

Capítulo 2 Conceptos básicos

En este capítulo se abordarán algunos de los conceptos fundamentales que sustentan este proyecto. Analizaremos la evaluación económica inicial y técnicas avanzadas como el análisis de coste-efectividad y simulaciones de Montecarlo. También examinaremos la utilidad de Google Apps Script y el árbol de decisión para modelar estrategias sanitarias.

2.1 Evaluación económica en salud (EES)

La evaluación económica en salud es el análisis comparativo de diferentes alternativas terapéuticas en términos de costes y resultados en salud. Su objetivo principal es proporcionar información relevante para la toma de decisiones sobre la asignación eficiente de recursos. Este análisis integra conocimientos económicos, epidemiológicos, clínicos y matemáticos para evaluar el coste de oportunidad, que es el valor de la mejor alternativa no elegida al tomar una decisión [3].

Existen varios tipos de evaluación económica, cada uno con características y aplicaciones específicas [4], incluyendo:

1. Análisis coste-beneficio (ACB).
2. Análisis de minimización de costes (AMC).
3. Análisis del impacto presupuestario (AIP).
4. Análisis de coste-efectividad (ACE).

La evaluación económica es fundamental por varias razones:

- **Optimización de recursos:** Identifica intervenciones que proporcionan el mayor beneficio de salud al menor coste.
- **Toma de Decisiones Informadas:** Ofrece información clara y cuantificada sobre las implicaciones económicas de diferentes intervenciones.
- **Transparencia y Racionalidad:** Establece criterios explícitos para la inclusión de nuevas tecnologías y tratamientos en los sistemas de salud.

- **Priorización de Intervenciones:** Facilita la comparación y priorización de intervenciones según su coste-efectividad y el impacto presupuestario, alineándose con los objetivos de salud pública y sostenibilidad financiera.

La evaluación económica es esencial en la gestión sanitaria, ya que permite asignar recursos de manera eficiente, identificar estrategias coste-efectivas y priorizar inversiones en salud, mejorando la transparencia y equidad en las políticas sanitarias.

2.2 Análisis de coste-efectividad (ACE)

Debido a su pertinencia y utilidad, este trabajo se enfoca en el análisis de coste-efectividad (ACE) para maximizar el beneficio de intervenciones sanitarias con recursos limitados [5]. El ACE compara los costes con los resultados en salud, expresados en unidades naturales, como años de vida ganados o casos detectados. Su objetivo es identificar las intervenciones que proporcionan el mayor beneficio de salud por cada unidad monetaria invertida. Una variante del ACE es el análisis coste-utilidad (ACU), que utiliza los años de vida ajustados por calidad (AVAC) como medida de resultados.

Para determinar cuál de las dos intervenciones médicas evaluadas es superior, se emplea el Ratio Coste-Efectividad Incremental (RCEI, o ICER en inglés). El RCEI se calcula dividiendo la diferencia en costes entre dos intervenciones por la diferencia en su efectividad:

$$RCEI = \frac{\Delta COSTE}{\Delta EFECTIVIDAD}$$

Este ratio indica la relación entre la diferencia de costes y la diferencia de efectividad promedio de dos tecnologías sanitarias [6]. Para decidir si una intervención es coste-efectiva, se establecen umbrales específicos. Si el coste de una intervención supera este umbral, no se incluye en la cartera de servicios de un sistema sanitario. Es común que cada nación establezca su propio límite para determinar si una nueva alternativa sanitaria será añadida a su lista de servicios. Este límite es conocido como Disponibilidad a Pagar (DAP o WTP en inglés).

El plano de coste-efectividad incremental, ilustrado en la Figura 2.1, es una herramienta gráfica que muestra las situaciones resultantes de la comparación de dos tecnologías sanitarias en términos de su coste-efectividad:

- **Eje horizontal:** Diferencia en efectividad entre las dos tecnologías.
- **Eje vertical:** Diferencia en coste entre las dos tecnologías.

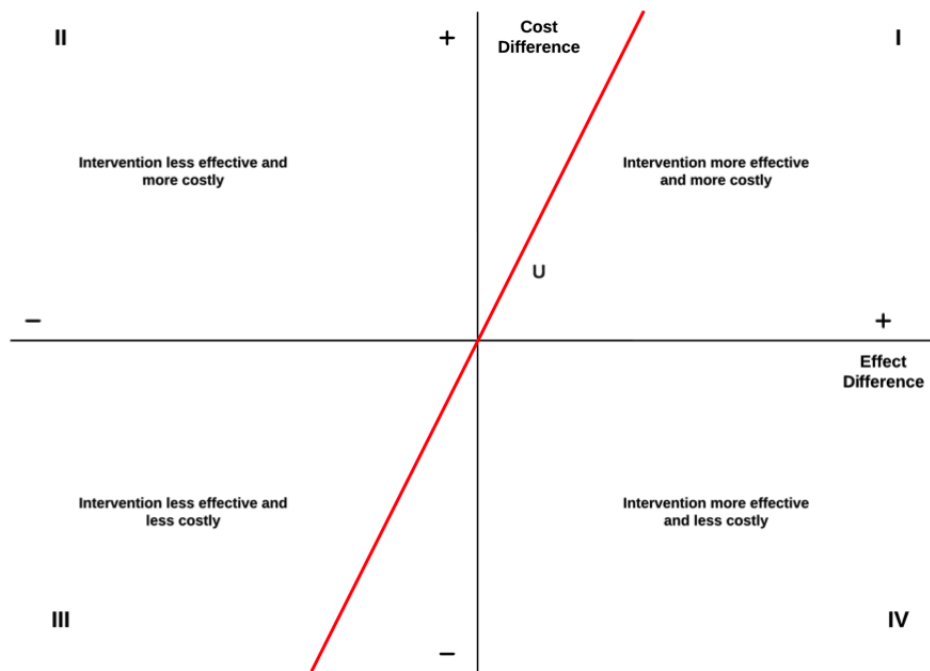


Figura 2.1: Plano coste-efectividad

Al representar la diferencia en efectividad en el eje horizontal, la pendiente de la línea que conecta cualquier punto con el origen representa el RCEI. El plano se divide en cuatro cuadrantes, cada uno con implicaciones diferentes [7]:

- **Cuadrante I:** Mayor efectividad y mayor coste. La intervención es coste-efectiva si el RCEI está por debajo del umbral.
- **Cuadrante II:** Menor efectividad y mayor coste. Las intervenciones deben ser rechazadas.
- **Cuadrante III:** Menor efectividad y menor coste. Intervenciones con alta efectividad o reducción mínima de costes pueden ser aceptables.
- **Cuadrante IV:** Mayor efectividad y menor coste. Las intervenciones son dominantes y deben ser aceptadas.

La recta U representa el umbral de coste-efectividad aceptable y divide el plano en áreas coste-efectivas.

2.3 Simulaciones de Montecarlo

Las simulaciones de Montecarlo son una técnica matemática y estadística utilizada para modelar y analizar sistemas complejos que contienen elementos de incertidumbre y variabilidad. Se basa en el uso de la aleatoriedad para resolver problemas que podrían ser deterministas en principio. La idea principal es realizar múltiples simulaciones de un sistema o proceso, cada una de las cuales utiliza diferentes valores aleatorios para sus variables inciertas. Al analizar los resultados de estas

simulaciones, es posible obtener una distribución de posibles resultados y una comprensión más profunda de la variabilidad y el riesgo asociados con el sistema o proceso de estudio [3].

En el contexto de la evaluación económica en salud, las simulaciones de Montecarlo pueden ser utilizadas para modelar la incertidumbre en los costes y resultados de diferentes intervenciones médicas. Por ejemplo, se pueden asignar distribuciones de probabilidad a variables como la tasa de éxito de un tratamiento, el coste de los cuidados médicos, y la calidad de vida de los pacientes. Al ejecutar múltiples simulaciones, se puede obtener una distribución de los costes y beneficios esperados de las intervenciones, lo que permite una evaluación más robusta y comprensiva de la relación coste-efectividad.

2.4 Herramientas para la Evaluación Económica en Tecnologías Sanitarias

A pesar de que existe software especializado para realizar evaluaciones económicas como Treeage [8], el uso de hojas de cálculo es una de las opciones más populares entre los economistas de la salud debido a su accesibilidad y familiaridad. Microsoft Excel [9] ha sido tradicionalmente la opción predominante en la evaluación económica de tecnologías sanitarias debido a su funcionalidad avanzada y capacidad para manejar grandes volúmenes de datos. Sin embargo, su limitada capacidad de colaboración en tiempo real y accesibilidad en la nube plantea desafíos significativos en entornos colaborativos y distribuidos.

Otra alternativa a considerar es LibreOffice Calc [10], que ofrece funcionalidades similares a Excel y es de código abierto, permitiendo una mayor personalización. Aunque menos común en comparación con Excel, puede carecer de algunas características avanzadas y del nivel de soporte que ofrece Excel. Zoho Sheet [11] es otra opción viable, destacándose por sus capacidades de colaboración en tiempo real y acceso en la nube. Aunque no es tan popular como Excel o Google Sheets [12], sigue siendo una herramienta útil para la evaluación económica de tecnologías sanitarias.

Google Sheets sigue siendo una opción adecuada para la evaluación económica de tecnologías sanitarias por varias razones. Su capacidad de colaboración en tiempo real permite a múltiples usuarios trabajar en un mismo documento simultáneamente, facilitando la interacción entre equipos interdisciplinarios y promoviendo un flujo de trabajo más eficiente y colaborativo. Además, al estar basado en la nube, los datos son accesibles desde cualquier lugar con conexión a internet, lo que incrementa la flexibilidad y disponibilidad de la información para todos los miembros del equipo.

No obstante, a pesar de sus ventajas en colaboración en tiempo real y accesibilidad basada en la nube, Google Sheets puede presentar limitaciones en términos de funcionalidades avanzadas comparadas con software dedicado como Treeage o Microsoft Excel. La capacidad de realizar análisis estadísticos complejos y modelado avanzado de decisiones puede ser más robusta en herramientas específicamente diseñadas para estas tareas, lo cual podría influir en la elección dependiendo de las necesidades específicas del proyecto de evaluación económica.

Una característica destacada de Google Sheets es su capacidad de extensión mediante Apps Script. Esta plataforma de desarrollo permite a los usuarios crear scripts para automatizar tareas y personalizar el flujo de trabajo según las necesidades específicas del proyecto. Esto añade una capa adicional de flexibilidad y personalización que puede adaptarse fácilmente a los requisitos cambiantes de la evaluación económica.

2.5 Google Apps Script

Google Apps Script [\[13\]](#), de ahora en adelante GAS, es una plataforma de desarrollo basada en JavaScript que permite automatizar tareas y ampliar las funcionalidades de las aplicaciones de Google Workspace.

La evaluación económica implica recopilar y procesar datos repetitivos como la actualización periódica de costes y beneficios, ejecutar análisis de sensibilidad y generar informes. En este proceso, es común programar análisis y actualizaciones periódicas de datos. GAS facilita la automatización de estas tareas mediante triggers, asegurando que los análisis se realicen automáticamente en los momentos requeridos sin necesidad de intervención manual.

2.6 Árbol de decisión

Un árbol de decisión es una representación gráfica que modela los posibles resultados de aplicar una intervención sanitaria mediante diferentes secuencias de eventos. Se inicia con un nodo de decisión que presenta la elección inicial, y se desarrollan ramas correspondientes a las alternativas posibles. Los nodos de azar representan rutas alternativas basadas en probabilidades, cada una con su propia probabilidad de ocurrencia [\[14\]](#).

Cada rama del árbol representa secuencias de eventos mutuamente excluyentes y exhaustivos, asociados con costes y probabilidades. Los nodos terminales resumen los resultados y costes de cada rama, ofreciendo una visión global de los posibles desenlaces del análisis coste-efectividad [\[14\]](#).

Para validar un árbol de decisiones, es crucial seguir principios de la Teoría de la Probabilidad [\[4\]](#) [\[14\]](#):

- **Regla de la probabilidad condicional:** La probabilidad de un evento depende de las probabilidades de las ramas que lo originan.
- **Regla de complementariedad:** La suma de las probabilidades de las ramas que parten del mismo nodo de decisión es igual a uno.
- **Regla del promedio esperado:** El resultado medio esperado de un evento es el total de los productos de los resultados finales por sus probabilidades respectivas.

En el ámbito sanitario, los árboles de decisión modelan gráficamente los resultados potenciales de aplicar intervenciones o tecnologías sanitarias. Cada nodo y rama representan

decisiones, eventos, estados de salud, costes y probabilidades. Esta representación ayuda a estimar costes, beneficios y calidad de vida para diferentes cursos de acción desde el inicio hasta los resultados finales [\[4\]](#).

Estos árboles son herramientas visuales que reflejan los desenlaces posibles de la implementación de intervenciones médicas, facilitando la comparación de costes, resultados y estados de salud a lo largo de diversas alternativas de tratamiento.

Capítulo 3 Ontología para simulación de tecnologías sanitarias

En esta sección, abordaremos el papel esencial que desempeñan las ontologías en el ámbito de la salud y la evaluación económica. Comenzaremos por definir qué son las ontologías y destacar su importancia en la representación del conocimiento. Luego, nos adentraremos en los elementos esenciales de una ontología y las herramientas clave para su desarrollo, como OWL y Protégé.

Posteriormente, analizaremos la ontología OSDi, la cual facilita la representación sistemática de información compleja y la definición de relaciones entre variables clave. Este análisis nos permitirá comprender cómo las ontologías contribuyen a la toma de decisiones más fundamentadas al proporcionar un marco sistemático para integrar datos clínicos y económicos.

3.1 Definición y elementos de una ontología

Las ontologías se conciben como formalizaciones de conceptos y relaciones dentro de un dominio particular del conocimiento. En este contexto, permiten no sólo representar, sino también comprender y manipular el conocimiento de manera inteligente y efectiva [15]. Se basan en la organización de clases y relaciones, lo que facilita la codificación del conocimiento de manera que los computadores puedan interpretarlo de manera coherente [16].

Una ontología consta de varios elementos esenciales que la estructuran y definen [17]:

- **Clases:** representan conceptos dentro del dominio, tanto abstractos como concretos. Estas clases se organizan jerárquicamente en taxonomías, reflejando la estructura conceptual del dominio.
- **Relaciones:** establecen vínculos significativos entre clases o entidades, permitiendo capturar las complejas interacciones dentro del dominio.
- **Axiomas:** son declaraciones que siempre son verdaderas y se utilizan para asegurar la coherencia y la integridad de la ontología.
- **Instancias:** representan casos concretos dentro del dominio, lo que permite la aplicación práctica de la ontología.

3.2 Herramientas de desarrollo

Para el diseño y desarrollo de las ontologías, es crucial comprender los conceptos fundamentales de estas estructuras de conocimiento, así como las herramientas específicas disponibles para su implementación. En este contexto, el uso de OWL (Web Ontology Language) y Protégé se destaca como una práctica esencial, proporcionando tanto un marco formal como herramientas prácticas para estructurar y gestionar el conocimiento de manera coherente y efectiva. Estas herramientas, en combinación con una comprensión sólida de los elementos esenciales de las ontologías, permiten estructurar y gestionar el conocimiento de manera coherente y efectiva.

- **OWL (Web Ontology Language) [18]:** Es un lenguaje de representación del conocimiento diseñado para crear ontologías semánticas en la web. permite definir clases, propiedades y relaciones entre conceptos de manera formal y precisa. OWL está basado en lógica descriptiva, lo que le permite capturar la semántica de los términos y relaciones definidos en la ontología..
- **Protégé [19]:** Es un entorno de desarrollo de software utilizado para la creación y gestión de ontologías. Proporciona una interfaz gráfica intuitiva que facilita la definición y edición de ontologías, así como herramientas avanzadas para el razonamiento y la validación del conocimiento representado.

3.3 Ontología OSDi

Dado que se trata de una investigación en curso, es importante destacar que la ontología utilizada en este trabajo es una evolución de una ontología desarrollada basada en RaDiOS y StaDiOS, denominada OSDi (Ontology for the Simulation Disease). Esta actualización, se caracteriza por un enfoque más general y sistemático en la modelización y representación de la información relacionada con las enfermedades y, sobre todo, con las enfermedades poco comunes. El objetivo principal de esta revisión ha sido mejorar la flexibilidad y aplicabilidad de la ontología, permitiendo una mejor adaptación a diversos contextos.

En la Figura 3.1. se muestra un desglose, mediante Protégé, de la jerarquía de clases que componen la ontología OSDi.

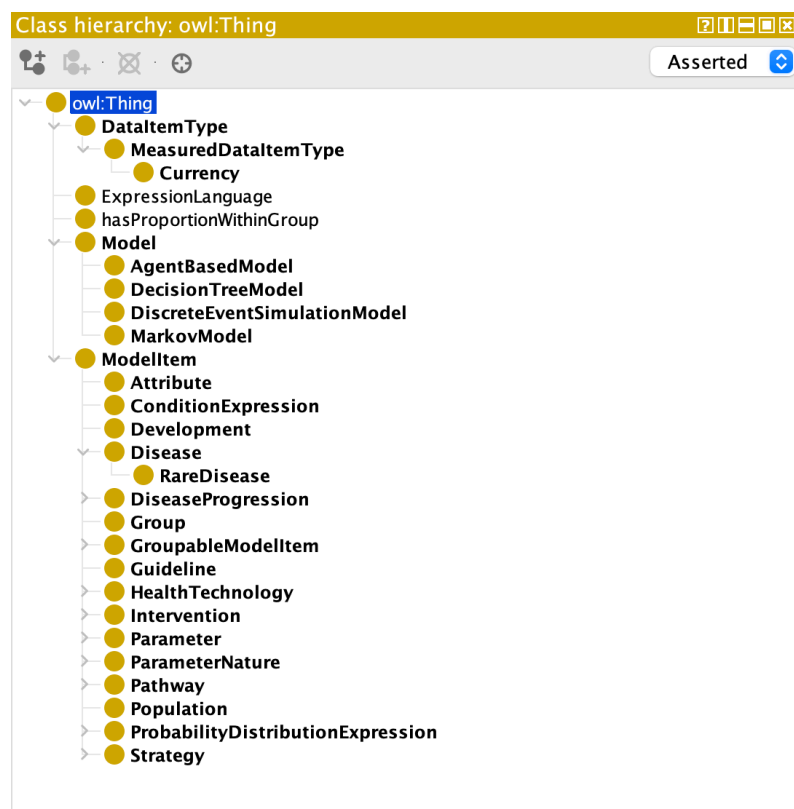


Figura 3.1: Jerarquía principal de la ontología OSDi

Las clases principales que componen OSDi son las siguientes:

Clase	Descripción
<i>Attribute</i>	Representa un atributo que puede ser utilizado para describir o caracterizar otras entidades en el sistema.
<i>Condition Expression</i>	Representa una expresión que describe una condición o criterio que puede evaluarse como verdadero o falso en función de algunos parámetros o atributos.
<i>Development</i>	Representa la progresión de una enfermedad a lo largo del tiempo y las diferentes etapas o manifestaciones que puede tener.
<i>Disease</i>	Representa una enfermedad o condición médica que afecta a un individuo.
<i>Disease Progression</i>	Representa la progresión de una enfermedad a través del tiempo.
<i>Guideline</i>	Representa las pautas o directrices que se siguen para aplicar un tratamiento, prueba o cualquier intervención relacionada con la salud.
<i>Health Technology</i>	Representa cualquier tratamiento, medicamento, prueba o tecnología utilizada en el ámbito de la salud.

<i>Intervention</i>	Representa cualquier tipo de tratamiento, fármaco, procedimiento quirúrgico o intervención utilizada para modificar el curso de una enfermedad o condición médica.
<i>Parameter</i>	Representa los parámetros utilizados para calcular resultados o caracterizar ciertas entidades en el sistema. Pueden ser valores numéricos o cualitativos.
<i>ParameterNature</i>	Representa diferentes distribuciones de probabilidad que pueden utilizarse en el sistema para modelar la incertidumbre en los datos o resultados.
<i>Pathway</i>	Representa la secuencia de eventos o condiciones que conducen a una enfermedad, desarrollo o manifestación en el modelo.
<i>Population</i>	Representa diferentes grupos de población y contiene información sobre características demográficas, epidemiológicas y otros aspectos relevantes para el modelo.
<i>ProbabilityDistributionExpression</i>	Representa diferentes distribuciones de probabilidad utilizadas en el modelo.
<i>Strategy</i>	Representa estrategias o enfoques utilizados en el modelo para el tratamiento, diagnóstico y manejo de enfermedades.
<i>Group</i>	Representa un grupo de elementos dentro del modelo que comparten características similares.

Tabla 3.1: Tabla de las principales clases de la ontología OSDi

Una vez descritas las clases principales que forman la estructura de la ontología para la evaluación de enfermedades, es importante comprender cómo estas clases interactúan entre sí. Las relaciones entre las clases modelan la complejidad del dominio y capturan las interacciones significativas entre los diferentes elementos del sistema. En el siguiente análisis, nos centraremos en las relaciones más importantes entre las clases principales.

Dentro de las clases principales de OSDi, se destacan la clase ***Disease***, que representa las enfermedades o condiciones médicas, y la clase ***Parameter***, que incluye los parámetros utilizados para caracterizar entidades en el sistema. Estas clases son importantes en la ontología, ya que proporcionan la base para identificar y caracterizar enfermedades, así como para especificar los elementos utilizados en el proceso de evaluación y tratamiento.

La clase ***Disease*** establece varias relaciones cruciales que son fundamentales para una representación completa de la enfermedad. La conexión con la clase ***Cost*** permite evaluar los gastos asociados al diagnóstico, seguimiento y tratamiento, necesario para comprender el impacto económico de la enfermedad y planificar intervenciones efectivas. Además, la relación con

Development proporciona una comprensión del curso de la enfermedad a lo largo del tiempo, para adaptar las estrategias de manejo según su progresión. Esto ayuda a anticipar las necesidades futuras de los pacientes y ajustar las intervenciones en consecuencia. Las relaciones como **DiagnosticStrategy** y **FollowUpStrategy** describen los enfoques para el diagnóstico y seguimiento de la enfermedad, respectivamente, garantizando una monitorización adecuada de los pacientes diagnosticados y la adaptación de los tratamientos según sea necesario. La relación con **Intervention** indica las acciones o procedimientos médicos destinados a tratar la enfermedad, abarcando desde tratamientos farmacológicos hasta procedimientos quirúrgicos. Asimismo, la conexión con **Epidemiological Parameter** y **Manifestation** permite comprender la distribución y presentación de la enfermedad en la población, siendo esencial para su identificación temprana y el manejo efectivo en diferentes contextos de atención médica. Estas relaciones se ilustran en el diagrama de la Figura 3.2.

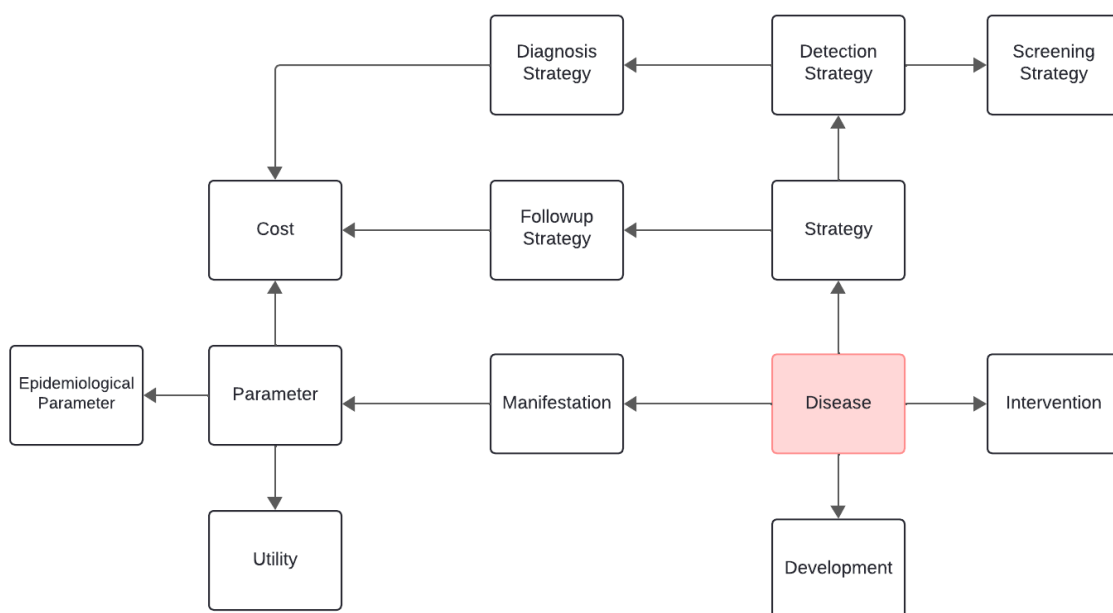


Figura 3.2: Diagrama de las principales relaciones de la clase Disease

La clase **Parameter** proporciona los datos necesarios para la realización de cálculos dentro del modelo. La inclusión de información sobre la fuente, el contexto geográfico y la temporalidad asegura que el modelo sea relevante y aplicable a las poblaciones específicas. La posibilidad de modificar los parámetros permite que el modelo se mantenga actualizado con los datos más recientes. La relación con la clase **Disease** conecta el parámetro directamente con la enfermedad específica. Además, la relación con **Manifestation** asocia el parámetro con las manifestaciones clínicas de la enfermedad, para entender cómo la enfermedad se presenta a los pacientes y cómo estos datos afectan a los resultados. Finalmente, la relación con la clase **Population** vincula el parámetro con datos poblacionales, asegurando que las características demográficas y epidemiológicas de la población se incorporen adecuadamente en el modelo. Estas interacciones se representan en el diagrama de la Figura 3.3.

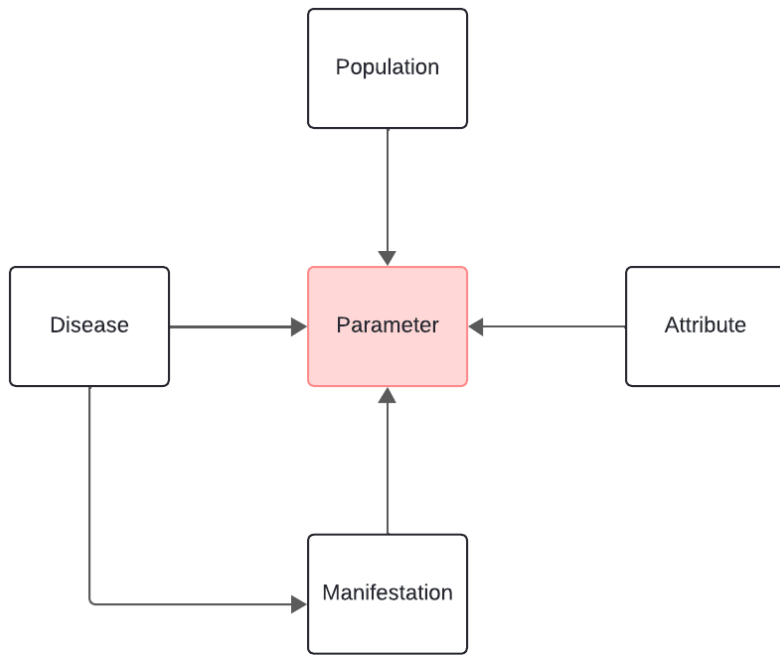


Figura 3.3: Diagrama de las principales relaciones de la clase Parameter

Capítulo 4 Plantilla Excel

Este apartado se centra en analizar la estructura y el contenido de la plantilla ya desarrollada en Excel utilizada para realizar el análisis de coste-efectividad mediante simulaciones de Montecarlo, como paso previo a su migración a Google Sheets.

4.1 Estructura de la plantilla

La plantilla de Excel, desarrollada por uno de los tutores de este TFG, está compuesta por varias hojas de cálculo, cada una con una función específica en el análisis de coste-efectividad y las simulaciones de Montecarlo. A continuación, se proporciona una descripción general de las principales hojas que conforman la plantilla.

1. **Panel de Control:** Centraliza parámetros como la ubicación de los resultados de simulaciones, nombres de columnas de resultados, número de simulaciones, distribuciones muestreadas, unidades y redondeo, y umbral máximo de disponibilidad a pagar.
2. **Hoja de Datos:** Gestiona resultados de simulaciones, incluyendo costes y efectos asociados con intervención y no intervención de cribado, así como valores muestreados de distribuciones probabilísticas.
3. **Hoja de Proceso:** Realiza cálculos intermedios como costes y efectos incrementales entre intervención y no intervención, calcula la razón de coste-efectividad incremental (ICER) y proporciona estadísticas descriptivas.
4. **Análisis Coste-Efectividad (CE):** Compara la disposición a pagar en distintos niveles con los correspondientes cambios incrementales en costos y efectos.
5. **Curva de Aceptabilidad:** Visualiza la probabilidad de que la intervención sea coste-efectiva según diferentes valores de disposición a pagar por unidad de beneficio en salud.
6. **VEIP (Valor Esperado de la Información Perfecta):** Evalúa el beneficio potencial de obtener información perfecta sobre el estado de salud de una población antes de tomar decisiones sobre la implementación del cribado.
7. **Impacto:** Analiza cómo ciertos parámetros influyen en los resultados del análisis de coste y efecto, utilizando el coeficiente de determinación (R^2) para medir su impacto.

4.2 Funciones preexistentes en la plantilla

La plantilla de Excel incluye varias funciones diseñadas para automatizar y optimizar el análisis económico y la toma de decisiones. En la tabla 4.1, se resumen las funciones principales:

Función	Propósito	Funcionalidades
Procesar()	Gestiona el flujo de procesamiento principal de la evaluación económica, creando y actualizando hojas de trabajo, y llamando a otras subrutinas para análisis específicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Selecciona la hoja de control. - Eliminar la hoja de trabajo anterior. - Crea una copia de la hoja de datos. - Añade medias y desviaciones estándar. - Actualiza varios análisis (C/E, curva de aceptabilidad, VEIP, impacto).
CreaSumario()	Crea un resumen de estadísticas de evaluación económica (media, DE, percentiles, etc.) en la hoja de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> - Inserta y nombra las columnas de resultados. - Calcula las diferencias de costes y efectos incrementales. - Calcula y llena las estadísticas resumen (media, DE, percentiles, R2). - Formatea y muestra el resumen en la hoja de resultados.
CE()	Calcula y actualiza el gráfico de coste-efectividad.	<ul style="list-style-type: none"> - Asigna los valores a las series del gráfico. - Calcula el coste-efectividad.
Curva()	Calcula y actualiza la curva de aceptabilidad con base en las simulaciones realizadas en la hoja de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> - Calcula las proporciones de los resultados - Actualiza la tabla de la curva en la hoja de trabajo.
VEIP()	Calcula el valor esperado de información perfecta (VEIP) y muestra el resultado en un gráfico, iterando sobre umbrales de disposición a pagar.	<ul style="list-style-type: none"> - Calcula diferencias incrementales y máximos para VEIP. - Limpia y rellena celdas con fórmulas. - Itera sobre umbrales y actualizar resultados en la fuente de datos del gráfico.
Impacto()	Calcula y muestra el impacto de diferentes parámetros sobre los resultados de la evaluación económica.	<ul style="list-style-type: none"> - Llama a la subrutina para realizar el análisis de impacto. - Ajusta y ordena datos de impacto en la hoja correspondiente.

Tabla 4.1: Tabla de las funciones preexistentes en la plantilla desarrollada en Excel

Capítulo 5 Desarrollo

En capítulos anteriores, se describe la base inicial del proyecto, incluyendo la plantilla original desarrollada en Excel y la ontología OSDi. En el presente capítulo, se detalla el desarrollo del proyecto, que incluye la actualización de las instancias a la nueva versión de la ontología, la migración de la plantilla a Google Sheets, la implementación de mejoras y la creación de un árbol de decisión basado en los parámetros de la ontología.

5.1 Arquitectura de la solución

La arquitectura de esta solución se fundamenta en la interacción coordinada entre la ontología OSDi, el archivo JSON que contiene los resultados de las simulaciones de Montecarlo, la plantilla en Google Sheets y el árbol de decisión.

El diagrama 5.1 muestra cómo estos componentes se integran para soportar el análisis de coste-efectividad y la evaluación económica. La ontología proporciona los parámetros clave para la creación del árbol de decisión dentro de la plantilla en Google Sheets. En este entorno de trabajo, se integran los resultados de las simulaciones de Montecarlo junto con los parámetros definidos por la ontología, todos ellos presentes en el archivo JSON. El árbol de decisión se crea en la plantilla como apoyo al análisis de coste-efectividad, utilizando estos parámetros para representar gráficamente las opciones y resultados basados en las reglas y datos específicos establecidos. Los resultados de las simulaciones de Montecarlo se emplean para realizar los análisis necesarios para la evaluación económica.

A continuación, se detallan las relaciones cruciales entre estos componentes:

- **Archivo JSON y Plantilla en Google Sheets:** Las simulaciones de Montecarlo y los parámetros esenciales del panel de control del archivo JSON son importados y utilizados por la plantilla en Google Sheets para realizar los análisis comentados en el apartado de excel.
- **Ontología y Plantilla en Google Sheets:** La ontología proporciona los parámetros esenciales que configuran la estructura de datos y los cálculos dentro de la plantilla en Google Sheets para la creación del árbol de decisión.
- **Plantilla en Google Sheets y Árbol de Decisión:** Dentro de la plantilla en Google Sheets, se configura y construye el árbol de decisión utilizando los parámetros de la ontología. Esta integración permite representar visualmente las opciones y decisiones basadas en los datos y reglas definidos.

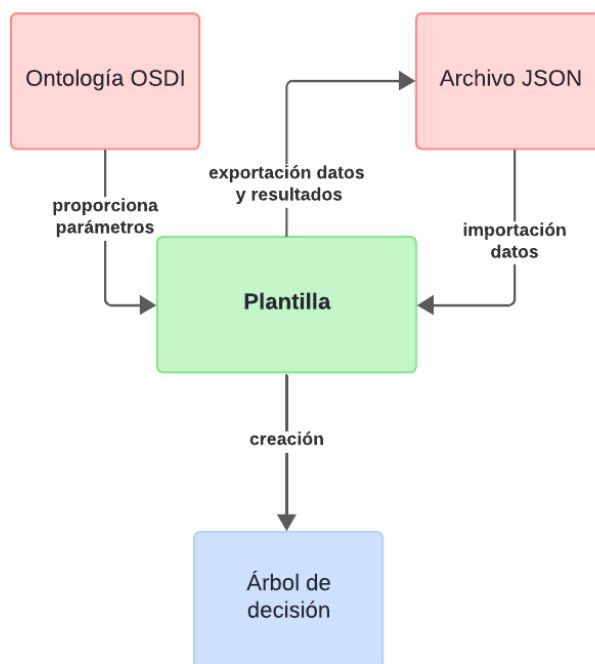


Figura 5.1: Diagrama de la arquitectura de la solución

5.2 Actualización y aplicación de la ontología

La nueva estructura definida en OSDi ha introducido cambios significativos en las clases y relaciones, lo cual ha requerido una revisión de las instancias existentes para asegurarse de que se alineen con la nueva ontología.

Se ha buscado aplicar directamente la ontología en estudios específicos. En este contexto, el presente estudio sobre el cribado neonatal para la deficiencia profunda de biotinidasa (PBD) ejemplifica su aplicación en el modelo revisado. En la Figura 5.2 se muestran algunos de los individuos actualizados, ilustrando cómo se integran en la nueva estructura de la ontología.

Además, es importante destacar que la deficiencia profunda de biotinidasa es una enfermedad excepcionalmente rara y un trastorno autosómico recesivo que afecta el metabolismo de la biotina. Esta condición puede ocasionar múltiples complicaciones, entre las cuales se incluyen la pérdida de visión, hipotonía, problemas auditivos, convulsiones, problemas cutáneos y retraso mental. Para un detalle exhaustivo sobre las complicaciones específicas de esta enfermedad, se puede consultar el artículo “*Outcome in patients with profound biotinidase deficiency: relevance of newborn screening.*” [20].

Individuals:
◆ PBD_BasePopulation
◆ PBD_BasePopulationAge
◆ PBD_BasePopulationCost
◆ PBD_BasePopulationFemaleProportion
◆ PBD_BasePopulationLifeExpectancy
◆ PBD_BasePopulationLifeExpectancyStochasticUncertainty
◆ PBD_BasePopulationMaleProportion
◆ PBD_BasePopulationUtility
◆ PBD_BiotinTreatmentStrategy
◆ PBD_BiotinTreatmentStrategyCost
◆ PBD_ClinicalDiagnosis
◆ PBD_ClinicalDiagnosisCost
◆ PBD_ClinicalDiagnosisCost_ParamUncertainty
◆ PBD_ConstantAge0
◆ PBD_ConstantAge1
◆ PBD_ConstantAge2
◆ PBD_FakePopulation
◆ PBD_FollowUpStrategy
◆ PBD_FollowUpStrategyCost
◆ PBD_HearingProblemsManifestation
◆ PBD_HearingProblemsManifestationCost
◆ PBD_HearingProblemsManifestationInitialCost
◆ PBD_HearingProblemsManifestationProportion
◆ PBD_HearingProblemsManifestationProportion_ParamUncertainty
◆ PBD_HearingProblemsManifestationUtility
◆ PBD_HearingProblemsManifestationUtility_ParamUncertainty
◆ PBD_HypotoniaManifestation
◆ PBD_HypotoniaManifestationCost
◆ PBD_HypotoniaManifestationProportion
◆ PBD_HypotoniaManifestationProportion_ParamUncertainty
◆ PBD_HypotoniaManifestationUtility
◆ PBD_HypotoniaManifestationUtility_ParamUncertainty
◆ PBD_InterventionNoScreening

Individuals:
◆ PBD_HypotoniaManifestation
◆ PBD_HypotoniaManifestationCost
◆ PBD_HypotoniaManifestationProportion
◆ PBD_HypotoniaManifestationProportion_ParamUncertainty
◆ PBD_HypotoniaManifestationUtility
◆ PBD_HypotoniaManifestationUtility_ParamUncertainty
◆ PBD_InterventionNoScreening
◆ PBD_InterventionScreening
◆ PBD_InterventionScreeningEffect
◆ PBD_MentalDelayManifestation
◆ PBD_MentalDelayManifestationCost
◆ PBD_MentalDelayManifestationInitialCost
◆ PBD_MentalDelayManifestationLifetimeReduction
◆ PBD_MentalDelayManifestationLifetimeReduction_ParamUncertainty
◆ PBD_MentalDelayManifestationProportion
◆ PBD_MentalDelayManifestationProportion_ParamUncertainty
◆ PBD_MentalDelayManifestationUtility
◆ PBD_MentalDelayManifestationUtility_ParamUncertainty
◆ PBD_ModelTree
◆ PBD_ModelTreeFake
◆ PBD_ScreeningCost
◆ PBD_ScreeningCost_ParamUncertainty
◆ PBD_ScreeningSpecificity
◆ PBD_ScreeningSpecificity_ParamUncertainty
◆ PBD_ScreeningStrategy
◆ PBD_SeizureManifestation
◆ PBD_SeizureManifestationCost
◆ PBD_SeizureManifestationProportion
◆ PBD_SeizureManifestationProportion_ParamUncertainty
◆ PBD_SeizureManifestationUtility
◆ PBD_SeizureManifestationUtility_ParamUncertainty
◆ PBD_SkinProblemsManifestation
◆ PBD_SkinProblemsManifestationCost

Figura 5.2: Individuos creados para la ontología OSDi

La Tabla 5.1 presenta ejemplos de cómo se han creado y ajustado las instancias dentro de la ontología OSDi, detallando las propiedades y valores asociados para la manifestación de la pérdida de visión y las convulsiones:

Instancia	Propiedad	Valor
PBD_VisionLossManifestation	<i>includedByModel</i>	PBD_ModelTree
		PBD_ModelTreeFake
	<i>hasCost</i>	PBD_VisionLossManifestationCost
		PBD_VisionLossManifestationInitialCost
	<i>hasEndAge</i>	PBD_ConstantAge2
	<i>hasOnsetAge</i>	PBD_ConstantAge1
	<i>hasRiskCharacterization</i>	PBD_VisionLossManifestationProportion
	<i>hasUtility</i>	PBD_VisionLossManifestationUtility

<i>Instancia</i>	Propiedad	Valor
	<i>hasProbabilityOfDignosis</i>	Constant_Probability1
	<i>hasDescription</i>	Vision loss problems related to the disease
PBD_MentalDelayManifestation	<i>includedByModel</i>	PBD_ModelTree
		PBD_ModelTreeFake
	<i>hasCost</i>	PBD_MentalDelayManifestationCost
		PBD_MentalDelayManifestationInitialCost
	<i>hasEndAge</i>	PBD_ConstantAge2
	<i>hasOnsetAge</i>	PBD_ConstantAge1
	<i>hasRiskCharacterization</i>	PBD_MentalDelayManifestationProportion
	<i>hasUtility</i>	PBD_MentalDelayManifestationUtility
	<i>hasProbabilityOfDignosis</i>	Constant_Probability1
	<i>hasLifeExpectancyReduction</i>	PBD_MentalDelayManifestationLifetimeReduction

Tabla 5. 1: Ejemplo de creaciones de individuos en OSDi

5.3 Migración a Google Sheets

Este apartado se centra en la migración de la plantilla a su nueva versión. Durante este proceso, se ajustan las configuraciones y funcionalidades de la plantilla existente para reflejar la estructura actualizada. Esta migración responde a la necesidad de mejorar la colaboración en tiempo real y la accesibilidad en la nube, aspectos detectados en el [apartado 2.4](#). Se han implementado mejoras para adaptarlo a las nuevas necesidades.

El diagrama de flujo de la Figura 5.3 proporciona una visión general del proceso seguido por la plantilla, desde el inicio hasta la toma de decisiones finales. El proceso tiene tres opciones principales: la realización de una copia de la plantilla, la importación de datos para la ejecución de la misma y la exportación de datos y/o resultados.

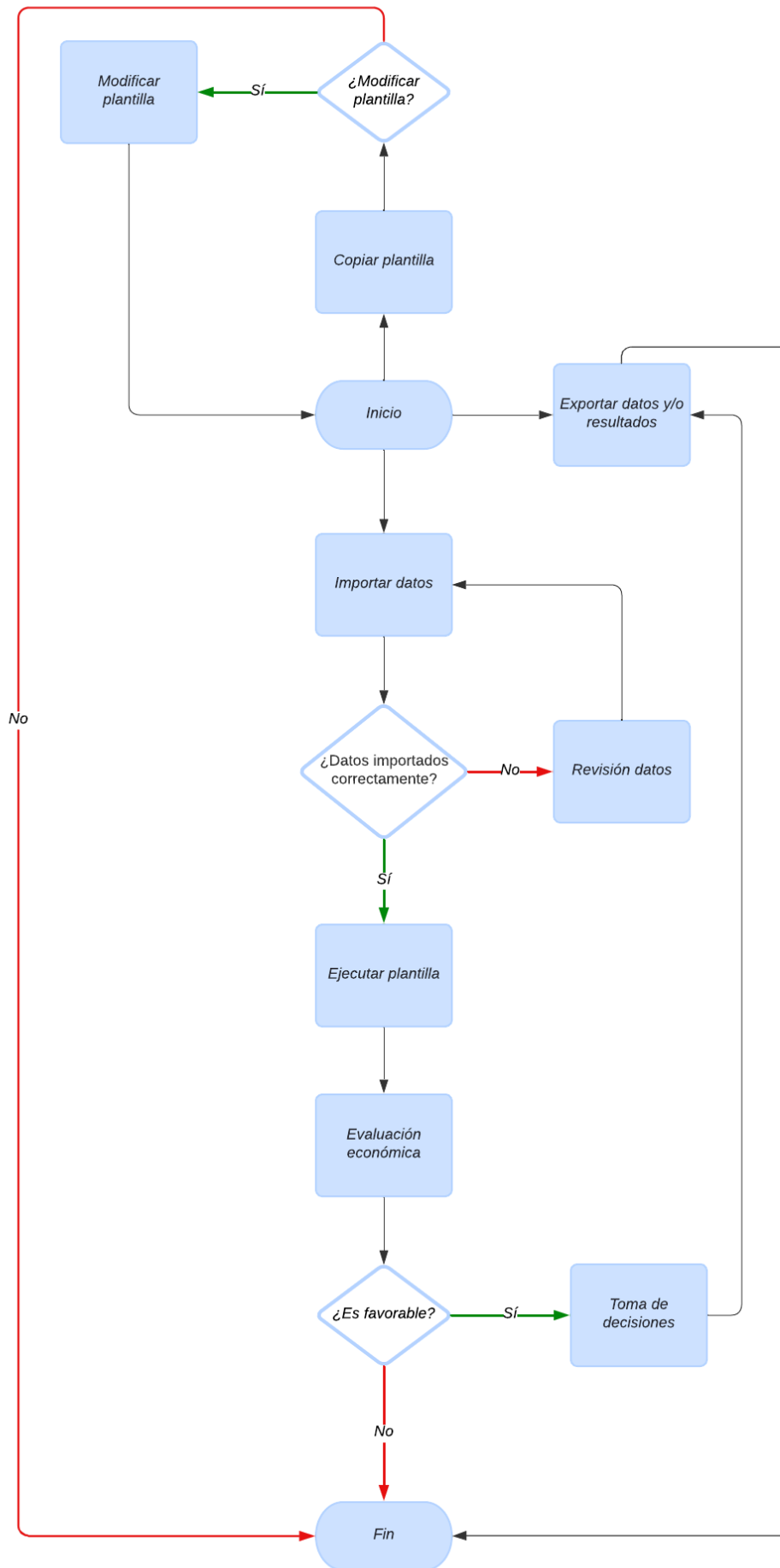


Figura 5.3: Diagrama de flujo de la plantilla en Google Sheets

Cada opción puede ser elegida de manera independiente en el proceso. Por ejemplo, se puede comenzar copiando la plantilla y decidir si es necesario realizar modificaciones. En caso afirmativo, se ajusta la plantilla según sea necesario. Alternativamente, se puede optar por importar directamente los datos requeridos, los cuales corresponden a los resultados obtenidos mediante simulaciones de Montecarlo. Después de la importación, se verifica la precisión de los datos. Si es necesario, se revisan y ajustan tanto los datos como la plantilla antes de volver a importarlos.

Una vez asegurada la precisión de los datos, se ejecuta la plantilla para realizar una evaluación económica utilizando los análisis mencionados en el [capítulo 4](#). Posteriormente, se evalúan los resultados obtenidos para determinar la viabilidad de la nueva tecnología sanitaria. Si los resultados muestran que la tecnología es efectiva y beneficia al sistema sanitario, se procede a la toma de decisiones correspondiente para su financiación y adopción. En caso contrario, si los resultados son desfavorables y no justifican su adopción, se descarta la financiación de la nueva tecnología.

Finalmente, una vez tomada la decisión, se pueden exportar los datos y/o resultados según lo requiera el cierre del ciclo del flujo de trabajo.

5.3.1 Dificultades encontradas en la migración

Durante el proceso de migración, se evalúa la viabilidad de llevar a cabo una conversión automática de la plantilla de Excel a Google Sheets. No obstante, el resultado de dicha automatización no cumple con las expectativas debido a la complejidad inherente a este proceso. La estructura resultante es excesivamente compleja, lo que dificulta tanto la realización de modificaciones como la comprensión del funcionamiento de la plantilla en su nuevo entorno.

Esta dificultad se origina, en parte, por las diferencias en la lógica operativa y las características distintivas entre Excel y Google Sheets. Las automatizaciones que funcionan sin inconvenientes en Excel no se trasladan de manera directa a Google Sheets, lo que requiere una revisión y ajustes manuales exhaustivos para garantizar tanto la funcionalidad como la facilidad de uso de la plantilla migrada.

La reestructura de los datos también presenta un desafío significativo durante la migración. Es necesario ajustar la forma en que se almacenan y acceden los datos para que se adapten al modelo de datos de Google Sheets. Además, se tuvo que abordar la optimización del rendimiento, ya que Google Sheets tiene limitaciones en términos de velocidad de cálculo y capacidad de respuesta, especialmente con conjuntos de datos grandes.

Frente a este panorama, se opta por un enfoque más manual en la migración. Aunque esto requiere una mayor inversión de tiempo y esfuerzo, permite una adaptación más precisa y controlada de la plantilla a Google Sheets. Este enfoque manual facilita la identificación de posibles problemas y la implementación de soluciones específicas, asegurando que la funcionalidad y la usabilidad de la plantilla se mantengan intactas en su nueva plataforma.

5.3.2 Adaptación de scripts VBA a GAS

Con el objetivo de explorar las diferencias en la funcionalidad entre Excel y Google Sheets, se procede a convertir scripts escritos en VBA (Visual Basic for Applications) a GAS.

El fragmento de código de la figura 5.4 en VBA selecciona y limpia celdas en una hoja de cálculo, y luego asigna fórmulas a un rango de celdas:

```
Range("B6").Select
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
Selection.Clear
Range("B6:B" & (nSimulaciones + 5)).FormulaR1C1 = "=" & STR_HOJA_TRABAJO & "!R[3]C" & GetColumna(COL_EFECTO1) & "*"
& REF_UMBRAL & "-" & STR_HOJA_TRABAJO & "!R[3]C" & GetColumna(COL_COSTE1)
```

Figura 5.4: Ejemplo de código en VBA

El siguiente fragmento de código de la Figura 5.5. muestra la migración del mismo fragmento de VBA a GAS:

```
//Seleccionamos y borramos el rango B6 hasta el final de la columna B
shVEIP.getRange('B6').activate();
shVEIP.getActiveRange().getNextDataCell(SpreadsheetApp.Direction.DOWN).activate();
shVEIP.getActiveRange().getNextDataCell(SpreadsheetApp.Direction.NEXT).activate();
shVEIP.getActiveRange().getNextDataCell(SpreadsheetApp.Direction.DOWN).activate();
shVEIP.getActiveRange().clear({contentsOnly: true, skipFilteredRows: true});

//Establecemos fórmulas en las columnas B, C y D desde B6 hasta B(samples)
let columnaB = shVEIP.getRange('B6:B' + (samples + 5));
let columnaC = shVEIP.getRange('C6:C' + (samples + 5));
let columnaD = shVEIP.getRange('D6:D' + (samples + 5));

columnaB.setFormula("=" + STR_HOJA_TRABAJO + "!R[3]C" + getColumna(COL_EFECTO_1) +
"*" + REF_UMBRAL + "-" + STR_HOJA_TRABAJO + "!R[3]C" + getColumna(COL_COSTE_1));
```

Figura 5.5: Ejemplo de código en GAS

Para optimizar la gestión de la plantilla en Google Sheets y mejorar la interacción, se ha implementado un menú de ejecución para el mismo. Este menú, como se muestra en la Figura 5.6, proporciona las siguientes funcionalidades:

- **Ejecutar plantilla:** Realiza todas las funciones y cálculos predefinidos en la plantilla de Google Sheets para asegurar que los procesos se ejecuten de manera ordenada y precisa.
- **Hacer una copia:** Crea una copia de la plantilla original en la misma carpeta, permitiendo al usuario realizar modificaciones sin alterar la versión original.
- **Programa:**
 - **Exportar datos a Google Drive:** Exporta la hoja de cálculo de Datos en formato JSON a la carpeta 'Mi Unidad' en Google Drive, junto con algunos atributos del Panel de Control.

- **Exportar datos a Google Drive y descargar:** Similar a la opción anterior, pero también descarga el archivo JSON en la computadora del usuario.
 - **Importar datos desde JSON:** Permite importar un archivo JSON desde la carpeta de ‘Mi Unidad’ en Google Drive para actualizar datos y configuraciones de la plantilla.
 - **Seleccionar JSON:** Permite al usuario seleccionar e importar un archivo JSON directamente desde su computadora.
- **Hoja de datos: Datos:** Replica las funcionalidades de exportación e importación de datos del menú ‘Programa’, facilitando la gestión de datos en la plantilla.
 - **Hoja de datos: Proceso:**
 - **Exportar proceso a Google Drive:** Exporta la hoja de Proceso en formato JSON a Google Drive.
 - **Exportar proceso a Google Drive y descargar:** Similar a la opción anterior, pero también descarga el archivo JSON en la computadora del usuario.

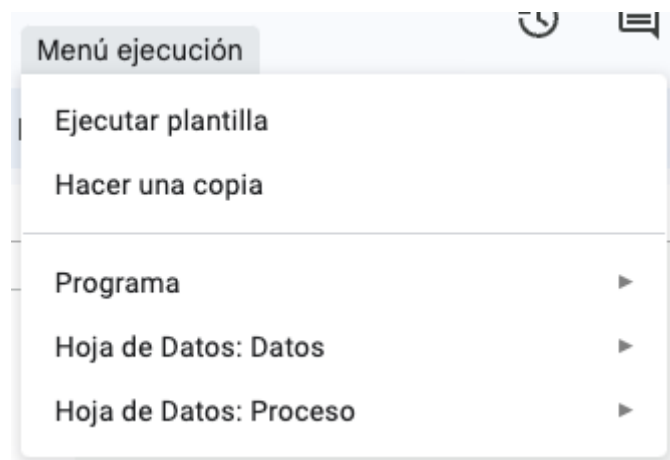


Figura 5.6: Menú principal de la plantilla

Una de las mejoras implementadas fue la automatización avanzada para facilitar tanto la importación como la exportación de datos mediante la inclusión de un archivo JSON. Este archivo contiene el análisis y los resultados de las simulaciones de Montecarlo, así como los datos esenciales que se visualizan en el Panel de Control. En la Figura 5.7, se presenta un ejemplo del contenido del archivo JSON utilizado en este proceso:

```

{
  "control": {
    "HOJA_DATOS": "Datos",
    "NOMBRE1": "Cribado",
    "NOMBRE2": "No Cribado",
    "COL_COSTE_1": "B",
    "COL_COSTE_2": "D",
    "COL_EFECTO_1": "C",
    "COL_EFECTO_2": "E",
    "U_COSTE": "€",
    "U_EFECTO": "AVG",
    "R_COSTE": 2,
    "R_EFECTO": 5,
    "MAX_UMBRAL": 100000
  },

```

```

"values": [
  {
    "special": {
      "Sample": 1,
      "C(Cribado)": 1.202128795,
      "E(Cribado)": 30.37694286,
      "C(No cribado)": 0.77783308,
      "E(No cribado)": 30.37661729
    },
    "data": {
      "Dist(1)": 0.239743646,
      "Dist(2)": 0.707052366,
      "Dist(3)": 1,
      "Dist(4)": 1,
      "Dist(5)": 0.082891607,
      "Dist(6)": 0.0000237887,
      "Dist(7)": 1.212218489,
      "Dist(8)": 0.57665736,
      "Dist(9)": 13.02761462,
      "Dist(10)": 0.00030858,
      "Dist(11)": 7.715062387,
      "Dist(12)": 1.674056144,
      "Dist(13)": 15.6470607,
      "Dist(14)": 1.96059952,
      "Dist(15)": 2.778642909,
      "Dist(16)": 6922.831217,
      "Dist(17)": 15546.32209,
      "Dist(18)": 46312.92017,
      "Dist(19)": -0.013440439,
      "Dist(20)": 10356.99317,
      "Dist(21)": 1,
      "Dist(22)": 0.000065628,
      "Dist(23)": 0,
      "Dist(24)": 0,
      "Dist(25)": 0.78426702,
      "Dist(26)": 0.007914837,
      "Dist(27)": 0.014625448
    }
  },

```

Figura 5.7: Ejemplo de la estructura del archivo JSON con los resultados de las simulaciones de Montecarlo

Los usuarios pueden importar el archivo JSON tanto desde Google Drive como desde su ordenador. La Figura 5.8 ilustra el proceso de importación desde Google Drive, mientras que la Figura 5.9 muestra cómo se realiza desde el ordenador.

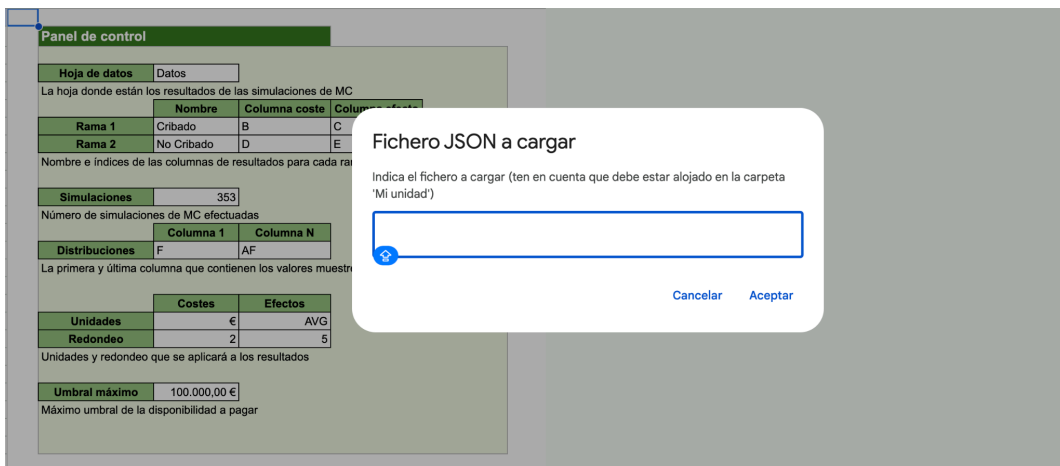


Figura 5.8: Importación del archivo JSON desde Google Drive



Figura 5.9: Importación del archivo JSON desde el ordenador

5.3.3 Implementación de nuevas funcionalidades

Durante la migración de la plantilla de Excel a Google Sheets, se ha realizado una adaptación de las funciones existentes, comentadas en el [apartado 4.2](#). Además de esta migración, se han implementado nuevas funcionalidades teniendo en cuenta las mejoras discutidas a lo largo del proceso. En la Tabla 5.2, se presentan las nuevas funciones más relevantes:

<i>Función</i>	Propósito	Funcionalidades
<i>copiarPlantilla()</i>	Crea una copia de la hoja de cálculo actual y la mueve a la misma carpeta que la hoja de cálculo original en Google Drive. Luego, muestra un mensaje al usuario indicando que se ha creado la copia.	<ul style="list-style-type: none"> - Obtiene la hoja activa. - Crea una copia de la misma. - Obtiene la carpeta padre. - Mueve la copia a la carpeta. - Elimina la copia de la carpeta raíz. - Muestra una alerta al usuario.

<i>Función</i>	Propósito	Funcionalidades
<i>protegerHoja()</i>	Protege una hoja específica en la hoja de cálculo activa.	<ul style="list-style-type: none"> - Protege la hoja y la describe como ‘Solo propietario’. - Elimina los editores de la hoja protegida. - Deshabilita la edición de dominio si está habilitada.
<i>protegerTodasLasHojas()</i>	Protege todas las hojas en la hoja de cálculo activa.	<ul style="list-style-type: none"> - Obtiene todas las hojas en la hoja de cálculo activa. - Aplica la protección a cada una utilizando <i>protegerHojas()</i>.
<i>importarJSONAPrograma()</i>	Importa datos desde un archivo JSON almacenado en Google Drive y actualiza la hoja de cálculo con estos datos.	<ul style="list-style-type: none"> - Carga los datos desde el JSON. - Configura la hoja de cálculo de Datos con los datos cargados. - Actualiza la hoja de Control con los datos de configuración.
<i>exportarProgramaJSON()</i>	Exporta datos desde la hoja de cálculo a un archivo JSON y lo guarda en Google Drive.	<ul style="list-style-type: none"> - Obtiene datos de la hoja de cálculo activa. - Convierte los datos a formato JSON. - Incluye las configuraciones adicionales de la hoja control en el JSON. - Guarda el archivo en Google Drive.
<i>exportarProgramaAJSON YDescargar()</i>	Exporta datos desde la hoja de cálculo a un archivo JSON, lo guarda en Google Drive y muestra un enlace para descargar el archivo.	<ul style="list-style-type: none"> - Igual que <i>exportarProgramaAJSON()</i> - Proporciona un enlace de descarga para el archivo JSON
<i>convertirDatosAJSON()</i>	Convierte los datos de una hoja de cálculo en formato JSON	<ul style="list-style-type: none"> - Divide los datos en dos partes: antes y después de las columnas congeladas. - Convierte los datos en formato JSON.
<i>setearHojaDeCalculoDesdeJSON()</i>	Borra los datos de la hoja de cálculo Datos, luego establece nuevos encabezados y congela las	<ul style="list-style-type: none"> - Limpia el contenido de la hoja de cálculo. - Configura los encabezados y datos en la hoja de

<i>Función</i>	Propósito	Funcionalidades
	primeras columnas según la estructura de datos proporcionada en el JSON.	cálculo a partir de los parámetros del JSON. - Actualiza la hoja de control con las configuraciones necesarias.
<i>cargarJSONdesdeDrive()</i>	Carga un archivo JSON desde Google Drive y devuelve su contenido.	- Solicita al usuario el nombre del archivo a cargar. - Verifica la existencia del archivo en Google Drive. - Devuelve los datos JSON del archivo seleccionado.

Tabla 5.2: Tabla con las funciones principales de las mejoras realizadas en la plantilla

5.4 Creación del Árbol de Decisión

La implementación del árbol de decisión se basa en la integración de los parámetros clave de la ontología OSDi, los cuales se encuentran detallados en una tabla específica. Esta tabla actúa como una interfaz que facilita la transferencia de datos necesarios para la configuración del árbol de decisión en Google Sheets.

5.4.1 Integración de parámetros desde OSDi

Para simplificar este proceso, se ha desarrollado una tabla que contiene los parámetros esenciales de la ontología OSDi. Esta tabla se compone de varias columnas que especifican:

- **Name:** Especifica el nombre del parámetro, facilitando su identificación en los análisis.
- **Live value, probabilistic y deterministic:** Proporcionan diferentes valores del parámetro según el tipo de análisis, asegurando la flexibilidad y precisión en la modelización.
- **Standard error:** Indica el error estándar asociado, crucial para entender la variabilidad y fiabilidad de los datos.
- **Distribution:** Define el tipo de distribución estadística utilizada para el parámetro.
- **First and second parameter:** Proveen los parámetros específicos de la distribución estadística, esenciales para la correcta aplicación de los modelos probabilísticos.

La Figura 5.10 muestra una sección específica de esta tabla, proporcionando una representación visual de cómo se estructuran estos datos.

Name	'live' values	probabilistic	deterministic	standard error	distribution	First parameter	Second parameter	Definition	Source
Probabilities									
pMort	0,064102564	0,034152418	0,064102564		BETA	5	73	Probability of death in profund cases undiagnosed.	Salbert et al
pCrib_tot	0,000079489	0	0,000079489	NA	NA	NA	NA	Probability of positive screening result for profound BD.	Screening program Galicia
pRecall	0,004412677	0,004656785	0,004412677		BETA	1707	385133	Test recall rate.	Screening program Galicia
pIncid_tot	0,000014788	0,000020361	0,000014788		BETA	8	540955	Incidence profound BD.	Screening program Galicia
pSensib	1,00000	0	1,00000	NA	NA	NA	NA	Sensitivity.	Screening program Galicia
pEspecif	0,999935297	0,999932235	0,999935297		BETA	540904	35	Specificity.	Screening program Galicia
p[PATOL Crib_tot]	0,186042032	0	0,186042032	NA	NA	NA	NA	Positive predicted value profound BD.	Screening program Galicia
p[NOPATOL Crib_tot]	NA	0	NA	NA	NA	NA	NA	Negative predicted value profound BD.	Screening program Galicia
pConv_tot	0,564	0,581487713	0,564		BETA	65	50	Prob seizures with profound BD.	See "data studies new"
pHipot_tot	0,457	0,445860231	0,457		BETA	17	20	Prob hypotonia with profound BD.	See "data studies new"
pPiel_tot	0,41	0,529607012	0,41		BETA	24	34	Prob skin problems with profound BD.	See "data studies new"
pOido_tot	0,515	0,403254496	0,515		BETA	24	34	Prob hearing problems with profound BD.	See "data studies new"
pOido_sev	0,545	0,840756128	0,545		BETA	6	5		
pVision_tot	0,175	0,156333036	0,175		BETA	19	91	Prob vision loss with profound BD.	See "data studies new"
pFallo_tot	0,55700	96,50133952	0,55700		BETA	14	6	Prob mental delay with profound BD.	See "data studies new"

Figura 5.10: Sección de la tabla parámetros

5.4.2 Construcción del árbol de decisión en Google Sheets

El árbol de decisión se ha estructurado en dos secciones para facilitar la comprensión y gestión de las complicaciones vinculadas a la deficiencia profunda de biotinidasa. En la Figura 5.11. se presenta una representación gráfica simplificada del árbol de decisión principal, donde se han omitido las combinaciones de las complicaciones para destacar claramente las opciones generales y sus posibles resultados.

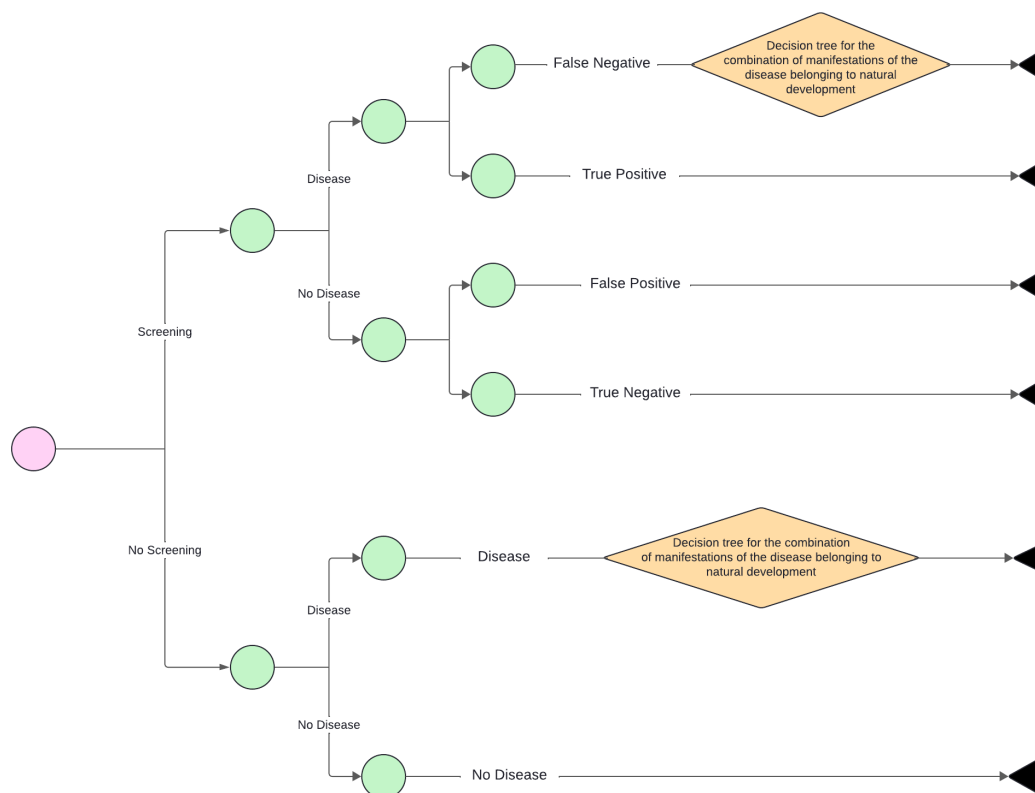


Figura 5.11: Diagrama simplificado del árbol de decisión principal

Esta figura ilustra las decisiones y los caminos posibles dentro del árbol de decisión principal para el cribado neonatal de la deficiencia profunda de biotinidasa, basado en los parámetros establecidos en la ontología OSDi.

La Figura 5.12. detalla las complicaciones específicas dentro del árbol de decisión, proporcionando un desglose de cada manifestación según su impacto en las decisiones de salud y economía.

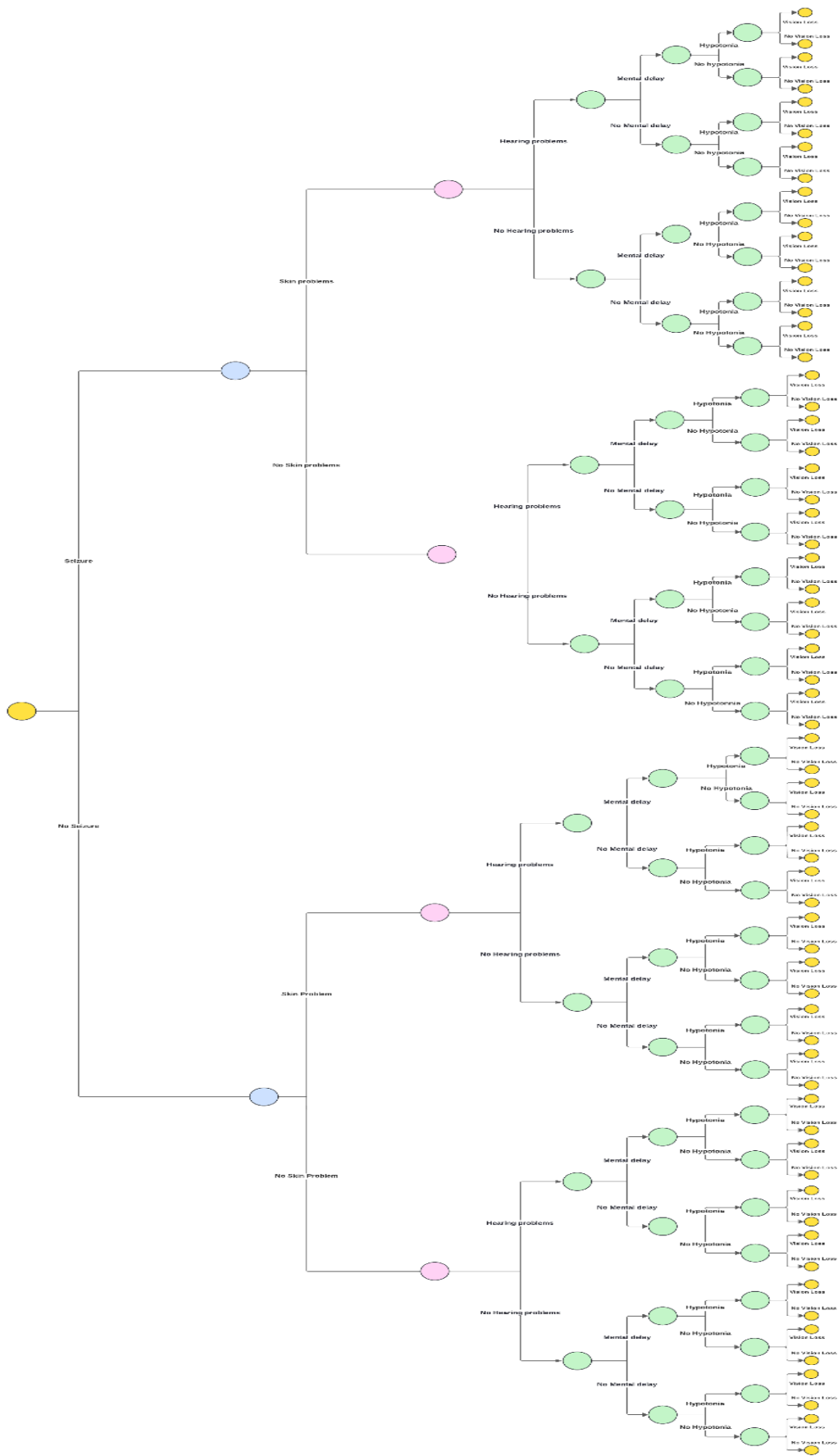


Figura 5.12: Diagrama de las manifestaciones de la deficiencia profunda de biotinidasa

A continuación, se presentan las funciones utilizadas en la construcción del árbol de decisión:

- 1. Estructura del árbol:** Para establecer la estructura del árbol de decisión, se utilizan funciones específicas que definen los nombres de las ramas y colores. La Figura 5.13. muestra la función que define los nombres de las celdas.

```
function escribirNombres2() {
  // Definir las coordenadas de las celdas y los datos correspondientes
  const datosACeldas = [
    { celda: "E12", valor: "Newborn" },
    { celda: "F7", valor: "Screening" },
    { celda: "G6", valor: "Screening+" },
    { celda: "G10", valor: "Screening-" },
    { celda: "H5", valor: "PBD" },
    { celda: "H7", valor: "No PBD" },
    { celda: "F18", valor: "No Screening" },
    { celda: "G16", valor: "PBD" },
    { celda: "G20", valor: "No PBD" }
  ];

  // Iteramos sobre la lista de coordenadas y escribir en las celdas correspondientes
  datosACeldas.forEach(function(elemento) {
    let celda = elemento.celda;
    let valor = elemento.valor;
    let rango = shArbolDecision2.getRange(celda);
    rango.setValue(valor);
    rango.setFontWeight('bold');
    rango.setFontSize(8);
  });
}
```

Figura 5.13: Función que define los nombres de las celdas

- 2. Asignación de valores:** La función '*valorCeldas()*' asigna los valores iniciales a las celdas del árbol de decisión. Estos valores se extraen directamente de la tabla de parámetros de la ontología OSDi. Esto se detalla en la Figura 5.14.

```
function valorCeldas2() {
  shParametros = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet().getSheetByName('Parametros');

  let cPCRIB_TOT = shParametros.getRange(PCRIB_TOT).getValue();
  let cPPATOL_CRIB_TOT = shParametros.getRange(PPATOL_CRIB_TOT).getValue();
  let cPINCID_TOT = shParametros.getRange(PINCID_TOT).getValue();

  // Definimos las coordenadas de las celdas y las fórmulas correspondientes
  const valorACeldas2 = [
    { celda: SCREENINGPLUS_SCREENING, valor: cPCRIB_TOT },
    { celda: PBD_SCREENINGPLUS_SCREENING, valor: cPPATOL_CRIB_TOT },
    { celda: PBD_NOSCREENING, valor: cPINCID_TOT },
  ];

  // Iteramos sobre la lista de coordenadas y escribir las fórmulas en las celdas correspondientes
  valorACeldas2.forEach(function(elemento) {
    let celda = elemento.celda;
    let valor = elemento.valor;
    let rango = shArbolDecision2.getRange(celda);
    rango.setValue(valor);
    rango.setFontSize(8);
  });
}
```

Figura 5.14: Función que define la asignación de valores

- 3. Cálculo de probabilidades y costes:** Otro aspecto es el cálculo de probabilidades y costes asociados a cada nodo del árbol de decisión. Se implementan fórmulas y funciones que

permiten evaluar las alternativas disponibles de manera precisa. La Figura 5.15 ilustra la función que define la asignación de fórmulas.

```
function formulasCeldas2() {  
  // Definimos las coordenadas de las celdas y las fórmulas correspondientes  
  const formulasACeldas2 = [  
    { celda: SCREENINGMINUS_SCREENING, formula: '=1 - PCRIB_TOT'},  
    { celda: NOPBD_SCREENINGPLUS_SCREENING, formula: '=1 - H4'},  
    { celda: NOPBD_NOSCREENING, formula: '=1 - PNCID_TOT'}  
  ];  
  
  // Iteramos sobre la lista de coordenadas y escribir las fórmulas en las celdas correspondientes  
  formulasACeldas2.forEach(function(elemento) {  
    let celda = elemento.celda;  
    let formula = elemento.formula;  
    let rango = shArbolDecision2.getRange(celda);  
    rango.setFormula(formula);  
    rango.setFontSize(8);  
  });  
}
```

Figura 5.15: Función que define la asignación de fórmulas

Capítulo 6 Conclusiones y líneas futuras

6.1 Conclusiones

Este trabajo ha afrontado la problemática de la automatización en la construcción de modelos para la evaluación económica de tecnologías sanitarias. La necesidad de mejorar la eficiencia y precisión en este campo motivó la investigación y selección meticulosa de herramientas adecuadas, así como la adaptación de una plantilla existente de Excel a un entorno más dinámico y colaborativo. Este enfoque no solo ha facilitado la inclusión de información detallada sobre casos específicos, sino que también ha enriquecido la capacidad de los modelos para representar escenarios complejos y tomar decisiones informadas en el ámbito sanitario.

La integración con la ontología OSDi se erige como un logro significativo en este proceso. Esta integración ha permitido no solo utilizar datos estructurados de manera efectiva, sino también mejorar la precisión de los modelos de evaluación económica mediante la construcción de árboles de decisión dentro de las hojas de cálculo. La combinación de información proveniente de OSDi con modelos de coste-efectividad proporciona una base sólida para análisis más profundos y relevantes en el contexto sanitario.

Durante la adaptación y migración de la plantilla, se implementaron mejoras funcionales cruciales. Estas mejoras no solo optimizaron el rendimiento y la usabilidad de la herramienta, sino que también incorporaron funcionalidades avanzadas como la automatización mediante archivos JSON. Esto ha facilitado la gestión eficiente de datos y ha mejorado la accesibilidad para los diversos usuarios involucrados en la toma de decisiones en salud, fortaleciendo así la capacidad de respuesta ante las demandas del entorno sanitario actual.

Estas mejoras en la automatización y gestión de modelos económicos en el ámbito sanitario representan un paso significativo hacia la mejora continua en la toma de decisiones informadas. Estas áreas de mejoras también representan nuevas líneas de investigación y desarrollo de futuros trabajos que podrían enriquecer y ampliar la automatización, aportando mayores beneficios y utilidades a sus usuarios.

6.2 Líneas futuras

A partir del desarrollo realizado en este trabajo, se proponen las siguientes líneas de trabajo futuro:

1. **Optimización del proceso de importación:** Implementar una funcionalidad que permita la importación completa desde un archivo JSON ubicado en cualquier carpeta de Google Drive. Esto incluiría la capacidad de seleccionar el archivo JSON deseado desde cualquier ubicación en Google Drive, sin necesidad de ingresar manualmente el nombre del archivo.
2. **Configuración de columnas abordadas:** Implementar una opción para definir las columnas específicas que serán abordadas o consideradas dentro del análisis a partir de la información proporcionada en el JSON. Esto permitiría una mayor flexibilidad para adaptar el análisis a diferentes conjuntos de datos o necesidades específicas del usuario.
3. **Automatización Avanzada y Análisis Predictivo:** Integrar técnicas de aprendizaje automático (machine learning) para predecir resultados y tendencias basadas en los datos importados. Esto podría incluir la implementación de modelos predictivos que sugieran las mejores prácticas o intervenciones basadas en datos históricos.
4. **Desarrollo de Herramientas de Visualización:** Crear herramientas de visualización de datos que permitan a los usuarios ver de manera gráfica y dinámica los resultados del análisis. Esto podría incluir gráficos interactivos y dashboards personalizados que se actualicen automáticamente con los nuevos datos.

Estas líneas futuras de trabajo representan oportunidades importantes para continuar mejorando y refinando la plantilla de evaluación económica, permitiendo su evolución y adaptación a las necesidades y expectativas de los usuarios.

Capítulo 7 Conclusions and Further Work

7.1 Conclusions

This work has addressed the issue of automation in building models for economic evaluation of healthcare technologies. The need to enhance efficiency and accuracy in this field drove the research and meticulous selection of appropriate tools, as well as the adaptation of an existing Excel template to a more dynamic and collaborative environment. This approach has not only facilitated the inclusion of detailed information on specific cases but has also enriched the models' ability to represent complex scenarios and make informed decisions in the healthcare domain.

The integration with the OSDi ontology stands out as a significant achievement in this process. This integration has enabled not only effective use of structured data but also improved the accuracy of economic evaluation models by constructing decision trees within spreadsheets. Combining information from OSDi with cost-effectiveness models provides a solid foundation for deeper and more relevant analyses in the healthcare context.

During the adaptation and migration of the template, crucial functional improvements were implemented. These enhancements not only optimized the performance and usability of the tool but also incorporated advanced functionalities such as automation through JSON files. This has facilitated efficient data management and improved accessibility for the various stakeholders involved in healthcare decision-making, thereby strengthening responsiveness to current healthcare environment demands.

These improvements in automation and management of economic models in healthcare represent a significant step towards continuous improvement in informed decision-making. These areas of enhancement also represent new lines of research and development for future work that could further enrich and expand automation, providing greater benefits and utilities to its users.

7.2 Further work

Based on the development carried out in this work, the following future work directions are proposed:

1. **Optimization of the import process:** Implement a functionality that allows the complete import from a JSON file located in any Google Drive folder. This would include the ability to select the desired JSON file from any location in Google Drive without needing to manually enter the file name.
2. **Configuration of addressed columns:** Implement an option to define the specific columns that will be addressed or considered within the analysis based on the information provided in the JSON. This would allow for greater flexibility to adapt the analysis to different data sets or specific user needs.
3. **Advanced Automation and Predictive Analysis:** Integrate machine learning techniques to predict outcomes and trends based on the imported data. This could include the implementation of predictive models that suggest best practices or interventions based on historical data.
4. **Development of Visualization Tools:** Create data visualization tools that allow users to see the results of the analysis graphically and dynamically. This could include interactive charts and personalized dashboards that automatically update with new data.

These future work directions represent significant opportunities to continue improving and refining the economic evaluation template, allowing its evolution and adaptation to the needs and expectations of users.

Capítulo 8 Presupuesto

El presupuesto para el proyecto se calculó mediante una estimación lineal del coste total por hora, basada en los objetivos del proyecto, que requiere un total estimado de 300 horas para su completa realización. Equivalente a 12 créditos ECTS según la guía docente, se estima que cada crédito implica aproximadamente 25 horas de trabajo según se detalla en la Tabla 8.1. La estimación abarca mano de obra, amortización de equipos, consumibles, suministros e impuestos. Todas las herramientas utilizadas son gratuitas, requiriéndose solo un ordenador y el tiempo de un ingeniero informático junior con los gastos correspondientes.

<i>Recurso</i>	<i>Horas</i>	<i>Precio/Hora</i>	<i>Total</i>
<i>Investigación</i>	60	30€/hora	1.800 €
<i>Migración plantilla + implementación mejoras</i>	120	30€/hora	3.600 €
<i>Actualización instancias ontología</i>	24	30€/hora	720 €
<i>Creación árbol de decisión</i>	96	30€/hora	2880 €
<i>Subtotal</i>			9.000 €
<i>IGIC (7%)</i>			630 €
<i>TOTAL</i>			9.630 €

Tabla 8.1: Presupuesto del proyecto

Capítulo 9 Plantilla migrada

El capítulo 9 de este trabajo se centra en la descripción de la plantilla migrada, la cual se puede encontrar en el siguiente enlace: [Plantilla de Google Sheets](#).

La Figura 9.1 muestra el panel de control de la plantilla migrada, donde se configuran los parámetros esenciales para los análisis, como el número de simulaciones de Montecarlo, las columnas de resultados para las distintas ramas del análisis (cribado y no cribado), las distribuciones utilizadas y el umbral máximo de disponibilidad a pagar.

Panel de control

Hoja de datos	Datos		
----------------------	-------	--	--

La hoja donde están los resultados de las simulaciones de MC

	Nombre	Columna coste	Columna efecto
Rama 1	Cribado	B	C
Rama 2	No Cribado	D	E

Nombre e índices de las columnas de resultados para cada rama

Simulaciones	1000		
---------------------	------	--	--

Número de simulaciones de MC efectuadas

	Columna 1	Columna N
Distribuciones	F	AF

La primera y última columna que contienen los valores muestreados de cada distribución

	Costes	Efectos
Unidades	€	AVG
Redondeo	2	5

Unidades y redondeo que se aplicará a los resultados

Umbral máximo	100.000,00 €		
----------------------	--------------	--	--

Máximo umbral de la disponibilidad a pagar

Figura 9.1: Panel de Control

La Figura 9.2 detalla la hoja de datos, que incluye los resultados de las simulaciones, detallando los costes y efectos para cada intervención (cribado y no cribado). En la Figura 9.3 se presenta la hoja de proceso, donde se integran los datos muestreados y los parámetros definidos en el panel de control, permitiendo la ejecución de las operaciones estadísticas necesarias. La Figura 9.4. muestra la hoja de resultados, la cual resume los hallazgos del análisis realizado.

Sample	C(Cribado)	E(Cribado)	C(No cribado)	E(No cribado)	Dist(1)	Dist(2)	Dist(3)	Dist(4)	Dist(5)	Dist(6)	Dist(7)	Dist(8)
1	1,202128795	30,37694286	0,77783308	30,37661729	0,239743646	0,707052366	1	1	0,082891607	2,38E-06	1,212218489	0,57665736
2	3,270910347	30,37683463	1,530182588	30,37659862	0,268950173	0,569200535	1	1	0,003207176	4,46E-06	2,714076551	0,401321305
3	4,412195481	30,37675288	1,079572434	30,37660867	0,253223524	0,604654021	1	1	0,042333148	3,44E-06	1,371096723	0,316081865
4	7,082556806	30,37688027	2,968431788	30,37657313	0,229367609	0,499807134	1	1	0,027706172	8,71E-06	2,528121216	0,482753566
5	3,435614895	30,37682614	1,534783751	30,37660061	0,22866019	0,596305579	1	1	0,044514793	5,00E-06	2,931510101	1,059746461
6	6,275452329	30,37675086	2,4343532	30,3765946	0,203186484	0,620813823	1	1	0,012351034	6,01E-06	2,863449923	1,87148722
7	9,553438695	30,37692838	2,540646241	30,37656577	0,257142382	0,532741669	1	1	0,008597376	8,30E-06	1,311144954	1,926604665
8	3,237436722	30,37672237	2,323654638	30,37658342	0,224858	0,597087171	1	1	0,007274352	6,73E-06	1,645877399	0,326141798
9	3,351420189	30,37702839	1,704554318	30,37660277	0,225818874	0,570596443	1	1	0,012293344	4,38E-06	2,867093826	0,806372945
10	11,03622887	30,37671409	3,184238349	30,37656737	0,23689794	0,431509115	1	1	0,001673946	8,65E-06	2,467938175	1,705115707
11	6,633234797	30,3767755	2,63651952	30,37658348	0,239568354	0,656658028	1	1	0,01154559	7,08E-06	2,696400094	1,346928562
12	5,8568304	30,37684053	2,38668889	30,37659888	0,200901365	0,506128351	1	1	0,054619246	5,26E-06	1,90813032	0,995158517
13	5,963981445	30,3768815	1,522341633	30,37660439	0,230448117	0,627179944	1	1	0,044325451	4,71E-06	1,668220079	0,988643612
14	4,208993331	30,3768215	1,899592466	30,37658682	0,228235225	0,811403389	1	1	0,025453759	6,04E-06	2,747093082	1,365927551
15	3,362990053	30,37685416	2,330136653	30,37658681	0,23496459	0,610954273	1	1	0,057950785	6,31E-06	1,988907517	1,212924845
16	3,870946915	30,37688424	1,116987092	30,37661286	0,225085143	0,630777722	1	1	0,032434752	4,03E-06	2,033835265	0,008548847
17	8,52964646	30,37688292	7,295064418	30,3765235	0,198264777	0,588557518	1	1	0,023895038	0,00001754	2,137020678	0,979838018
18	7,365711685	30,3769117	2,039617724	30,37659972	0,20980704	0,765844952	1	1	0,002932711	4,91E-06	2,684649658	1,898625403
19	5,155828537	30,37671675	4,385327635	30,37655368	0,235404677	0,619094369	1	1	0,106330665	0,000010305	1,715092378	0,121591744
20	8,766255781	30,37701822	3,165440735	30,37655914	0,28243882	0,610783022	1	1	0,010441676	9,08E-06	1,461039166	1,755742186
21	9,802924098	30,37687435	3,708649921	30,37654093	0,235074873	0,574472494	1	1	0,0536269	0,000011548	1,056071553	1,302426762
22	4,578369677	30,37670908	1,871068976	30,37659895	0,235959848	0,525384192	1	1	0,018754565	5,56E-06	1,978992322	0,407677611
23	6,642853922	30,37696191	1,801058961	30,37660386	0,205124072	0,549248887	1	1	0,090509304	4,73E-06	1,581734461	0,918125102
24	8,850357585	30,37680647	3,966577815	30,37656248	0,22220204	0,649248786	1	1	0,213648427	9,52E-06	2,074975122	1,293540561
25	6,323425165	30,37671194	2,410828795	30,37659181	0,228975454	0,596848629	1	1	0,054475425	5,85E-06	1,298949534	1,158633924
26	3,624704129	30,37687685	1,501438644	30,37660148	0,234505969	0,569710211	1	1	0,025676123	5,15E-06	1,284530978	0,810532179
27	5,570114226	30,3766487	2,276437834	30,37659217	0,20844463	0,66222808	1	1	0,016535386	7,04E-06	2,810834	1,625235501
28	5,521802905	30,37673591	3,278611784	30,37656397	0,255955779	0,648069635	1	1	0,004688945	8,30E-06	2,895771681	0,57840482

Figura 9.2: Extracto de la hoja de Datos

Iteración	C(Inc)	E(Inc)	ICER	C(Cribado)	E(Cribado)	C(No cribado)	E(No cribado)	Dist(1)	Dist(2)	Dist(3)	Dist(4)	Dist(5)
Mean	3,778549382	0,00026558704	20373,50864	6,375911097	30,3768483	2,597361715	30,37658271	0,2256458858	0,596980604	1	1	0,06300269784
SD	5,210700414	0,00008650566	117998,5974	5,424809576	0,00008285813	1,402708257	0,000027742411	0,02300624113	0,1002585219	0	0	0,06050550764
IC95-	0,070669230288	0,00009540625	184,7128548	1,586271913	30,37668451	0,7056403027	30,37651391	0,1804553278	0,4014368761	1	1	0,0021527265
IC95+	7,710373442	0,0004314445	48442,32027	12,11440816	30,37701232	6,061556256	30,37662111	0,271124466	0,7854918679	1	1	0,2201114569
R2 (Cost)								0,000006313682	0,000500478836			0,009839595285
R2 (Effect)								0,002480179492	0,005289477227	1	1	0,000006198485
1	0,424295715	0,00032557	1303,239595	1,202128795	30,37694286	0,77783308	30,37661729	0,239743646	0,707052366	1	1	0,082891607
2	1,740727759	0,00023601	7375,652553	3,270910347	30,37683463	1,530182588	30,37659862	0,268950173	0,569200535	1	1	0,003207176
3	3,332623047	0,00014421	23109,51423	4,412195481	30,37675288	1,079572434	30,37660867	0,253223524	0,604654021	1	1	0,042333148
4	4,114125018	0,00030714	13394,95024	7,082556806	30,37688027	2,968431788	30,37657313	0,229367609	0,499807134	1	1	0,027706172
5	1,900831144	0,00022553	8428,285124	3,435614895	30,37682614	1,534783751	30,37660061	0,22866019	0,596305579	1	1	0,044514793
6	3,841099129	0,00015626	24581,46121	6,275452329	30,37675086	2,4343532	30,3765946	0,203186484	0,620813823	1	1	0,012351034
7	7,012792454	0,00036261	19339,76574	9,553438695	30,37692838	2,540646241	30,37656577	0,257142382	0,532741669	1	1	0,008597376
8	0,913782084	0,00013895	6576,337416	3,237436722	30,37672237	2,323654638	30,37658342	0,224858	0,597087171	1	1	0,007274352
9	1,646865871	0,00042562	3869,333845	3,351420189	30,37702839	1,704554318	30,37660277	0,225818874	0,570596443	1	1	0,012293344
10	7,851990521	0,00014672	53516,83834	11,03622887	30,37671409	3,184238349	30,37656737	0,23689794	0,431509115	1	1	0,001673946
11	3,996715277	0,00019202	20814,05727	6,633234797	30,3767755	2,63651952	30,37658348	0,239568354	0,656658028	1	1	0,01154559
12	3,47014151	0,00024065	14419,86915	5,8568304	30,37684053	2,38668889	30,37659888	0,200901365	0,506128351	1	1	0,054619246
13	4,441639812	0,00027711	16028,43568	5,963981445	30,3768815	1,522341633	30,37660439	0,230448117	0,627179944	1	1	0,044325451
14	2,319400865	0,00023468	9883,248956	4,208993331	30,3768215	1,899592466	30,37658682	0,228235225	0,811403389	1	1	0,025453759
15	1,0328534	0,00026735	3863,300542	3,362990053	30,37685416	2,330136653	30,37658681	0,23496459	0,610954273	1	1	0,057950785
16	2,753959823	0,00027138	10147,98372	3,870946915	30,37688424	1,116987092	30,37661286	0,225085143	0,630777722	1	1	0,032434752
17	1,234582042	0,00035942	3434,928613	8,52964646	30,37688292	7,295064418	30,3765235	0,198264777	0,588557518	1	1	0,023895038
18	5,326093961	0,00031198	17071,90833	7,365711685	30,3769117	2,039617724	30,37659972	0,20980704	0,765844952	1	1	0,002932711
19	0,770509092	0,00016307	4724,97027	5,155828537	30,37671675	4,385327635	30,37655368	0,235404677	0,619094369	1	1	0,106330665
20	5,600815046	0,00045908	12200,08505	8,766255781	30,37701822	3,165440735	30,37655914	0,28243882	0,610783022	1	1	0,010441676
21	6,094274177	0,00033342	18278,07023	9,802924098	30,37687435	3,708649921	30,37654093	0,235074873	0,574472494	1	1	0,0536269

Figura 9.3: Extracto de la hoja de Proceso

Resultados				
	Coste		Efecto	
Cribado	6.38 €	[1.59 €; 12.11 €]	30.37685 AVG	[30.37668 AVG; 30.37701 AVG]
No cribado	2.60 €	[0.71 €; 6.06 €]	30.37658 AVG	[30.37651 AVG; 30.37662 AVG]
Incremental	3.78 €	[0.07 €; 7.71 €]	0.00027 AVG	[0.00010 AVG; 0.00043 AVG]
RCEI	14227.16 €/AVG		[163.78 €/AVG; 80816.23 €/AVG]	

Figura 9.4: Hoja de Resultados

La Figura 9.5 muestra el análisis de coste-efectividad que incluye un gráfico y datos relacionados con costes y efectividades. En la parte superior, se presentan las rectas de disposición a pagar para diferentes niveles. La tabla de datos detalla los incrementos en efectividad y costes para varios ángulos. El gráfico visualiza estos datos, donde el eje X representa la efectividad y el eje Y los costes, con puntos verdes que muestran diferentes escenarios y puntos de colores que indican distintos niveles de disponibilidad para pagar.

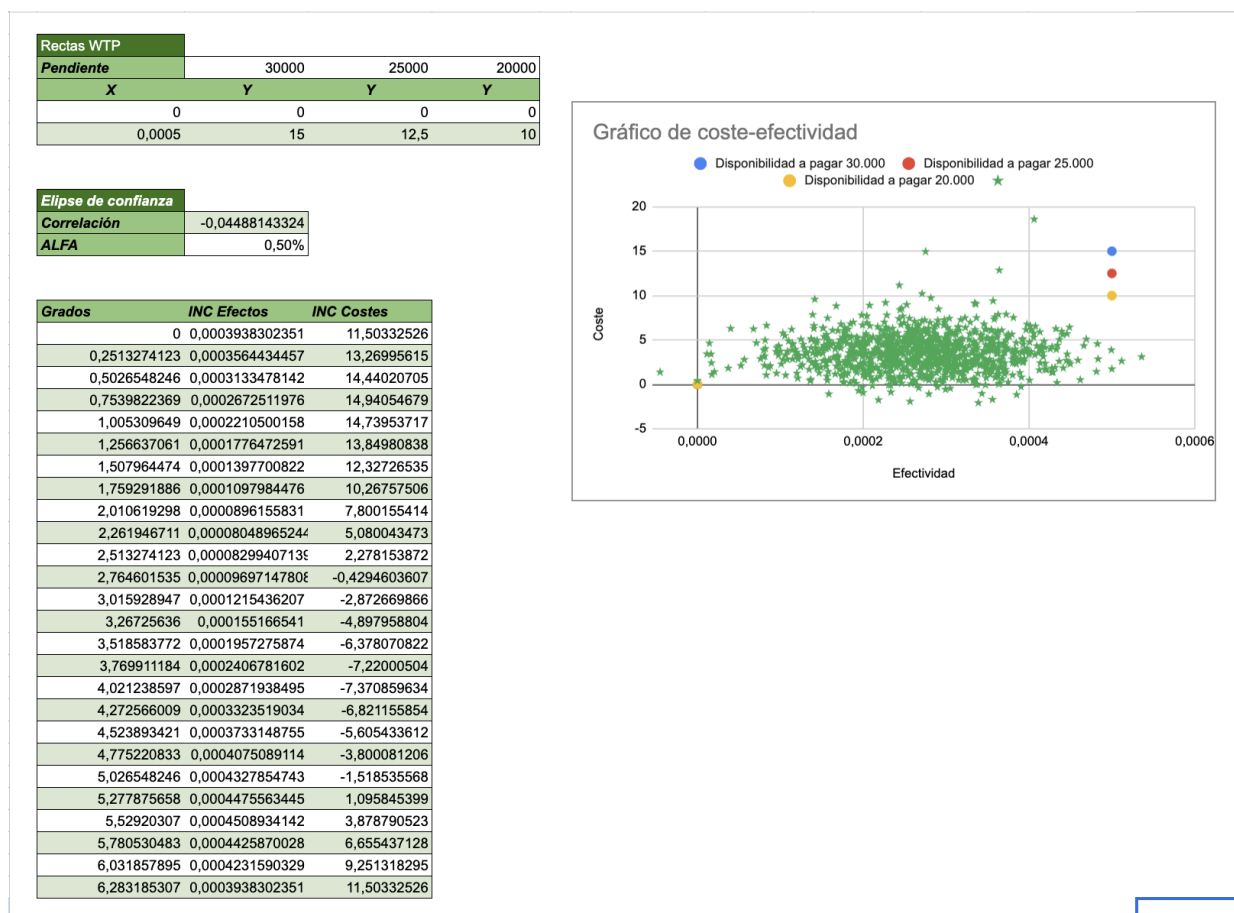


Figura 9.5: Análisis de coste-efectividad

La Figura 9.6 muestra la curva de aceptabilidad, donde tanto la tabla como el gráfico presentan la relación entre la distancia umbral y la aceptabilidad. La tabla detalla cómo la aceptabilidad aumenta gradualmente con la distancia umbral. Por otra parte, la tabla de la Figura 9.7 muestra los datos del VEIP y los beneficios netos (BNS) para el cribado y no cribado. Además, los gráficos a la derecha visualizan el VEIP en dos contextos: por paciente y para toda la población. Asimismo, la Figura 9.8 presenta tablas y gráficos que detallan el impacto de diferentes parámetros en los costes y efectos del análisis, con los parámetros ordenados según su coeficiente de determinación (R2) en relación con los costes y efectos.

Curva de aceptabilidad	
Dist. Umbral	2500
0	0,023
2500	0,062
5000	0,121
7500	0,221
10000	0,331
12500	0,468
15000	0,58
17500	0,684
20000	0,751
22500	0,828
25000	0,863
27500	0,891
30000	0,922
32500	0,93
35000	0,952
37500	0,956
40000	0,963
42500	0,965
45000	0,968
47500	0,97
50000	0,976
52500	0,976
55000	0,98
57500	0,982
60000	0,985

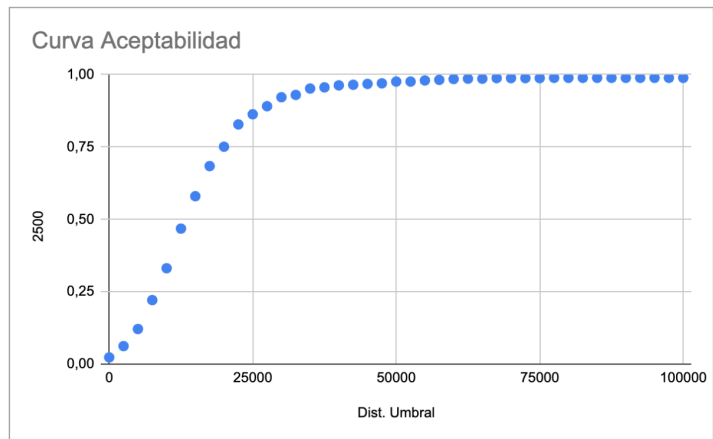


Figura 9.6: Extracto de la hoja Curva de Aceptabilidad

Población	20000	
Incidencia	1	
Umbral de referencia	1000000	
Resultado VEIP	0,19600926	
BNS Criado	BNS No Criado	MAX BNS
3037693,084	3037660,951	3037693,084
3037680,192	3037658,332	3037680,192
3037670,876	3037659,787	3037670,876
3037680,944	3037654,345	3037680,944
3037679,178	3037658,526	3037679,178
3037668,811	3037657,026	3037668,811
3037683,285	3037654,036	3037683,285
3037669	3037656,018	3037669
3037699,488	3037658,572	3037699,488
3037680,373	3037653,553	3037680,373
3037670,917	3037655,711	3037670,917
3037678,196	3037657,601	3037678,196
3037682,186	3037658,917	3037682,186
3037677,941	3037656,792	3037677,941
3037682,053	3037656,351	3037682,053
3037684,553	3037660,169	3037684,553
3037679,762	3037645,055	3037679,762
3037683,804	3037657,932	3037683,804
3037666,519	3037650,983	3037666,519
3037693,056	3037652,749	3037693,056
3037677,632	3037650,384	3037677,632
3037666,33	3037658,024	3037666,33
3037689,548	3037658,585	3037689,548
3037671,797	3037652,461	3037671,797
3037664,871	3037656,77	3037664,871
3037684,06	3037658,647	3037684,06
3037659,3	3037656,941	3037659,3
3037668,069	3037653,118	3037668,069
3037678,15	3037659,43	3037678,15
3037685,413	3037654,655	3037685,413
3037686,115	3037657,272	3037686,115
3037684,64	3037656,14	3037684,64
3037690,758	3037659,315	3037690,758
3037671,354	3037659,356	3037671,354
3037685,006	3037661,798	3037685,006
3037673,556	3037655,849	3037673,556
3037680,938	3037651,656	3037680,938
3037680,987	3037653,17	3037680,987

Dist. Umbral	2500	
Umbral	VEIP poblacional	VEIP
0	340,3562642	0,01701781321
2500	885,5087782	0,04427543891
5000	2246,695078	0,1123347539
7500	4784,734554	0,2392367277
10000	8913,968514	0,4456984257
12500	14920,93437	0,7460467186
15000	18671,95422	0,9335977711
17500	14718,95537	0,7359477687
20000	11819,192	0,589959998
22500	9888,579851	0,4834289926
25000	8545,680875	0,4272840437
27500	7588,075947	0,3794037973
30000	6896,268511	0,3448134256
32500	6374,499444	0,3187249722
35000	5998,007548	0,2999003774
37500	5711,847446	0,2855923723
40000	5474,541052	0,2737270526
42500	5279,711224	0,2639855612
45000	5104,013626	0,2552008613
47500	4947,079904	0,2473539952
50000	4823,923195	0,2411961597
52500	4710,105197	0,235052598
55000	4620,312108	0,2310156054
57500	4551,285794	0,2270642897
60000	4494,149946	0,2242074973
62500	4443,391222	0,2221695611
65000	4394,188714	0,2197094357
67500	4349,87722	0,217493861
70000	4314,454738	0,215227369
72500	4279,03221	0,2130516105
75000	4243,609738	0,211904869
77500	4208,19225	0,2104270263
80000	4176,502507	0,2088251254
82500	4144,464517	0,207232259
85000	4112,426536	0,2056213268
87500	4080,388518	0,2040194259
90000	4048,350519	0,2024175259
92500	4016,312538	0,2008156269

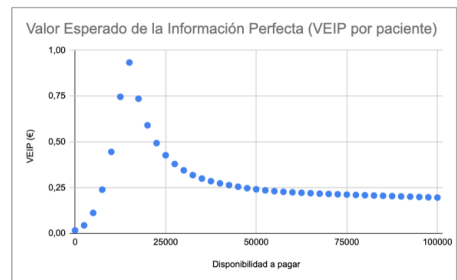


Figura 9.7: Extracto de la hoja Valor Esperado de la Información Perfecta

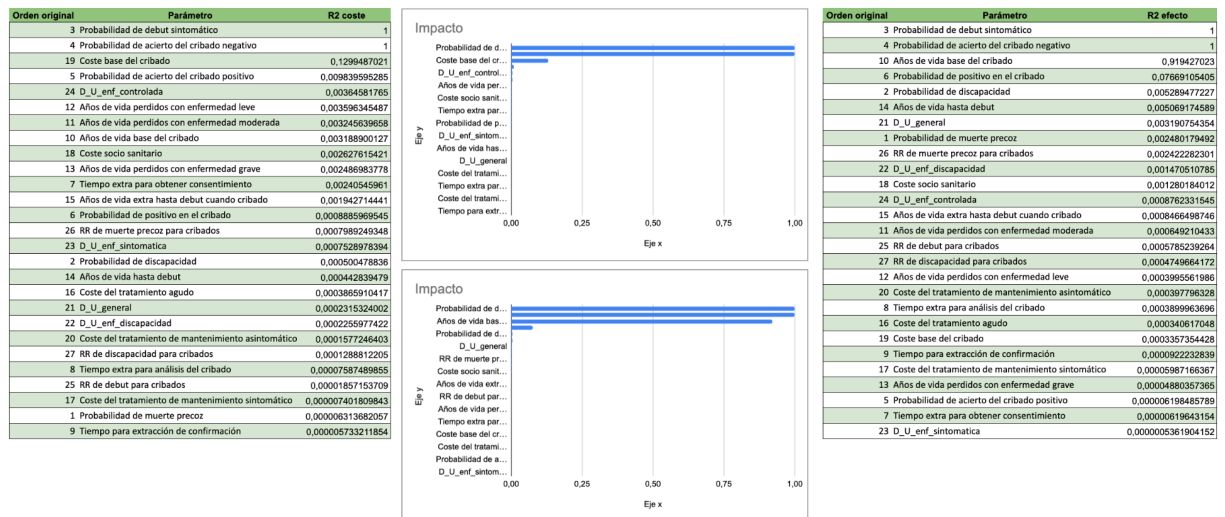


Figura 9.8: Análisis del impacto

En la figura 9.9 se observa una parte de la tabla con los parámetros de la ontología. Esta tabla detalla los valores probabilísticos y determinísticos, además del tipo de distribución y sus parámetros. Por otro lado, la figura 9.10 muestra el árbol de decisión principal, el cual representa las posibles trayectorias de salud de los pacientes desde el cribado y no cribado de la enfermedad. Por último, la figura 9.11 presenta un extracto del árbol de decisión, enfocándose en las manifestaciones del PBD.

Name	'live' values	probabilistic	deterministic	standard error	distribution	First parameter	Second parameter	Definition	Source
Unit cost parameters									
cExitus	19.146,72 €	22.132,90 €	19.146,72 €	NA	UNIFORM	15.317,38 €	22.976,06 €		
cCrib	0,89 €	2,25 €	0,89 €	NA	UNIFORM	0,50 €	2,50 €	Screening test cost.	See "Screening test cost" sheet
cExtracción	3,93 €	3,50 €	3,93 €	NA	UNIFORM	3,14 €	4,72 €	Blood extraction cost.	See "Unit costs" sheet
cDiagnost1	100,00 €	106,70 €	100,00 €	NA	UNIFORM	80,00 €	120,00 €	Diagnosis test 1 cost.	See "Unit costs" sheet
cDiagnost2	400,00 €	335,58 €	400,00 €	NA	UNIFORM	320,00 €	480,00 €	Diagnosis test 2 cost.	See "Unit costs" sheet
cBiotin	0,09 €	0,00 €	0,09 €	0,02 €	UNIFORM			Biotin drug cost.	See "Unit costs" sheet
cOrgan	220,00 €	180,42 €	220,00 €	NA	UNIFORM	176,00 €	264,00 €	Clinical test 1 cost.	See "Unit costs" sheet
cAclic	231,00 €	223,36 €	231,00 €	NA	UNIFORM	184,80 €	277,20 €	Clinical test 2 cost.	See "Unit costs" sheet
cVisEspe	106,50 €	109,33 €	106,50 €	NA	UNIFORM	85,20 €	127,80 €	Specialist visit cost.	See "Unit costs" sheet
clngreso	3.665,56 €	2.987,66 €	3.665,56 €	NA	UNIFORM	2.932,45 €	4.398,67 €	Hospitalization cost ICD-9 266	See "Unit costs" sheet
cAudiometria	43,90 €	37,15 €	43,90 €	NA	UNIFORM	35,12 €	52,68 €	Hearing test 1 cost	See "Unit costs" sheet
cPotenciales	298,05 €	318,59 €	298,05 €	NA	UNIFORM	294,98 €	357,66 €	Hearing test 2 cost	See "Unit costs" sheet
cEAV	15,36 €	14,99 €	15,36 €	NA	UNIFORM	12,29 €	18,43 €	Vision loss test 1 cost	See "Unit costs" sheet
cPotVisual	129,94 €	136,38 €	129,94 €	NA	UNIFORM	103,95 €	155,93 €	Vision loss test 2 cost	See "Unit costs" sheet
cCoclear	39.457,01 €	35.680,15 €	39.457,01 €	NA	UNIFORM	31.565,61 €	47.348,41 €	Coclear implant for hearing loss	See "Unit costs" sheet
cAudifono	1.114,53 €	1.170,53 €	1.114,53 €	NA	UNIFORM	891,62 €	1.337,44 €	Hearing aids	See "Unit costs" sheet
cRetinografia	64,65 €	59,96 €	64,65 €	NA	UNIFORM	51,72 €	77,58 €	Vision loss test 3 cost	See "Unit costs" sheet
cOCT	128,43 €	108,38 €	128,43 €	NA	UNIFORM	102,75 €	154,12 €	Vision loss test 4 cost	See "Unit costs" sheet
cFisio	4,74 €	4,25 €	4,74 €	NA	UNIFORM	3,79 €	5,69 €	Physiotherapy visit.	See "Unit costs" sheet
cResonancia	243,73 €	199,31 €	243,73 €	NA	UNIFORM	194,98 €	292,47 €	Mental delay test 1 cost	See "Unit costs" sheet
cEncefalograma	83,30 €	67,46 €	83,30 €	NA	UNIFORM	66,64 €	99,96 €	Mental delay test 2 cost	See "Unit costs" sheet
cCariotipo	169,78 €	200,21 €	169,78 €	NA	UNIFORM	135,83 €	203,74 €	Mental delay test 3 cost	See "Unit costs" sheet
cArrays	614,72 €	596,20 €	614,72 €	NA	UNIFORM	491,77 €	737,66 €	Mental delay test 4 cost	See "Unit costs" sheet
Resource use									
ruBio_tot	730	728,2590919	730	146	GAMMA	25	29,2	Biotin dose profound BD.	Couce et al 2011
ruTEL	300	302,458144	300	60	GAMMA	25	12	Minutes per day technical staff	Screening program Galicia
ruTSE	60	68,17756608	60	12	GAMMA	25	2,4	Minutes per day senior staff	Screening program Galicia
ruDetermin	70	63,73641553	70	14	GAMMA	25	2,8	Number of tests per day.	Number of birth a day and number of screening centres
var_unit	0,2							Variance in probabilistic analysis.	
Utility									
uSalud	0,8861	1,0000	0,8861	0,1212				Perfect health.	
uConvul	0,8461	0,803437838	0,8461	0,2100	BETA	1,65	0,30	Moderate seizure disorder.	Carroll et al 2009
uHipot	0,8861	0,9522256356	0,8861	0,1212	BETA	5,20	0,67	Moderate allergic reaction.	No data available
uPiel	0,8861	0,8647729937	0,8861	0,1212	BETA	5,20	0,67	Moderate allergic reaction.	No data available
uOido	0,8761	0,8995010115	0,8761	0,1212	BETA	5,60	0,79	Moderate hearing loss.	Carroll et al 2009 (value above pop norm)
uVision	0,8861	0,9748637869	0,8861	0,1212	BETA	5,20	0,67	Moderate bilateral vision loss.	Carroll et al 2009
uFallo	0,8161	0,8720700519	0,8161	0,2200	BETA	1,71	0,39	Moderate mental retardation.	Carroll et al 2009

Figura 9.9: Extracto tabla parámetros de la ontología

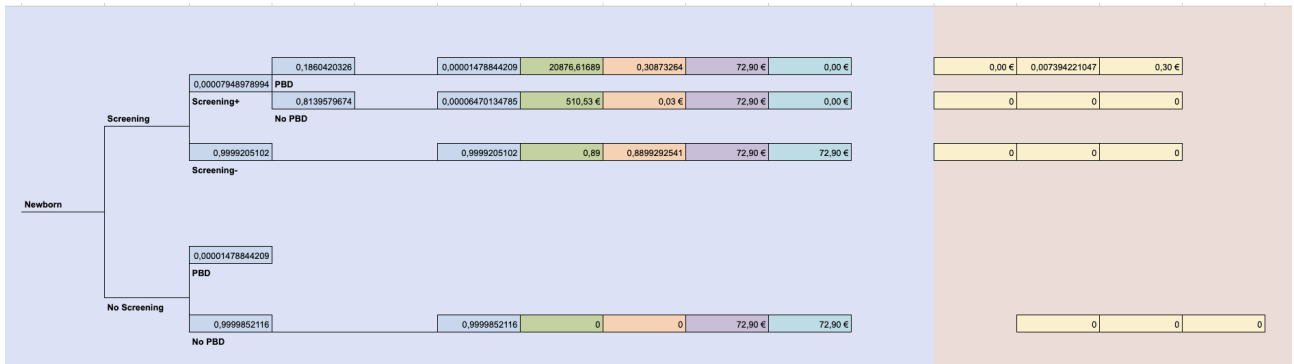


Figura 9.10: Árbol de decisión principal



Figura 9.11: Extracto del árbol de decisión con las manifestaciones del PBD

Bibliografía

1. Prieto González, D., & Castilla Rodríguez, I. (2022). Generación automatizada de modelos de evaluación económica para enfermedades raras basada en ontologías TESIS DOCTORAL [Thesis, Universidad de La Laguna].
[#https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFichaConsulta.do?idFicha=794555 #](https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFichaConsulta.do?idFicha=794555)
2. Sarmiento Padrón, S., Castilla Rodríguez, I., & González González, E. J. (2023). Creación y gestión de bases de conocimiento para generar modelos de enfermedades.
3. Mar Medina, J., Gorostiza Hormaetxe, Í., Vallejo Torres, L., Castilla Rodríguez, I., & García Pérez, L.. Curso de Experto Universitario en Investigación en Servicios de Salud y Cronicidad, Asignatura 3: Métodos de investigación en servicios y cronicidad, Tema 12: Evaluación Económica
4. Drummond, M. F., Sculpher, M. J., Claxton, K., Stoddart, G. L. y Torrance, G. W. Methods for the economic evaluation of health care programmes 461. ISBN: 9780199665877 (Oxford university press, 2015).
5. Karlsson, G. y Johannesson, M. The Decision Rules of Cost-Effectiveness Analysis. *Pharmacoeconomics* 9, 113-120. ISSN: 1170-7690. <http://link.springer.com/10.2165/00019053-199609020-00003> (feb. de 1996).
6. Sendi, P., Gafni, A. y Birch, S. Opportunity costs and uncertainty in the economic evaluation of health care interventions. *Health Economics* 11, 23-31. ISSN: 1057-9230. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hec.641> (ene. de 2002)
7. Black, W. C. The CE plane: a graphic representation of cost-effectiveness. *Medical Decision Making* 10, 212-214. ISSN: 0272-989X. <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0272989X9001000308> (ago. de 1990).
8. TreeAge Software. (sin fecha). TreeAge Pro. <https://www.treeage.com>
9. Microsoft Corporation. (sin fecha). Microsoft Excel. <https://www.microsoft.com/excel>
10. The Document Foundation. (sin fecha). LibreOffice Calc. <https://www.libreoffice.org/discover/calc/>
11. Zoho Corporation. (sin fecha). Zoho Sheet. <https://www.zoho.com/sheet/>
12. Google LLC. (sin fecha). Google Sheets. <https://www.google.com/sheets/>
13. Google LLC. (sin fecha). Google Apps Script. <https://developers.google.com/apps-script/>
14. Álvarez, J. S. Evaluación económica de medicamentos y tecnologías sanitarias 323. ISBN: 978-84-940346-1-9 (Springer, 2012).

15. Tolk, A. *Ontology, Epistemology, and Teleology for Modeling and Simulation* 378. ISBN: 978-3-642-31139-0. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-31140-6> (Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2013).
16. Yu, L. *A Developer's Guide to the Semantic Web* ISBN: 978-3-662-43795-7. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-43796-4> (Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2014).
17. Gómez-Pérez, A., Fernández-López, M. y Corcho, O. *Ontological Engineering: With Examples from the Areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web. (Advanced Information and Knowledge Processing)* ISBN: 1846283965 (SpringerVerlag, Berlin, Heidelberg, 2007).