



**Universidad de San Andrés**

**Escuela de Negocios**

**Maestría en Administración de Negocios – MBA**

**Trabajo Final de Graduación**

***IA Fertitech***

**Autor: Pablo Bergonzi**

**Mentor del Trabajo de Graduación: Leonardo Gargiulo**

# IA FERTITECH



Escuela de administración y negocios MBA

Autor: Pablo Bergonzi

Mentor del Trabajo de Graduación: Leonardo Gargiulo

<b>Resumen Ejecutivo</b>	<b>4</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>5</b>
<b>Introducción y antecedentes</b>	<b>6</b>
<b>I. Presentación y evaluación de la oportunidad de negocio</b>	<b>7</b>
La oportunidad	7
El mercado	7
La microbiota	8
Microgenesis	9
Roadmap	9
Estructura societaria	10
Idea de negocio	11
Modelo operativo y monetización	11
<b>II. Análisis de la Industria y el mercado objetivo</b>	<b>12</b>
Industria	12
Descripción	12
Según el mismo informa, se proyecta un tamaño total de u\$s6000MM para el 2022.	13
El sector informático en Argentina	14
FODA	18
Matriz de Desarrollo Ansoff	19
PESTLE	20
5 Fuerzas de Porter	26
Mercado objetivo	27
Estudio del mercado de servicios de fertilidad	27
El segmento	30
Empathy map	31
Value proposition canvas	31
Canales de distribución	32
<b>III. Propuesta de valor, el modelo de negocio y la ventaja competitiva</b>	<b>32</b>
Propuesta de valor y diferenciación	32
Canvas business model	33
Key partnerships	33
<b>IV. Go to Market Plan</b>	<b>34</b>
Plan de marketing	34
Estrategia de entrada	34
Marketing Mix (5P)	34
Plan de retención y fidelización	35
<b>V. Equipo emprendedor, estructura directiva y organización societaria</b>	<b>35</b>
Equipo emprendedor	35
Estructura directiva	37
Plan de incentivos	38

<b>VI. Requerimientos de inversión, y resultados económicos-financieros esperados</b>	<b>39</b>
Contexto macroeconómico	39
Tasa risk free en Europa	39
PBI en Europa	40
Riesgo país en la UE	41
Inflación proyectada	42
Costos del sector	42
Modelo de generación de beneficios	43
Ingresos	43
Costos	44
Break even	45
Cuadro de resultados	45
Requerimientos de inversión y financiamiento	46
<b>VII. Plan operativo</b>	<b>47</b>
Descripción y estructura societaria	47
Plan de desarrollo y release	48
Team composition	48
Arquitectura de alto nivel	50
<b>VIII. Resumen de las principales conclusiones sobre el negocio analizado</b>	<b>50</b>
<b>IX. Fuentes y Bibliografía</b>	<b>51</b>
<b>X. Anexos</b>	<b>53</b>
I. Modelo de soporte para diagnóstico del cáncer de mama	53
Sobre el dataset	53
Análisis de los datos	54
Determinación del modelo	59
Análisis del modelo final	64
II. Caso de éxito de las técnicas de fertilidad de Microgenesis	67

## Resumen Ejecutivo

El mercado de la medicina basada en microbiota está experimentando un crecimiento histórico.

A la vanguardia de esta ola de nuevas técnicas de diagnóstico y tratamientos, encontramos una nueva raza de startups biotech con necesidades de escalamiento que escapan al scope actual del mercado de servicios de tecnología y logística. Una de estas prometedoras compañías es Microgenesis, la misma se conformó con el objetivo de generar un impacto disruptivo a nivel global en el campo de la medicina orientada a la fertilidad basada en microbiota, ofreciendo un novedoso test que logra detectar causas de infertilidad en casos inexplicables para las técnicas estándar, dicho test está patentado, probado y en actual comercialización en la UE e Israel. Para lograr alcanzar la meta de escalar globalmente, es necesario multiplicar sus capacidades operativas, este es el pain point que atacaremos desde IA Fertitech.

Teniendo en cuenta la alta complejidad del negocio, dada principalmente por la escasa capacidad de procesar los tests, que hoy día solo pueden ser interpretados por profesionales altamente capacitados, y entendiendo que estamos frente a un mercado de clientes hiperconectados, proponemos crear una plataforma de pre-diagnóstico que permita a sus operadores un acceso instantáneo a la interpretación de los tests basados en microbiota.

Para hacer esto posible, crearemos un modelo de machine learning especializado que interprete los tests observando los mismos indicadores que utilizan los humanos para su análisis, disponibilizando los resultados en segundos a través de una interfaz web responsive accesible desde cualquier dispositivo.

Esto es posible gracias al alto nivel de especialización del founding team, que consolida todos los skills necesarios para la ejecución de un proyecto de estas características.

La inversión requerida para el desarrollo de la plataforma está estimada en u\$s90K, dicha inversión será realizada por Fullgenomics, el holding que a su vez es el principal inversor de Microgenesis, a cambio de la exclusividad total de la utilización del modelo para las empresas del grupo. La monetización del servicio se da en la forma de participación en el 11% del average selling price (ASP) y la rentabilidad del negocio se calcula en un TIR del 89%.

De esta forma, y comenzando con una alianza con Microgenesis, esperamos convertirnos en los referentes del segmento, siendo los primeros en ofrecer una solución customizada de machine learning que resuelva los problemas de escalabilidad propios de la medicina, funcionando no como sustituto del médico, sino como una herramienta potenciadora de sus capacidades, evitando así el conflicto legal asociado al accountability de un diagnóstico profesional.

## Agradecimientos

---

A mi esposa Melina, que me apoya, me anima y me acompaña en cada uno de mis sueños.

A mi mamá que literalmente me lo dio todo y me enseñó a hacer todo bien.

A mi Teia que me enseñó a romper las reglas.

A mi hermano que me ve mucho mejor de lo que soy.

A los luchadores de 8am, por ponerme a prueba y siempre estar en mi esquina.

A mis amigos Andrea y Pablo que creyeron en mí y trabajaron arduamente para que esto sea posible.

A Leandro, Gabriela y Agustina, por permitirme entrar en su mundo y mostrarme lo poco que sé de todo.

A mi alma mater, la UTN frba por formarme y por tener las puertas siempre abiertas para mí.

A Daniel Gonzalez Isoilo que prácticamente me empujó a encarar este proyecto.

A todos los profesores del MBA por ampliar mis horizontes.

A mi mentor Leonardo y a mis compañeros del grupo de mentoring, Eliel, Agustina, Fernanda y Phillip, por todo su feedback y genuino interés.

A todos mis compañeros del MBA, me dieron todos algo especial, tienen toda mi admiración y respeto.

A todos los que olvidé mencionar en estas líneas, por entender y disculpar mis limitaciones.

## Introducción y antecedentes

No podemos vernos a nosotros mismos como individuos.

Nuestro cuerpo está compuesto aproximadamente de 40000M de bacterias vs 30000M de células humanas, esto quiere decir que somos mucho más que solo humanos, y por lo tanto debemos re-definirnos como Holobiontes o ensamblajes de diferentes especies que forman unidades ecológicas.

A partir del entendimiento sobre las formas en las que la microbiota interactúa con nuestros cuerpos, se han creado terapias clínicamente aprobadas para un muy amplio espectro de afecciones, que van desde el reemplazo de drogas psiquiátricas de riesgo en niños, hasta adaptaciones de dietas especializadas para incrementar el rendimiento deportivo, todo en base a la composición de ecosistema microbiológico único de cada persona.

Ante esta realidad, surge en el año 2008, el Human Microbiome Project, que busca entender el rol de estas comunidades en nuestra salud, y, a partir de los avances logrados, nace una nueva rama de la biotecnología, especializada en terapias basadas en el equilibrio de la microbiota. Este es el caso de Microgenesis, un start up conformado por la Dra Gabriela Gutierrez y la Dra Agustina Azpiroz, que, en conjunto con el Lic Leandro Barreiro, Gerente de operaciones de Fullgenomics (empresa que financia a Microgenesis), desarrollaron y comercializaron un test de fertilidad que es capaz de diagnosticar las causas de infertilidad que se presentan como inicialmente inexplicables para los métodos convencionales.

Desde su lanzamiento durante mediados del 2018, y aplicando nuevas terapias basadas en la microbiota a los pacientes diagnosticados, han logrado un 80% de efectividad, llevando aproximadamente 200 embarazos exitosos hasta el día de la fecha.

Este test, llamado Fertinoma, se comercializa hoy día en centros de fertilidad asociados, que hacen el test mediante un análisis de sangre y envían los resultados a Microgenesis para su interpretación, una vez completo el análisis, estos últimos responden con un informe de diagnóstico y un detalle del tratamiento a administrar, que es llevado adelante enteramente por los centros de fertilidad.

Con el producto lanzado y gozando de una creciente adopción por parte de la comunidad científica especializada, hoy la barrera que impide su desarrollo comercial definitivo es la incapacidad actual de escalamiento de la operación del servicio de interpretación. Al día de hoy, los resultados de los tests son enviados via email a Microgenesis, donde las Dras interpretan las cifras y, en base a su experiencia, realizan una recomendación, o lo que llamamos “pre diagnóstico”, ante las obvias limitaciones que esto representa. La estrategia implementada inicialmente por Microgenesis fue la de capacitar grupos de médicos a los cuales derivar estos pedidos a cambio de un fee, los problemas de este tipo de implementación surgieron rápidamente, las capacitaciones requerían de mucho tiempo de las fundadoras, por lo que se hacía muy difícil capacitar al ritmo requerido, también existía el inconveniente de la calidad, ya que se hacía imposible verificar que los pre diagnósticos generados por la red de partners estuviera a la altura del servicio.

Así es como surge la necesidad de escalar en un modo no sólo cost-effective sino que controlado en cuanto a nivel de servicio y calidad del resultado.

## I. Presentación y evaluación de la oportunidad de negocio

### La oportunidad

La oportunidad se genera a partir de la confluencia de dos factores claves. Por un lado, el surgimiento de las compañías de biotech que por su nivel de especialización encuentran grandes limitantes a su capacidad de atender un mercado donde el cliente demanda altos niveles de servicio, bajo ese escenario, las técnicas tradicionales de logística y distribución quedan totalmente obsoletas. Por el otro, la popularización y disponibilidad de nuevas tecnologías de plataforma que hacen posible el desarrollo de soluciones complejas de inteligencia artificial, antes imposible, tanto por costos como por la oferta de mano de obra capacitada para llevar adelante dichas soluciones.

La explosión del mercado de la microbiota, hoy de un tamaño aproximado de de €342M (Fuente : ResearchMarkets.com The human microbiome market), hace que los start ups de biotech dedicados acudan a fondos de inversión para impulsar su escala, dichos fondos, a su vez, les exigen demostrar su capacidad de escalar el negocio de forma rentable y flexible, ante este requerimiento, se forma IA Fertitech con la misión de "potenciar las capacidades de los científicos para que sus avances brinden mejoras en la calidad de vida a nivel global".

### El mercado

A nivel mundial el mercado total de productos basados en la microbiota está valorizado en €342M y se encuentra experimentando un crecimiento interanual (CAGR) del 22% con lo que se proyecta un tamaño de mercado de €1074M para el 2025, si bien en estas cifras están incluidos también alimentos y otros productos, esperamos el crecimiento se dé de forma pareja en todos los verticales ya que el reconocimiento de las ventajas de algunos productos es suficiente para instalar la conciencia sobre la diferenciación de estos impulsando la penetración cross segmentos y cross necesidades. Por ejemplo, la concientización sobre el rol de ciertos alimentos en el desarrollo de la flora intestinal lleva a que sea mucho menos costoso explicitar las ventajas de las terapias asociadas.

Fuente : ResearchMarkets.com The human microbiome market



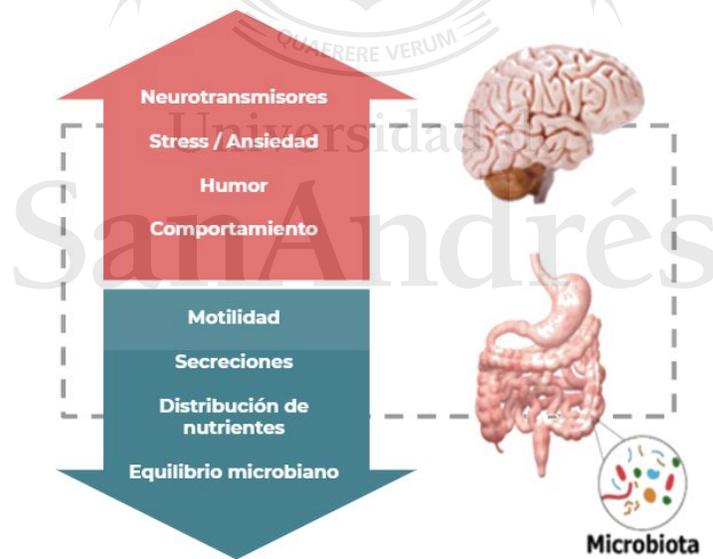
## La microbiota

Según la información provista por Microgenesis, la microbiota normal, flora microbiana normal, o microbioma humano es el conjunto de microorganismos que se localizan de manera normal en distintos sitios de los cuerpos de los seres vivos pluricelulares, tales como el cuerpo humano. La Microbiota puede ser definida como los microorganismos que son frecuentemente encontrados en varias partes del cuerpo, en individuos sanos. Esta microbiota normal está en relación simbiótica comensal con el hospedador, ya que también se obtienen ventajas de ellos tanto como ellos la obtienen del individuo; estos ayudan en la digestión del alimento, producen vitaminas y protegen contra la colonización de otros microorganismos que pueden ser patógenos, lo cual es llamado antagonismo microbiano.

Como se mencionó antes, no somos solo humanos, somos holobiontes, y compartimos nuestra existencia con todo un ecosistema de microorganismos que tienen un rol crítico en nuestra salud tanto física como mental, y, si bien en este negocio se busca explotar inicialmente el vertical dedicado a la fertilidad, existe un enorme terreno que recién se comienza a explorar y sorprende todos los días con nuevos descubrimientos.

Al igual que el proyecto Human Genome ha cambiado el sistema de salud para siempre, el proyecto Human Microbiome promete ser un nuevo hito en la innovación de la medicina personalizada, generando una gran cantidad de nuevos tratamientos menos invasivos y más efectivos.

Según Microgenesis, por sobre la estimación total de 40000M de bacterias vs 30000M de células humanas se estima que nuestro cuerpo está coordinado por 86M neuronas cerebrales vs 100M neuronas digestivas, y hoy está demostrada la conexión intestino-cerebral a través de bacterias entéricas con la obesidad, el trastorno bipolar, la depresión y el autismo.



Fuente: Elaboración propia, en base a los datos proporcionados por Microgenesis

## Microgenesis

Microgenesis es una empresa que inicialmente surge como un spin off de Inmunogenesis, una empresa fundada por la Dra Gabriela Gutierrez (PhD especializada en inmunología y fertilidad) y la Dra Agustina Azpiroz (PhD especializada en inmunología y microbiología), en conjunto con la clínica Santander CER, dedicada principalmente al diagnóstico y tratamiento de afecciones reproductivas en las mujeres mediante la utilización de técnicas no tradicionales desarrolladas con el apoyo económico de CONICET, siendo su resultado el test de fertilidad especializado en detección de desórdenes en la microbiota llamado "Fertinoma".

Habiendo tenido un gran éxito en su experiencia de Inmunogenesis, ambas doctoras deciden formar una nueva empresa concebida no como clínica sino más bien como empresa de servicios de medicina, para, haciendo uso de estas ya probadas técnicas expandir su alcance a los mercados europeos a partir de la creación de una red de clínicas de fertilidad asociadas. Esta red de clínicas es concretamente su cliente y es a su vez el medio por el cual llega Fertinoma a los pacientes, simplificando la distribución.

Con el objetivo de crear esta red, suman al proyecto al Lic. Leandro Barreiro, especialista en negocios de biotecnología en el mercado europeo, hoy desempeñándose como director de operaciones de Fullgenomics, holding de empresas de biotech basada en Barcelona, ante la formación de la nueva compañía, Leandro se encuentra en proceso de transición, dejando sus tareas en Fullgenomics para dedicarse 100% a la dirección de los negocios de Microgenesis.

En resumen, Microgenesis es un startup con un equipo profesional idóneo, especializado en fertilidad, que puede ser visto como una empresa tanto de producto como de servicio, ya que, además de comercializar Fertinoma, también brindan servicios de diagnóstico y dan soporte durante la administración de los tratamientos.

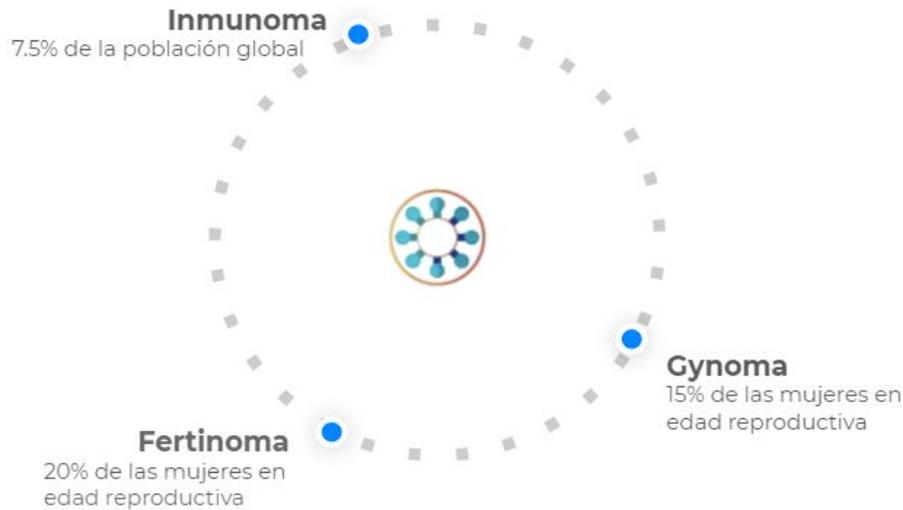
**Gabriela Gutiérrez, PhD**

**Agustina Azpiroz, PhD**



## Roadmap

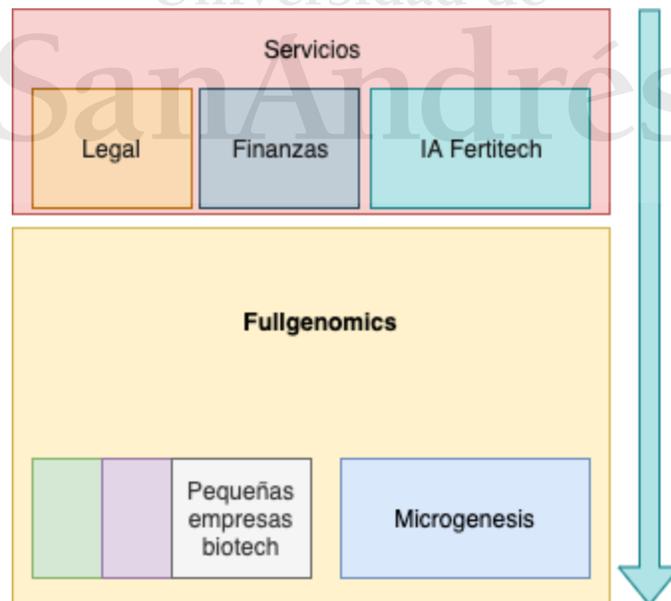
En próximas etapas, Microgenesis apunta a generar una cartera de tests más amplia que les permita captar otros segmentos de mercado que, visto médicamente, suele tener un grado de relación entre las afecciones que sufre y suele tratarse en las mismas clínicas que tratan problemas de fertilidad y reproducción.



Apuntando “Gyonoma” a las infecciones vaginales e “Inmunoma” al más amplio espectro de enfermedades inmunológicas que ya tiene contempla hombres en el mercado objetivo.

#### Estructura societaria

Fullgenomics, es un grupo de empresas de biotecnología que financia y desarrolla activamente nuevas iniciativas de alto potencial, como parte de su valor, provee toda su estructura de servicios para ser utilizada por todos los participantes del grupo, estos servicios varían desde soporte legal y administrativo hasta, como en este caso, una plataforma de diagnóstico basada en IA.



## Idea de negocio

Hoy estamos frente a clientes (hablando de los startups como Microgenesis), que se encuentran conformados casi exclusivamente por científicos, que por su formación y por la naturaleza del ecosistema investigador, suelen ser muy celosos de sus desarrollos y técnicas, por lo que ,inicialmente, ven las soluciones tecnológicas como una amenaza a su propiedad intelectual.

Cuando estas empresas intentan expandir su operación, su estrategia tradicionalmente se basa en el armado de congresos internacionales y cursos de capacitación que buscan crear una comunidad de profesionales capacitados en el uso e interpretación de sus productos. Aquí es donde los costos y los tiempos se disparan, pero lo que también sale de control es el ownership sobre el know how, con lo que se podría considerar que estas empresas estarían capacitando a su competencia, sin mencionar el riesgo que representa para la marca la potencialidad de errores en la interpretación.

La implementación de una solución tecnológica a medida exclusiva surge como la opción superadora frente a sus estrategias preexistentes. Teniendo en cuenta la alta complejidad del negocio y entendiendo que estamos frente a un mercado de clientes finales (clínicas de fertilidad) hiperconectados, proponemos crear una plataforma de pre-diagnóstico que permita a sus operadores un acceso instantáneo a la interpretación de los tests basados en microbiota.

Para hacer esto posible, crearemos un modelo de machine learning especializado que interprete los tests, observando los mismos indicadores que utilizan los humanos para su análisis, y disponibilizando los resultados en segundos a través de una interfaz web responsive accesible desde cualquier dispositivo.

Cómo potenciará la plataforma a la estrategia de Microgénesis :

- Nivel de exactitud del 99%
- Protección de la propiedad intelectual
- Bajo costo de scaling
- Servicio 24x7
- Oportunidad de cross-selling (data analysis)
- Integración con otras plataformas y fuentes de datos

IA Fertitech se conforma como proveedor de este servicio tailor made, protegiendo los datos de cada empresa mediante contratos confidencialidad y exclusividad de explotación de los mismos, solo cruzando los mismos ante la explícita autorización de las partes. La potencia de este tipo de implementación se hace tangible a partir del acuerdo inicial con Fullgenomics, que posee participación en varias empresas de biotecnología y se verían especialmente beneficiados al poder analizar nuevas oportunidades de cross selling entre las compañías de su grupo.

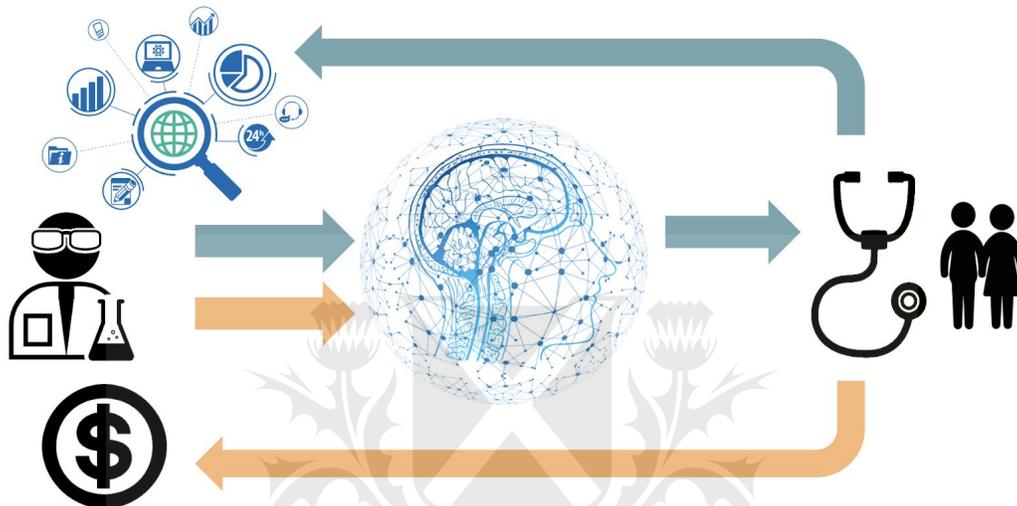
## Modelo operativo y monetización

Los científicos de las empresas clientes proveerán los datos históricos brutos sobre indicadores recolectados, sus correspondientes interpretaciones y tratamientos asociados, con los que el equipo de IA Fertitech entrenará el modelo de machine learning que es el "cerebro" de la plataforma, este modelo se integra con una interfaz web que permitirá que los médicos de las clínicas ingresen los indicadores extraídos de los tests, obteniendo en segundos los guidelines de tratamiento recomendado con su correspondiente análisis.

Una vez que se completa el tratamiento, los médicos deberán comunicar el resultado del mismo mediante la misma plataforma, retroalimentando el sistema y refinando constantemente el modelo para los mantener márgenes de exactitud esperados.

Lo particular de este modelo es que se desarrolla como un partnership de largo plazo, en el que el partner o cliente, participa de los costos y el esfuerzo de desarrollo de la plataforma, ya que no solo provee los datos, sino que, a cambio de la utilización exclusiva del modelo, también proporciona el capital requerido.

Posteriormente, y siguiendo el modelo de partnership planteado, la monetización de la operación está dada por un fee del 11% del precio promedio de venta, convirtiendo a IA Fertitech en un partner que crece en conjunto con el cliente, el cual solo paga por la utilización de la plataforma.



Fuente: Elaboración propia, Workflow E2E IA Fertitech

## II. Análisis de la Industria y el mercado objetivo

### Industria

#### Descripción

La industria en la que categorizamos a IA Fertitech es la de servicios tecnológicos informáticos, más específicamente orientado a B2B o servicios para empresas.

Los servicios tecnológicos son servicios profesionales diseñados para facilitar el uso de la tecnología por parte de empresas y usuarios finales. Los servicios tecnológicos brindan soluciones especializadas orientadas a la tecnología al combinar los procesos y funciones de software, hardware, redes, telecomunicaciones y electrónica.

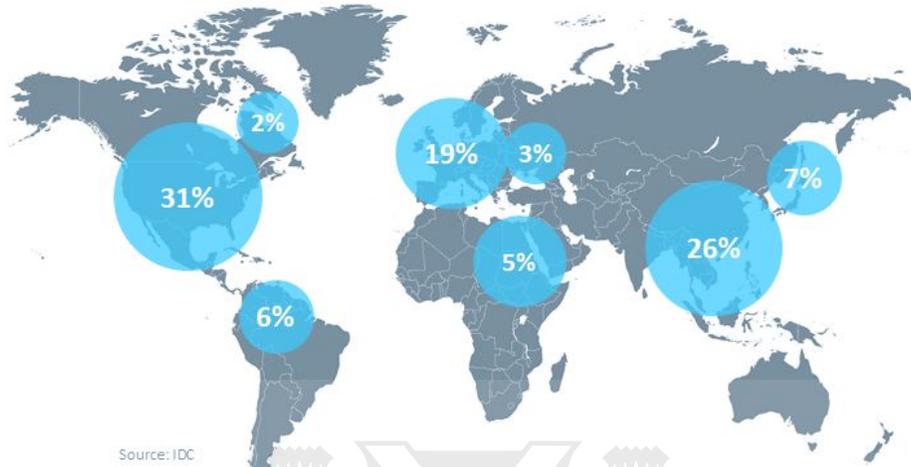
En este caso, los servicios pueden clasificarse en primer lugar como PAAS, más puntualmente de plataformas basadas en inteligencia artificial y ciencia de datos.

La industria global de tecnología de la información está en camino de alcanzar los u\$s5000MM en 2019, según la consultora de investigación IDC. El peso de la industria se da en función de muchas de las tendencias discutidas en este informe. Las economías, los trabajos y la vida personal se están volviendo más digitales, más conectados y cada vez más automatizados.

Estados Unidos es el mercado tecnológico más grande del mundo, representando el 31% del total, o aproximadamente u\$s1600MM y Europa se consolida en el tercer lugar con una participación del 19% o 950MM para 2019

## The Global Information Technology Industry: \$5.0 Trillion

Estimated 2019 spending at constant currency, according to IDC | Encompasses hardware, software, services, telecommunications, and emerging tech



Source: IDC

Fuente: IDC (The global information technology industry)

Según el mismo informe, se proyecta un tamaño total de u\$s6000MM para el 2022.

Worldwide ICT Spending 2016-2022 (\$Million, Constant Currency)

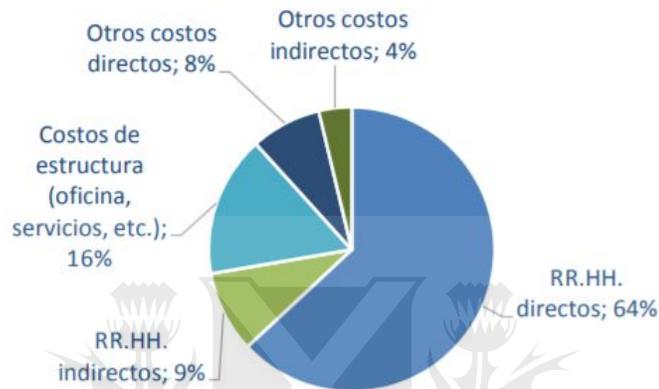


Fuente: IDC (The global information technology industry)

## El sector informático en Argentina

Para entender el sector de servicios informáticos en Argentina, el principal punto a analizar es su estructura de costos. El gráfico siguiente nos permite comprobar que se trata de una industria de mano de obra intensiva, ya que los salarios y otros gastos asociados al personal representan el 73% de los costos de las empresas, considerando tanto recursos humanos directos como indirectos.

### Estructura promedio de costos 2019



Fuente: (globant integrated report | 20F, mercado libre 10K)

Un primer parámetro para medir el significativo crecimiento del sector en los últimos diez años es la cantidad de empresas que surgieron y permanecieron activas: entre 2006 y 2015 (último dato actualizado por el Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial del Ministerio de Trabajo) el número de empresas creció casi un 50%.

### Cantidad de empresas de software



Fuente: Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial - MTEySS

El incremento más fuerte se observa en los primeros 5 años de la serie: en 2010 había un 29% más empresas que en 2006 y el crecimiento anual acumulativo fue de 6,5%. Entre 2011 y 2015 se moderó la performance, con un crecimiento anual acumulativo del 2,8%. La crisis de 2008-2009 habría sido un punto de inflexión, cuando la cantidad de empresas comenzó a subir a un ritmo de “sólo” un dígito. Como se observa en el gráfico siguiente, en 2015 un 73% de las empresas tenía menos de 10 trabajadores.

Distribución de empresas según tamaño

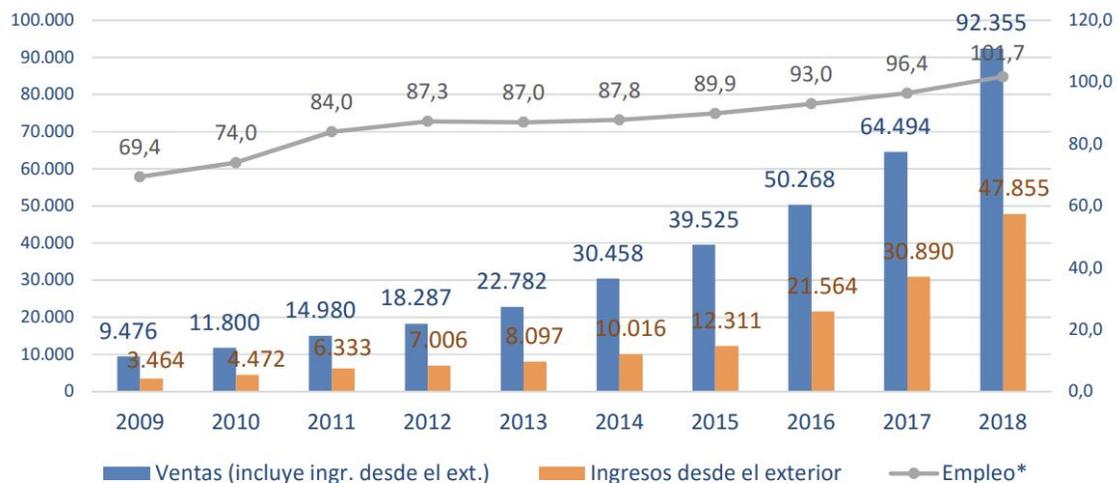


Fuente: Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial - MTEySS

El primer gráfico que se muestra a continuación da cuenta de la evolución de las ventas totales y de los ingresos desde el exterior en Pesos corrientes del sector informático, mientras que en la segunda infografía ambas variables se encuentran medidas en dólares estadounidenses. En ambos gráficos el empleo es en miles de trabajadores. En cuanto a los Ingresos desde el Exterior, el INDEC realizó una revisión histórica de la serie, utilizando también la información de encuestas específicas con datos del Mercado Único y Libre de Cambios (MULC) del BCRA. Con respecto al empleo, se utilizan los datos de empleo registrado del Observatorio de Empleo y Dinámica Laboral (OEDE - Ministerio de Trabajo) para las Actividades de Informática.

Un factor central a considerar en las series de ventas e ingresos desde el exterior es la fuerte devaluación que sufrió el Peso con respecto al dólar estadounidense, tanto en enero de 2014 (devaluación anual promedio del 50% para 2014) como en diciembre de 2015 (devaluación anual promedio del 59% en 2016) y durante el actual proceso devaluatorio iniciado en mayo de 2018 (devaluación anual promedio del 67% en 2018).

Evolución anual de ventas totales (en millones de Pesos corrientes), ingresos desde el exterior (en millones de Pesos corrientes) y empleo (en miles de empleados registrados) del sector de Software y Servicios Informáticos



Fuentes: Ventas: relevamiento OPSSI – Ingresos desde el Exterior: Balanza de Pagos INDEC – Empleo: Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (Ministerio de Trabajo)

Como resultado, las ventas totales medidas en dólares estadounidenses cayeron un 11,1% en 2014, un 20,2% en 2016 y un 14,4% en 2018, mientras que en Pesos habían crecido significativamente en esos mismos años (33,7%, 27,2% y 43,2% respectivamente).

Medidas en dólares, las ventas del sector aumentaron en los últimos diez años a un ritmo del 5% interanual. Los ingresos desde el exterior generados por el sector, por su parte, crecieron a una tasa anual del 8,5% en promedio durante el mismo período. En cambio, los ingresos desde el exterior para la cuenta de servicios de todo el país crecieron, según el INDEC (balanza de pagos) sólo un 2,4% acumulado anual.

Evolución anual de ventas totales (en millones de USD), ingresos desde el exterior (en millones de USD) y empleo (en miles de empleados registrados) del sector de Software y Servicios Informáticos



Fuentes: Ventas: relevamiento OPSSI  
– Ingresos desde el Exterior: Balanza de Pagos INDEC  
– Empleo: Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (Ministerio de Trabajo)

Con respecto al empleo en la industria informática, creció un 47,8% entre 2009 y 2018, lo que significó una tasa anual acumulativa del 4,4%. Así, el incremento de puestos de trabajo también se mostró más dinámico en este rubro que en el resto del sector privado total, donde el empleo creció un 11,4%, es decir, 1,2% interanual.

En 2018 se observó un aumento anual del empleo del 5,8% en el sector, un crecimiento en las ventas totales en pesos corrientes del 43,2% y una caída en los ingresos desde el exterior en dólares del 7,4%.

Evolución anual de ventas, ingresos desde el exterior y empleo - 2018 vs. 2017



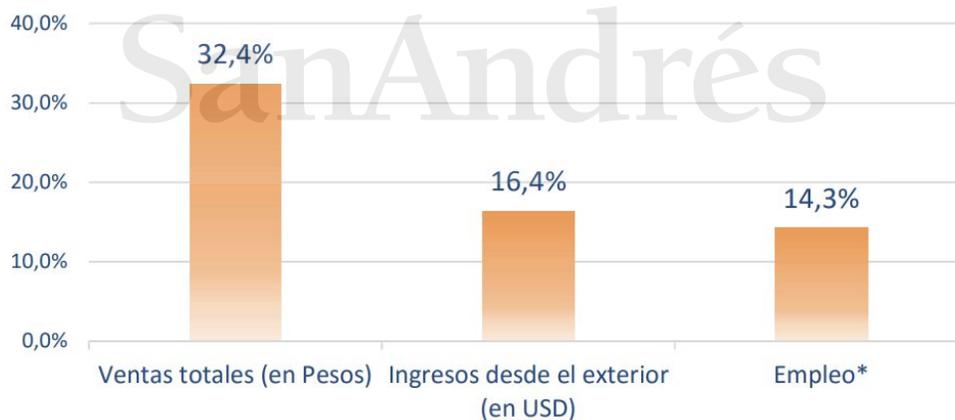
Fuentes: Ventas: relevamiento OPSSI

– Ingresos desde el Exterior: Balanza de Pagos INDEC

– Empleo: Serie Empleo Registrado del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (Ministerio de Trabajo)

De acuerdo a las expectativas de las empresas relevadas en febrero de 2019, se espera para este año una evolución de las ventas menor a la de 2018 (por menor expectativa inflacionaria, cercana al 25% en promedio en términos de los precios de los bienes y servicios del sector) y un crecimiento significativo en los ingresos desde el exterior (luego de la caída de 2018).

Proyección 2019 de evolución anual de ventas, ingresos desde el exterior y empleo



Fuente: Ventas (en Pesos), ingresos desde el exterior (en USD) y empleo (cantidad de trabajadores) son promedios ponderados sobre los reportes del first quarter de las empresas más grandes del sector (globant integrated report | 20F, mercado libre 10K)

En lo que va del año, los salarios del sector aumentaron, en promedio, por debajo de la inflación, entre un 10% y un 15%. No obstante, en vista que la demanda de personal calificado continúa en alza a la par del promedio de crecimiento del sector, es esperable que este atrase se traslade a la negociación 2020, con lo que, en principio, las cifras del 2019 no deberían verse afectadas.

El rubro más activo dentro del sector es el desarrollo de software a medida, es decir, software custom. Se trata de un producto que resuelve una demanda específica y que no puede ser reemplazado, ya sea por precio o por prestaciones, por productos preexistentes. A la vez, este rubro es el que empuja la demanda de profesionales. El principal competidor es India, principalmente por su enorme fuerza de trabajo y los mejores precios. Sin embargo, a partir de la apreciación del dólar, sumada a la ventaja geográfica que representa la diferencia horaria de Buenos Aires con Nueva York (-1 hora) dado EEUU el principal cliente del sector, se nota un aumento en la demanda del exterior que incrementa el requerimiento de trabajadores.

## FODA

A continuación se presenta el FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) de IA Fertitech en partnership con Fullgenomics y Microgenesis:

### Fortalezas

- Experiencia comprobada en este tipo de diagnósticos (Microgenesis)
- Key players del ecosistema médico especializado en fertilidad altamente reconocidos.
- Casos de éxito utilizando estas técnicas, procesos validados médicamente.
- Alianzas con inversores Europeos especializados en biotech (Fullgenomics)
- Experiencia en desarrollo de soluciones basadas en IA.

### Oportunidades

- Oferta de financiamiento para Biotech.
- Mercado desatendido.
- Interés creciente de la comunidad científica (alta asistencia a los congresos brindados por Microgenesis)
- Creciente conciencia sobre la alimentación y sus consecuencias para la salud.
- Trend de IA.
- Data analysis (oportunidades de cross selling en la industria)
- Creación de tests automatizados 100% (actualmente apoyados por la comunidad científica/médica)

### Debilidades

- Poca disponibilidad de los profesionales de Microgénesis.
- Falta de awareness en el mercado.
- Dificultad para escalar la capacidad de producción por la complejidad de los perfiles (data scientists)
- Falta de recursos económicos/financiamiento (propios).
- Nunca antes se desarrolló una plataforma dentro de la compañía.

### Amenazas

- Competencia indirecta muy extendida en Europa.
- Fácil acceso a plataformas de tecnología de IA, lo que facilita el surgimiento de la competencia.
- Resistencia de los médicos a las soluciones automatizadas.

A partir del análisis de la matriz FODA, surgen los key drivers en los que accionamos con el fin de potenciar nuestras fortalezas, aprovechar las oportunidades de mercado, mitigar el impacto de las amenazas y reducir la injerencia de nuestras debilidades en el desarrollo del negocio :

- La creación de un mvp que ayude en el diagnóstico específico de problemas de infertilidad para poder comenzar a iterar con los usuarios (especialistas) y lograr mitigar las debilidades tanto de awareness como de experiencia en el uso y en la interacción con los profesionales. Al mismo tiempo, la implementación de

un mvp limita el impacto de nuestra debilidad financiera y reduce la injerencia de la resistencia de los especialistas.

- Establecer alianzas con otras empresas del grupo para buscar sinergias que nos permitan hacer diagnósticos cross para detectar enfermedades asociadas, de esta forma fortalecemos nuestro posicionamiento y mitigamos la amenaza de la competencia en Europa.

### Matriz de Desarrollo Ansoff

En este caso, IA Fertitech se ubica en el cuadrante de desarrollo de nuevos productos, que se refiere concretamente al nivel de diferenciación, siendo que es un nuevo producto que debe penetrar un mercado actual preexistente, Analizando esta estrategia propuesta por Ansoff, y apoyándonos en nuestro análisis FODA previo, llegamos a la conclusión de que nuestras fortalezas se encuentran perfectamente alineadas ya que desarrollamos un producto nuevo y que se diferencia fuertemente del resto de lo que existe hoy como oferta de diagnóstico en el mercado actual.



SanAndrés

## PESTLE

- Político

Este análisis se concentra solamente en los factores políticos que pueden afectar el desarrollo de las actividades de IA Fertitech.

Estos factores políticos incluyen estabilidad política, políticas gubernamentales y actividades de regulación. Organismos y grupos de presión pueden afectar a las empresas a través de la legislación, políticas fiscales, normas y regulaciones. A partir de esto notamos que los factores políticos están estrechamente vinculados a los factores legales, aunque se concentran más en los factores que impulsan el proceso político que lleva a la creación de las legislaciones.

Las principales preocupaciones políticas relacionadas con los datos tienen que ver con la transparencia, el control de acceso y su uso, siendo esta preocupación especialmente profunda en cuanto a los datos que contienen información personal.

Si bien existen diferentes iniciativas en los diferentes países de la UE, esta trabaja para unificar la legislación, este esfuerzo dio como resultado el "Reglamento General de Protección de Datos" (GDPR) que entró en vigencia en 2018.

Si bien hoy existe un clima de inestabilidad debido al BREXIT, los efectos del mismo aún no se pueden delimitar, pero no se espera que se afecten las políticas de base de la UE en torno al negocio, más bien se esperan redefiniciones en las definiciones financieras y políticas migratorias.

Como ya se mencionó, en la unión europea (UE) se fomenta la integración política y económica, esto se logra basándose fuertemente en políticas acordadas en conjunto por los estados miembros de la misma. Al día de hoy, a nivel políticas, el foco está puesto en la propiedad y utilización de los datos, por este motivo inclusive se han presentado iniciativas apuntadas a asegurar la privacidad de los resultados de análisis que hayan sido ejecutados sobre los mismos.

Entre estas políticas, las siguientes se destacan por el potencial impacto operativo sobre el negocio:

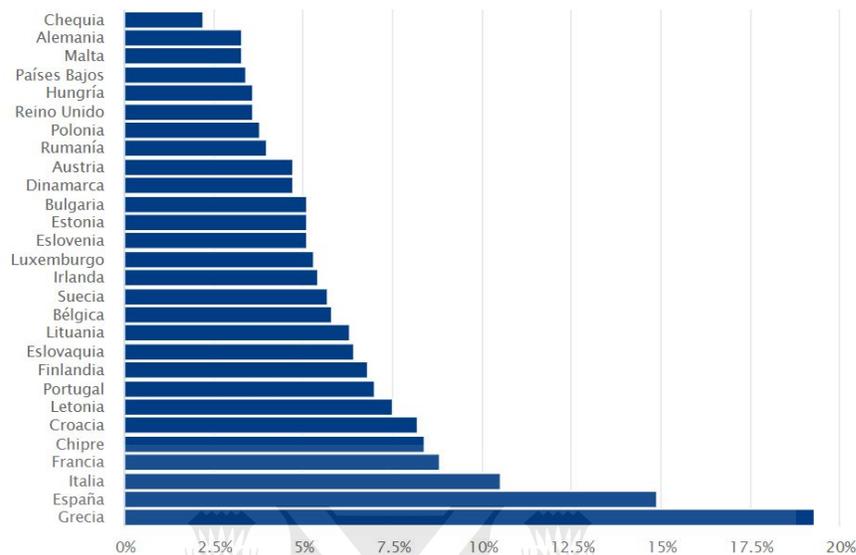
1. Todas las compañías que operen en la UE, deben contemplar la implementación de las regulaciones de protección de datos.  
([https://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-17-1441\\_en.htm](https://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-17-1441_en.htm))
2. En 2016 la EC lanzó el proyecto de asociación público-privado sobre ciberseguridad para construir soluciones de ciberseguridad para diversos sectores como energía, salud, transporte y finanzas. ([https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection\\_en](https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection_en))
3. Por el EU-US privacy shield agreement todos los datos pueden ser transferidos bilateralmente siempre que todas las partes mantengan compliance con las políticas de protección de datos antes mencionadas.

- Económico

Cuando analizamos Europa es importante entender que, a partir de la crisis del 2009, se generó una brecha entre el Sur, donde encontramos el caso de Grecia, y la región central y norte del continente, donde las economías poseen muchos mejores indicadores económicos. Esto se ve claramente al analizar las tasas de desempleo.

### Tasa de desempleo

Por edad entre 20 y 64 años



Fuente : Eurostats (Empleo UE)

Como mercado único de 28 países, la UE es una potencia comercial de primer orden. En cuanto a política económica, presenta pocos obstáculos para la inversión o para la implantación de nuevos negocios.

1. EL PBI de la UE se estimó en \$18800MM en 2018, representando el 22% de la economía mundial.
2. El Euro, la moneda utilizada por la mayoría de los miembros de la unión, es la segunda moneda más utilizada del mundo como reserva de valor, solo por detrás del dólar.
3. El comercio en la UE representa el 15,6% del total mundial.

Concretamente, según Voxpopuli.com, en España se encuentra la mayor concentración de clínicas de fertilidad, se estima que se hacen más de 120000 tratamientos de los cuales se calcula un 10% responden a turismo médico, un fenómeno cada vez más común en el área de la fertilidad.

En conclusión, la estabilidad económica Europea y su apertura de mercado, configuran un escenario idóneo para el desarrollo de nuevos negocios.

La economía Argentina :

Debido a que el desarrollo de la plataforma se lleva adelante en Argentina, es indispensable analizar la situación económica del país para dar un contexto a las expectativas del desarrollo de la matriz de costos.

Argentina tiene una larga historia de inestabilidad política y económica. Después de experimentar una contracción de -1,8% en 2016, y una tasa de crecimiento de 2,9% en 2017, el PIB volvió a caer el año pasado a -2,6%, proyectándose en una nueva contracción del -2,7% a fines de 2019. En 2018, el país fue golpeado por un cambio de ánimo de los inversionistas extranjeros con respecto a los mercados emergentes, lo que generó una larga y masiva liquidación del peso, activando presiones inflacionistas, ante lo cual el Banco Central subió con fuerza las tasas de interés. La inflación es una preocupación de peso en Argentina;

fue de 31,8% en 2018, y se calcula en 55% para fines de 2019. Debido a la incertidumbre política y efectos de la devaluación reciente, se espera que la inercia inflacionaria continúe en 2020.

En porcentaje del PBI



Fuente: Ministerio de hacienda (Argentina)

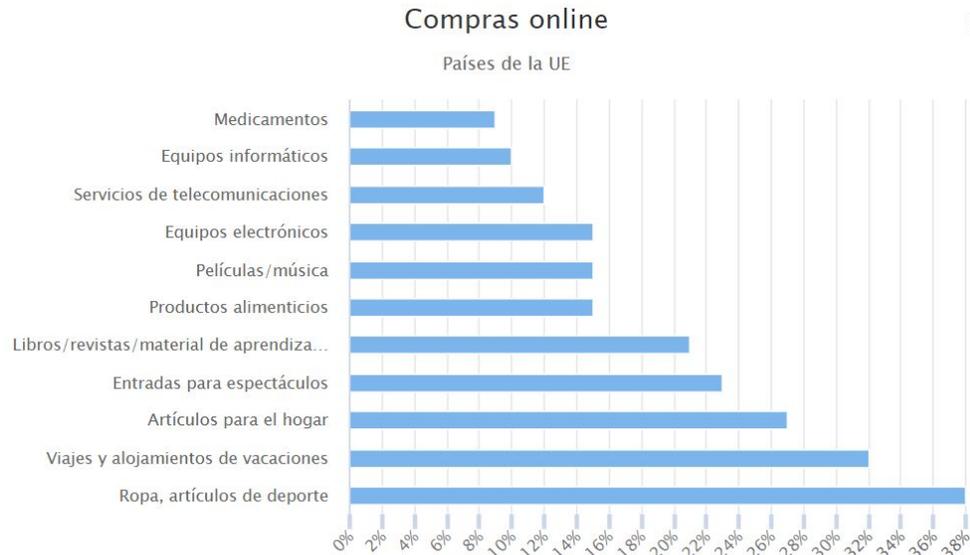
Si bien Argentina parece haberse reintegrado a los mercados internacionales, y habiendo logrado la meta de déficit primario 0, el acceso a nueva financiación a corto plazo se presenta como el principal desafío para el 2020. Esto se debe a que el ratio de deuda pública/PBI pasó de representar el 62.7% en 2018 a superar el 100% en 2019, principalmente como consecuencia del último salto cambiario, a esto debemos sumar el retraso del último desembolso del crédito pre acordado con el FMI, lo que deja al país al borde del default y complica las perspectivas de una reestructuración de la deuda.

Por otro lado, se nota una caída en el empleo, habiéndose medido en 8.9% en 2018 y en más del 10% según las mediciones oficiales del primer trimestre del 2019. Empujando las cifras de pobreza a un 35,4% según el observatorio de la UCA.

En este contexto macroeconómico, se presentan varias regulaciones que apuntan a detener la fuga de dólares y a abastecer al BCRA de divisas para frenar otra depreciación abrupta.

Las que más afectan a IA Fertitech son :

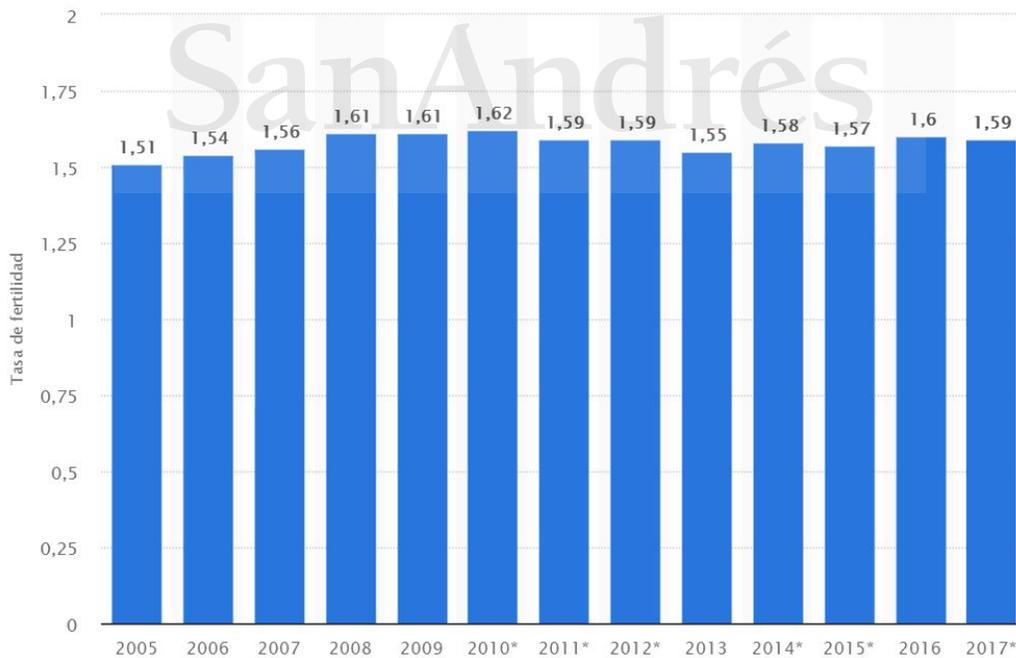
1. La obligación de ingresar las operaciones no liquidadas en un plazo máximo de 5 días, esto significa que las divisas de exportaciones se venden en el mercado local hoy con un spread del 4% (BNA).
  2. La imposibilidad de comprar Dólares para las empresas, desde septiembre de 2019, las empresas pueden solo hacerse de divisas para el pago de obligaciones en moneda extranjera, y en ningún caso para atesoramiento.
- Social  
Entendiendo que la propuesta de IA Fertitech está estrechamente relacionada a la adopción del comercio electrónico, esperamos que la tendencia que se nota en medicamentos y en el resto de los verticales pueda ser traducida en un impulso similar para diagnósticos médicos.



Fuente: Eurostats (Compras online UE)

Si bien los números varían en el territorio europeo, en promedio, se estima que la tasa de natalidad es de 15 nacimientos / 1000 habitantes.

Entendiendo esto último como un fenómeno social propio de zonas de alto desarrollo, concluimos que el factor social que más impacta al negocio es la incidencia de la infertilidad per se, ya que el servicio que ofrece IA Fertitech escala junto al número de tratamientos. Hoy se considera la infertilidad un problema de salud pública en toda la UE, y se estima que la tasa de crecimiento de consultas debido a problemas de fertilidad crece a un ritmo de 8%-9% anual, agregando que las técnicas tradicionales solo pueden diagnosticar el 25% de los casos.

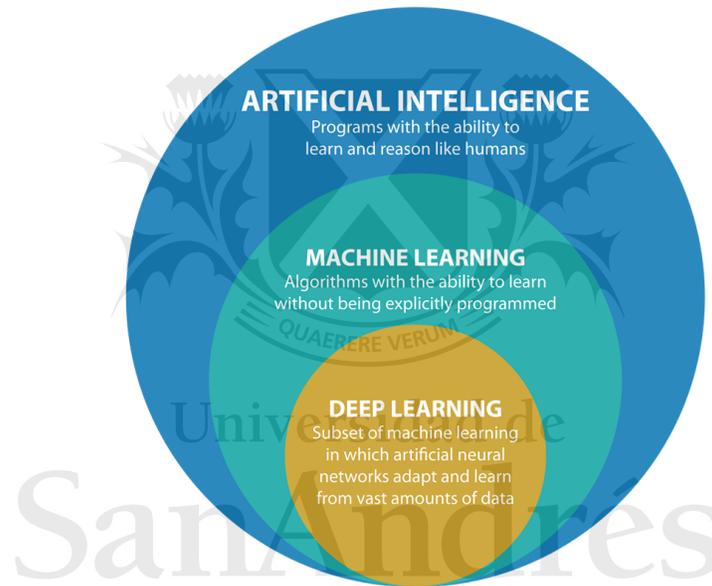


Fuente: Banco Mundial (Infertilidad UE) <https://datos.bancomundial.org>

- Tecnológico  
Machine learning e IA:

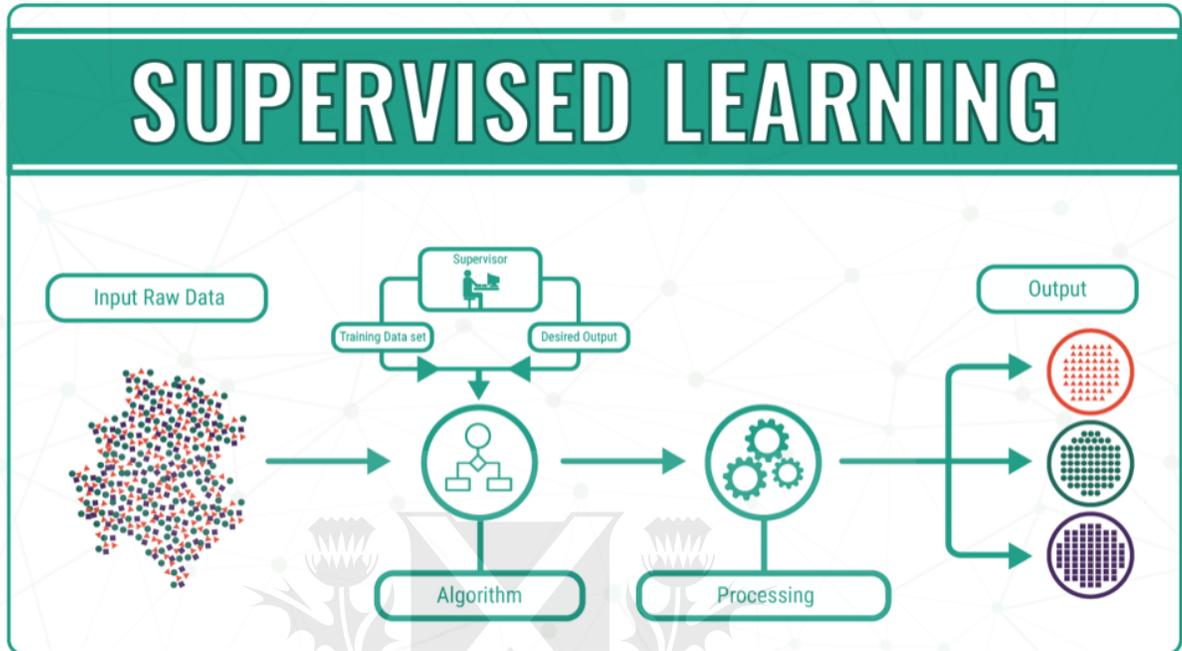
La inversión en inteligencia artificial y machine learning crecerá de los 12.000 millones de dólares de 2017 hasta 57.600 millones en 2021.

La inteligencia artificial es un área de la computación fundada oficialmente como una disciplina en 1956, en la Universidad de Dartmouth, en New Hampshire. A medida que avanza la tecnología y nacen múltiples derivados, los especialistas han hecho un esfuerzo en delimitarla o diferenciarla de sus vertientes. La IA como tecnología tiene por objeto la creación de máquinas inteligentes que funcionan y reaccionan como seres humanos. El reconocimiento de voz y los asistentes virtuales son ejemplos recientes de inteligencia artificial aplicada. McKinsey define a la inteligencia artificial como “la capacidad de una máquina para realizar funciones cognitivas que asociamos a la mente humana, como percibir, razonar, aprender, interactuar con el entorno y resolver problemas o incluso utilizar la creatividad”.

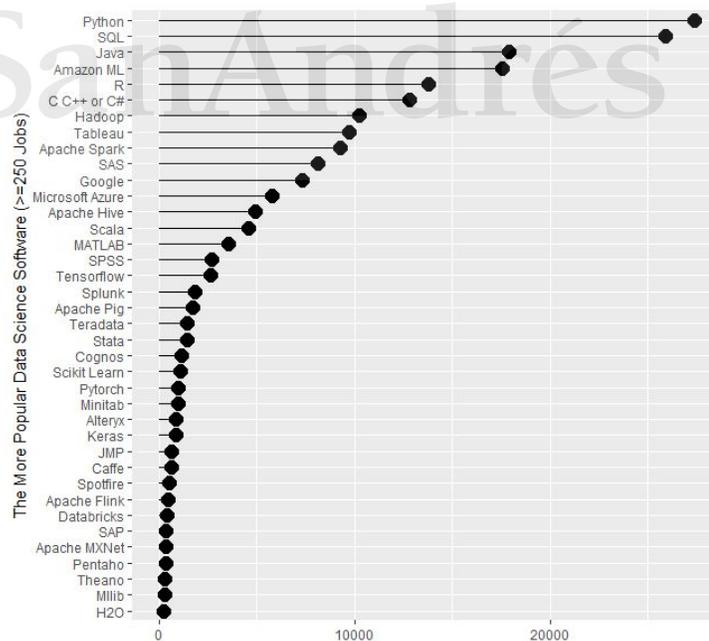


El aprendizaje automático o machine learning es un subconjunto de la disciplina de inteligencia artificial, y se define como la capacidad que tienen las máquinas de recibir un conjunto de datos y aprender por sí mismas, cambiando y ajustando los algoritmos a medida que procesan información y conocen el entorno. Gracias al big data y a la continua cantidad de información digital que se produce en el mundo diariamente, las máquinas pueden hacer predicciones precisas sin estar específicamente programadas para ello. Estas predicciones permiten, por ejemplo, recomendarnos productos de forma personalizada tras analizar nuestras compras o actividades anteriores en comercios electrónicos, o, en nuestro caso, deducir el diagnóstico adecuado para una paciente con problemas de fertilidad, basándose no solo en sus estudios médicos, sino que también haciendo uso del histórico de datos cargados como “experiencia”. Por su parte, el machine learning se divide en dos grandes grupos según como se da la alimentación de su aprendizaje, por un lado tenemos el no supervisado, en el que el algoritmo intenta hallar por sí mismo las relaciones entre los datos, por el otro (el que se implementa en nuestro caso) encontramos el método supervisado, donde el algoritmo aprende a raíz de a los datos etiquetados y categorizados que proporcionamos los seres humanos. Posteriormente, las máquinas son capaces de generalizar y clasificar de

forma automática, sin nuestra intervención. Con este tipo de aprendizaje, las máquinas extraen un conjunto de reglas que se “actualizan” y les ayudan a tomar decisiones.



La AI llevo para quedarse, y el principal factor para tener éxito en la implementación de soluciones basadas en la misma no es la disponibilidad de los datos, que están cada vez más a mano y mejor clasificados (Human Microbiome Project), sino que es la disponibilidad del talento que conforma la fuerza de trabajo altamente especializada necesaria para utilizar los datos correctamente y ejecutar las estrategias adecuadas que permitan lograr resultados confiables.



Fuente: Indeed.com (Data science jobs)

- Legal

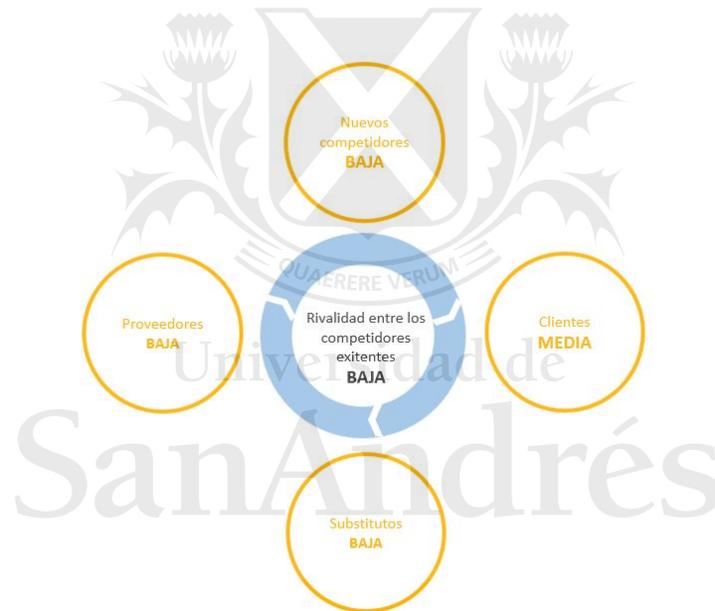
Si bien en la UE existe el GDPR (General Data Protection Regulation), consideramos que el negocio no sería alcanzado por la misma, dado que en ningún momento se relacionan los indicadores provenientes de los análisis con el paciente particular, sino que son interpretados de forma anónima y sus resultados enviados al profesional que hace la consulta, de hecho la plataforma podría utilizarse perfectamente para exámenes académicos con datos de prueba para evaluar estudiantes.

En cuanto al diagnóstico, no reviste vinculación legal alguna ya que la plataforma pretende ser utilizada como herramienta de soporte para los médicos, quienes deberán dar el diagnóstico final según consideren apropiado, existen casos recientes, como en la implementación de google en el servicio nacional de salud en Inglaterra, en los que la ley europea resolvió de esta forma. Fuente: NYTimes (Google Med Lawsuit)

- Entorno (Environmental)

No existe impacto ambiental de ningún tipo, por lo que esta dimensión no afecta al negocio.

## 5 Fuerzas de Porter



1. Nuevos competidores :

- Requiere de alianzas previas con proveedores de datos.
- Gran dificultad para encontrar el talento especializado en el Mercado.
- Inversión inicial necesaria elevada.
- Requiere know how específico de los founders

2. Poder de negociación de los clientes :

- Muy pocas opciones en el Mercado.
- Costos elevados de los productos de IA
- Alto riesgo de implementación que no se puede mitigar hasta el fin del desarrollo de la solución.
- Limitaciones legales para intercambiar proveedores.
- No existe mecanismo automático de migración que pueda ser utilizado para intercambiar proveedores.

3. Productos sustitutos :
  - El sustituto más común es la interacción humana con especialistas y eso implica largos tiempos de espera.
  - No existen hoy sustitutos automatizados en el Mercado que puedan ser alimentados directamente desde una Fuente de datos.
4. Poder de negociación de los proveedores :
  - Los servicios de cloud están comoditizados y Podemos saltar fácilmente de AWS a Gcloud o a Azure sin problemas.
5. Rivalidad entre los competidores existentes :
  - Hoy no existen competidores que brinden este tipo de servicio y los especialistas que brindan interpretaciones comúnmente son capacitados y contratados por las mismas empresas de biotec, que, mediante patentes, y contratos de exclusividad, se protegen de que los especialistas independientes brinden el servicio directamente.

## Mercado objetivo

### Estudio del mercado de servicios de fertilidad

Si bien el mercado target inicial es España, tanto por su volumen como por la localización geográfica de los partners, es fundamental estudiar en profundidad el contexto completo de la UE para dimensionar la escala del negocio.

Los cambios ocurridos en los hábitos alimenticios, factores medioambientales y uso indiscriminado de fármacos tienen alto impacto sobre la comunidad de microorganismos simbióticos asociados a las mucosas y la piel, que actúa como nuestra primera barrera de defensa directa contra las enfermedades. Al mismo tiempo, la tasa de fertilidad en la mayoría de los países desarrollados bajó un 50% y actualmente se estima que afecta a un 15% de las parejas de todo el mundo. Las causas pueden determinarse y tratarse en 7 de cada 10 parejas, aunque no existe diagnóstico en el grupo que se conoce como “esterilidad sin causa aparente” donde cobra importancia el estudio inmunológico. El 80% de estas pacientes resulta positivo en el screening de autoinmunidad. Estudios recientes indican que la composición microbiana puede ser modificada en función del sistema inmune y de su respuesta autoinmune. Por este motivo, resulta cada vez mayor el interés por llevar a cabo investigaciones aplicadas en el estudio funcional de la microbiota humana como factor clave de enfermedad y salud reproductiva. Las enfermedades autoinmunes se generan hasta 10 años antes de manifestar los síntomas específicos, donde la infertilidad podría ser la primera manifestación subclínica.

Alrededor de 186 millones de personas en todo el mundo sufren de infertilidad, la mayoría residentes en países en desarrollo. El mercado de reproducción asistida alcanzará en 2023 los 27.500 millones de euros en el mundo, con tasas de crecimiento anuales del 9%. La necesidad ha generado un negocio que atrae a diversos fondos de inversión mientras que el mercado potencial crece con más de siete millones de mujeres por circunstancias profesionales y personales cada año.

Solo en España 800.000 parejas en edad reproductiva sufren de infertilidad. De ellas, alrededor de 240.000 permanecen sin diagnóstico. La tasa de fecundidad en este país (1,2 hijos por mujer) es la más baja de toda Europa junto con la de Italia. En España se han generado en 2018 un volumen de negocio agregado de 467 millones de euros, lo que supuso un crecimiento del 5% respecto a 2017 y una variación cercana al 30% en comparación con la cifra registrada en 2014. Paradójicamente, nacen más niños en España que en ningún otro país de la unión europea (234.662 el año pasado), una circunstancia que incrementa el número de pacientes entorno a los centros de

reproducción asistida en búsqueda de respuestas y solución inmediata. De esta manera, sigue siendo el país líder indiscutido en materia de medicina reproductiva dentro de la Unión Europea y en tercera posición mundial, solo después de EE UU y Japón.



Fuente: Estudio de mercado provisto por Fullgenomics

Asimismo, el alto ritmo de apertura de nuevos establecimientos de fertilidad asistida ha sido continuado. El aumento es notable sobre todo entre los principales centros acreditados, encontrándose actualmente operativos unos 285 centros privados especializados. Cerca del 74% del total se ubican en conjunto en las comunidades autónomas de Cataluña, Andalucía, Comunidad Valenciana y Madrid. A corto y medio plazo es previsible una prolongación de la tendencia al alza del valor del mercado de reproducción asistida, en un contexto de crecimiento económico, indicadores de fertilidad de la población a la baja y extensión de los tratamientos a nuevos colectivos. Las favorables perspectivas de evolución del mercado animan a los principales operadores a acometer proyectos de inversión en ampliación, mejora y renovación de sus infraestructuras, así como en la ampliación de su cartera de servicios para atraer a nuevos perfiles de clientes y a demanda extranjera. Se estima que el valor de los tratamientos de reproducción asistida realizados en España para el último ejercicio que cierra en 2019 gire en torno a los 615 millones de euros, con una tendencia de aumento de la penetración de las empresas privadas en detrimento de los centros hospitalarios públicos, que pretenden alcanzar alrededor de 300 centros de reproducción para fin de año.

### Crecimiento del Mercado en España

En Europa, líder indiscutido en Reproducción Asistida (RA)



Informe DBK, 2018

Fuente: Estudio de mercado provisto por Fullgenomics

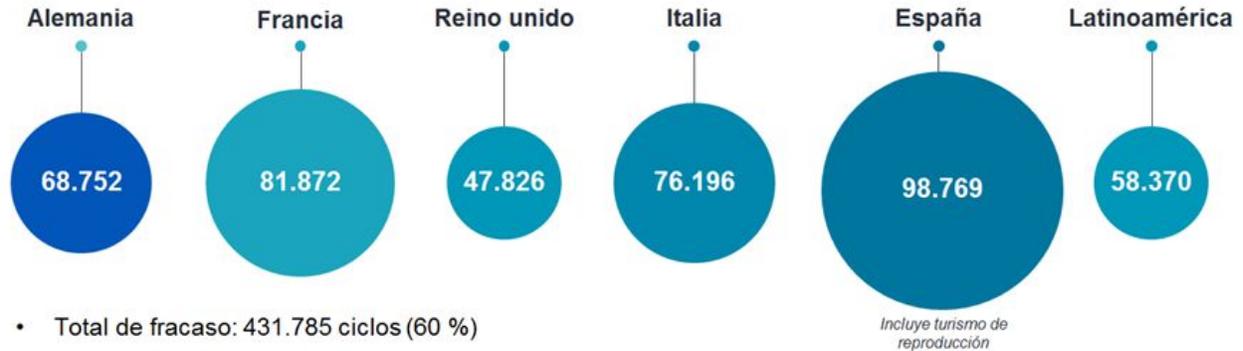
Considerando la importancia que presenta el mercado español en materia de fertilidad y a escala global, podemos traducir dichos números de facturación en lo que se representa como ciclos de reproducción, siendo los ciclos de transferencia de embriones que realizan cada uno de estos centros a las pacientes con el objetivo de concretar un embarazo y llevar a término. Dicho de otra manera, con un registro récord de 163.000 ciclos de tratamiento realizados en el último año, España es el país que marca el ritmo por delante países como Rusia (121,235 ciclos), Francia (104,733), Italia (99,991), Alemania (96,226) y Reino Unido (79,710) respectivamente. Sumado a los problemas de fertilidad ya mencionados, el retraso de la maternidad, la escasa cobertura pública y una legislación permisiva se han conjugado en un momento de recuperación económica, provocando la expansión de muchos centros de reproducción asistida y servicios médicos que generan una oportunidad de mercado inigualable. Incluso los datos relacionados a ciclos de reproducción de España están por delante de todos los de Latinoamérica. Según datos de la red Latinoamericana de reproducción asistida en 1990 reportaron tan sólo 19 centros, cifra que como podemos ver aumentó progresivamente, llegando en el 2007 a 138 centros. Paralelamente a ellos han ido aumentando los números de ciclos de técnicas de reproducción asistida. Es así, como el número de tratamientos de fertilidad ha aumentado más de trece veces desde el primer registro de 1990, llegando en el 2007 a 34.102 ciclos. A partir de los últimos datos registrados por la REDLARA en el año 2015, se llevó a cabo una recolección retrospectiva de datos multinacionales sobre técnicas de reproducción asistida de 175 instituciones en 15 países latinoamericanos, de los cuales se registraron un total de 75.121, alcanzado la cifra de 97,287 en el último año. Como factor adicional dentro del mercado español resulta importante considerar el turismo de reproducción, como indica la tabla de datos de la sociedad española de fertilidad (SEF, 2016):

Países de origen de pacientes residentes en otros países	
	Ciclos Frescos+Descong (% del total)
Francia	5.104 (39,4%)
Italia	2.552 (19,7%)
Reino Unido	531 (4,1%)
Alemania	588 (4,5%)
Portugal	42 (0,3%)
Marruecos	113 (0,9%)
Guinea Ecuatorial	37 (0,3%)
Otros	1.866 (14,4%)
No anotado país de origen	2.106 (16,3%)
<b>TOTAL</b>	<b>12.939 (100,0%)</b>

Fuente: Estudio de mercado provisto por Fullgenomics

Por otro lado, un ciclo de reproducción no es sinónimo de éxito. Las estadísticas a escala global indican una tasa de fracaso del 60-70% según país y complejidad del caso que presenta cada paciente, donde definitiva y claramente ese es el segmento de mercado donde apuntan las tecnologías disruptivas para encontrar la causa a la infertilidad, a fin de ofrecer una alternativa fiable y real de diagnóstico, tratamiento e incremento de tasa de embarazo. Teniendo en cuenta este potencial mercado, estamos haciendo referencia a un total 431.785 ciclos correspondientes a las tasas de fracaso. En términos de facturación, estamos hablando de unos 224 millones de euros de mercado (precio por test de 400 euros). Unos 59 millones de euros de mercado potencial sólo en España y de 35 millones de euros de mercado latinoamericano. De esta manera podemos asegurar unas posibilidades inmensas de penetración dentro de nuestro mercado objetivo en base a una necesidad creciente por productos, servicios y soluciones de tratamientos, el número de ciclos en aumento, las tasas de fracasos y el tipo de pacientes que puede permitirse asistir a estos centros de reproducción, si tenemos en cuenta que el valor promedio de un ciclo de tratamiento en una clínica privada cuesta 6.500 euros en este país.

## Tasa fracaso ciclos RA



- Total de fracaso: 431.785 ciclos (60 %)
- 224 millon€ Mercado Target
- 59 millon€ Mercado España
- 35 millon€ Mercado LATAM

Datos ESHRE/SEF, 2018

Fuente: Estudio de mercado provisto por Fullgenomics

### El segmento

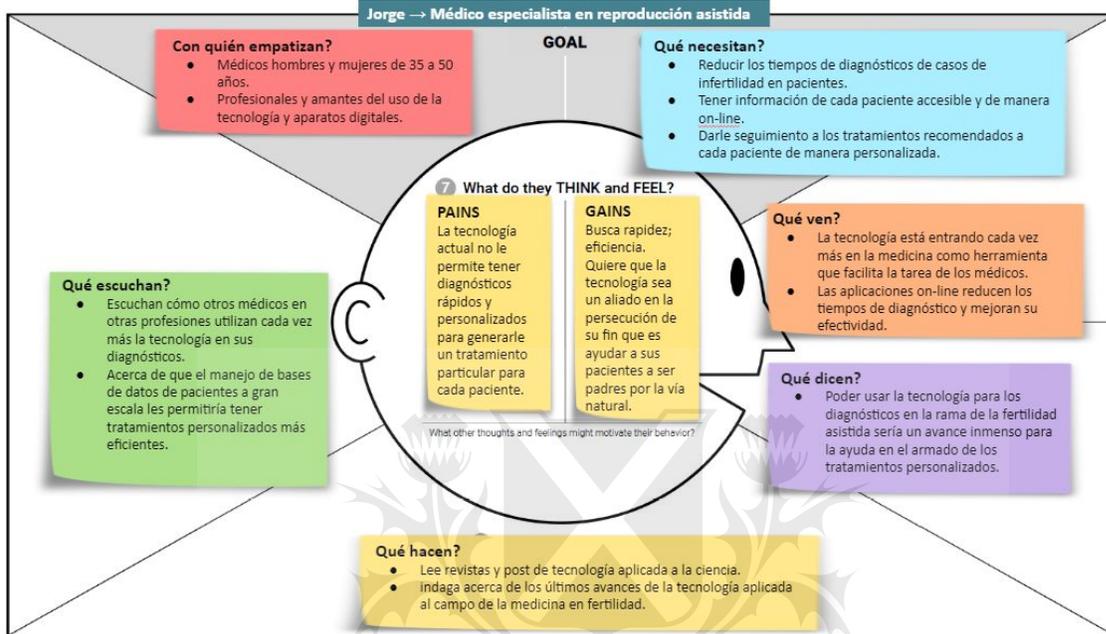
El sector de la biotecnología en España continúa su crecimiento año tras año. En gran medida, esto se debe al carácter transversal que posee la biotecnología, ya que cada vez más empresas de diferentes sectores incorporan actividades biotecnológicas a sus productos y servicios. Prueba de ello, se ha producido un creciente peso de la facturación de las empresas del sector de la biotecnología en el PIB español. Y esa evolución ha sido constante, aún en los años de la crisis. Como evidencia se tienen los valores del año 2014, año en el que esa cifra se sitúa en el 10,35%, y del 2008, cuando la biotecnología apenas suponía el 2,98% del PIB. Este valor de 10,35% ha igualado incluso las cifras del turismo en el país, uno de pilares de la economía española. Actualmente, España se posiciona como el segundo país con mayor número de compañías relacionadas con la biotecnología en el mundo, solo por detrás de Estados Unidos (según la OCDE y Beyond borders report 2017).

Entendiendo la naturaleza B2B2C del modelo de negocio, estudiaremos como segmentos claves no a las empresas de biotec que proveen servicios, sino que estudiaremos a los clientes finales que se verán finalmente beneficiados y que entendemos serán los impulsores del producto.

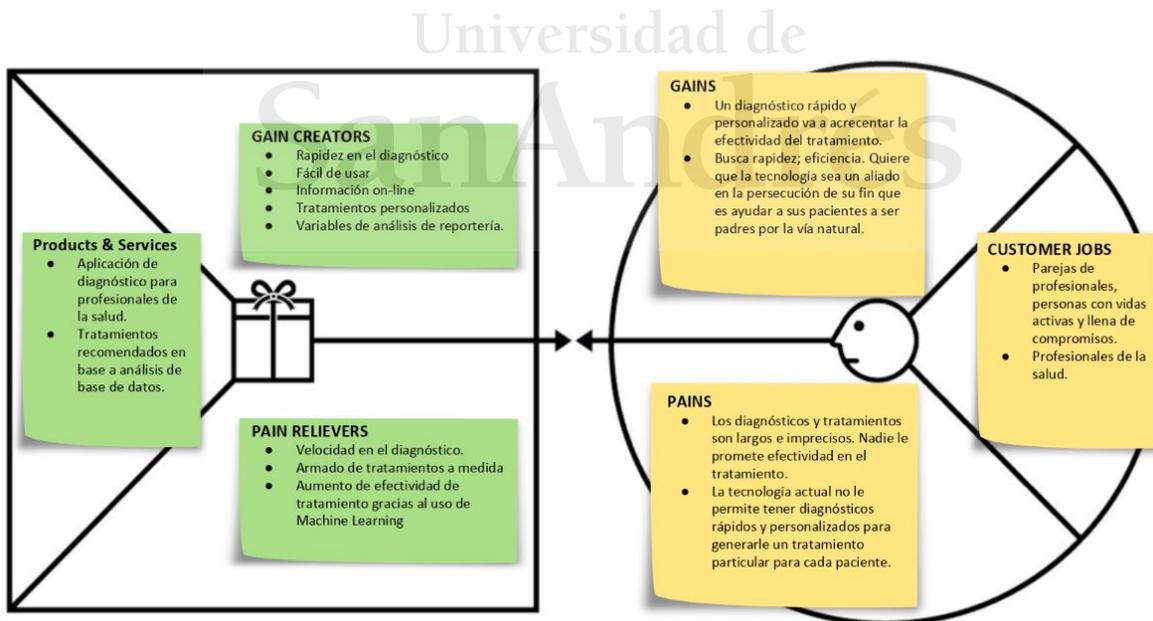
Estos clientes finales son los médicos que trabajan en las clínicas de fertilidad, que a su vez ven afectado su trabajo por la misma tendencia del comportamiento reproductivo de la región.

### Empathy map

Si bien hay varios actores en la cadena de valor, como ser la clínica o el paciente, se confeccionó este empathy map y value proposition canvas desde el punto de vista del médico especialista que utilizaría directamente el servicio, quién entendemos, es nuestro principal sponsor.



### Value proposition canvas



### Canales de distribución

Por tratarse de una plataforma web montada sobre infraestructura cloud, el único canal de distribución para IA Fertitech es el canal online.

## III. Propuesta de valor, el modelo de negocio y la ventaja competitiva

### Propuesta de valor y diferenciación

La propuesta de valor, como fué mencionada con anterioridad es proporcionar una herramienta de diagnóstico de alta precisión que permita al profesional de la medicina especializada en fertilidad, brindar un diagnóstico rápido con la finalidad de comenzar el tratamiento (en caso de ser necesario) lo antes posible, teniendo en cuenta que el motivo principal de la premura del comienzo de un tratamiento, está dado por el mismo estado de ansiedad propio de las personas que llegan al estadio de exploración por causas inexplicables de infertilidad.

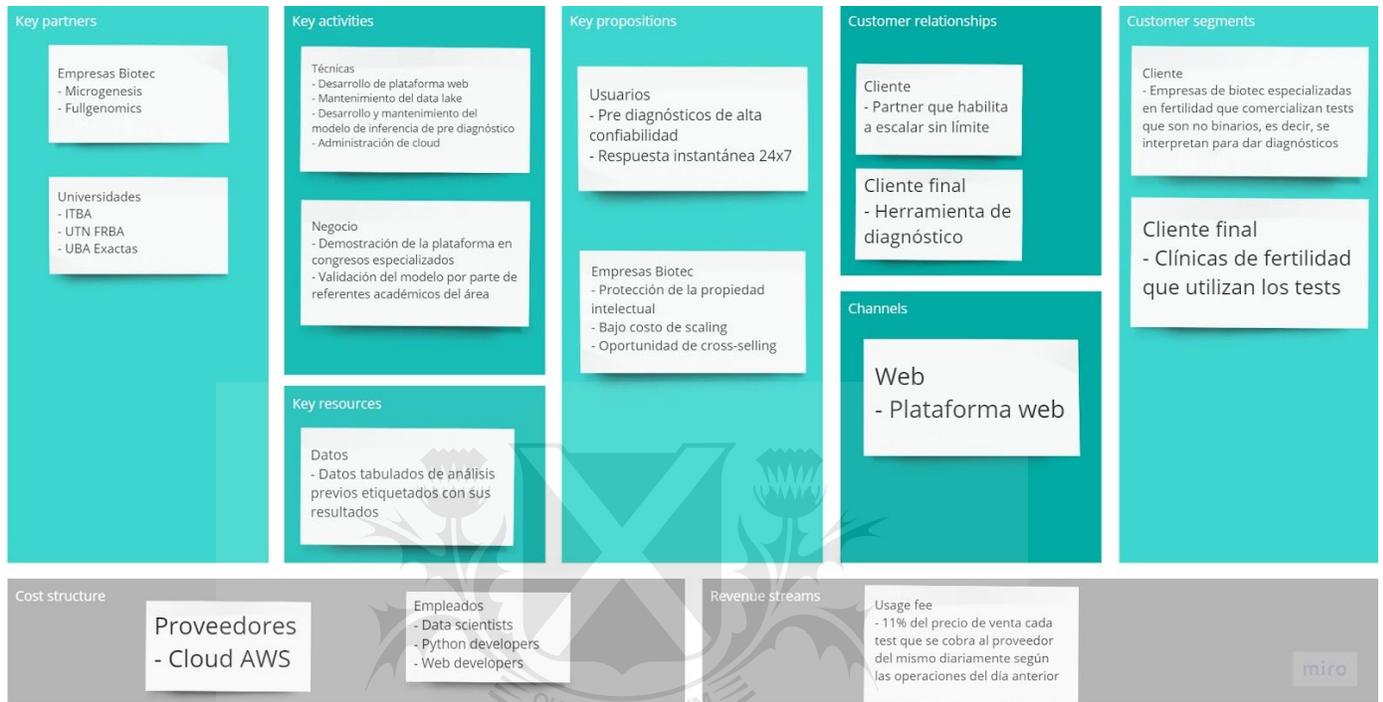
La diferenciación, que se constituye al mismo tiempo como la principal ventaja competitiva, es la plataforma en sí misma, ya que está conformada por datos que solo pueden ser obtenidos de nuestros partners (con quienes tenemos contratos de exclusividad) y está construida por perfiles con skills muy específicos, muy difíciles de hallar en el mercado.

### VRIO

Features / Resources	Value (Es valioso?)	Rarity (Es raro?)	Imitability (Es difícil de imitar?)	Organization (Tenemos los medios para explotarlo?)	Resultado
Data scientists	SI	SI	NO	SI	Ventaja competitiva temporal
Datos históricos	SI	SI	SI	SI	Ventaja competitiva de largo plazo
Especialistas en fertilidad basada en microbiota	SI	SI	SI	SI	Ventaja competitiva de largo plazo
Contrato de exclusividad con cada partner	SI	SI	SI	SI	Ventaja competitiva de largo plazo

## Canvas business model

Mediante la utilización de esta herramienta, esperamos tener una visión clara del modelo de negocio completo, con la finalidad de poder diferenciar claramente los diferentes aspectos sobre los cuales podremos accionar.



## Key partnerships

Como se mencionó anteriormente, el principal insumo necesario para desarrollar y mantener la plataforma de pre diagnóstico es justamente el set de datos debidamente clasificados y etiquetados, estos datos son los que orientan las decisiones del algoritmo, por lo tanto podemos decir que la calidad del modelo es directamente proporcional a la calidad de los datos provistos. En base a esta afirmación, se establecieron partnerships con dos compañías de biotecnología Microgenesis (especialista en fertilidad) y Fullgenomics (especialista en fertilidad y genética), dichos partners proveerán los datos necesarios para entrenar los algoritmos más un 50% de participación en los costos de desarrollo, adicionalmente se compromete a mantener la exclusividad de IA Fertitech en cuanto al consumo de los datos. Como contrapartida, IA Fertitech compromete la exclusividad del modelo y el mantenimiento de la discrecionalidad en la utilización de los datos, esto significa que, por ejemplo, si una nueva compañía que se encuentra en el negocio de diagnósticos de fertilidad quiere contratar el servicio de IA Fertitech, se deberá desarrollar un nuevo modelo para los datos provistos por el nuevo cliente.

Estas condiciones fueron negociadas oportunamente y responden a la necesidad de mantener la propiedad intelectual sobre los avances científicos/técnicos de estas compañías, de la misma forma que se protegen de otro tipo de replicación por medio de patentes.

## IV. Go to Market Plan

### Plan de marketing

#### Estrategia de entrada

La estrategia de entrada en el mercado supone la puesta en conocimiento de IA Fertitech y las soluciones de escalamiento de operación que brinda por parte de las empresas de biotecnología que se encuentran en etapas de expansión regional, esta etapa coincide con la necesidad de inyección de fondos, los cuales suelen provenir de VPs o aceleradoras de empresas. Tal como sucedió en el caso de Microgénesis, cuando esta acudió a un company builder (GridX) para lanzar la operación en Europa, este les exigió demostrar capacidad de escalar el negocio, así es como en una presentación de compañías en etapa de pre aceleración, se gestó la oportunidad que devino en la formación de IA Fertitech, de la misma forma, pero ya apoyándonos en un primer caso de aplicación, esperamos llegar a los startups de biotec a partir de los mismos VPs y aceleradoras.

En resumen, la estrategia de entrada consta de un contacto directo con los fondos que necesitan potenciar a sus empresas para mejorar sus probabilidades de ser rentables en su operación a escala. Esto es reforzado a su vez por la promoción en congresos especializados ya contando con el endorsement de profesionales altamente reconocidas como lo son las founders de Microgenesis.

#### Marketing Mix (5P)

- Producto / Servicio

IA Fertitech es una plataforma de soporte de diagnóstico basada en inteligencia artificial que se utiliza para, utilizando el input de los tests de fertilidad que se comercializan a través de Microgenesis, inferir interpretaciones sobre los resultados de estos tests haciendo uso de experiencia previa cargada por el staff especializado de Microgenesis.

La potencia de este servicio es que potencia la comercialización del test, ya que se agrega a su propuesta de valor y permite diagnósticos ad-hoc, mejorando la experiencia de cliente que al día de hoy puede tener que esperar días para obtener resultados.

Otro efecto es la potenciación de la operación actual, ya que hace que esta pueda escalar más allá de la barrera del huso horario que limita el alcance geográfico del alcance de la atención personalizada que hoy se realiza por videollamada o, en el más extremo de los casos, con presencia física.

En el horizonte del servicio está la integración de nuevos tests para relacionarlos y recomendarlos ante determinados resultados que puedan indicar la necesidad de ellos, abriendo posibilidades de cross-selling.

En resumen, el servicio ofrece velocidad de respuesta, calidad de servicio y sinergia con la industria.

- Precio

IA Fertitech se factura mensualmente por la utilización de la plataforma, el costo es del 11% del precio de venta promedio del test que se evalúa, formando parte del precio de este mismo desde el inicio, es decir, es parte del test como producto tanto como agregado de valor como en precio.

- Plaza

El servicio es pagado por clínicas especializadas de fertilidad como parte del precio del test, en principio las mismas que hoy consumen Fertinoma, el usuario es el profesional especializado en la materia.

- Promoción  
Por lo especializado de las audiencias y por ser un servicio que será introducido a través de las clínicas, la promoción hacia las clínicas se realiza junto con la de Fertinoma y se puede considerar un b2b, en cuanto al awareness entre los médicos especializados, se realizarán dos acciones de comunicación una directa y otra indirecta.
  - Campaña de mailing : Esta es la más directa ya que estaremos apuntando a los profesionales en la nómina de las clínicas asociadas (emails laborales) con la finalidad de potenciar la adopción.
  - Presentación en congresos de fertilidad : En este tipo de eventos es donde se concentran los principales referentes del sector y es donde es más común promocionar nuevos productos y servicios.
- Personas:  
En cuanto a los receptores finales de los beneficios del servicio encontramos a las parejas que están en busca de un embarazo, seleccionamos hombres y mujeres de entre 25-45 años.  
Geográficamente el foco se encuentra en la UE, comenzando por España que es donde se comercializa principalmente Fertinoma. Esto representa una población de 15 millones de personas, de las cuales, si seguimos las estadísticas de la UE referentes a infertilidad, estamos hablando de que el 16% de la población puede tener problemas para concebir, lo que nos da un target potencial de 2.25 millones de personas.

#### Plan de retención y fidelización

El plan de retención se apoya en que el modelo algorítmico es, finalmente, propiedad de IA Fertitech, con lo que de querer intercambiar proveedores, el cliente debería pasar nuevamente por la etapa de desarrollo de un nuevo modelo y, adicionalmente probarlo, corriendo el riesgo de perder credibilidad ante fallos del sistema.

Es importante notar que las oportunidades de cross selling en la industria de biotec, entre productos de una misma compañía, son abundantes debido justamente al alto grado de especialización de las mismas, a partir de lo cual, dichos productos se encuentran estrechamente relacionados, sea por técnica de implementación o por las afecciones a las que apuntan. En igual medida estas oportunidades son desaprovechadas, dado que no existe hoy día un vínculo relacionador cross producto, y en ese rol de nexos es donde basamos la estrategia de fidelización.

La fidelización se logra a partir de generar en el cliente el impulso de mantener y profundizar la relación, en este caso, esto se da en la forma de horizontalización de la implementación, es decir, extendiendo la automatización del pre diagnóstico a otros productos propios. Al inicio de la relación comercial, se establecerá un roadmap de desarrollo de plataforma que se podría ver como un plan paralelo al roadmap de desarrollo de producto del cliente, potenciando cada uno de los nuevos productos que este lance y buscando activamente oportunidades de cross selling que extienden el alcance de los productos existentes y aceleren la adopción de nuevos lanzamientos.

## V. Equipo emprendedor, estructura directiva y organización societaria

### Equipo emprendedor

Para todos nosotros como equipo emprendedor, este proyecto significa un gran desafío técnico en cada uno de nuestros rubros, por lo que profesionalmente es motivador y nos lleva a dar lo mejor de nuestras capacidades. No quiero olvidar mencionar el factor humano, estamos hablando de tener la posibilidad de impactar las vidas de muchísimas personas que hoy viven la búsqueda de formar una familia, ese es nuestro combustible y es lo que nos empuja a lograr nuestra meta de ayudar a estas nuevas empresas, que prometen elevar a un nuevo nivel la medicina, a alcanzar escala mundial, incluyendo a todas las personas en esta revolución del bienestar que se avecina.

El equipo emprendedor está compuesto de tres MBAs de diferentes backgrounds que sirven específicamente a las tres áreas claves del proyecto, la financiera, el entendimiento profundo de los modelos matemáticos necesarios para generar el modelo de machine learning, y la capacidad tecnológica para implementar dicho modelo.



Pablo Charchafle

Economista, especializado en finanzas corporativas

+7 años en operaciones de E-Commerce

Despegar management team

Pablo Bergonzi

Ingeniero en sistemas, tech-preneur.

+15 años en desarrollo de software y people management

Consultor en compañías fortune 500

Andrea Berlin

Ingeniera electrónica, especialista en automatización

+15 años en proyectos de ingeniería de modernización industrial

Consultoría e implementación de soluciones tecnológicas de control y aprendizaje automático

Al equipo debemos sumar a nuestros socios claves, ya que son los expertos en medicina basada en microbiota y logística de insumos médicos en el territorio de la UE.

Lic. Leandro Barreiro

Bioquímico especializado en negocios.

5 años de experiencia en dirección de logística y distribución de insumos médicos en la UE.

COO y co founder de Microgenesis

Director de operaciones de Fullgenomics.

Dr Agustina Azpiroz (PhD)

Bioquímica especializada en microbiología e inmunología

Co founder de Microgenesis

CEO de laboratorios ABM en Tandil, investigadora CONICET

Dr Gabriela Gutierrez (PhD)

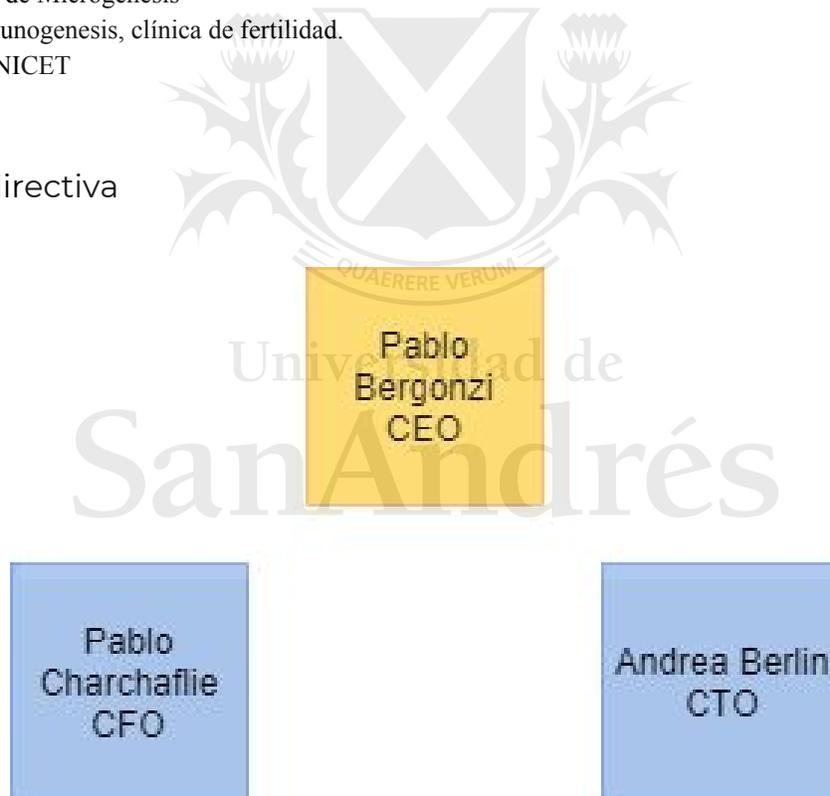
Bioquímica especializada en inmunología y reproducción.

CEO y co founder de Microgenesis

co founder de Inmunogenesis, clínica de fertilidad.

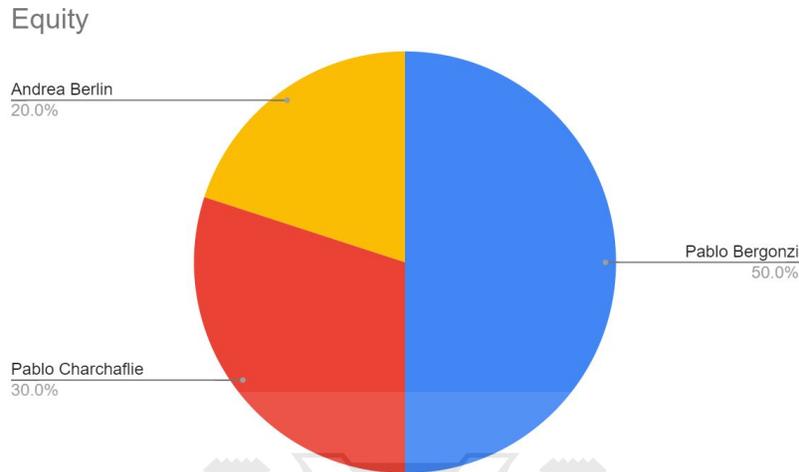
Investigadora CONICET

Estructura directiva



## Plan de incentivos

Los tres founders de la compañía percibirán un sueldo fijo y un porcentaje de equity dependiendo de su posición.



Con el fin de apuntar a los ambiciosos objetivos de delivery planteados sin afectar el índice de rotación, se define una estructura de compensaciones específicamente dirigida a los perfiles de alta especialización, en esta caso, los programadores y data scientists que conforman el equipo de desarrollo.



El Sueldo se calcula como un promedio de mercado, situándose en el 75 percentil y el incentivo anual se calcula como un tope del 3X sobre el sueldo base mensual, teniendo en cuenta los siguientes KPIs.

NPS	>50	>70	>80	20%
Desvío en la planificación	hasta el 15%	hasta el 10%	hasta el 5%	40%
Deuda técnica	hasta 2 semanas	hasta 1 semana	Sin deuda técnica	40%

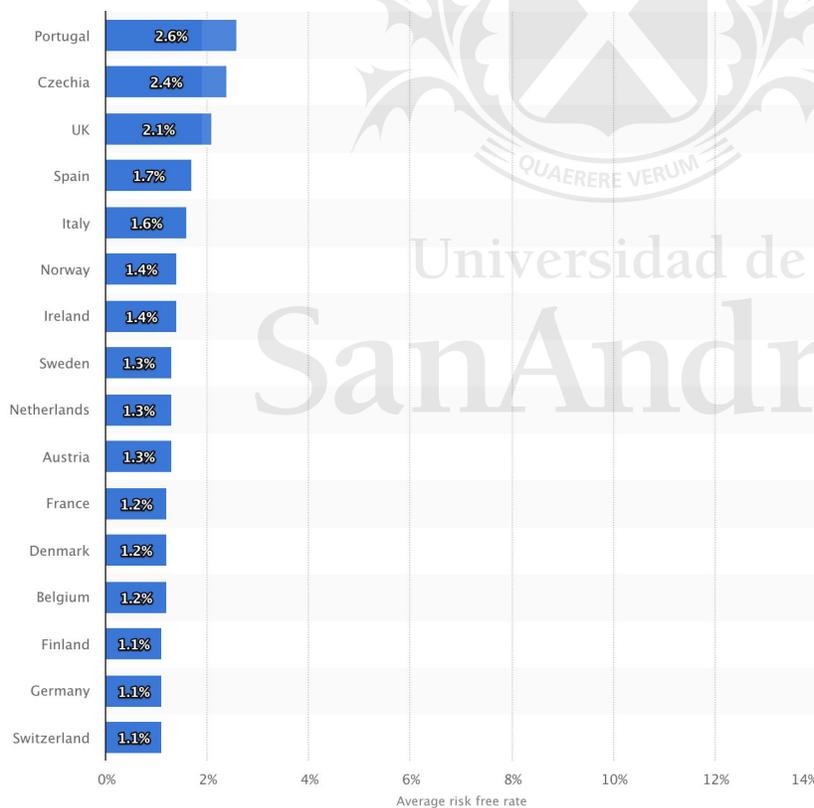
Definiendo NPS como la métrica que refleja el sentir del equipo y su nivel de alineación con la compañía, y deuda técnica como conjunto de buenas prácticas no implementadas, esto último se detecta utilizando herramientas de análisis de código como SONAR. (<https://docs.sonarqube.org/>)

## VI. Requerimientos de inversión, y resultados económicos-financieros esperados

### Contexto macroeconómico

#### Tasa risk free en Europa

La tasa libre de riesgo en la UE, si bien se puede tomar por país, se selecciona la de Alemania ya que es el equivalente a los bonos del tesoro de EEUU en Europa. Esta tasa es la que se utiliza como la base para el cálculo de la de cada país y tiende al 1.1% en toda la región.

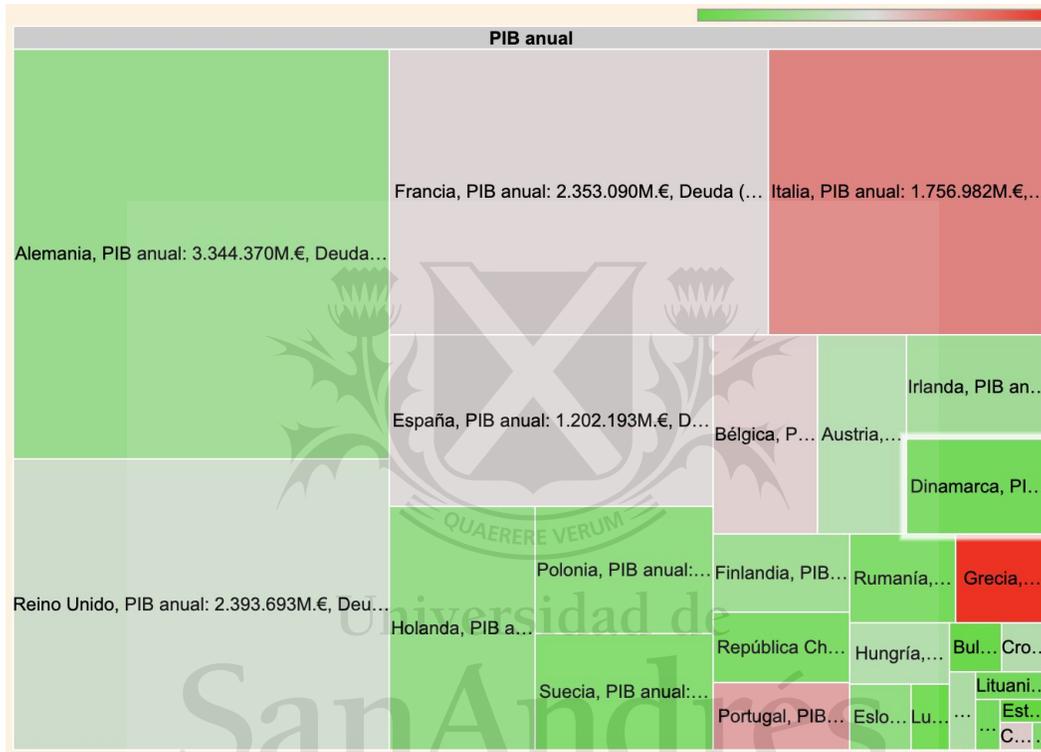


Fuente: Statista (AVG Risk free rate UE) : <https://www.statista.com/statistics/885915/average-risk-free-rate-select-countries-europe/>

### PBI en Europa

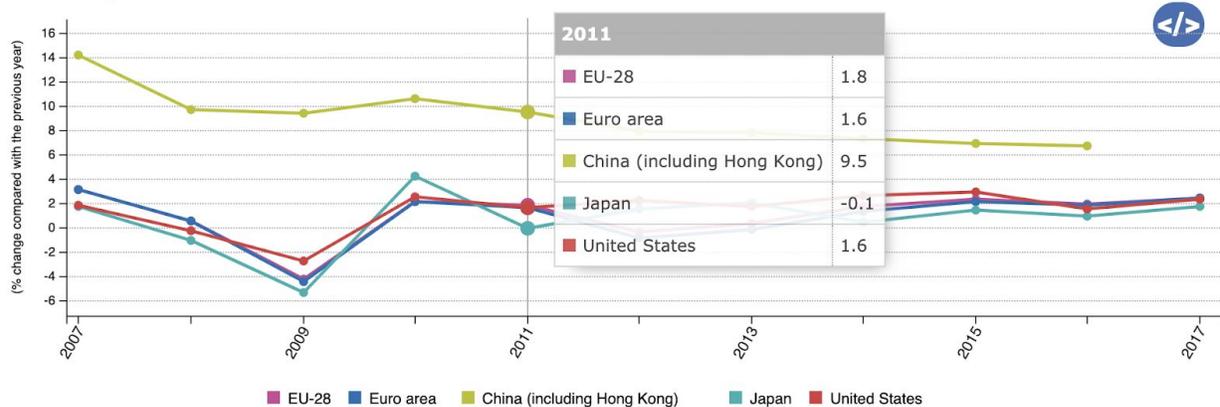
El PBI de la UE es un mosaico variado ya que se concentra en las 3 economías más grandes, Inglaterra, Alemania, y Francia, que componen aproximadamente el 75% del total de la región. Agregado a esto hay varios países como Italia, Portugal y Grecia, que se encuentran en una situación compleja en cuanto a la relación existente entre PBI/Deuda.

### Tamaño PBI y relación con Deuda



Fuente: DatosMacro (PBI UE) : <https://datosmacro.expansion.com/paises/grupos/union-europea>

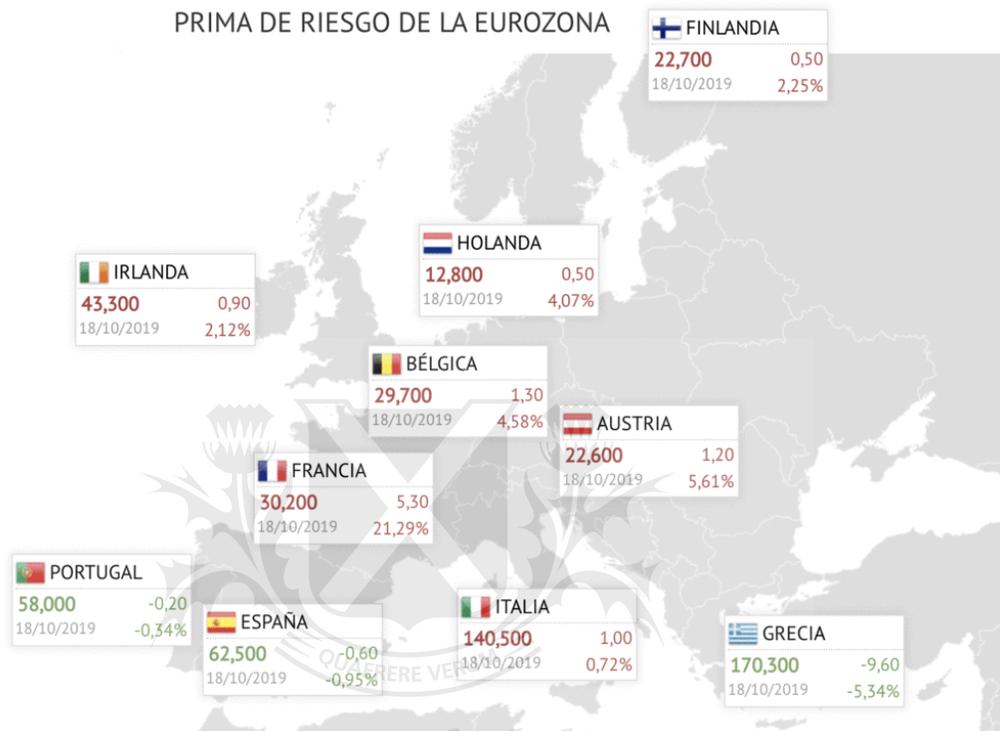
### Evolución del PBI europeo vs el mundo



Fuente: Eurostat ( Evolución PBI UE) : [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=National\\_accounts\\_and\\_GDP/es](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=National_accounts_and_GDP/es)

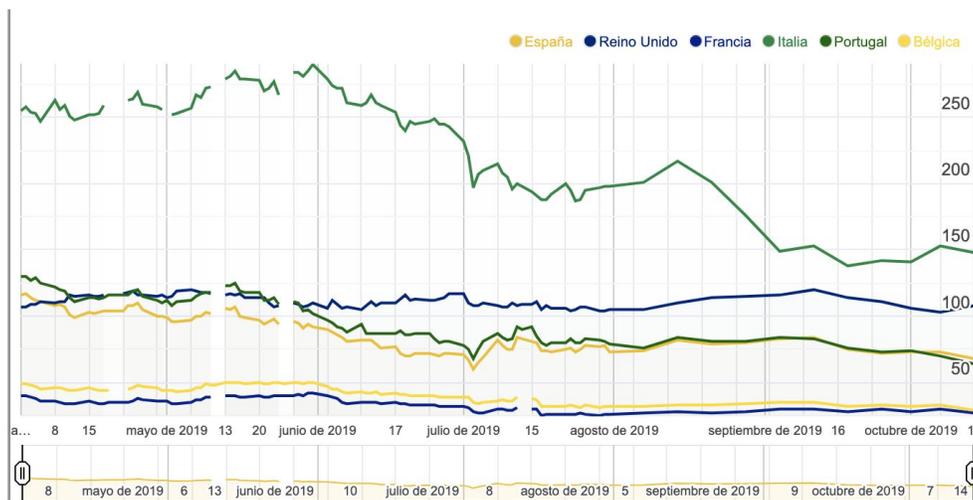
## Riesgo país en la UE

Como se mencionó previamente, el riesgo país de la UE se calcula en base al bono Alemán a 10 años.



Fuente: Infobolsa.com (Primas de riesgo UE): <https://www.infobolsa.es/primas-riesgo>

La proyección del riesgo país en la UE está tendiendo a los 50 puntos básicos y se espera continúe bajando de continuar vigente la tendencia.



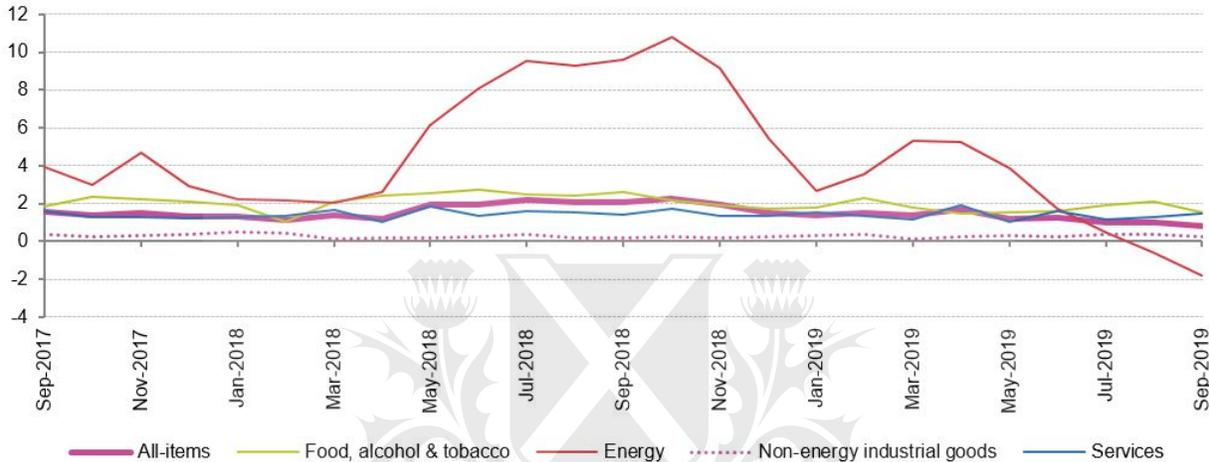
Fuente: Infobolsa.com (Primas de riesgo UE): <https://www.infobolsa.es/primas-riesgo>

### Inflación proyectada

En septiembre 2019 la inflación medida en la UE fue de 0.8% bajando del 1.1% medido en agosto 2018. Aunque en España es del 1.1%, con lo que proyectamos una convergencia aproximada para el negocio en el 1%.

Observamos que la inflación está principalmente compuesta por los rubros de alimentos, alcohol y tabaco, medido en 1.6% y seguido por servicios en 1.5%.

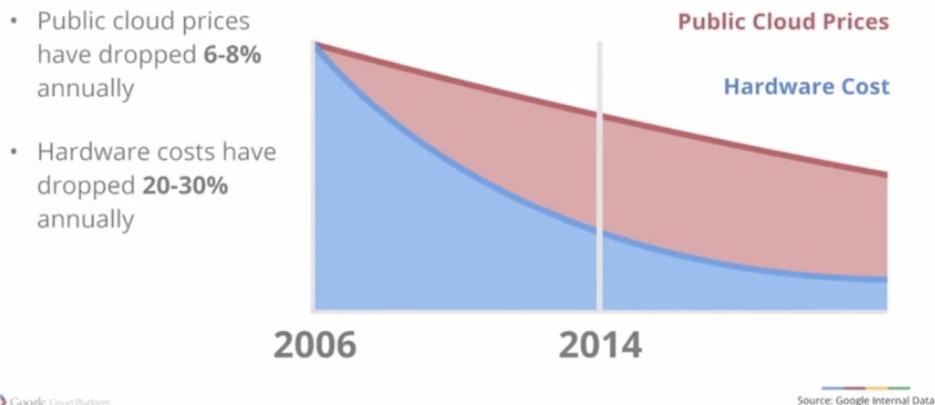
### Euro area annual inflation and its main components (%), September 2017 - September 2019



Fuente: Eurostats (Inflación UE): [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Inflation\\_in\\_the\\_euro\\_area](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Inflation_in_the_euro_area)

### Costos del sector

Los costos de la infraestructura tanto on premise como cloud viene bajando en un promedio del 7% anual, esta tendencia es en parte lo que hace posible este proyecto, que no hubiera sido rentable con las tarifas de hace 5 años. De todas formas, al estar utilizando servicios cloud complejos de alto poder de procesamiento especializados modelos de machine learning, para los costos de plataforma del proyecto no se tomará en cuenta esta tendencia, con lo que los cálculos de costo de operación se pueden considerar conservadores.



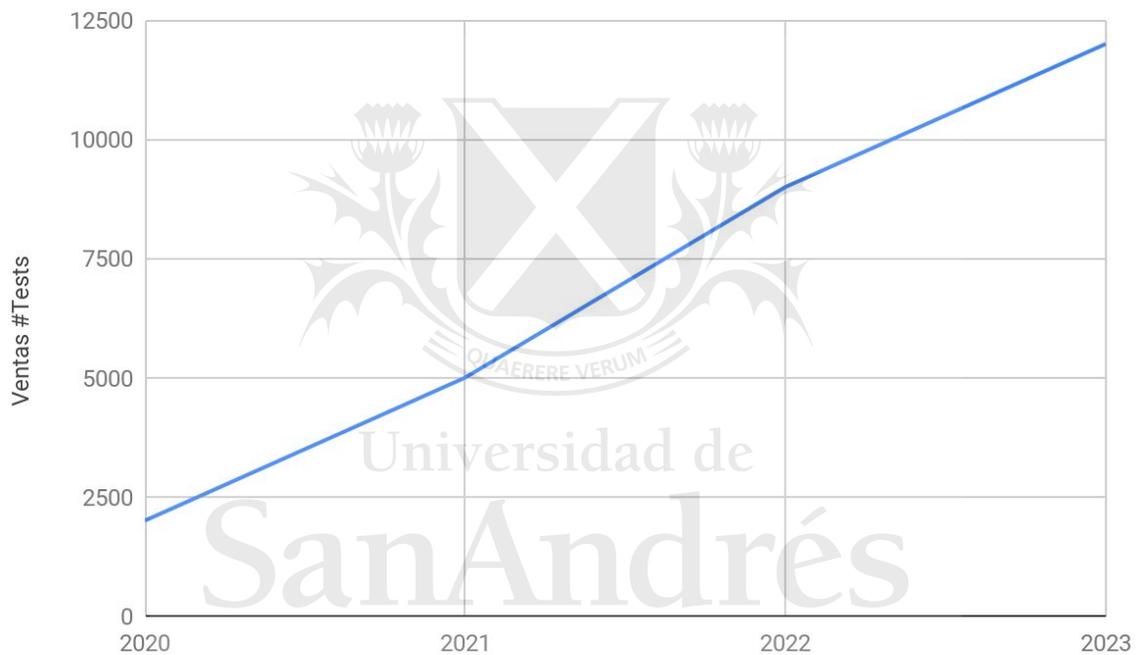
Fuente Giaom.com (Moore law & aws costs) : <https://gigaom.com/2014/04/19/moores-law-gives-way-to-bezoss-law/>

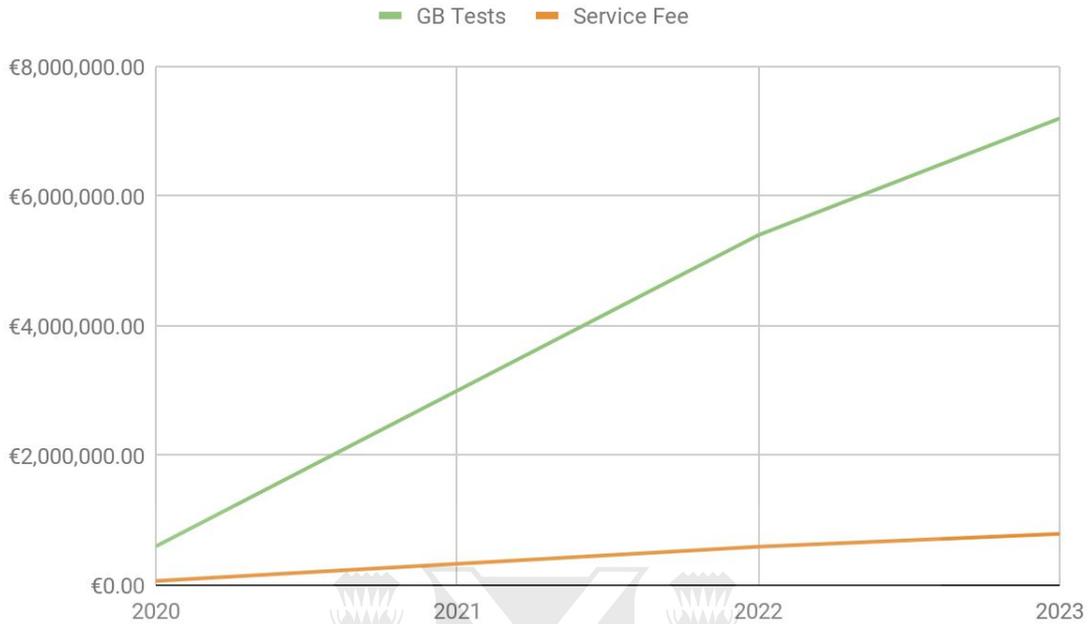
En cuanto a los costos de desarrollo, según Forbes (Data Science Salaries), los sueldos de los data scientists (no PhD) se han mantenido estables a nivel mundial y, sumado a la naturaleza espontánea del servicio de desarrollo requerido, se considera que no impacta de forma significativa la planificación del proyecto./

## Modelo de generación de beneficios

### Ingresos

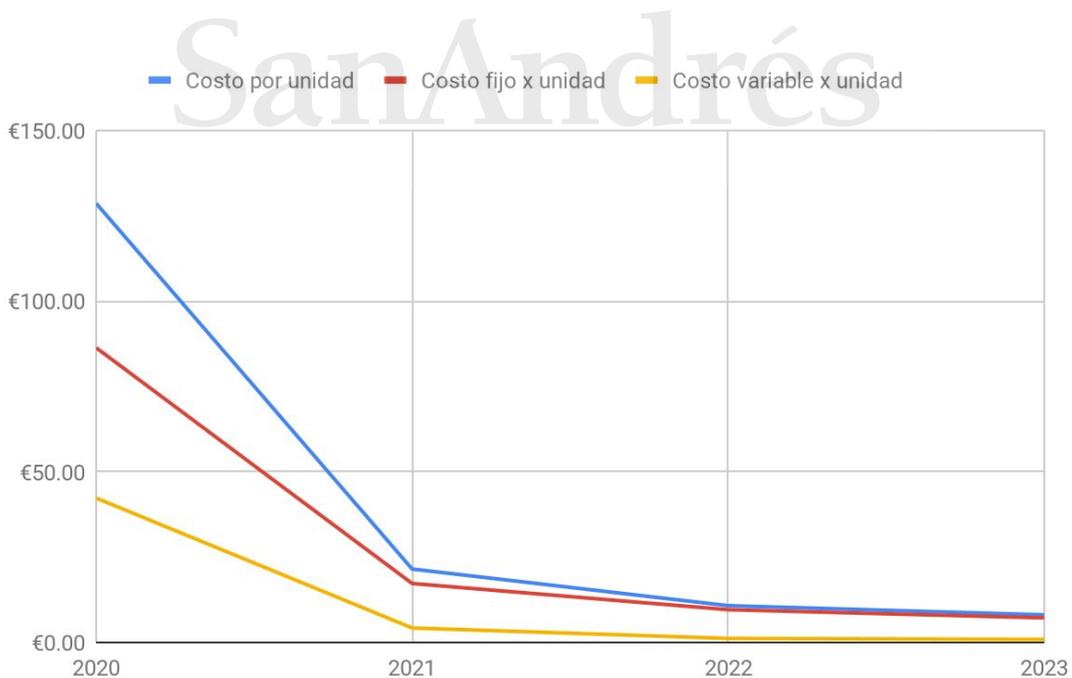
El crecimiento de las ventas está limitado no por el tamaño del mercado total en sí, sino por la demanda de las clínicas especializadas, según las estimaciones de Fullgenomics y Microgenesis, las ventas del año uno ya están preordenadas y se espera que crezcan más del 100% hacia el año 2 estabilizándose en un 30% a partir del tercer año. Considerando un precio promedio de 600 Euros por test y un 11% de service fee como fuente de ingresos de IA Fertitech.





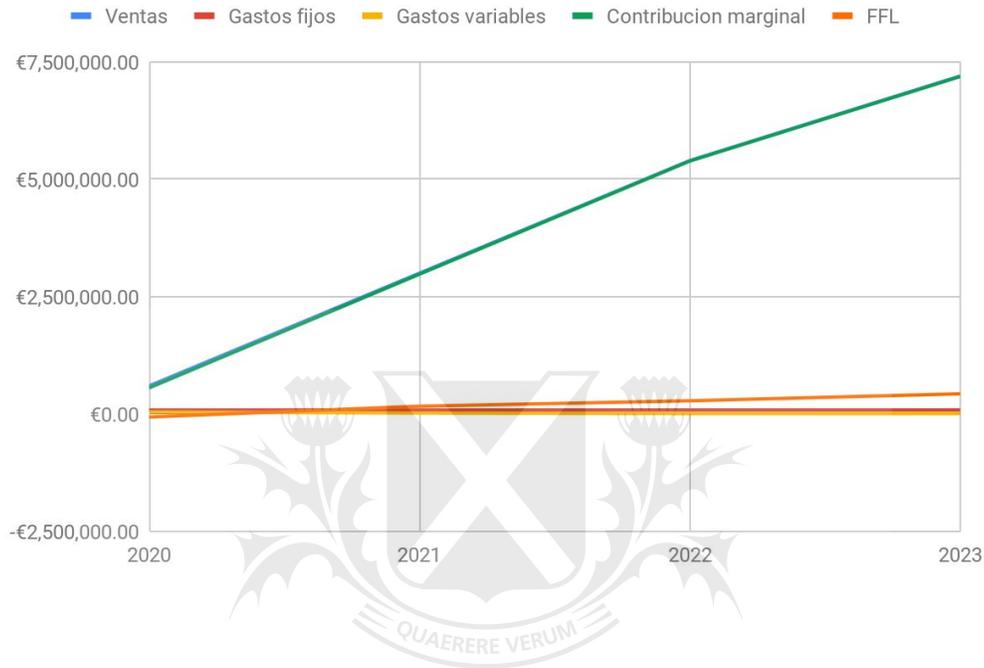
### Costos

Los costos variables se reducen considerablemente hacia fines del primer año por finalizarse el desarrollo de la plataforma, convirtiéndose en costos variables orientados al mantenimiento, que se estabiliza definitivamente a partir del tercer año. Los costos fijos se mantienen desde el primer momento ya que responden a las necesidades de infraestructura cloud de la solución. De esta forma cambia no solo el monto sino que también la composición del costo por unidad, convergiendo en los 14 Euros hacia el final del cuarto año.



### Break even

El break even se alcanza a comienzos del año 2, donde las ventas finalmente cubren los costos de desarrollo heredados del año 1 y los costos operativos del corriente.



### Cuadro de resultados

Ventas	€66,000.00	€330,000.00	€594,000.00	€792,000.00
Ebit	-€62,636.27	€222,513.73	€377,088.73	€575,088.73
Contribución marginal	€557,700.00	€2,978,850.00	€5,389,425.00	€7,189,425.00
FFL	-€62,636.27	€166,885.30	€282,816.55	€431,316.55
FF Descontado	-€45,008.31	€86,169.15	€527,883.76	
VP FFL	€569,044.59			

## Requerimientos de inversión y financiamiento

### Inversión inicial requerida

El requerimiento de financiación responde principalmente a la disponibilidad de recursos para hacer frente a los esfuerzos de desarrollo del modelo de machine learning y la plataforma.

Para el año 1 será necesaria una inyección de €90000 con el fin de cubrir el principal costo, que está dado por los sueldos de los especialistas en data science, cabe destacar que es la composición misma del equipo fundador la que hace posible una implementación de estas características bajo este esquema de costos.

### Costos AWS

US East (Ohio)	Amazon EC2	\$71.84	€64.66
US East (Ohio)	Elastic Load Balancing	\$17.01	€15.31
US East (Ohio)	Amazon RDS for MySQL	\$15.86	€14.27
EU (Ireland)	Amazon Simple Email Service (SES)	\$0.50	€0.45

### Costos de desarrollo

Para las proyecciones se utilizaron las estimaciones más optimistas en cuanto al rendimiento del equipo, bajo las cuales y según el esquema de compensaciones, estos últimos captarán el máximo bono de 3x sobre su sueldo base. Siendo que el primer año de completa el desarrollo durante el primer semestre, a partir del segundo se entra en una fase de mantenimiento y estabilización que hace que el requerimiento de horas baje considerablemente.

Pablo Bergonzi	€2,000.00	€2,000.00	€6,000.00	€6,000.00
Pablo Charchafle	€2,000.00	€2,000.00	€5,000.00	€5,000.00
Andrea Berlin	€2,000.00	€2,000.00	€5,000.00	€5,000.00

PM	€1,500.00	14	4	€6,000.00	€4,500.00	€3,000.00	€1,500.00
UX	€800.00	8	2	€1,600.00	€2,400.00	€1,600.00	€800.00
Data Scientist	€2,000.00	14	4	€8,000.00	€6,000.00	€4,000.00	€2,000.00
Web UI	€1,200.00	4	1	€1,200.00	€3,600.00	€2,400.00	€1,200.00
Backend	€1,500.00	10	3	€4,500.00	€4,500.00	€3,000.00	€1,500.00

€126,300.00    €105,150.00    €214,575.00    €214,575.00

Fullgenomics y Microgenesis, por tratarse de un desarrollo a medida, destinarán €90000, el total del capital requerido, a cambio de la exclusividad de explotación de la plataforma, es importante recordar que esta última forma parte del producto que esta empresa comercializa y agrega a su propuesta de valor frente a sus clientes. Esta propuesta fue acordada y aprobada por el board de Fullgenomics.

Teniendo esto último en cuenta, se considera innecesario acudir a fondos de inversión que requerirían equity a cambio de financiación sin realmente poder aportar mayor valor en un mercado tan especializado.

Rentabilidad en Euros

€265,208.04

89%

39%

## VII. Plan operativo

### Descripción y estructura societaria

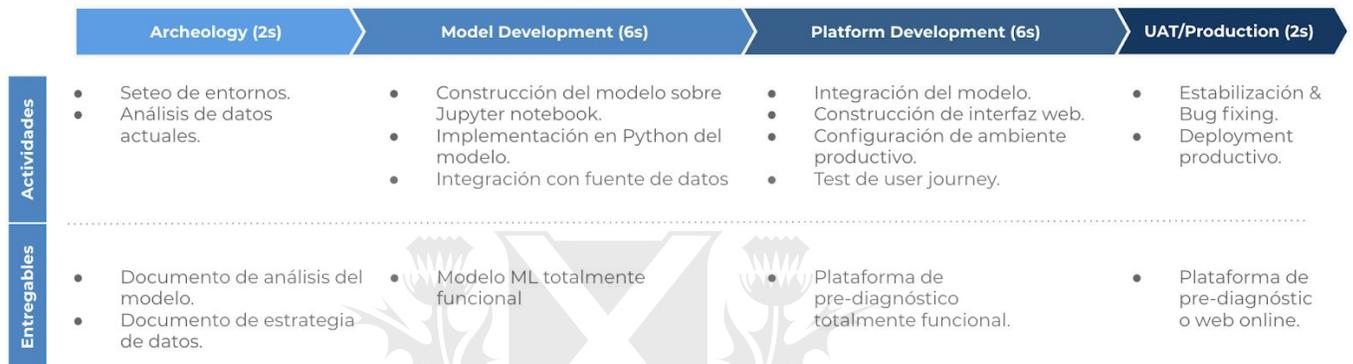
Este proyecto está siendo desarrollado por el equipo de IA Fertitech desde mediados del 2018, trabajando con los equipos de Microgenesis y Fullgenomics para consolidar un plan de desarrollo e implementación, por lo que se apoya fuertemente en el skill set y la experiencia del equipo emprendedor y sus key partners.

IA Fertitech será conformada como SA en España, más específicamente en Barcelona, donde opera originalmente Fullgenomics y donde se está formando actualmente el headquarter de Microgenesis, esta ubicación no solo responde a la localización de los partners actuales, sino que en esa misma región es donde se están desarrollando hoy gran parte de los desarrollos biotec de la UE, configurando una ubicación ideal para nuestra propuesta de servicios

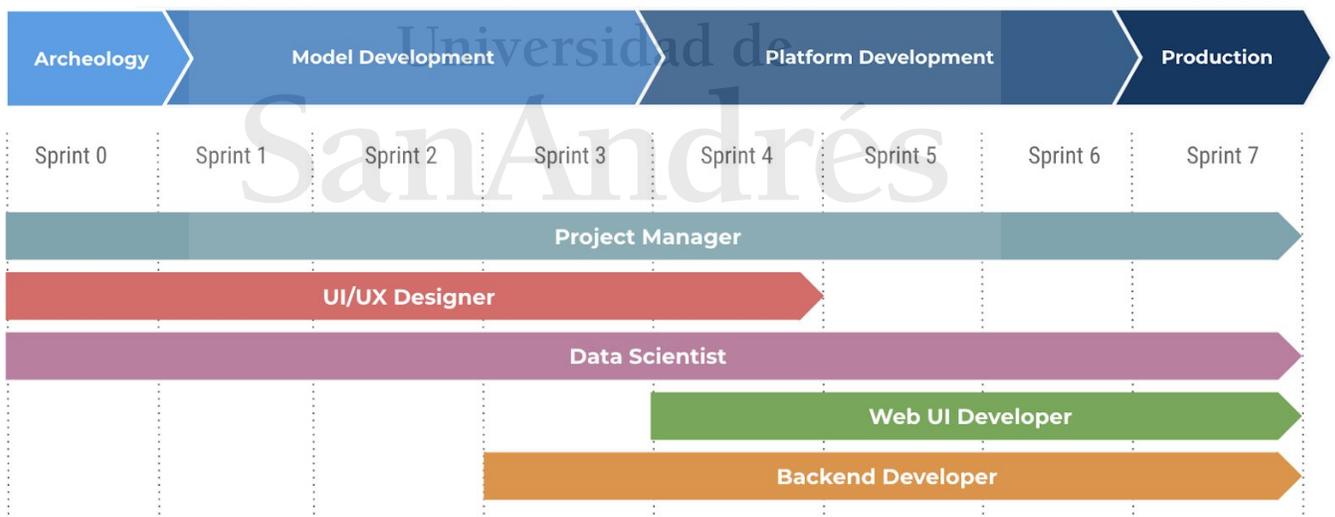
en el rubro. Adicionalmente, como fue mencionado con anterioridad, y con la finalidad de conformar un sólido partnership entre las tres compañías, se firmaran los contratos y NDA correspondientes para asegurar la exclusividad y confidencialidad de la relación.

El plan de desarrollo e implementación está basado en una estrategia multi fase diseñada para entregar valor desde las primeras etapas, este enfoque nos permitirá transitar una ruta más segura, iterando sobre MVPs concretos durante un ciclo de release de 16 semanas de duración.

## Plan de desarrollo y release



## Team composition

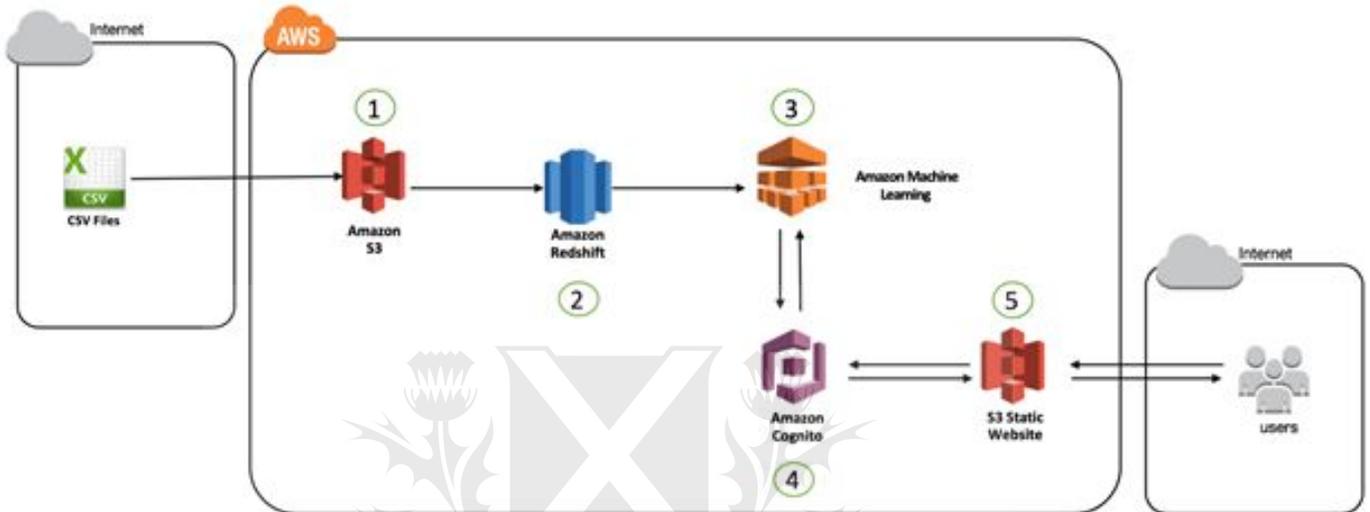


\*Este plan está basado en sprints de dos (2) semanas.

- **Project manager** : Proporciona liderazgo y orientación estratégica a todo el equipo, garantiza la alineación con los objetivos comerciales del cliente y la integridad y cohesión de los resultados de diversas especialidades. Co crea la visión y garantiza que se cumplan los objetivos comerciales, alinea la estrategia y la ejecución.
- **UX Designer** : Aborda los problemas desde la perspectiva de los usuarios, identifica oportunidades de mejora y crea soluciones innovadoras que perduren en el tiempo, es quién define el look & feel de la solución y quién diseña los assets necesarios para implementar la experiencia de usuario.
- **Data scientist** : Los científicos de datos son una nueva generación de expertos en datos analíticos que tienen las habilidades técnicas para resolver problemas complejos y la curiosidad de explorar qué problemas deben resolverse.  
Recopilan grandes cantidades de datos crudos y los transforman en un formato más utilizable, resuelven problemas relacionados con el negocio utilizando técnicas basadas en datos trabajando con una variedad de lenguajes de programación, incluidos SAS, R y Python.  
Poseen una sólida comprensión de ciencia estadística y buscan orden y patrones en los datos, con el fin de detectar tendencias que pueden ayudar a los resultados de una empresa.
- **Web Ui developer** : Son programadores especializados en implementación de diseño, experiencia de usuario y desarrollo web. Utilizan tecnologías de punta como ReactJS y AngularJS para desarrollar aplicaciones cross device de máxima performance.
- **Backend developer** : Esta clase de desarrollador tiene un foco muy específico en la performance y la capacidad de escalabilidad de la plataforma, ya que son quienes diseñan e implementan los servicios que, colaborativamente, forman la solución base, son quienes programan el nexo entre el modelo matemático creado por los data scientists y la interfaz de usuario generada por los web ui devs. Utilizan tecnologías sólidas estándar en el mercado como Java y .NET.

## Arquitectura de alto nivel

La solución será íntegramente implementada sobre el cloud de amazon (AWS) que proporciona todos los servicios necesarios para llevar adelante una arquitectura que escale automáticamente con la demanda a un costo bajo que puede ser planificado y limitado con anticipación.



1. Repositorio de datos donde se reciben los nuevos datasets
2. Data Warehousing, manejo de grandes cantidades de datos
3. Motor de machine learning, es donde se ejecuta el modelo previamente entrenado
4. Módulo de identity management, utilizado para controlar autenticación y autorización de los diferentes perfiles de usuario
5. Hosting de la interfaz web

## VIII. Resumen de las principales conclusiones sobre el negocio analizado

IA Fertitech es más que solo un start up de servicios, es la posibilidad de utilizar la tecnología para potenciar el alcance de la medicina y llevarla a todos los rincones del mundo. Gran parte del plan expuesto ya está en proceso de ejecución, en partnership con Fullgenomics y Microgenesis.

A partir de esta experiencia, apuntamos a convertirnos en los referentes del segmento, siendo los primeros en ofrecer una solución customizada de machine learning que resuelva los problemas de escalabilidad propios de la medicina, funcionando no como sustituto del médico, sino como una herramienta potenciadora de sus capacidades, evitando así el conflicto legal asociado al accountability de un diagnóstico profesional.

Adicionalmente, se puede mencionar que Estamos trabajando activamente con empresas de biotec y aceleradoras que están ansiosos de dar el próximo paso y transformar la forma en la que nos relacionamos con la medicina para siempre.

Consideramos que el modelo, por el grado de avance real del proyecto, está validado. Nos resta continuar trabajando para terminar de afianzar este ambicioso negocio, que promete una gran rentabilidad así como también un gran desafío técnico para quienes participamos de esta aventura

## IX. Fuentes y Bibliografía

- Peter Diamandis & Steven Kotler (2015), “Abundance”, ed. Simon & Schuster
- Alex Osterwalder (2010), “Business Model Generation”, ed. John Wiley & Sons Inc
- Michael E. Porter (2004), “Competitive Strategy”, ed. Simon & Schuster
- Eric Ries (2011), “The Lean Startup”, ed. Penguin Books Ltd
- Wikipedia  
(Microbiota)  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Microbiota>  
(GDPR)  
[https://en.wikipedia.org/wiki/General\\_Data\\_Protection\\_Regulation](https://en.wikipedia.org/wiki/General_Data_Protection_Regulation)
- The human microbiome project  
<https://www.mymicrobiome.info/the-human-microbiome-project.html>
- Techcrunch (Tech industry trends)  
<https://techcrunch.com/2017/07/19/techs-5-biggest-players-now-worth-3-trillion/>
- Comptia (It industry trends)  
<https://www.comptia.org/resources/it-industry-trends-analysis>
- Deloitte (PAAS & Cloud infrastructure)  
<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/technology/us-cons-cloud-and-infrastructure-how-much-paas.pdf>
- MCKinsey (B2B information services)  
[https://www.mckinsey.com/~/\\_media/mckinsey/dotcom/client\\_service/media%20and%20entertainment/pdfs/b2b\\_information\\_services.ashx](https://www.mckinsey.com/~/_media/mckinsey/dotcom/client_service/media%20and%20entertainment/pdfs/b2b_information_services.ashx)
- Accenture (AI Industry growth)  
<https://www.accenture.com/us-en/insight-ai-industry-growth>
- CESSI (Reporte Industria IT Argentina)  
<http://www.cessi.org.ar/opssi-reportes-949/index.html>
- Europa.EU  
(Data protection policy)  
[https://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-17-1441\\_en.htm](https://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-17-1441_en.htm)  
[https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection\\_en](https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection_en)  
(GDP UE)  
[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=National\\_accounts\\_and\\_GDP/es](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=National_accounts_and_GDP/es)  
(Inflation UE map)  
[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Inflation\\_in\\_the\\_euro\\_area](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Inflation_in_the_euro_area)
- INDEC (Mercado del trabajo Argentina)  
[https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/mercado\\_trabajo\\_eph\\_1trim19B489ACDF9.pdf](https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/mercado_trabajo_eph_1trim19B489ACDF9.pdf)
- UCA (Evolución del poder adquisitivo Argentina)  
<http://uca.edu.ar/es/observatorio-de-la-deuda-social-argentina/estadisticas-edsa/series-historicas/subsistencia-material>
- Vozpopuli (Clínicas de fertilidad en España)  
[https://www.vozpopuli.com/economia-y-finanzas/espana-fertilidad-clinicas-reproduccion-asistida\\_0\\_1266174491.html](https://www.vozpopuli.com/economia-y-finanzas/espana-fertilidad-clinicas-reproduccion-asistida_0_1266174491.html)
- The conversation (Infertilidad en la UE)  
<http://theconversation.com/why-infertility-is-becoming-a-public-health-issue-in-europe-40792>
- Experiencia Oracle (Diferencias entre la Inteligencia Artificial y el Machine Learning)

- <https://link.medium.com/JyoNZ6ZQW0>
- NY Times (Jurisprudencia diagnósticos médicos automatizados)  
<https://www.nytimes.com/2019/06/26/technology/google-university-chicago-data-sharing-lawsuit.html>
  - Investispain (Sector de biotecnología en España)  
<http://www.investispain.org/invest/wcm/idc/groups/public/documents/documento/mde2/njy2/~edisp/doc2016666749.pdf>
  - SONAR (source code quality platform, technical debt)  
<https://docs.sonarqube.org/display/SONARQUBE52/Technical+Debt>
  - Statista (Risk free rate UE)  
<https://www.statista.com/statistics/885915/average-risk-free-rate-select-countries-europe/>
  - Infobolsa (Prima de riesgo eurozona)  
<https://www.infobolsa.es/primas-riesgo>
  - Datosmacro  
(Prima de riesgo eurozona)  
<https://datosmacro.expansion.com/prima-riesgo>  
(PBI UE map)  
<https://datosmacro.expansion.com/paises/grupos/union-europe>
  - Gigaom (Cloud cost evolution)  
<https://gigaom.com/2014/04/19/moores-law-gives-way-to-bezoss-law/>
  - Forbes (Data scientists salaries)  
<https://www.forbes.com/sites/gilpress/2018/05/04/the-salaries-of-data-scientists-remain-steady-but-still-sex-y-with-ai-on-the-horizon/#21090dd1733d>
  - KPMG (The future of euro risk free rates)  
<https://home.kpmg/xx/en/home/insights/2018/12/the-future-of-euro-risk-free-rates-fs.html>
  - SPIndices (SP350 Europe)  
<https://us.spindices.com/indices/equity/sp-europe-350>
  - PRM España  
<http://www.market-risk-premia.com/es.html>
  - ResearchMarkets.com (The human microbiome market)  
[https://www.researchandmarkets.com/research/vk6qrr/worldwide\\_human?w=5](https://www.researchandmarkets.com/research/vk6qrr/worldwide_human?w=5)

## X. Anexos

### I. Modelo de soporte para diagnóstico del cáncer de mama

#### Sobre el dataset

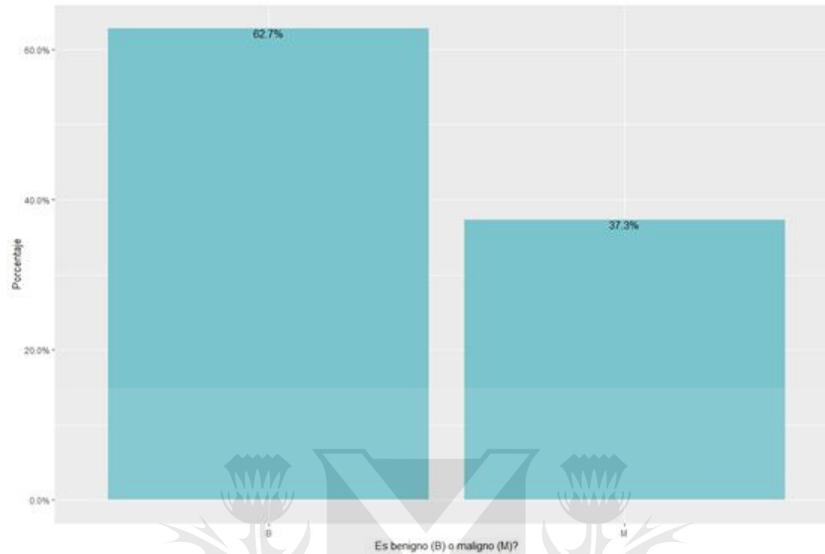
El dataset está conformado por 569 observaciones que contienen información de imágenes celulares. Los datos fueron obtenidos desde una serie de imágenes digitalizadas de células mamarias y describen las características del núcleo celular presente en dicha imagen.

La información contenida es la siguiente:

- Columna (1): Identificador de la imagen (**id\_nr**)
- Columna (2): Diagnóstico (**diag**) donde M = maligno ; B = benigno)
- Columnas (3-32): Para cada núcleo celular se obtienen los datos listados más abajo. Para cada uno de ellos además se incluye su valor medio (terminadas en **\_mn**), su error estándar (terminadas en **\_se**) y el peor caso (corresponde al promedio de los tres valores mayores y son las terminadas en **\_wst**). Entonces es de esperar que los valores en los datos de tamaño/área/perímetro de las células malignas sean **mayores** que las benignas.
  - Radio (**radius**): media de las distancias desde el centro a puntos del perímetro.
  - Textura (**texture**): desvío estándar de los valores de escala de grises.
  - Perímetro (**perim**)
  - Área (**area**)
  - Suavizado (**smooth**): variación local en la longitud del radio.
  - Compactación (**compact**): surge de la fórmula  $\frac{\text{perímetro}^2}{(\text{área} - 1)}$  – Concavidad (**concav**): Severidad de las porciones cóncavas del contorno.
  - Puntos de concavidad (**concav\_pts**): cantidad de porciones cóncavas del contorno.
  - Simetría (**symm**)
  - Dimensión fractal (**frac\_dim**): surge de considerar *línea de costa* - 1

### Análisis de los datos

Variable de Salida = Diagnóstico

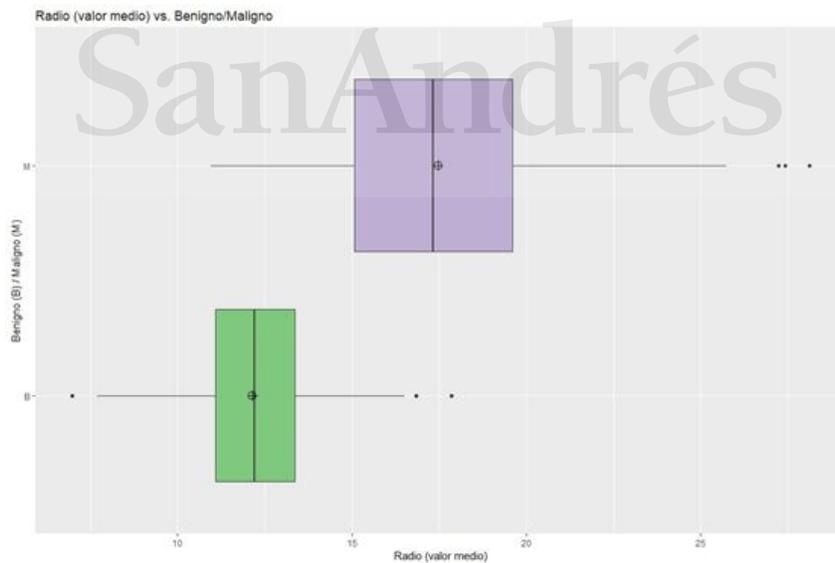


### Conclusión:

No se observa un excesivo desbalance en los datos. Se puede utilizar la información de todas las observaciones.

Algunas variables predictoras

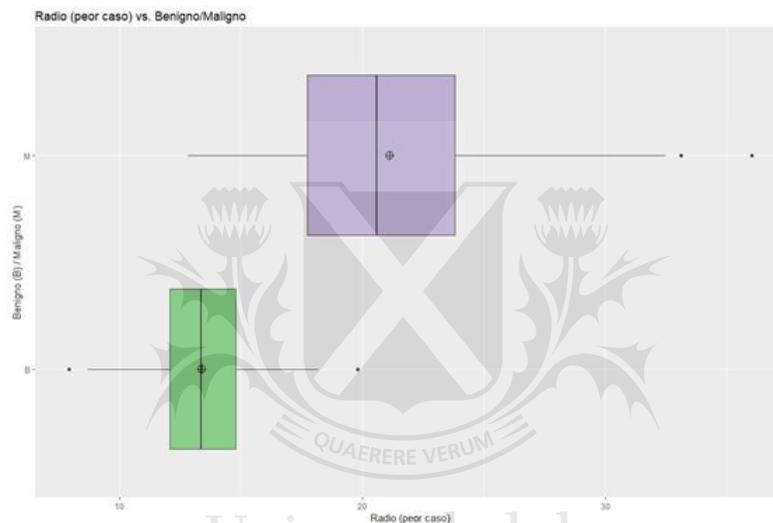
Radio (valor medio)



Conclusiones:

- Se observa que el grueso de los radios medios correspondientes a núcleos celulares con diagnóstico maligno son mayores que en el caso del benigno. Resultado esperable.
- La ubicación de valores medios y medianas en ambos conjuntos no muestra distorsión evidente en la distribución de los datos.
- Los radios medios cuyo diagnóstico fue **benigno** se encuentra entre los tamaños 7.691 y 16.5. Donde el 50% de los casos se dió entre 11.08 y 13.37 y con una mediana de 12.2.
- Los radios medios cuyo diagnóstico fue **maligno** se encuentra entre los tamaños 10.95 y 25.73. Donde el 50% de los casos se dió entre 15.075 y 19.59 y con una mediana de 17.325.

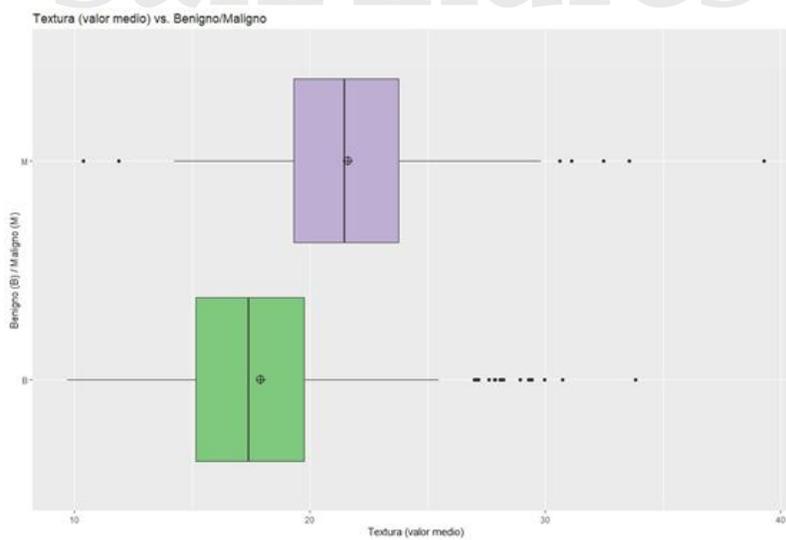
Radio (peor caso)



Conclusión:

Se observa que la misma distribución esperada que para los radios medios.

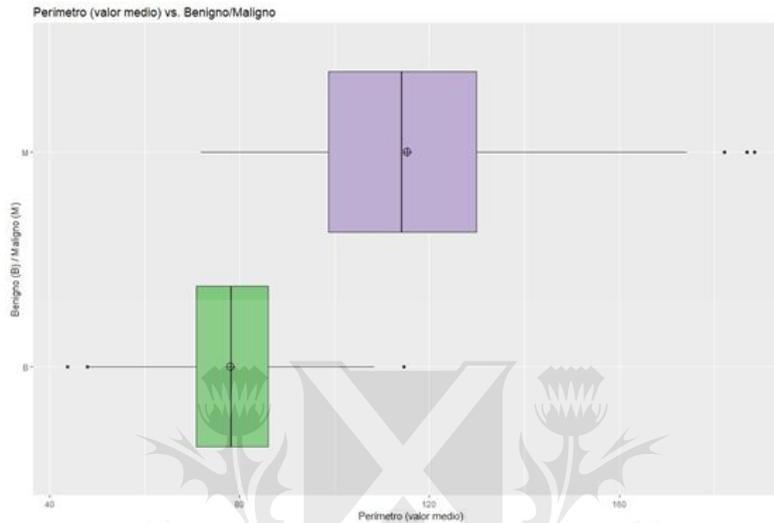
Textura (valor medio)



Conclusiones:

- Se observa que el texturizado aumenta con las células diagnosticadas malignas.
- Esta variable indica una mayor variación en la escala de grises obtenida de la imagen para las células diagnosticadas malignas por sobre las benignas.

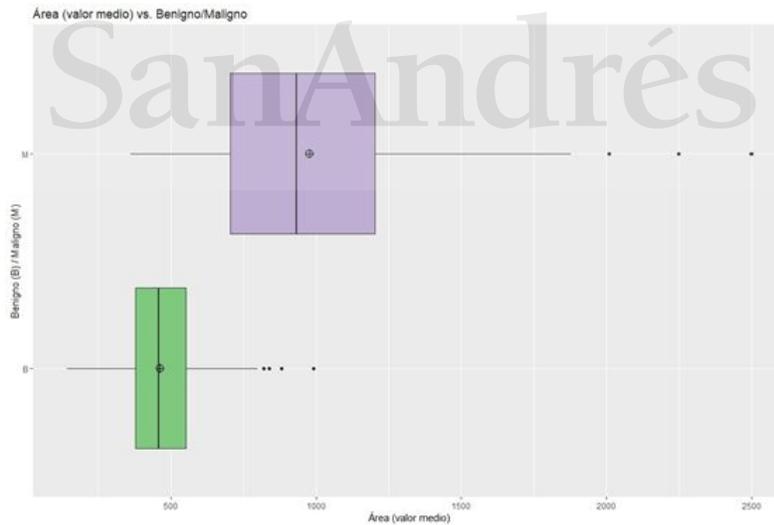
Perímetro (valor medio)



Conclusión:

Se observa que la misma distribución esperada que para las variables de dimensión.

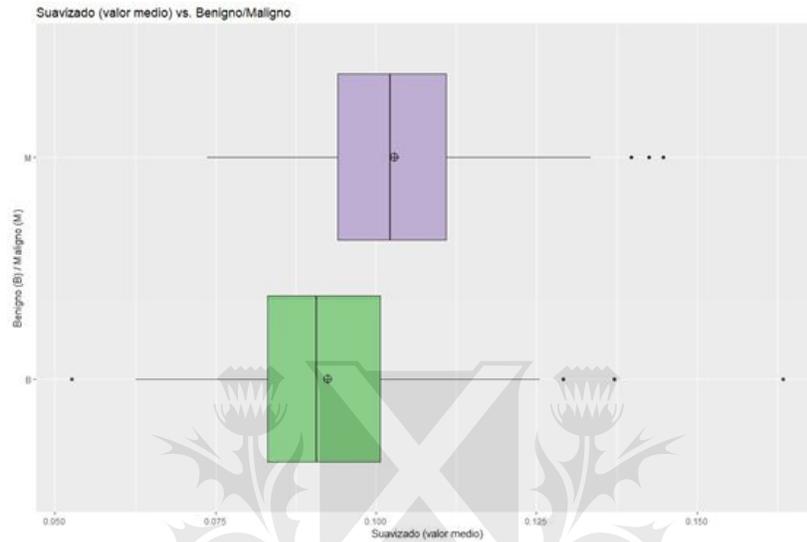
Área (valor medio)



Conclusiones:

- Se observa que la misma distribución esperada que para las variables de dimensión.
- Se observa una distribución de áreas más compacta para los diagnósticos benignos, menos dispersión de valores.

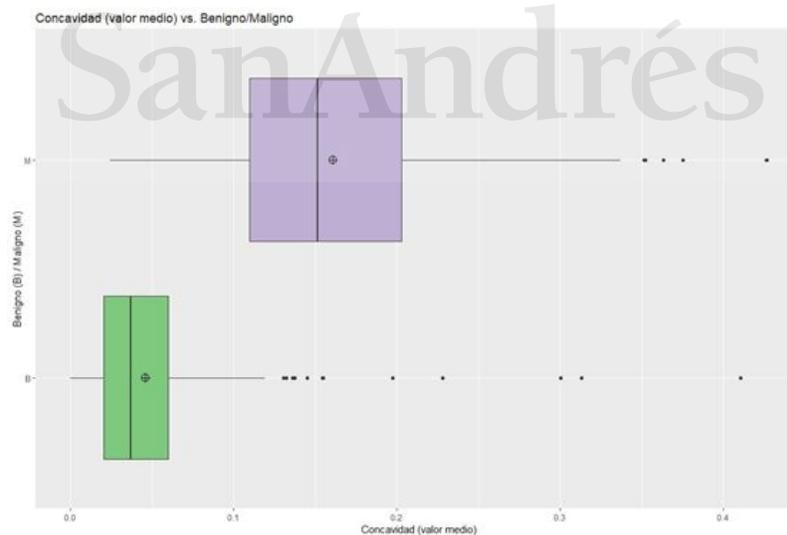
Suavizado (valor medio)



Conclusión:

Se observa que la misma distribución esperada que para las variables de dimensión.

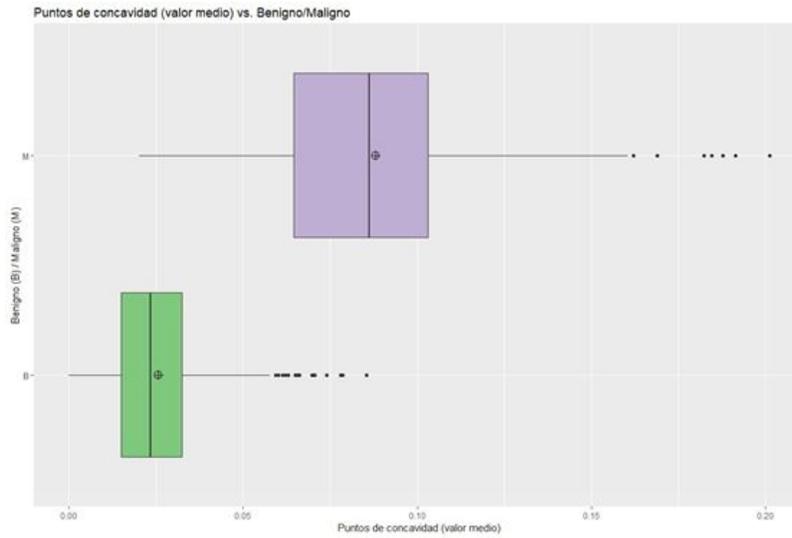
Concavidad (valor medio)



Conclusión:

Se observa que la severidad de las concavidades aumenta con las células diagnosticadas malignas.

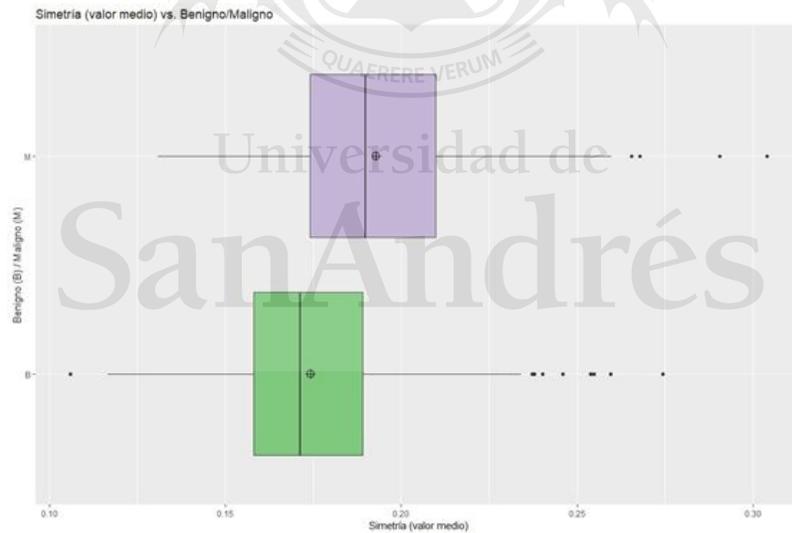
Puntos de concavidad (valor medio)



Conclusión:

Se observa que la misma distribución esperada que la concavidad.

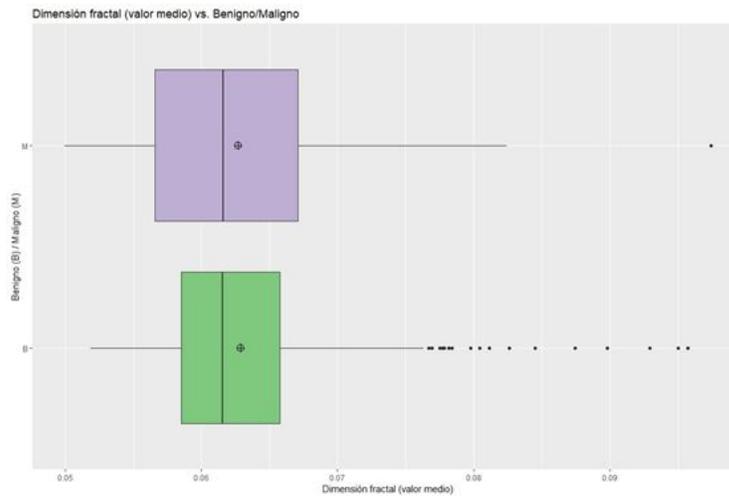
Simetría (valor medio)



Conclusión:

Las diferencias de simetría entre los dos tipos son apreciables, pero pueden existir superposiciones.

### Dimensión fractal (valor medio)



### Conclusión:

No se observa una diferencia mayor en la determinación de contornos por este cálculo.

### Determinación del modelo

El enfoque classification and regression tree (árbol de decisión o CART) fue desarrollado por Breiman et al. (1984). Son un tipo de algoritmos de aprendizaje supervisado, es decir, existe una variable objetivo predefinida (en este caso el diagnóstico obtenido) y un conjunto de variables predictoras. Se los utiliza principalmente en problemas de clasificación.

La metodología seleccionada es la de Random Forest, en la cual se generan una serie de árboles de decisión, con variables predictoras seleccionadas en forma aleatoria, y luego esos árboles serán combinados de forma de obtener un modelo que minimice la varianza y la tendencia de sobreajuste (*overfitting*) propia de los árboles de decisión simples.

Para generar el modelo, se eliminan las variables de identificación (*id\_nr*), dado que es un identificador individual de la imagen sin relevancia estadística y las de compactación (*compact\_xx*), dado que son función de otras variables predictoras en juego.

A los fines de la modelización y su prueba posterior, se divide el set de datos en dos partes:

- Set de entrenamiento del modelo (80% del original): a partir del cual se genera el modelo.
- Set de prueba del modelo (20% restante del original): sobre el cual se evalúa el modelo obtenido.

## Modelo inicial

Con esta separación se genera un primer modelo de estudio, considerando los siguientes hiperparámetros iniciales:

- Cantidad de variables predictoras incluidas (mtry) = 10.
- Cantidad de árboles a generar (ntree) = 100.

```
##
## Call:
## randomForest(formula = diag ~ ., data = ds_train, mtry = 10,          ntree = 100, importance = TRUE)
##           Type of random forest: classification
##           Number of trees: 100
## No. of variables tried at each split: 10 ##
##           OOB estimate of error rate: 3.96% ## Confusion
matrix:
##   B  M class.error
## B 275  9 0.03169014
## M  9 162 0.05263158
```

A primera vista, los errores de clasificación de cada clase son **menores al 6%**, con lo cual la clasificación es, a priori, de buena calidad.

Con el dataset de prueba se pueden obtener las mediciones de la calidad del modelo determinado para su evaluación. A continuación, los resultados completos y la tabla resumiendo los datos relevantes de performance:

```
## Confusion Matrix and Statistics
##
##           Reference
## Prediction B  M
##           B 72  5
##           M  1 36
##
##           Accuracy : 0.9474
##           95% CI : (0.889, 0.9804)
##           No Information Rate : 0.6404
##           P-Value [Acc > NIR] : 7.914e-15
##
##           Kappa : 0.8832
## Mcnemar's Test P-Value : 0.2207
##
##           Sensitivity : 0.9863
##           Specificity : 0.8780
##           Pos Pred Value : 0.9351
##           Neg Pred Value : 0.9730
##           Prevalence : 0.6404
##           Detection Rate : 0.6316
##           Detection Prevalence : 0.6754
```

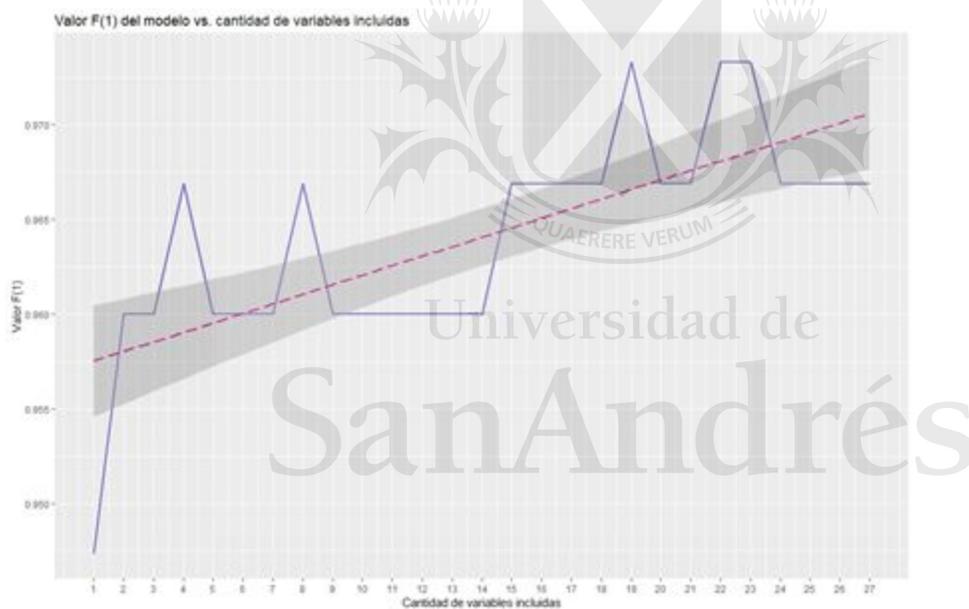
```
## Balanced Accuracy : 0.9322
##
## 'Positive' Class : B
##
```

EXACTITUD (ACCURACY)	SENSIBILIDAD (SENSITIVITY)	PRECISIÓN (PRECISION)	ESPECIFICIDAD (SPECIFICITY)	VALOR F(1)
<b>94.74%</b>	<b>98.63%</b>	<b>93.51%</b>	<b>87.8%</b>	<b>96%</b>

### Revisión del modelo obtenido

A partir de examinar los hiperparámetros supuestos en el primer modelo, se puede estudiar una mejora de estos indicadores de performance a partir del ajuste del modelo mediante la parametrización del mismo. De la misma forma, se puede obtener una mejora en términos de carga de procesamiento y tiempos de delivery.

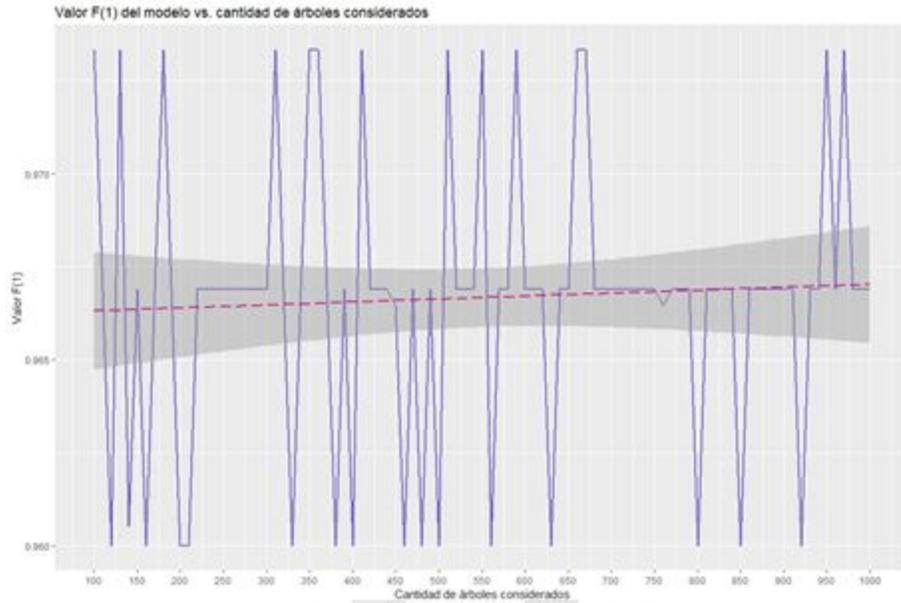
1. Variación de cantidad de variables utilizadas (*mtry*) y variación del valor F(1), dado que este valor combina la precisión y la sensibilidad:



### Conclusión:

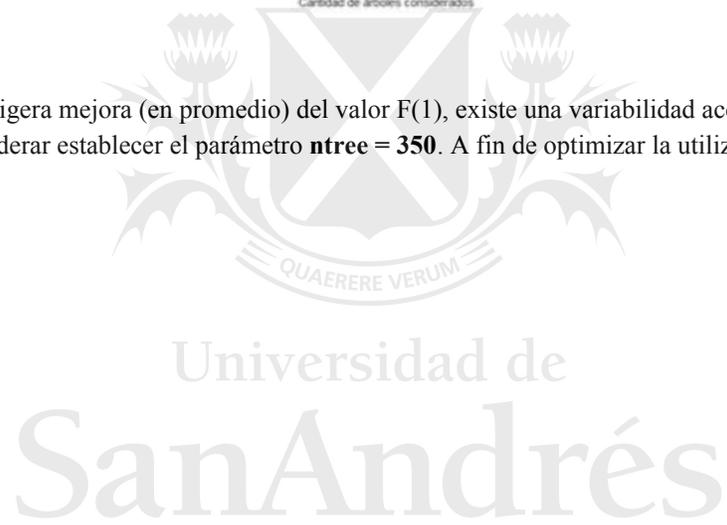
Se observa en general un buen nivel de valor F(1) en la selección de cantidad de variables, incrementándose en forma sostenida (en promedio) con la inclusión de más variables en el modelo, por lo que se puede considerar establecer el parámetro **mtry = 16** para el modelo final, de forma de balancear los indicadores de performance con los recursos de cálculo requeridos.

2. Variación de cantidad de árboles considerados (*ntree*, con *mtry* = 16) y variación del valor F(1):



**Conclusión:**

Si bien se observa una ligera mejora (en promedio) del valor F(1), existe una variabilidad acotada de los valores que parece . Se puede considerar establecer el parámetro **n<sub>tree</sub> = 350**. A fin de optimizar la utilización de los recursos de cálculo.



### Modelo final

A partir de los resultados anteriores, se plantea aplicar la siguiente parametrización:

- Cantidad de variables predictoras incluidas (mtry) = 16.
- Cantidad de árboles a generar (ntree) = 350.

```
##
## Call:
## randomForest(formula = diag ~ ., data = ds_train, mtry = 16, ntree = 350, importance = TRUE,
keep.forest = TRUE)
##           Type of random forest: classification
##           Number of trees: 350
## No. of variables tried at each split: 16 ##
##           OOB estimate of error rate: 4.18% ## Confusion
matrix:
##   B  M class.error
## B 276  8 0.02816901
## M 11 160 0.06432749

## Confusion Matrix and Statistics
##
##           Reference
## Prediction B  M
##           B 73  5
##           M  0 36
##
##           Accuracy : 0.9561
##           95% CI : (0.9006, 0.9856)
##           No Information Rate : 0.6404
##           P-Value [Acc > NIR] : 7.615e-16
##
##           Kappa : 0.9022
## Mcnemar's Test P-Value : 0.07364
##
##           Sensitivity : 1.0000
##           Specificity : 0.8780
##           Pos Pred Value : 0.9359           ##           Neg Pred
Value : 1.0000
##           Prevalence : 0.6404
##           Detection Rate : 0.6404           ##           Detection
Prevalence : 0.6842
##           Balanced Accuracy : 0.9390
##           ##           'Positive' Class : B
##
```

Modelo final:

EXACTITUD (ACCURACY)	SENSIBILIDAD (SENSITIVITY)	PRECISIÓN (PRECISION)	ESPECIFICIDAD (SPECIFICITY)	VALOR F(1)
<b>95.61%</b>	<b>100%</b>	<b>93.59%</b>	<b>87.8%</b>	<b>96.69%</b>

A los fines de la comparación, se incluyen debajo los indicadores del modelo inicial:

EXACTITUD (ACCURACY)	SENSIBILIDAD (SENSITIVITY)	PRECISIÓN (PRECISION)	ESPECIFICIDAD (SPECIFICITY)	VALOR F(1)
<b>94.74%</b>	<b>98.63%</b>	<b>93.51%</b>	<b>87.8%</b>	<b>96%</b>

Conclusión:

A partir de ajustar la parametrización del modelo, se logró una mejora en los indicadores de performance.

Análisis del modelo final

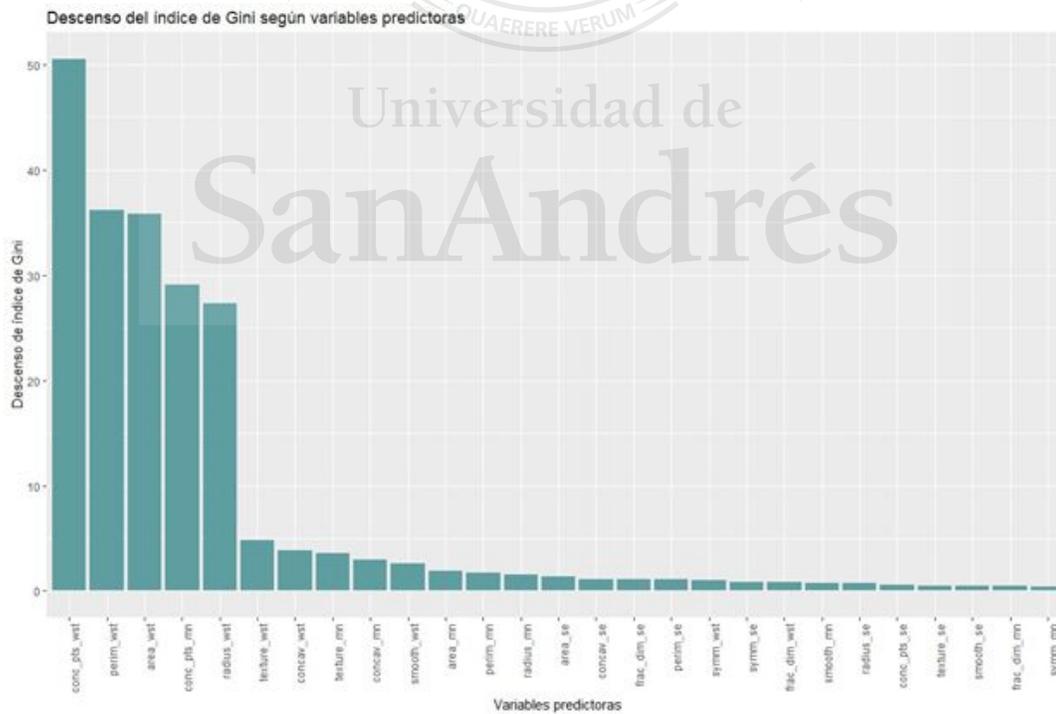
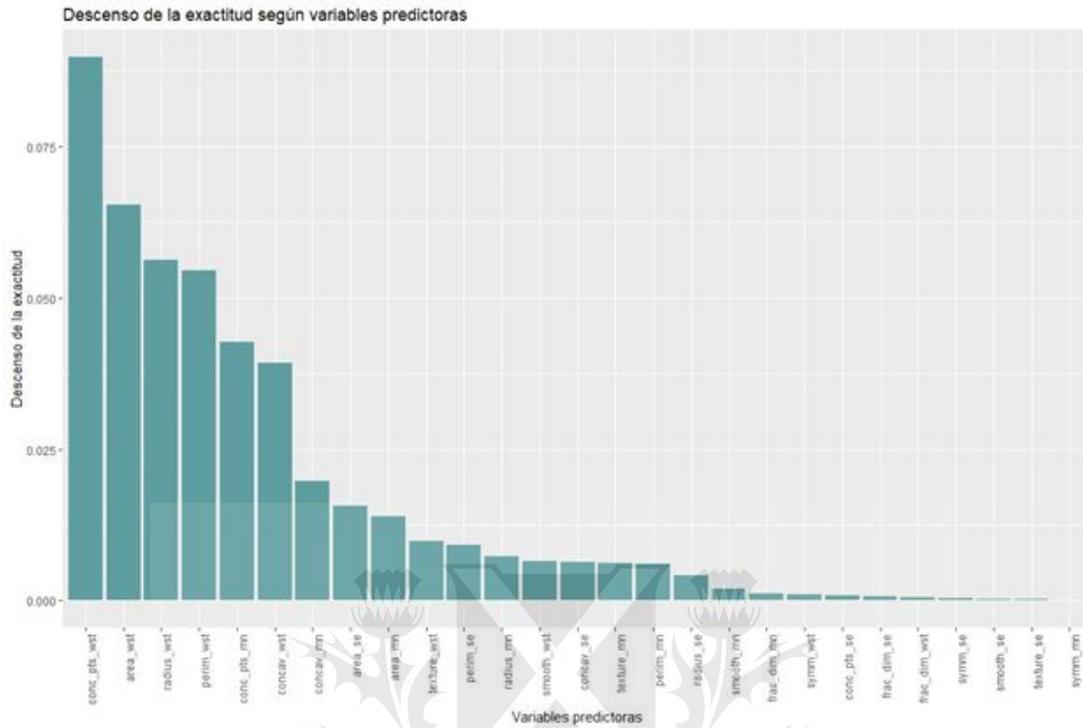
A partir del modelo obtenido, se pueden estudiar las medidas de importancia del mismo.

Una primera medida es el **descenso medio de la exactitud**, y se produce al seleccionar las variables que se utilizan en cada árbol de decisión. Cuanto más se reduce la exactitud debido a la exclusión de una variable predictora dada, mayor será su grado de importancia y por lo tanto será más relevante en la clasificación.

Otra de estas medidas es el **descenso medio del índice de Gini**, que es una *medida de desorden o desigualdad* y tiene el siguiente sentido:

- Valores próximos a 0 para el índice de Gini implican un mayor desorden (o desigualdad).
- Valores próximos a 1 para el índice de Gini implican un menor desorden (o desigualdad).
- Se puede asociar la disminución del índice de Gini a una mayor variabilidad aportada a la clasificación por la variable predictora.

Debajo se encuentran los gráficos con el detalle obtenido del modelo.



- Las variables más importantes para ambas medidas de importancia quedan restringidas a unas 5 o 6 variables, del total de 27 originales.

- Hay un descenso marcado de la importancia fuera de las variables mencionadas anteriormente. Esto puede indicar que un siguiente paso consistiría en reducir las variables predictoras utilizadas para simplificar el modelo.
  - Los datos de errores estándar (xx\_se) y de dimensión fractal y simetría son los que aparecen como menos importantes.
  - La mayoría de las variables importantes, refieren a los peores casos medidos (xx\_wst).
  - La importancia está dada más por lo geométrico del núcleo (radio/perímetro/área/concavidades) que por el del aspecto (textura/suavidad).
- Se podría considerar una mejora en la definición de la captura de dichos valores visuales importantes para probar una mejora en la clasificación.



Universidad de  
SanAndrés

## II. Caso de éxito de las técnicas de fertilidad de Microgenesis

### **Cantabria estrena con éxito una técnica de fertilidad por primera vez en Europa**

Fuente:

<https://www.grupoeire.com/cantabria-estrena-con-exito-una-tecnica-de-fertilidad-por-primera-vez-en-europa/>



El pequeño Mintxo nació en pasado 5 de abril en el hospital de Bayona.

**La clínica CER Santander celebra el nacimiento de Mintxo, el primer bebé concebido gracias a un novedoso tratamiento que soluciona la esterilidad de una mujer afectada de fallo endometrial autoinmune**

Hace apenas quince días que Mintxo llenó su vida de «magia», pero a Miren aún le «parece mentira». «¡Qué camino tan grande recorrido, pero qué felicidad por fin!», reconoce esta mujer francesa, de 45 años, que acaba de ser madre contra todo pronóstico gracias a un novedoso tratamiento individualizado que ha solucionado la causa de su esterilidad: un fallo endometrial autoinmune. Aunque nunca perdió la esperanza, tuvo que buscarla fuera de su país -por la limitación de la edad «ya no podía acceder allí a una terapia de fertilidad»-. La encontró en la clínica de reproducción asistida CER Santander, de la mano de la doctora Carmen Ochoa, con más de 33 años de experiencia y pionera en lograr el primer nacimiento por esta vía en un hospital público de España. «Ella ha sido mi salvación», dice agradecida la madre del pequeño.

Lo tenía todo en contra. La edad, primero, y sobre todo no dar con la explicación que originaba sus sucesivos abortos. Hasta la llegada de Mintxo había pasado por cuatro inseminaciones artificiales fallidas y cinco tentativas de fecundación ‘in vitro’. «Han sido cuatro años de muchos disgustos», reconoce Miren, y eso sin contar el desembolso económico aparejado, que «ya me da igual. Lo importante es que tengo a mi hijo».

También para Ochoa, directora médica de esta clínica ubicada en Mompía, «este nacimiento ha sido muy emocionante» porque supone conseguir el embarazo en una mujer que hasta entonces «no tenía ninguna posibilidad, porque no se sabía cuál era su disfunción, con lo cual no se la podía tratar». El estudio meticuloso de la historia clínica de la paciente determinó que lo que hacía imposible la gestación era su endometrio, la mucosa que recubre el interior del útero, que se descama con cada menstruación y que acoge al embrión durante la implantación. «Yo tenía confianza plena en la doctora, que se volcó desde el principio. Sabía que mientras ella siguiera buscando qué era lo que fallaba tenía posibilidades de lograr un embarazo», subraya Miren.

Dentro de las causas de esterilidad, explica Ochoa, «designamos un porcentaje a las de origen desconocido o idiopático. Pero que sean desconocidas no quiere decir que no existan». Y en este caso se ha encontrado solución a un problema que hasta ahora no lo tenía, «porque el endometrio es el enorme desconocido». El desarrollo de la investigación en reproducción asistida se ha centrado en el embrión, los ovarios, la estimulación... pero «no se ha prestado demasiado atención al endometrio, que también se estropea con la edad», añade. Ahora, por primera vez, existe una herramienta que permite medir la función endometrial; y con ello, saber qué es lo que ha pasado para que el embarazo no haya salido adelante.

Se trata de una técnica novedosa, desarrollada por un equipo internacional de inmunólogos (Inmunogénesis), que se ha aplicado en 150 casos en todo el mundo. «Mintxo ha sido el primero, aunque ya hay otros bebés en camino», apunta la médica. El pequeño nació el día 5 en el hospital de Bayona (Francia). «Ha sido algo mágico», confiesa su madre. «Después de todo lo vivido, durante todo el embarazo tuve muchísimo miedo. Al principio no me lo podía creer y hasta el final no quería hacerme demasiadas ilusiones. Mi familia quería comprar ropita y esas cosas, y yo les decía que no, que ya habría tiempo después».

### **La explicación médica**

El éxito de este tratamiento supone una esperanza para aquellas mujeres afectadas por este mismo problema. «Recientes investigaciones han demostrado que el endometrio es un tejido que capta situaciones generales de salud aún antes de que den síntomas clínicos y de que pongan en alerta a la mujer, mostrándose por tanto, como un excelente biosensor de su estado general de salud». Hasta la aparición de estos estudios siempre que una mujer no conseguía mantener una gestación «pensábamos en numerosos factores (cromosómicos, trombofílicos, anatómicos, etc.) pero siempre designábamos el mayor porcentaje al factor desconocido», subraya Ochoa. En cambio, «hoy en día sabemos que el factor inmunológico juega un papel fundamental y sabemos cómo estudiarlo y tratarlo».

De esta forma, argumenta la doctora, «determinadas afecciones crónicas subclínicas, que son aquellas que no dan síntomas, pueden causar un estado de defensa del organismo, es decir una autoinmunidad, y el endometrio, como sensor de esta situación, se va a defender evitando o impidiendo la gestación». En este contexto la infertilidad se convierte en una defensa natural del organismo de la mujer.

«La reacción inmune endometrial que ocurre durante el periodo de implantación es única y crucial para la consecución del embarazo. Durante el periodo de implantación embrionaria existe un flujo constante de células inmunes en el endometrio, estas células inmunes uterinas son diferentes de las células inmunes circulantes, y juegan un papel fundamental en la formación de la placenta, ya que inducen la formación de vasos sanguíneos necesarios para el aporte del flujo sanguíneo materno a la misma». Por eso, en ambientes inmunológicos alterados, como son las situaciones de autoinmunidad, «estas células pueden cambiar su función y no reconocer al embrión, no permitiendo la implantación del mismo, originando lo que llamamos defectos de implantación; o no manteniéndolo, causando así abortos de repetición».

Las recientes investigaciones han permitido desarrollar herramientas que «nos permiten tener un diagnóstico sobre el estado endometrial y en consecuencia poder aplicar el tratamiento, oportuno e individualizado a cada mujer, logrando, como en nuestro caso, que una mujer con cinco fracasos anteriores al estudio y tratamiento individualizado de su endometrio, haya conseguido el nacimiento de su bebé». Con este avance, señala Ochoa, «se abre una nueva puerta, una nueva esperanza para aquellas mujeres con fallos repetidos de implantación o abortos de repetición. En el siglo XX caminábamos hacia la medicina personalizada; en este siglo XXI estamos en la medicina individualizada».

Web de la clínica: Cer Santander, embarazo, endometriosis (<http://cersantander.com/>)

