



# QUANT TRADING OCREE CAPITAL

## Resumen Ejecutivo



### Grupo de Trabajo:

Cristián Escobar

Elena Sánchez

Esther Romo

Oscar González

Rodrigo Fuentealba

Programa Ejecutivo Big Data & Business Analytics XXIª edición

## Índice

1. Introducción	4
1. ¿Qué es el proyecto Quant Trading Ocree Capital?	4
2. ¿Cuál es nuestro objetivo?	4
3. ¿A quién va dirigido?	4
4. ¿Cómo lo hacemos?	4
5. Equipo Quant y Roles	4
2. Identificación de la oportunidad	5
3. As is. La Situación actual de la Industria	5
3.1 Mercados de divisas. Forex	5
3.2 Trading Algorítmico	6
3.3 Hedge Funds	7
3.3.1 Nuestro cliente Ocree Hedge Fund	7
3.3.2 Mercado algorítmico de referencia para el Proyecto Quant	8
4. Modelo de Negocio y Estrategia	9
4.1 Propuesta de valor	9
4.2 DAFO del Proyecto Quant	10
4.3 Canvas	11
4.4 Mapa Estratégico.	12
5. Gestión del riesgo	12
5.1 Los riesgos del trading algorítmico	12
5.2 Medición y acciones de mitigación del riesgo	14
6. Solución de Negocio	16
6.1 Proceso de modelamiento	16

---

6.1.1	Entendimiento del negocio	16
6.1.2	Entendimiento de la data	17
6.1.3	Preparación de la data	17
6.1.4	Modelamiento	18
6.1.5	Evaluación	19
7.	Solución Tecnológica	21
7.1	Orígenes de información	21
7.2	Almacenamiento	21
7.2.1	Almacenamiento / S3	22
7.2.2	Procesamiento / Athena	22
7.2.3	Procesamiento / EMR	22
7.2.4	MQL4	22
7.3	Explotación	23
7.4	Planificación del proyecto	25
8.	Plan de Negocio	26
8.1	Introducción	26
8.2	Previsión de ingresos	26
8.3	Previsión de gastos (RRHH y Tecnología)	29
8.4	Cuenta resultados y ratios financieros	31
9.	Conclusiones	32

## 1. Introducción

### 1. ¿Qué es el proyecto Quant Trading Ocree Capital?

Es un proyecto tecnológico, basado en machine learning, que desarrolla una solución para invertir activos bajo gestión, inicialmente en el mercado de divisas, siguiendo las reglas de inversión que provienen del desarrollo de nuestro modelo algorítmico. Este modelo, nos presentará la mejor oportunidad para posicionarnos en el mercado de divisas, optimizando beneficios y controlando las potenciales pérdidas

### 2. ¿Cuál es nuestro objetivo?

Nuestro objetivo es generar un valor estratégico a Ocree Capital, desde el punto de vista de la rentabilidad que genera invertir un porcentaje de sus activos bajo gestión, a través de nuestro modelo algorítmico, de manera tal que, siempre sea más conveniente invertirlos a través de nuestro algoritmo, que no hacerlo

### 3. ¿A quién va dirigido?

Es un proyecto de desarrollo a medida para el Fondo de Inversión Ocree Capital.

### 4. ¿Cómo lo hacemos?

Diseñamos un modelo predictivo que nos alertará del momento óptimo para entrar a operar en un par de divisas del mercado Forex. Ese indicador se ha construido con el análisis del histórico de 15 años de 27 pares de divisas, en base a indicadores de tendencia, volatilidad, osciladores y volumen. Adicionalmente, tendremos un control de pérdidas máximas tanto por operación como por el total del fondo gestionado. Invertiremos en diversos pares de divisas para evitar la sobre exposición a cualquiera de las monedas y asegurar así una diversificación del capital, de manera tal que podamos minimizar las pérdidas ante la eventual aparición de valores atípicos no recurrentes.

### 5. Equipo Quant y Roles

**Elena Sánchez.** Responsable de proyecto

**Esther Romo.** Responsable de tecnología.

**Rodrigo Fuentealba.** Responsable de datos.

**Oscar González.** Senior trader.

**Cristian Escobar.** Responsable de operaciones.

## 2. Identificación de la oportunidad

El mercado Forex es un mercado global, caracterizado por el libre cambio de divisas, cuyo objetivo es facilitar el flujo monetario. Es un mercado con un amplio volumen de transacciones, de liquidez extrema, de cobertura mundial, con tiempos de operación mínimos, y de horarios de operación flexibles de acuerdo a cada uno de las zonas del globo.

Es decir, el proyecto Quant va a diseñar, desarrollar, e implementar una solución de machine learning, para invertir en el mercado forex, un porcentaje de los activos bajo gestión de Ocree Capital. **Es una solución automatizada de trading algorítmico, basado en técnicas de machine learning.**

En una escala de negocio, el sector industrial del mercado de divisas, operado con herramienta de trading algorítmico, es un estrategia de inversión de reciente aparición, pero de largo recorrido, donde aún existen oportunidades para diseñar, implantar, y mejorar estrategias de inversión.

Según el reporte "Algorithmic Trading Market" <sup>1</sup>, de 2020, se espera que el mercado de trading algorítmico crezca a una tasa compuesta anual del 11,23% durante el período de pronóstico 2021-2026. Ocree capital no puede quedar fuera de ello. Más aún, con nuestra tecnología de modelado de trading algorítmico, y con un 15% de sus activos bajo gestión, podemos asegurar a Ocree Capital 7,9 MM de euros de rentabilidad incremental en 5 años, cifra que dejará de ganar de no utilizar nuestro modelo.

## 3. As is. La Situación actual de la Industria

### 3.1 Mercados de divisas. Forex

El mercado de divisas o mercado Forex (Foreign Exchange Market) Forex es un mercado descentralizado, en sentido estricto, pues no existe una ubicación física donde inversores compren y vendan divisas. Al contrario, los diversos operadores, acceden desde internet para verificar u operar en valores de todo el mundo. En él se negocian pares de divisas. Se determina un valor de una unidad de una divisa relativo al valor de la otra divisa en el mercado internacional. Forex funciona las 24 horas de lunes a viernes

El proyecto Quant, está diseñando un modelo, en el cual participan tanto un bróker, como una plataforma de trading. Esta última, aumenta su complejidad, al ser una plataforma de trading algorítmico, desbordando las funcionalidades en tiempo y capacidad de operación de aquellas plataformas de trading tradicional

---

<sup>1</sup> Algorithmic Trading Market - Growth, Trends, and Forecasts (2020 - 2025).  
<https://www.researchandmarkets.com/reports/5175956/algorithmic-trading-market-growth-trends-and#rela0-4833448>

## 3.2 Trading Algorítmico

El trading algorítmico, es una modalidad de operación en mercados financieros (trading) que se caracteriza por el uso de algoritmos, reglas y procedimientos automatizados en diferentes grados, para ejecutar operaciones de compra o venta de instrumentos financieros.

Una de las principales ventajas del trading algorítmico es que, al estar guiado por un conjunto de reglas, permite evitar los sesgos cognitivos, como son el exceso de confianza (overconfidence), los sesgos heurísticos, la aversión a la ambigüedad y la aversión al riesgo miope (myopic loss aversion), entre otros. Del mismo modo, la mayoría de sus proveedores ofrecen servicios de alojamiento en la nube, para obtener los máximos beneficios y automatizar eficazmente el proceso de trading.

Dada la opacidad de la información, las dificultades de acceso a la misma, su escasez, la ausencia de regulaciones informativas para las entidades, y el reciente desarrollo y explosión de esta tecnología, es que nos ha resultado complejo atender información que identifique el estado actual. Sin embargo, existen esfuerzos relevantes, con información contingente y contemporánea acerca del grado de penetración de esta herramienta, su usabilidad, volumen de transacciones realizadas, proyección a 5 años, entre otras.

Según el estudio “Algorithmic Trading Market”,<sup>2</sup> el tamaño del mercado de trading algorítmico global se espera que evolucione de USD 11.1 mil millones en 2019 a USD 18.8 mil millones en 2024, a una Tasa de Crecimiento Anual Compuesto (CAGR) del 11.1% durante el período de pronóstico. Entre los principales impulsores del crecimiento del mercado se incluyen la creciente demanda de ejecución de órdenes rápidas, confiables y efectivas, y la reducción de costos transaccionales

Las características más relevantes en cuanto a las ventajas de utilizar algoritmos en las estrategias de inversión, identificadas por sus usuarios, fueron en primer lugar la facilidad de uso, cuya valoración ha aumentado en los últimos cuatro años; mayor productividad de los traders, la calidad del servicio de atención al cliente, acceso a la piscina oscura y consistencia en la ejecución.<sup>3</sup> El uso de algoritmos en la estrategia de los fondos ha aumentado de un 10,98 % en 2020, a 20,75% en 2021, para aquellos que invierten más de un 80% de su cartera con algoritmos. Representan a más del 20% de los encuestados. Otra de las ventajas del trading algorítmico es la ejecución de números de alta frecuencia

---

<sup>2</sup> Algorithmic Trading Market Analysis. by Trading Type (FOREX, Stock Markets, ETF, Bonds, Cryptocurrencies), Component (Solutions and Services), Deployment Mode (Cloud and On-premises), Enterprise Size, and Region - Global Forecast to 2024. <https://www.coherentmarketinsights.com/market-insight/algorithmic-trading-market-2476>

<sup>3</sup> The Trade News. Algorithmic Trading Survey Long-Only 2021. <https://www.researchandmarkets.com/reports/5175956/algorithmic-trading-market-growth-trends-and#rela0-4833448>

Con el trading algorítmico, se puede operar en diversos mercados. En el caso concreto del proyecto Quant, en una primera etapa, se comenzará operando en el mercado de divisas/Forex.

### 3.3 Hedge Funds

Los hedge funds, también son conocidos como fondos de cobertura o fondos de inversión libre, son un vehículo de inversión alternativa de alto riesgo que posee características propias y menores limitaciones legales que los fondos de inversión tradicionales.

El objetivo de hedge fund es maximizar la rentabilidad utilizando todas las alternativas de inversión del mercado, incluidas materias primas, divisas y activos inmobiliarios. Pueden utilizar técnicas de inversión no permitidas a los fondos tradicionales, como el uso de derivados financieros, contrato de futuros, permutas financieras o Swaps, etc. Están gestionados por sociedades profesionales como bancos de inversión o gestoras de fondos, y dirigidos a inversores cualificados capaces de asumir alto riesgo y cantidades de inversión elevadas, que habitualmente suelen ser inversores profesionales y grandes fortunas.

A pesar de haber sufrido diferentes crisis, como la de Long Term Capital (LTCM) en el 1998 y la quiebra de Lehman Brothers, los hedge funds han tenido una evolución importante a nivel mundial en los últimos años. Entre los años 2000 y 2004 su número prácticamente se triplicó en Europa y los activos totales se multiplicaron por cinco. Para los gestores de fondos de cobertura, 2019 marcó el inicio de una recuperación global muy necesaria después de los débiles resultados de 2018.

El primer trimestre de 2020 fue excepcionalmente difícil para los fondos de cobertura, con unas reducciones más elevadas durante la crisis de Covid-19 que durante correcciones anteriores. Esas caídas, sin embargo, fueron compensadas por un rendimiento significativamente mejor cuando los mercados se recuperaron. A nivel global, para finales del 2021 se esperan unos resultados positivos.

#### 3.3.1 Nuestro cliente Ocree Hedge Fund

Ocree Hedge Fund es un fondo basado en España que nació en los años 80 como gestor de una de las grandes fortunas de la época en España, los Oriols. La familia puso en manos de Joaquín Del Quintanar, un experto especializado en inversión que se movía en los mercados internacionales, una gran parte de su patrimonio, gracias a lo cual comenzó Ocree su andadura.

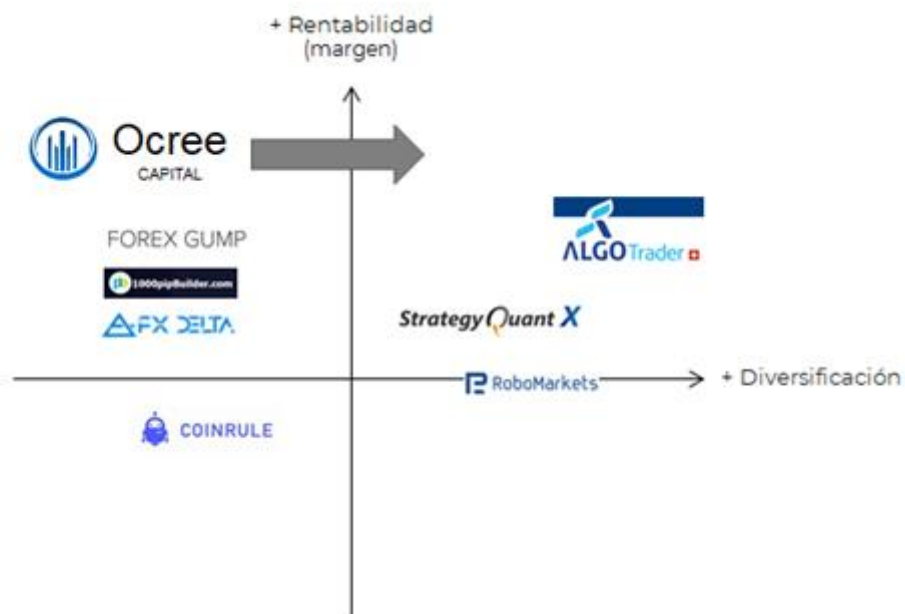
En la actualidad Ocree Capital trabaja en los mercados de fondos de cobertura ofreciendo rentabilidad, aprovechando las fluctuaciones del mercado global, y buscando estrategias permanentes para poder obtener una mayor rentabilidad a unos inversores que esperan un retorno elevado. Nuestro cliente busca acelerar su crecimiento a través del incremento del patrimonio gestionado, con una estrategia de captación de clientes en el mercado internacional, que actualmente ofrece más oportunidades que en el mercado local.

Nuestro Proyecto Quant ofrece a nuestro cliente una herramienta algorítmica que le permite posicionarse en estos mercados internacionales de acuerdo a estas tendencias.

### 3.3.2 Mercado algorítmico de referencia para el Proyecto Quant

Para poder ofrecer la mejor solución de acuerdo a las necesidades de inversión de Ocree Capital hemos estudiado el panorama de mercado de los principales soluciones de inversión basadas en algoritmos similares a la solución que se propone en este proyecto, con dos criterios: rentabilidad de la solución y diversificación de la solución algorítmica en diferentes productos (divisas y criptomonedas, acciones, bonos, derivados, etc.) para de esta manera recoger la proyección de la solución.

Fig. Mapa de Posicionamiento



Dado que la información de los jugadores que desarrollan estrategias de trading algorítmico es muy opaca, para construir el esquema anterior nos hemos basado en



conversaciones con profesionales del gremio como el equipo de Lightstorm. Para terminar de ajustar el posicionamiento de cada actor, creamos cuentas demo para hacer “backtest” de sus indicadores expertos y sus robots, de tal manera que aproximamos su posicionamiento de acuerdo a los resultados obtenidos. En la memoria del Proyecto Quant se explica el perfil de estos productos algorítmicos de interés para el desarrollo de la solución Quant.

## 4. Modelo de Negocio y Estrategia

### 4.1 Propuesta de valor

La propuesta de valor del proyecto Quant, en primer lugar, consiste en analizar, diseñar, implementar, evaluar y calibrar una solución tecnológica de negocio basada en big data, para que un porcentaje de los activos bajo gestión de Ocree Capital, sean invertidos en el mercado de divisas o mercado forex, por medio de nuestro modelo de inversión basado en algoritmos. Esto otorga a Ocree Capital, la posibilidad de comenzar a consolidar su posición en el mercado de aquellos agentes comerciales que utilizan trading algorítmico para gestionar parte de sus activos bajo gestión, en el mercado Forex. Esta se formula como una primera etapa de despliegue de la estrategia de inversión de Ocree, replicable en otros mercados potenciales.

El modelo de trading algorítmico, permite, adicionalmente, optimizar la relación entre el riesgo y la rentabilidad, aportando todo el expertise humano a la máquina de manera supervisada y permitiendo que la máquina y el humano puedan aprender conjuntamente las mejores estrategias de trading en el mercado. Conseguirá una rentabilidad anual probada y al mismo tiempo un ratio de volatilidad (o riesgo) controlado. Asimismo, el incremento de rentabilidad en términos de comisiones compensará la inversión que Ocree Capital realiza en nuestro proyecto Quant.

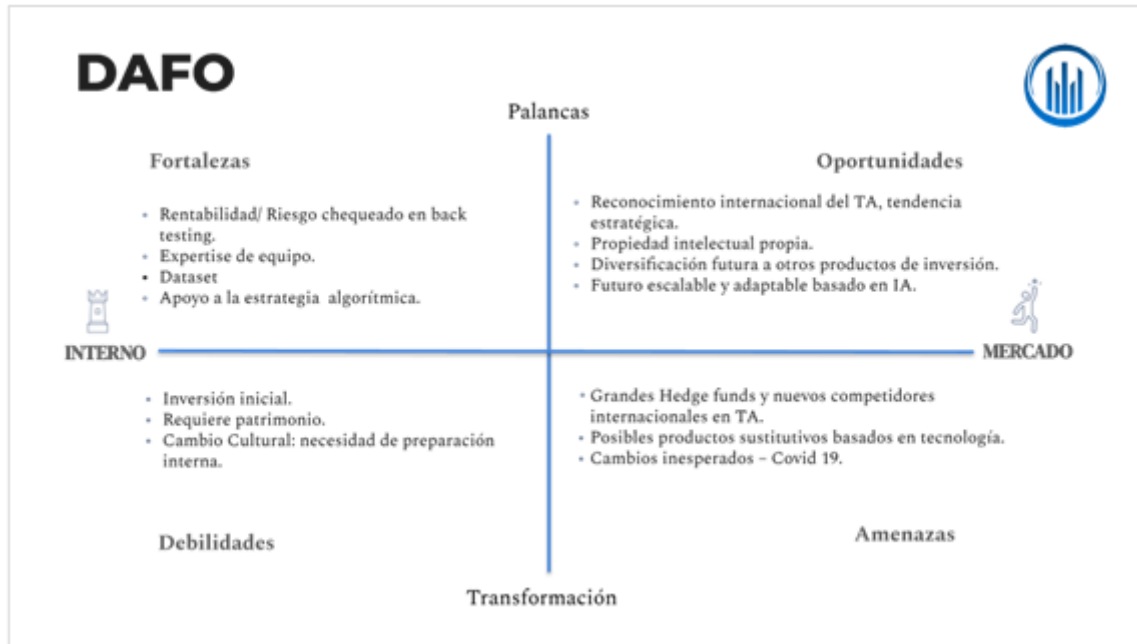
El desarrollo de la solución se realizará a medida, para Ocree Capital. Ahora bien, ese desarrollo y producto final, serán de propiedad del fondo de inversión, pero no sólo ello, sino que también los derechos de propiedad intelectual y autor, también son de Ocree Capital.

Finalmente, la propuesta sólo es posible si existe acceso a datos reales y actualizados. En colaboración a nuestros partners tecnológicos, tenemos acceso a esos datos históricos, y podemos modelarlos con criterio de realidad, alejado de supuestos inexactos.

## 4.2 DAFO del Proyecto Quant

Hemos realizado un DAFO del proyecto Quant para establecer los ámbitos de fortaleza y oportunidad del proyecto, así como las amenazas y los puntos de mejora internos que debemos tener en cuenta para esta iniciativa.

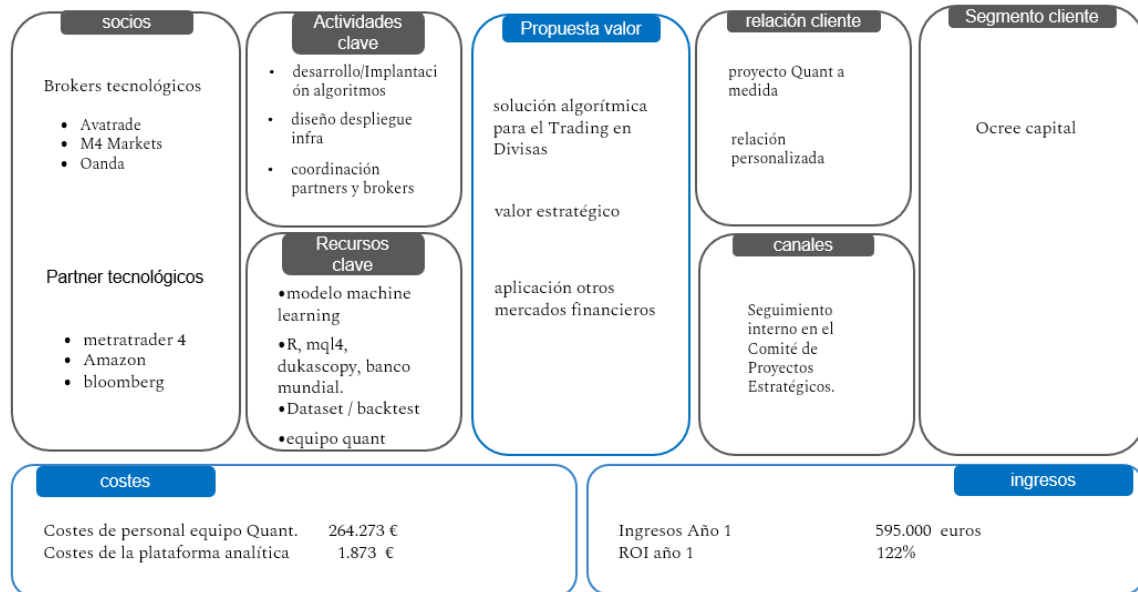
Fig. DAFO del proyecto Quant



El detalle de cada cuadrante puede consultarse en la memoria adjunta. Con este DAFO se ha realizado un análisis y una propuesta de líneas estratégicas basadas en la robustez de la analítica en Machine Learning, una plataforma y solución preparada para su futura escalabilidad, la preparación para diversificarse hacia otras formas de inversión futuras y la transferencia de conocimiento como valor añadido al cliente en su cambio estratégico.

## 4.3 Canvas

### Canvas



Nuestra propuesta de valor consiste en diseñar e implementar un modelo algorítmico para que un porcentaje de los activos bajo gestión del fondo de inversión Ocree Capital, sean invertidos en el mercado de divisas o Forex a través de nuestro modelo.

Si Ocree Capital, imputa el 15% de sus activos bajo gestión a través de nuestra solución Quant, podemos asegurarle 7,9 MM de euros de rentabilidad incremental en 5 años. Esos son los ingresos que Ocree Capital dejaría de ganar, de no activar inversiones con nuestro modelo algorítmico.

La relación con los socios claves es prioritaria, tanto con los brokers como con los proveedores tecnológicos, como es el caso del Amazon cloud. Por otro lado, complementa las actividades claves que activan estas relaciones son el desarrollo e implantación del modelo de algoritmos, y despliegue de infraestructura tecnológica.

Entre nuestros recursos claves, el primero es contar un modelo de machine learning, supervisado, del cual podemos extraer nuestro modelo algorítmico. Es fundamental contar con herramientas tecnológicas como R y Dukascopy, para extraer datos y modelarlos, con un dataset limpio, depurado, preciso y verdadero que nos permitan ejecutar las rutinas de backtesting.

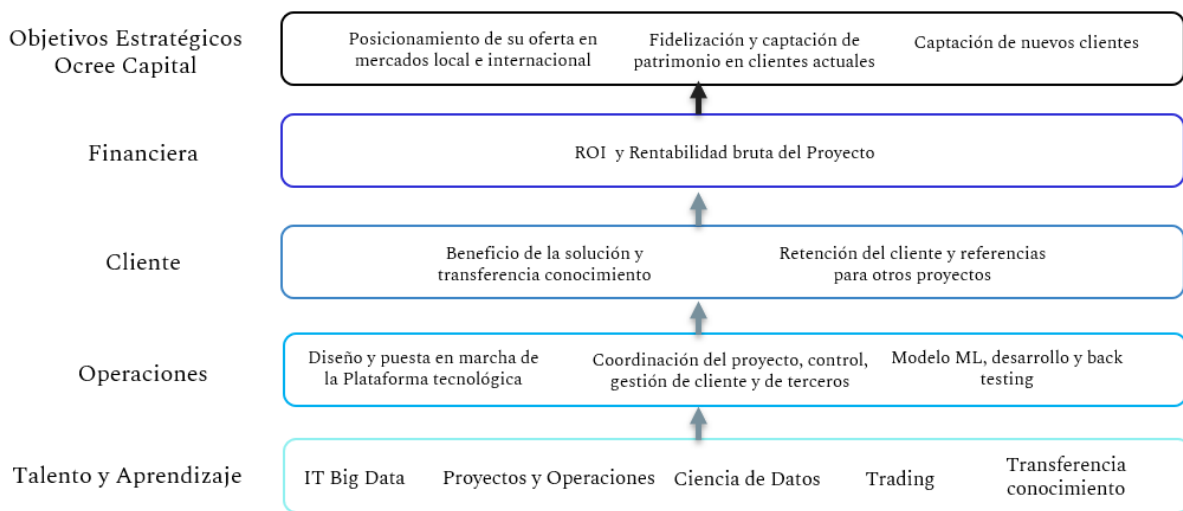
La relación con nuestro cliente, Ocree capital, será de comunicación permanente y con una solución a medida de sus necesidades, en coherencia con sus objetivos estratégicos. Abriremos los canales de comunicación y reporte permanente con su Junta Directiva.

Los costes del proyecto están asociados a la contratación del equipo Quant, y al alojamiento en amazon cloud y visualización. En el primer caso es de 264.273 euros, y en el segundo 1.873 euros. Los ingresos del proyecto para el primer año serán de 0,59Mn de euros entregando un ROI de 122%.

## 4.4 Mapa Estratégico.

En este apartado se detalla el Mapa Estratégico de los objetivos del Proyecto Quant. Hemos partido de los objetivos estratégicos expresados por nuestro cliente Ocree Capital para alinearlos con los objetivos del proyecto, estableciendo así una visión global de los resultados que se persiguen.

Fig. Mapa Estratégico del Proyecto Quant



En la memoria adjunta se detallan los objetivos del proyecto y su alineamiento con los objetivos de nuestro cliente para conseguir una solución óptima.

## 5. Gestión del riesgo

### 5.1 Los riesgos del trading algorítmico

La gestión del riesgo es una de las piedras angulares de este proyecto, al fin y al cabo estamos operando en un mercado en el que se puede entender que el activo que se negocia es riesgo. Dicho de otro modo, en cada operación nosotros estamos arriesgando perder una cantidad de dinero con la esperanza de que a largo plazo tenga más operaciones exitosas que pérdidas.

Comúnmente se identifican cinco riesgos fundamentales en la operativa de trading algorítmico.

- **Riesgo de exposición a variables exóticas.** En este punto es necesario mencionar uno de los aspectos más relevantes en la gestión del riesgo y es la falta de liquidez en el

mercado. Tal y como dicta la lógica, las divisas de los países más pequeños tienen menos liquidez en los mercados por lo que hay que tratar de evitarlos.

Las restricciones gubernamentales a la libre fluctuación de precios de divisa penalizan las estrategias basadas en análisis técnico donde se presupone una fijación del precio sujeta únicamente a las fuerzas de oferta y demanda.

Por esto decidimos centrarnos en las divisas de los países más grandes del mundo, excluyendo aquellas donde haya intervencionismo gubernamental (como el Yuan chino) que dándonos así con las siguientes; dólar australiano (AUD), el canadiense (CAD), el franco suizo (CHF), el euro (EUR), la libra esterlina (GBP), el yen japonés (JPY), el dólar neozelandés (NZD) y el dólar americano (USD)

- **Riesgo por fallo de cálculo de lotes y apalancamiento.** Se puede decir que este tipo de riesgo está ligado al riesgo operativo. **Los lotes** son las unidades de medida en que se dimensionan las órdenes de compra de los pares de divisa mientras que **el apalancamiento** es una posibilidad que te permite el bróker para invertir más capital del que dispones. Si hablamos de un apalancamiento de 1:100, significa que por cada dólar que invierte el trader, el broker lo apalancará con 100 dólares, lo que quiere decir que tu ganancia o pérdida derivada de la fluctuación del precio se verá multiplicado por 100.



Los errores de cálculo en estos conceptos pueden acarrear una exposición no deseada que podrán conllevar pérdidas no esperadas. Para evitar este tipo de riesgo humano, nosotros hemos fijado el apalancamiento (1:10) en todas las operaciones y hemos introducido el cálculo de los lotes en el código MQL4 que ejecuta las órdenes, esto hace que este riesgo quede prácticamente anulado.

- **Riesgo de broker.** Dado que la ejecución de los contratos sobre divisas no está garantizadas por ninguna bolsa o cámara de compensación, la decisión del broker o los brokers con los que operar es clave. Nosotros hemos empleado los siguientes criterios: Que se puedan gestionar a través de Metatrader, histórico y reputación, capitalización de

mercado, país de sede legal y las comisiones que aplican. Al final del análisis decidimos diversificar nuestras estrategias en tres brokers de reconocida reputación que son Oanda, Avatrade e IC Markets.

- **Riesgo por exposición a divisa.** En nuestra operativa tendremos posiciones abiertas en diversos pares de divisas, es necesario tener en cuenta qué riesgo estamos asumiendo ante la eventualidad que una divisa concreta sufra un cambio brusco en su evaluación. Es por tanto necesario establecer un máximo de exposición a la moneda de un 10% siendo esta la potencial pérdida máxima de exposición a cada divisa.

- **Riesgo de ejecución:** Una de las ventajas del trading algorítmico es precisamente la mitigación del riesgo de ejecución de órdenes. Este riesgo está ligado a fallos en la operativa como pueden ser; entradas a mercado perdidas o tardías incurriendo en un coste de oportunidad, errores al ejecutar entradas en pares de divisas o en dirección de compra erróneos. Nuestra **operativa no estará condicionada por sesgos cognitivos o emocionales** ya que nuestra operativa está configurada en función a una metodología estadística previa.

## 5.2 Medición y acciones de mitigación del riesgo

Hay numerosos indicadores que se utilizan en la medición del riesgo en las estrategias de inversión, algunos de ellos son la desviación típica de la curva del activo, el ratio sharpe que mide la rentabilidad ajustada a la volatilidad etc. Nosotros haremos uso del concepto "**caída máxima esperada**" o "drawdown" como medida del riesgo de nuestras estrategias tanto en backtest como a la hora de monitorizar el desempeño de las mismas en la operativa real.

La caída máxima esperada se refiere a cuánto ha bajado una cuenta de inversión desde el pico máximo al punto mínimo antes de que se vuelva a recuperar.

La manera de mitigar la caída máxima esperada de cada una de las estrategias que activemos en cada par de divisas lo haremos con las siguientes acciones:

- Inclusión de estrategias con un desempeño probado aceptable medido en términos de ratio de éxito  $\geq 65\%$ .
- Interrupción de aquellas estrategias cuyo desempeño en las últimas 20 operaciones esté por debajo del 50%. En estos casos, volveremos a recalibrar el modelo y si en el back test más reciente no obtenemos una mejora aceptable tendríamos que especificar el modelo.

La mejor manera de optimizar la caída máxima esperada global es sencillo. Cuantas más estrategias descorreladas con comportamiento aceptable incluyamos más se armonizará la curva total y por tanto menor riesgo en términos de caída máxima esperada tendrá tal y como se muestra en el siguiente gráfico.



Por otro lado aplicaremos ciertas reglas para protegernos de eventuales fluctuaciones agresivas de mercado en los pares de divisa.

- 0,5% como límite máximo de exposición a un par de divisas. Esto quiere decir que no ejecutaremos una entrada al mercado en el caso que nuestro modelo nos diera un orden de compra en un par de divisas en el que ya estuviéramos exponiendo un 0,5% del total del patrimonio bajo gestión en ese mismo par de divisas.

- **10% como límite máximo de exposición a una divisa en una misma dirección.** Este caso ya comentado en el punto de riesgo por exposición a divisa, nos asegura no exponernos severamente ante la eventual bajada o subida drástica de una divisa respecto al resto de sus pares.

- Por último fijamos un **tope de un 20% de caída máxima global de la cartera** que supondría una salida inmediata de todas las operaciones abiertas que tengamos en el mercado y un bloqueo de la ejecución de nuevas entradas. No se reactivarán las estrategias hasta hacer una auditoría de las operaciones que nos han llevado a esa situación, así como una recalibración de aquellos modelos que hayan empeorado su desempeño.

Hemos sometido estas reglas a un test de stress simulado 300 simulaciones de Montecarlo aplicando entradas aleatorias en mercado FX ante un momento histórico anormal y el resultado más desfavorable fue una caída máxima de un 18% (45% mejor que en el peor caso sin las reglas de riesgos que hemos establecidos, para mas detalle ver Anexo 5).

## 6. Solución de Negocio

### 6.1 Proceso de modelamiento

El proceso de modelamiento lo describiremos utilizando la herramienta CRISP-DM

#### 6.1.1 Entendimiento del negocio

El objetivo de negocio de nuestro proyecto es obtener una estrategia de trading algorítmico aplicado al mercado FOREX que se base en un método disciplinado de reglas que permita la generación de beneficio para un determinado periodo de tiempo

En específico, desarrollar un modelo que recomiende con la mayor precisión y estabilidad posible, si para una operación en un determinado momento, entrar al mercado FOREX generará un beneficio o una pérdida económica.

#### Criterio de éxito de negocio

Se entenderá como una operación exitosa, a aquella operación que genere un beneficio económico. Este beneficio se generará cuando el precio al que se compra una divisa (ingreso al mercado) es inferior al precio al que se vende la misma (salida del mercado).

#### Riesgos y contingencias

Este tipo de operaciones siempre considera el riesgo de generar pérdidas por las diferencias de precio de compra y venta.

Dado lo anterior, se definen tanto límites de ganancia (obtención de beneficio) como de pérdida. *Take Profit* será el límite de ganancia y *Stop Loss* el límite de pérdida.

Dado lo anterior, para cada precio de compra (entrada), determinaremos los límites antes descritos equidistantes de dicho precio

#### Determinar los objetivos del data mining

El criterio para determinar si se ejecuta o no la compra (recomendación) se basará en el precio esperado de la divisa. El modelo recomendará comprar si la predicción que haga en ese momento indique que el precio tocará el *Take Profit* antes del *Stop Loss*. En cualquier otro caso, recomendará no comprar.



El modelo considerará un algoritmo que entregue la predicción de una variable categórica binaria, que determinará si se debe ejecutar la compra o no de cierta divisa, en definitiva la respuesta será Comprar o No\_Comprar.

En definitiva, se construirá un modelo de aprendizaje supervisado para una variable categórica discreta. Dicho de otro modo, un modelo de clasificación.

Para entender la operativa de inversión en pares de divisas y el criterio de éxito y error hemos creado el siguiente video donde lo explicamos de manera más didáctica:

[https://drive.google.com/file/d/11rM3\\_xypDQu82SjtlMjanueyYT-i4o2b/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/11rM3_xypDQu82SjtlMjanueyYT-i4o2b/view?usp=sharing)

### 6.1.2 Entendimiento de la data

Como hemos comentado, nuestro modelo de negocio se basa en un análisis técnico, donde se considera solo al precio como la variable que permite pronosticar los movimientos futuros. Dado lo anterior, la data a utilizar son solo indicadores estadísticos derivados del precio.

#### Respecto de exploración y verificación de calidad de la data:

**Exploración:** Dado que todos los indicadores se derivan del precio, existe una fuerte correlación entre las variables explicativas.

**Calidad:** Se observa un porcentaje muy bajo de Outliers (2% promedio para todas las variables explicativas), prácticamente no existen valores nulos y en general todos los campos completos.

En definitiva, muy buena calidad de la data.

Mayor detalle del entendimiento de la data, en la memoria.

### 6.1.3 Preparación de la data

Se seleccionaron finalmente 30 variables explicativas, dada la alta correlación entre las variables.

Dada la calidad de la data, la limpieza de la misma tiene prácticamente solo relación con el tratamiento de los Outliers.

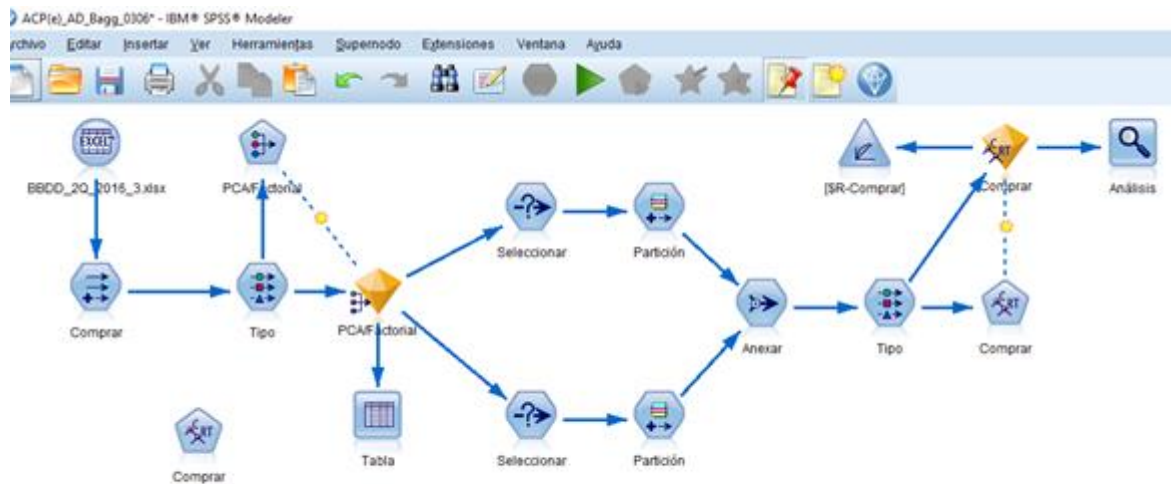
Consideramos que uno de los aspectos más relevantes en relación a la preparación de la data, tiene que ver con la aplicación del Análisis de componentes principales (ACP), el cual al momento de modelar, mejoró la predictividad significativamente (de un 54% a un 60.3%). Es importante considerar, que se utilizó un ACP con variables estandarizadas, ponderando de la misma manera todas las variables.

Mayor detalle de la preparación de la data, en la memoria.

### 6.1.4 Modelamiento

Después de probarse varias técnicas de modelamiento, el algoritmo que entregó mejores resultados resultó ser un modelo de conjunto, y en específico la técnica de Bagging

#### Aplicación de la técnica de modelamiento seleccionada en SPSS



La técnica de Bagging se basa en un meta algoritmo diseñado para conseguir combinaciones de modelos a partir de una familia inicial, provocando una disminución de la varianza y evitando el sobreajuste. La siguiente figura ilustra la combinación de modelos generados:

**Detalles de modelo de componentes**

Modelo	Precisión	Método	Predictores	Tamaño de modelo (Nodos)	Registros
1	69,4%	CR	6	15	353
2	66,9%	CR	6	11	353
3	70,8%	CR	6	15	353
4	70,8%	CR	6	13	353
5	70,0%	CR	6	15	353
6	68,8%	CR	6	19	353
7	68,8%	CR	6	17	353
8	68,3%	CR	6	13	353
9	68,8%	CR	6	13	353
10	68,8%	CR	6	15	353

**Diseño de testeo**

Para entrenar y validar el modelo se utilizaron datos de julio de 2020. Se utilizó un set de datos que consideró 504 registros. Un 70% de esos datos se utilizaron para entrenar y un 30% para validar.

**6.1.5 Evaluación**

**Precisión:** El algoritmo logra una precisión del 60,3% en la base de validación:

Resultados para el campo de resultado Comprar

Modelos individuales

Comparando \$R-Comprar con Comprar

'Partición_M'	1_Entrenamiento		2_Comprobación	
Correctos	268	75,92%	91	60,26%
Erróneos	85	24,08%	60	39,74%
Total	353		151	

Matriz de coincidencias para \$R-Comprar (las filas muestran las reales)

'Partición_M' = 1_Entrenamiento		A	B
A		86	69
B		16	182
'Partición_M' = 2_Comprobación		A	B
A		35	35
B		25	56

**Estabilidad:** El algoritmo a su vez fue testeado en los 6 siguientes meses, obteniendo rangos de precisión que oscilan en aproximadamente +4 % y -4% en relación a la precisión original (60.3%)

### Interpretación de los resultados:

Tanto en lo relativo a la precisión como la estabilidad, los valores observados se encuentran dentro de los criterios de éxito establecidos inicialmente (Precisión > 60%, estabilidad +5% / -5%).

Un punto muy importante a considerar es lo relativo al error. Al hacer un análisis de este, observamos que el error Tipo 1, falso negativo, es el que más tiende a generarse, no sólo en la base de comprobación sino también al momento de evaluar la estabilidad del modelo. Esto se traduce en que en nuestro modelo el error más generalizado es *No comprar, cuando había que comprar*, error que es menos desfavorable que el tipo 2 (Falso positivo):

Tipo_error	Explicación	Regla_Negocio
Falso Negativo	Predice B, Cuando es A	Recomienda <b>NO</b> comprar, cuando había que comprar
Falso Positivo	Predice A, Cuando es B	Recomienda comprar, cuando <b>NO</b> había que comprar

Eventos_Regla_Negocio	Beneficio	Perdida (1)	Costo (2)	Consecuencia	Q	%
Recomienda <b>NO</b> comprar, cuando había que comprar	No	No	No	Desfavorable	35	23%
Recomienda comprar, cuando <b>NO</b> había que comprar	No	Si	Si	Más desfavorable	25	17%
Recomienda comprar, cuando había que comprar	Si	No	Si	Más favorable	35	23%
Recomienda <b>NO</b> comprar, cuando <b>NO</b> había que comprar	No	No	No	Favorable	56	37%

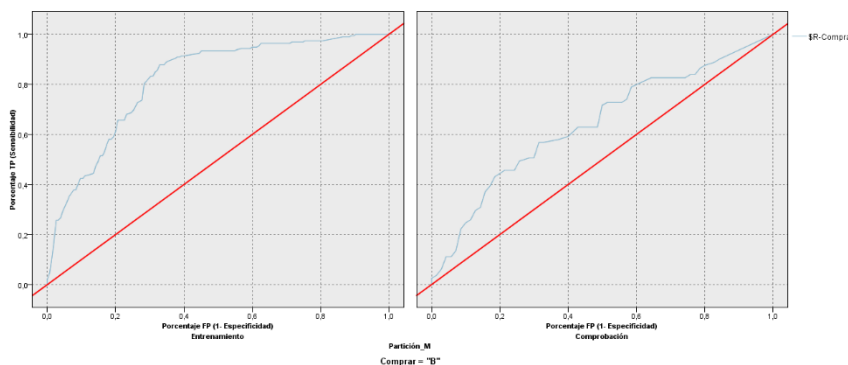
**151**

(1) Se entiende que existe un costo de oportunidad por el beneficio que se pudo haber obtenido, pero para éste caso, solo evaluamos beneficio - perdida contable.

(2) Costo por operación

### Curva ROC

La curva ROC, evidencia la precisión del modelo, que para el caso de la base de entrenamiento es mejor que para la base de validación. Lo anterior se explica por el sobre entrenamiento:



## 7. Solución Tecnológica



### 7.1 Orígenes de información

Como orígenes de información partimos de Dukascopy y de Metatrader.

**Dukascopy** pertenece a Swiss Bank, y **está considerada una de las fuentes más fiables** para extraer información de divisas.

**Metatrader** es una plataforma de trading que permite **personalización** por lo que se puede adaptar a las preferencias de trading que vamos a establecer.

Vamos a **automatizar** la operativa con algoritmos que abran y cierren operaciones según una lista de parámetros establecida. Esta opción sirve para **evitar la manipulación manual** de la entrada y salida de operaciones a través de un gestor.

### 7.2 Almacenamiento

La arquitectura que hemos elegido para nuestro proyecto 'Quant Trading Ocree Capital' ha sido un entorno en la nube. El proveedor seleccionado para ello ha sido Amazon Web Services (AWS)

¿Por qué Amazon? Porque nos da los siguientes beneficios:

**Flexibilidad   Rentabilidad   Velocidad   Escalabilidad y elasticidad   Seguridad**

Uno de los beneficios más importantes para nosotros, es **la escalabilidad**, ya que en el futuro se quiere ampliar la funcionalidad a otros mercados, y esto nos permitiría hacerlo sin tener que hacer otra inversión.

### 7.2.1 Almacenamiento / S3

S3 es un servicio de almacenamiento multipropósito, basado en la nube, que permite guardar y recuperar datos, cualquiera que sea su volumen, en el que **se paga de acuerdo a la capacidad de almacenamiento utilizada y al volumen de transferencias realizadas**.

Hemos elegido este tipo de almacenamiento para el proyecto porque tiene un bajo coste por lo que la inversión es baja, pero tiene una gran capacidad de escalabilidad, por lo que podemos ir adaptando el tamaño de almacenamiento a nuestras necesidades con poca inversión cada vez.

Se utilizará para **almacenar toda información histórica** extraída de Metatrader **y la información resultante** de los modelos algorítmicos después de su tratamiento.

### 7.2.2 Procesamiento / Athena

Amazon Athena es un servicio de consultas interactivo que facilita el análisis de datos directamente en Amazon Simple Storage Service (Amazon S3) utilizando el **estándar SQL**.

Athena no requiere un servidor, por lo que **no hay que configurar ni administrar ninguna infraestructura** y solo pagará por las consultas que ejecute.

Vamos a utilizar este servicio para **hacer consultas SQL** sobre los datos almacenados en S3, y para utilizarlo como **conexión de PowerBI** a S3 para explotar la información.

### 7.2.3 Procesamiento / EMR

Amazon EMR es una plataforma de clúster administrada que simplifica la ejecución de los marcos de trabajo de Big Data en AWS para procesar y analizar grandes cantidades de datos.

En nuestro proyecto, vamos a utilizarlo como servicio para **procesamiento de datos** con los algoritmos desarrollados con R.

### 7.2.4 MQL4

MetaQuotes Language 4 (MQL4) es un lenguaje incorporado de programación orientada objetos (POO), que permite crear sus propios robots comerciales, indicadores técnicos, scripts y bibliotecas de funciones.

En nuestro proyecto, hemos utilizado todas estas opciones de MQL4. La programación de Scripts e Indicadores Personalizados **para recuperar de Metatrader los indicadores**

adaptados a los cálculos que según nuestro análisis resultan más enriquecedores y donde podíamos sacar más predictividad en nuestros modelos.

**La generación de robots de trading** la hemos utilizado para automatizar nuestras estrategias de operación en el mercado. Estas estrategias se complementan con la información extraída de nuestros modelos algorítmicos.

### 7.3 Explotación

En la parte de explotación de la información tenemos 2 partes bien diferenciadas:

§ La primera y más importante, por ser el objetivo del proyecto, es la **ejecución en Metatrader de las posiciones** en las que queremos entrar a operar. Para ello, como se ha comentado anteriormente, se automatiza la estrategia de nuestras operaciones a través de los robots de trading.

§ La segunda, **generación de informes de seguimiento** de nuestras operaciones. Con estos informes podremos hacer un seguimiento de nuestras operaciones versus los objetivos establecidos.

Para el desarrollo de estos informes, se utiliza la Herramienta PowerBI.

**Ejemplo Informe 1** En este informe, se muestran los principales KPIs a partir del quinto mes, ya que es cuando se empiezan a poner en producción las estrategias automatizadas.



**Ejemplo Informe 2** En este informe, se muestra una comparativa de las señales ejecutadas por par de divisas con respecto al total de señales de entrada que se podrían generar.

También se muestra la tasa de éxito sobre las señales ejecutadas, visualizando claramente cuales superan y cuáles no, nuestro objetivo marcado en el 65%.

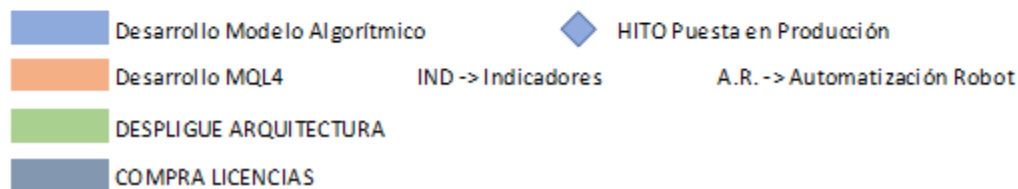
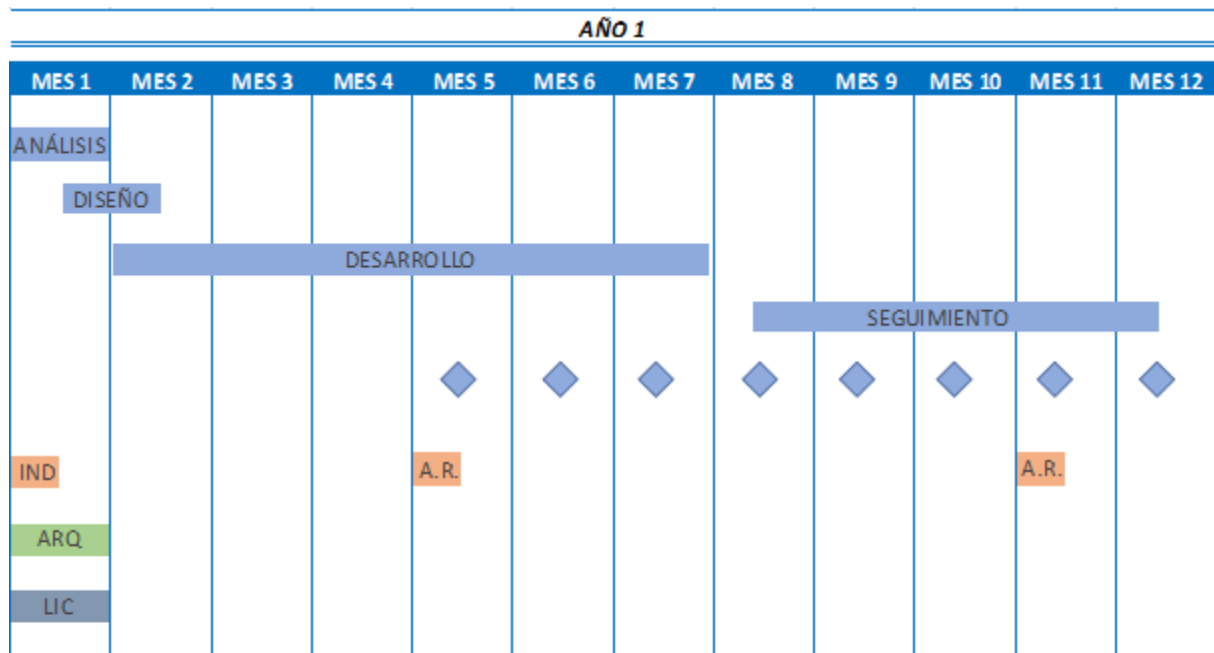




## 7.4 Planificación del proyecto

A continuación, se muestran las distintas fases de la planificación del proyecto. Contempla los 3 servicios realizados:

- Desarrollo del Modelo Algorítmico
- Desarrollo en MQL4 de los indicadores y la automatización del robot
- Despliegue de la Arquitectura Tecnológica



## 8. Plan de Negocio

### 8.1 Introducción

Una vez determinada la solución técnica y haber desarrollado los primeros modelos se ha realizado el estudio de rentabilidad económica del proyecto partiendo de las siguientes asunciones:

- Ocree capital que actualmente tiene 180 millones de activos bajo gestión y está dispuesto a asignar un 15% del mismo en una estrategia de inversión basada en trading algorítmico.
- Con la actual estrategia de inversión, Ocree capital obtiene un 4% anual de rentabilidad bruto del capital bajo gestión.
- El fondo cobra a sus inversores un 20% sobre los beneficios anuales pagaderos trimestralmente, siendo esta la línea fundamental de ingresos de la institución.
- Dado que el hecho de asignar unos activos que de media arrojan un 5% anual constituye un coste de oportunidad, las asunciones de ingresos se harán sobre la rentabilidad incremental.
- En el plan de negocio no vamos a incluir el ingreso derivado del capital adicional de inversores que se puedan ver atraídos por los mejores resultados, la mayor descorrelación al mercado o el nuevo campo de inversión donde está entrando el fondo.

En este plan financiero se mostrará la previsión de ingresos y gastos para los siguientes cinco años centrándonos solo en el desarrollo de la primera fase que se plantea que es la de implementar un sistema de trading automático en el mercado Forex que manejará el 15% de capital bajo gestión del fondo

### 8.2 Previsión de ingresos

El ingreso de este proyecto se deriva de el rendimiento incremental obtenido por el hecho de operar un conjunto de estrategias de trading algorítmico por el porcentaje de comisión a éxito que es de un 20%.

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Ingreso} & & \text{Rendimientos} & & \text{Rendimientos} & & \text{Comisión a} \\ \text{incremental} & & \text{quant} & & \text{actuales} & & \text{éxito} \\ \mathbf{I_i} & = & \mathbf{(R_q} & - & \mathbf{R_a)} & \times & \mathbf{C_e} \end{array}$$

Recordemos que la rentabilidad actual que obtiene el fondo son de un 4% anual que justamente coincide con la mediana de la rentabilidad de los fondos españoles en años anteriores al Covid. Teniendo en cuenta que el capital bajo gestión a imputar como activo de las estrategias de trading algorítmico es de 27 millones de euros (15% sobre el los 180Mn capital total del fondo), el rendimiento antes de implantar la nueva estrategia sería

$$1.1\text{Mn} = 27\text{Mn} \times 4\%$$

**Rendimientos  
actuales**

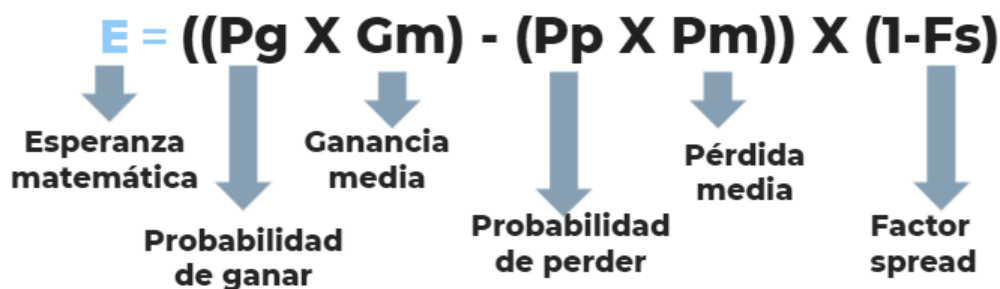
**Capital bajo  
gestión**  
(15% X 180 Mn)

**Rentabilidad  
anual\***

de 1.1Mn de euros.

<sup>4</sup>El cálculo de los rendimientos que va a entregar la estrategia de trading algorítmico dependerá del número de operaciones ejecutadas en el mercado y la esperanza matemática de cada operación.

En nuestro caso, la esperanza matemática de cada operación se ve penalizada por la brecha entre precio de compra y el de venta llamada "spread". Hemos simplificado este efecto negativo en un porcentaje que hemos denominado Factor Spread (Fs). Según las simulaciones realizadas en diferentes divisas y brokers obtenemos un factor de deterioro de entorno a un 7,3% pero por un principio de cautela decidimos fijarlo en un 10%. Tras aplicar este factor, la fórmula de esperanza matemática para cada entrada en el mercado queda de la siguiente manera:

$$E = ((P_g \times G_m) - (P_p \times P_m)) \times (1 - F_s)$$


**Esperanza matemática**

**Probabilidad de ganar**

**Ganancia media**

**Probabilidad de perder**

**Pérdida media**

**Factor spread**

En los resultados obtenidos en los modelos desarrollados hemos obtenido tasas de predictibilidad en las particiones de validación de entorno al 58%/63% (Ver Anexo 3). Este ratio lo conseguimos subir por encima del 66% tras aplicar un punto de corte a partir en los 0.7 puntos de scoring entregados por el modelo. De nuevo aplicando la cautela decidimos establecer la probabilidad de éxito de nuestras entradas al mercado en un 65%.

<sup>4</sup> Fuente: <https://www.bolsamadrid.es/esp/asp/Mercados/Fondos.aspx>

Lógicamente el porcentaje de operaciones perdedoras es el inverso del porcentaje de las de éxito (1-65% = 35%). El punto de salida máximo de una operación de compra (Take profit) se sitúa a la misma distancia respecto al precio de entrada que del precio mínimo de salida (Stop loss). Esto hace que la ganancia media se iguale a la pérdida media de las entradas al mercado. El porcentaje puesto en riesgo de cada operación es de un 0,08% sobre el capital bajo gestión de la estrategia de trading algorítmico, esto viene a decir que en cada entrada al mercado tanto la pérdida como la ganancia media esperada es de 21.600 EUR.

Una vez calculados todos los componentes de la esperanza matemática podemos hallar el importe de ganancia esperada en cada operación de trading que es de 5.800 EUR.

$$E = ((65\% \times 21.6K) - (35\% \times 21.6K)) \times (1-10\%) = 5.8K$$

Para determinar la ganancia obtenida en el primer año necesitamos saber el número de entradas al mercado que vamos a ser capaces de ejecutar. En la tabla de resultados anterior, se vé que un modelo entrenado en un solo par de divisas puede entregar en torno a 163 señales de entrada en tres meses (Enero a Marzo de 2018).

Hay dos consideraciones que provocan que esa estimación de 163 señales de entrada entregadas por el modelo en tres meses se reduzcan a tan solo 43 entradas realmente viables para cada par de divisas (14 al mes). Por un lado cada operación de compra tiene una permanencia promedio de 18 horas y por otro lado no podemos infringir las reglas de sobreexposición mencionadas en el apartado de riesgos.

Las estrategias de trading de las diferentes divisas se irán diseñando e implementando a lo largo del tiempo de tal forma que se irá dando una migración gradual de los activos bajo gestión del fondo hasta llegar a asignar los 27Mn de euros a la estrategia de trading algorítmico a los 12 meses. Según el plan de despliegue empezaremos a implantar en producción los primeros modelos en dos pares de divisas en el mes 5 y en el mes 12 alcanzaremos los 16.

Asumiendo que cada modelo entregue 12 señales viables de compra por cada mes llegaremos a ejecutar 696 compras en el primer año. Esto supone 4,1Mn de rentabilidad bruta para el fondo que finalmente supondrá 0.596 millones de Euros de ingresos por comisiones para el fondo en el primer año.



Simulando diferentes escenarios con desviaciones sobre la probabilidad de éxito global, concluimos con una confianza del 96% que si el plan de despliegue va según lo esperado el rendimiento bruto anual de las estrategias de trading algorítmico serán superiores a 3.2Mn de euros.

### 8.3 Previsión de gastos (RRHH y Tecnología)

A continuación, se detalla el coste de la inversión de nuestro proyecto.

Se ha separado en 2 partes, uno para el coste del servicio (gasto en los recursos que componen el equipo de proyecto a lo largo de todo su desarrollo) y otro para el coste de la plataforma tecnológica.

Dentro de la plataforma tecnológica, se han tenido las siguientes consideraciones (Ver Anexo 4)

- Simple Storage Service (S3): Coste de almacenamiento y coste de la transferencia de datos de entrada y salida.
- Elastic Map Reduce (EMR): Coste del servicio
- Athena: Coste del servicio, lectores de los datos y datos escaneados periódicamente.

**Inversión para el primer año:**

ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN - AÑO 1 -					
COSTES SERVICIOS					
TAREAS	FASES	RECURSOS	NUM. HORAS	COSTE MEDIO	TOTAL
Desarrollo Modelo Algorítmico	Fase Análisis	2 FTE / 1 mes	320	70	22.400
	Fase Diseño	2 FTE / 1 mes	320	70	22.400
	Fase Construcción	3 FTE / 4 meses	1920	70	134.400
	Fase Implantación	3 FTE / 15 días	240	70	16.800
	Fase Seguimiento	2 FTE / 2 meses	640	70	44.800
MQL4					
- Generación indicadores personalizados	Fase Construcción	1FTE / 1 mes	160	60	9.600
- Creación robot trading					
Despliegue Infraestructura	Jefe de Proyecto	1 FTE / 2 días	16	100	1.600
	Arquitecto Cloud	1 FTE / 4 días	32	110	3.520
	Arquitecto Soluciones Big Data	1 FTE / 6 días	48	110	5.280
	Arquitecto Seguridad	1 FTE / 2 días	16	100	1.600
TOTAL COSTE RECURSOS			3.712		262.400
COSTES PLATAFORMA ANALÍTICA					
PROVEEDOR	HERRAMIENTA	COSTE			
AMAZON WEB SERVICES (AWS)	Simple Storage Service (S3)	2,76			
	Elastic Map Reduce (EMR)	1.314,00			
	Athena	356,28			
MICROSOFT	PowerBI	200,00			
TOTAL COSTE PLATAFORMA					1.873,04
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>					<b>264.273,04</b>

**El segundo y tercer año** se ha calculado en base a las siguientes premisas:

- El modelo hay que revisarlo y posiblemente hacerle una recalibración cada 3 meses, por lo que se han incluido 15 jornadas de un FTE al trimestre para esta tarea.
- Se han incluido 5 jornadas al año de un programador de MQL4 por si es necesario realizar algún ajuste sobre las estrategias definidas en el robot.
- El coste de la plataforma tecnológica no se ha calculado por un % de mantenimiento. Los servicios de Amazon se pagan mensualmente por uso, por lo que el coste va a ser igual a lo largo de los 3 años. Lo mismo ocurre con las licencias de PowerBI, se pagan anualmente.

Como puede apreciarse, la plataforma de Amazon es bastante económica. (Ver Anexo 2)

Esta información está validada con personal de Amazon. Adjuntamos el presupuesto facilitado por ellos.

## 8.4 Cuenta resultados y ratios financieros

En la cuenta de pérdidas y ganancias mensualizada del primer año vemos que el 28% de los costes de consultoría del proyecto suceden en los dos primeros meses del proyecto y que no es hasta el mes seis cuando empezamos a tener ingreso incremental en relación al ingreso que el fondo está dejando de tener por no tener el capital asignado a la estrategia histórica que aportaba un 4% de rentabilidad bruta anual a ese patrimonio.

Capital bajo gestión	27,000,000
Riesgo por operación	0.08% X Capital bajo gestión
Señales de entrada viables/mes/par de divisas	12
Probabilidad entregada por los modelos	65%
Factor empeoramiento de Spread	10%

### PLAN DE NEGOCIO - AÑO 1 -

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	Total año
<b>Rentabilidad de la cartera</b>													
Número de estrategias de pares de divisas en producción, #					2	3	4	5	7	9	12	16	16
Entradas al mercado, #					24	36	48	60	84	108	144	192	696
Probabilidad de Éxito, %					65.0%	65.0%	65.0%	65.0%	65.0%	65.0%	65.0%	65.0%	65.0%
Esperanza matemática por operación, €					5,832	5,832	5,832	5,832	5,832	5,832	5,832	5,832	5,832
<b>Resultado simulado, €</b>					<b>139,968</b>	<b>209,952</b>	<b>279,936</b>	<b>349,920</b>	<b>489,888</b>	<b>629,856</b>	<b>839,808</b>	<b>1,119,744</b>	<b>4,059,072</b>
<b>Ingreso para Ocree capital*</b>													
Ingreso estrategia de trading algorítmico, €						69,984			223,949			517,882	811,814
Coste de oportunidad (Ingreso con un 4% de rentabilidad sin trading algorítmico), €			54,000			54,000			54,000			54,000	216,000
<b>Ingreso deduciendo el coste de oportunidad, €</b>			<b>- 54,000</b>			<b>15,984</b>			<b>169,949</b>			<b>463,882</b>	<b>595,814</b>
<b>Gastos de consultoría</b>													
Fase Análisis	- 22,400												- 22,400
Fase Diseño	- 11,200	- 11,200											- 22,400
Fase Desarrollo			- 14,933	- 14,933	- 14,933	- 14,933	- 14,933	- 14,933	- 14,933	- 14,933			- 134,400
Fase Implantación					- 2,100	- 2,100	- 2,100	- 2,100	- 2,100	- 2,100	- 2,100	- 2,100	- 16,800
Fase Seguimiento							- 7,467	- 7,467	- 7,467	- 7,467	- 7,467	- 7,467	- 44,800
Calibración periódica del modelo													
Programador MQL4 algoritmo de metatrader	- 2,400				- 4,800						- 2,400		- 9,600
Despliegue de la arquitectura													
Jefe de Proyecto	- 1,600												- 1,600
Arquitecto Cloud	- 3,520												- 3,520
Arquitecto Soluciones Big Data	- 5,280												- 5,280
Arquitecto Seguridad	- 1,600												- 1,600
<b>Gastos plataforma analítica</b>													
AWS – Simple Storage Service (S3) – Almacenamiento 10Gb	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	-0.23	- 2.8
AWS – Elastic Map Reduce (EMR) - tratamiento de datos	-109.5	-109.5	-109.5	-109.5	-109.5	-109.5	-109.5	-109.5	-109.5	-109.5	-109.5	-109.5	- 1,314.0
AWS – Athena – SQL a los datos almacenados en S3	-29.69	-29.69	-29.69	-29.69	-29.69	-29.69	-29.69	-29.69	-29.69	-29.69	-29.69	-29.69	- 356.3
PowerBI - 2 licencias	-200												- 200.0
<b>Total gastos, €</b>	<b>- 48,340</b>	<b>- 26,273</b>	<b>- 15,073</b>	<b>- 15,073</b>	<b>- 21,974</b>	<b>- 17,175</b>	<b>- 24,641</b>	<b>- 24,641</b>	<b>- 24,641</b>	<b>- 24,640</b>	<b>- 12,107</b>	<b>- 9,707</b>	<b>- 264,287</b>
<b>Resultado neto, €</b>	<b>- 48,340</b>	<b>- 26,273</b>	<b>- 69,073</b>	<b>- 15,073</b>	<b>- 21,974</b>	<b>- 1,191</b>	<b>- 24,641</b>	<b>- 24,641</b>	<b>145,307</b>	<b>- 24,640</b>	<b>- 12,107</b>	<b>454,175</b>	<b>331,528</b>
<b>Cashflow acumulado, €</b>	<b>- 48,339</b>	<b>- 74,612</b>	<b>- 143,685</b>	<b>- 158,758</b>	<b>- 180,732</b>	<b>- 181,923</b>	<b>- 206,564</b>	<b>- 231,206</b>	<b>- 85,898</b>	<b>- 110,539</b>	<b>- 122,646</b>	<b>331,529</b>	<b>331,528</b>

\* Ocree capital comisiona un 20% sobre éxito a sus inversores con pago trimestral

Al analizar el flujo de caja vemos que es en el **mes doce cuando se produce el payback de la inversión**. El mes donde se produce la mayor necesidad de caja es en el mes 8 donde se requiere 231,206 euros.

Este proyecto tiene un gran atractivo financiero entregando un **ROI ajustado al riesgo del 122%** y un **valor actual neto de 302 Euros** (Descontado a una tasa del 10%)

Proyectando el plan de negocio a cinco años manteniendo las licencias tecnológicas necesarias para la operativa y un recurso temporal para la recalibración periódica de los modelos de trading y otro para posibles modificaciones de los robots de trading, concluimos que el **resultado neto diferencial de este proyecto al cabo de cinco años es de 7.9Mn de euros**. (Ver Anexo 1)

## 9. Conclusiones

### Técnicamente factible

Desde el punto de vista tecnológico, el proyecto Quant es factible de ser construido sobre una arquitectura probada y de trayectoria. Tanto por las fuentes de información (Dukascopy), como para el alojamiento, nuestros partners tecnológicos (como amazon cloud) aseguran la calidad del servicio, y una pronta respuesta en caso de incidencias. Del mismo modo, las herramientas analíticas de datos, los lenguajes de programación R y Python nos permitirán realizar diversos y variados análisis.

En la fase de análisis descubrimos fuertes correlaciones entre las variables, lo que nos hizo buscar técnicas que permitieran reducir la dimensionalidad a solo 6 componentes principales, esto nos permitió mejorar el poder de predicción de nuestro modelo, alcanzando un 60.3% de precisión en la base de validación, logrando alcanzar nuestros objetivos de negocio iniciales (predictividad >60%). Testeamos distintas técnicas de clasificación y elegimos el Bagging como la más idónea, porque en general el resto de los algoritmos tendían a sobre entrenarse, Si bien esta técnica podría no reducir el error, disminuye la varianza.

Con esto nuestros análisis de backtesting, en 8 pares de divisas, nos arrojan un modelo con una predictividad de éxito de las operaciones que colocamos en el mercado Forex, de un 60%. Una vez cumplamos el plan de desarrollo de los modelos en los diferentes pares de divisas y estableciendo un punto de corte a los scorings entregados por los mismos, seremos capaces de realizar las operaciones requeridas con una tasa de éxito del 65%.

### Contingente, oportuno e innovador en el contexto nacional

El mercado del trading algorítmico es de reciente aparición y de momento no hay ningún fondo español especializado en trading algorítmico. Se comienza a configurar en la década del 60, y se instala con mayor fuerza en los últimos 25 años. La tasa de crecimiento interanual de 11,1%, asegura un mercado en permanente expansión, en un mercado reciente y bastante inexplorado como para por obtener beneficios relevantes.

Los usuarios de herramientas de trading algorítmico para mercados financieros, reconocen las ventajas de operar con estas herramientas tanto por la velocidad en la ejecución de las operaciones, como por la facilidad para acceder a diversos mercados financieros, entre otras ventajas.



## Viable económicamente

El proyecto de trading algorítmico que se presenta a Ocree capital muestra un gran atractivo financiero, aportando un ROI en el primer año de un 122% siendo el payback de la inversión en el mes 12.

La oportunidad que se le presenta a Ocree capital supone 7.9 millones de euros de rentabilidad para el fondo al cabo de cinco años sin contar la gestión algorítmica de otros activos.

Las asunciones que configuran el plan de negocio están basados en un plan de desarrollo factible de las diferentes estrategias en pares de divisas, unas tasas de éxito probadas por los backtest realizados y un análisis detallado de las necesidades de consultoría y despliegue tecnológico.

## Escalable

Toda la data del proyecto Quant se encuentra alojado en servicios de Amazon Cloud. Esta tecnología nos permite, potencialmente, ir incorporando nuevos dataset de análisis y seguir escalando los análisis de manera tal que, puede asegurar la escalabilidad, en la medida en que se vayan generando los modelos algorítmicos para los diversos pares de divisas. Más aún, podemos integrar datos de fuentes de información como Bloomberg, para incorporar hechos sociales y eventos, que impactan la volatilidad del mercado Forex. Del mismo modo, la tecnología cloud nos asegura un alojamiento para etapas posteriores de inversión en otros mercados.



# ANEXOS

**Anexo1. Plan de Negocio a cinco años**

Capital bajo gestión	27 Mn€
Riesgo por operación	0.08% X Capital bajo gestión
Señales de entrada viables/mes/par de divisas	12
Probabilidad entregada por los modelos	65%
Factor empeoramiento de Spread	10%

**PLAN DE NEGOCIO A CINCO AÑOS**

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
<b>Rentabilidad de la cartera</b>																	
Número de estrategias de pares de divisas en producción, #	-	3	7	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Entradas al mercado, #	-	60	192	444	576	576	576	576	576	576	576	576	696	2.304	2.304	2.304	2.304
Probabilidad de Éxito, %	0%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%
Esperanza matemática por operación, k€	-	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
<b>Resultado simulado</b>	-	<b>350</b>	<b>1.120</b>	<b>2.589</b>	<b>3.359</b>	<b>3.359</b>	<b>3.359</b>	<b>3.359</b>	<b>3.359</b>	<b>3.359</b>	<b>3.359</b>	<b>3.359</b>	<b>4.059</b>	<b>13.437</b>	<b>13.437</b>	<b>13.437</b>	<b>13.437</b>
<b>Ingreso para Ocree capital*</b>																	
Ingreso estrategia de trading algorítmico, €	-	70	224	518	672	672	672	672	672	672	672	672	812	2.687	2.687	2.687	2.687
Coste de oportunidad (Ingreso con un 4% de rentabilidad sin trading algorít	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	216	216	216	216	216
<b>Ingreso deduciendo el coste de oportunidad, €</b>	- 54	<b>16</b>	<b>170</b>	<b>464</b>	<b>618</b>	<b>618</b>	<b>618</b>	<b>618</b>	<b>618</b>	<b>618</b>	<b>618</b>	<b>618</b>	<b>596</b>	<b>2.471</b>	<b>2.471</b>	<b>2.471</b>	<b>2.471</b>
<b>Gastos de consultoría</b>																	
Fase Análisis	- 22,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- 22,400	-	-	-	-
Fase Diseño	- 22,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- 22,400	-	-	-	-
Fase Desarrollo	- 29,87	- 44,80	- 44,80	- 14,93	-	-	-	-	-	-	-	-	- 134,400	-	-	-	-
Fase Implantación	-	- 4,20	- 6,30	- 6,30	-	-	-	-	-	-	-	-	- 16,800	-	-	-	-
Fase Seguimiento	-	-	- 22,40	- 22,40	-	-	-	-	-	-	-	-	- 44,800	-	-	-	-
Calibración periódica del modelo	-	-	-	-	- 8,400	- 8,400	- 8,400	- 8,400	- 8,400	- 8,400	- 8,400	- 8,400	-	- 33,600	- 33,600	- 33,600	- 33,600
Programador MQL4 algoritmo de metatrader	- 2,40	- 4,80	-	- 2,40	-	- 1,200	-	- 1,200	-	- 1,200	-	- 1,200	- 9,600	- 2,400	- 2,400	- 2,400	- 2,400
Despliegue de la arquitectura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jefe de Proyecto	- 1,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- 1,600	-	-	-	-
Arquitecto Cloud	- 3,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- 3,520	-	-	-	-
Arquitecto Soluciones Big Data	- 5,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- 5,280	-	-	-	-
Arquitecto Seguridad	- 1,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- 1,600	-	-	-	-
													0	0	0	0	0
<b>Gastos plataforma analítica</b>																	
AWS - Simple Storage Service (S3) - Almacenamiento 10Gb	- 0,00	- 0,00	- 0,00	- 0,00	- 0,001	- 0,001	- 0,001	- 0,001	- 0,00069	- 0,00069	- 0,00069	- 0,00069	- 0,00276	- 0,00276	- 0,00276	- 0,00276	- 0,00276
AWS - Elastic Map Reduce (EMR) - tratamiento de datos	- 0,33	- 0,33	- 0,33	- 0,33	- 0,329	- 0,329	- 0,329	- 0,329	- 0,3285	- 0,3285	- 0,3285	- 0,3285	- 1,314	- 1,314	- 1,314	- 1,314	- 1,314
AWS - Athena - SQL a los datos almacenados en S3	- 0,09	- 0,09	- 0,09	- 0,09	- 0,089	- 0,089	- 0,089	- 0,089	- 0,08907	- 0,08907	- 0,08907	- 0,08907	- 0,35628	- 0,35628	- 0,35628	- 0,35628	- 0,35628
PowerBI - 2 licencias	- 0,200	-	-	-	- 0,200	-	-	-	- 0,2	0	0	0	- 0,2	- 0,2	- 0,2	- 0,2	- 0,2
<b>Total gastos, €</b>	- 89,7	- 54,2	- 73,9	- 46,5	- 9,0	- 10,0	- 8,8	- 10,0	- 9,0	- 10,0	- 8,8	- 10,0	- 264,3	- 37,87	- 37,9	- 37,9	- 37,9
<b>Resultado neto, €</b>	- 144	- 38	- 96	- 417	- 609	- 608	- 609	- 608	- 609	- 608	- 609	- 608	- 332	- 2.434	- 2.434	- 2.434	- 2.434
<b>Resultado acumulado, €</b>	- 198	- 236	- 140	- 278	- 886	- 1.494	- 2.103	- 2.711	- 3.320	- 3.928	- 4.537	- 5.145	- 332	- 663	- 3.097	- 5.530	- 7.964

\* Ocree capital comisiona un 20% sobre éxito a sus inversores con pago trimestral

**Anexo 2. Estimación de la inversión a cuatro años**

ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN - AÑO 2 -				
COSTES SERVICIOS				
TAREAS	RECURSOS	NUM. HORAS	COSTE MEDIO	TOTAL
Calibración Algoritmo cada 3 meses	1 FTE / 15 días * 4	480	70	33.600
MQL4 - Revisión estrategias robot	1 FTE / 5 días	40	60	2.400
<b>TOTAL COSTE RECURSOS</b>				<b>36.000</b>
COSTES PLATAFORMA ANALÍTICA				
PROVEEDOR	HERRAMIENTA	COSTE		
AMAZON WEB SERVICE	Simple Storage Service (S3)	2,76		
	Elastic Map Reduce (EMR)	1.314,00		
	Athena	356,28		
MICROSOFT	PowerBI	200,00		
<b>TOTAL COSTE PLATAFORMA</b>				<b>1.873,04</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>				<b>37.873,04</b>

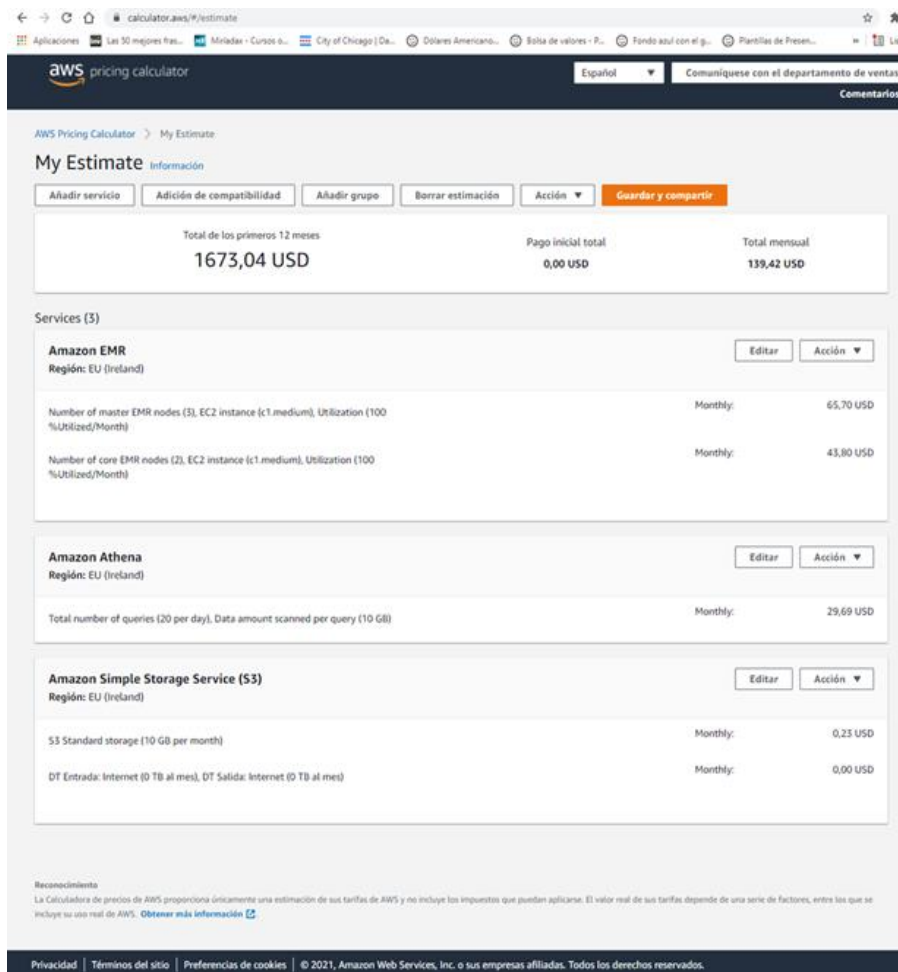
ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN - AÑO 3 -				
COSTES SERVICIOS				
TAREAS	RECURSOS	NUM. HORAS	COSTE MEDIO	TOTAL
Calibración Algoritmo cada 3 meses	1 FTE / 15 días * 4	480	70	33.600
MQL4 - Revisión estrategias robot	1 FTE / 5 días	40	60	2.400
<b>TOTAL COSTE RECURSOS</b>				<b>36.000</b>
COSTES PLATAFORMA ANALÍTICA				
PROVEEDOR	HERRAMIENTA	COSTE		
AMAZON WEB SERVICE	Simple Storage Service (S3)	2,76		
	Elastic Map Reduce (EMR)	1.314,00		
	Athena	356,28		
MICROSOFT	PowerBI	200,00		
<b>TOTAL COSTE PLATAFORMA</b>				<b>1.873,04</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>				<b>37.873,04</b>

**Anexo 3. Justificación probabilidad de éxito u número de entradas según backtest reales de nuestro modelo**

Particiones/Score del modelo	Señales de entrada	Prob. Éxito	Prob. Éxito	Señales de entrada	Señales de entrada reales*
<b>1-Entrenamiento</b>	<b>463</b>	<b>61%</b>			
<0.6	246	50%	77.0%	179	22
0.6-0.7	38	54%			
0.7-0.8	53	70%			
0.8-0.9	82	80%			
>0.9	44	80%			
<b>2-Comprobación</b>	<b>325</b>	<b>57%</b>			
<0.6	189	55%	67.3%	105	13
0.6-0.7	31	35%			
0.7-0.8	38	60%			
0.8-0.9	38	76%			
>0.9	29	65%			
<b>3-Validación</b>	<b>132</b>	<b>59%</b>			
<0.6	63	56%	66.2%	58	7
0.6-0.7	11	32%			
0.7-0.8	15	55%			
0.8-0.9	19	60%			
>0.9	24	78%			
<b>Periodo temporal</b>	<b>Jan 2018-March 2018</b>			<b>163</b>	<b>43</b>
<b>Par de divisas</b>	<b>EURAUD</b>				

\* Tras aplicar deduplicación por permanencia y limitaciones de exposición de divisa de riesgos

#### Anexo 4. Simulación de los costes de los servicios necesarios en la plataforma Amazon



The screenshot shows the AWS Pricing Calculator interface in Spanish. The main summary indicates a total cost of 1673,04 USD for the first 12 months, with an initial payment of 0,00 USD and a monthly payment of 139,42 USD. The services included are:

- Amazon EMR (EU Ireland):**
  - Number of master EMR nodes (3), EC2 instance (c1.medium), Utilization (100% Utilized/Month): Monthly 65,70 USD
  - Number of core EMR nodes (2), EC2 instance (c1.medium), Utilization (100% Utilized/Month): Monthly 43,80 USD
- Amazon Athena (EU Ireland):**
  - Total number of queries (20 per day), Data amount scanned per query (10 GB): Monthly 29,69 USD
- Amazon Simple Storage Service (S3) (EU Ireland):**
  - S3 Standard storage (10 GB per month): Monthly 0,23 USD
  - DT Entrada: Internet (0 TB al mes), DT Salida: Internet (0 TB al mes): Monthly 0,00 USD

At the bottom, there is a disclaimer in Spanish: "La Calculadora de precios de AWS proporciona únicamente una estimación de sus tarifas de AWS y no incluye los impuestos que puedan aplicarse. El valor real de sus tarifas depende de una serie de factores, entre los que se incluye su uso real de AWS. Obtener más información".

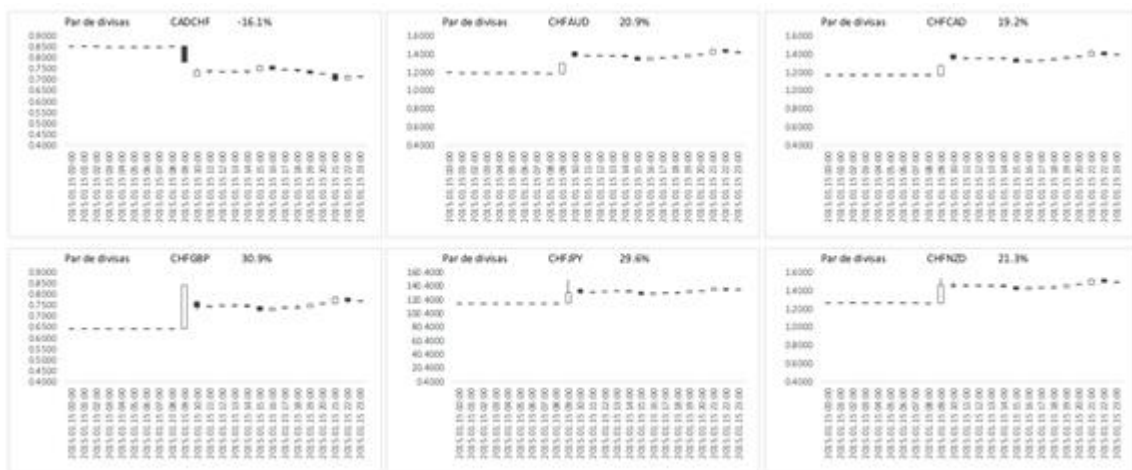
#### Anexo 5. Resultados de los tests de stress

- En el pasado se han dado fluctuaciones fuertes de pares de divisas resultado de sucesos atípicos no predecibles o cisnes negros como lo que sucedió el 13 de Enero de 2015 cuando sin previo aviso el Banco Nacional Suizo pone fin al tipo de cambio máximo del franco respecto al euro provocando la inmediata subida del franco suizo frente al resto divisas. En su cruce con el euro se registró un 30% de desviación hasta los 0,88 euros por unidad

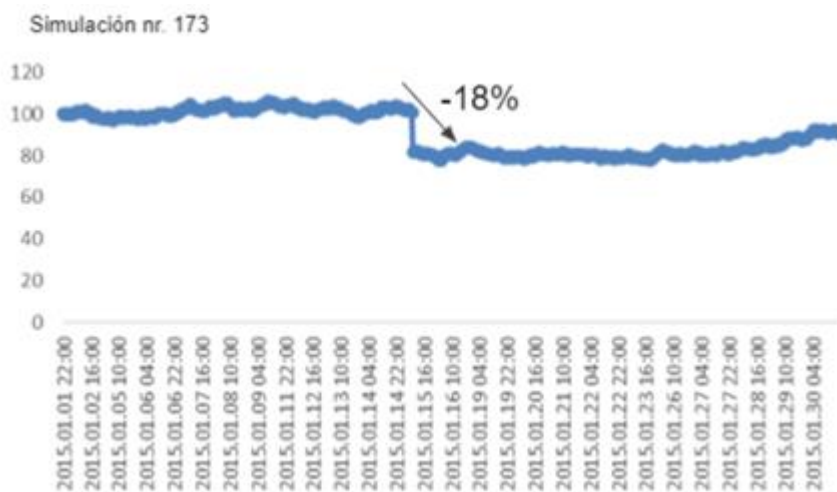


Tras este suceso el broker británico de divisas Alpari se tuvo que declarar insolvente. El hecho fue que debido a la exposición que tenían sus clientes al par, estos entraron en pérdidas que se trasladaron a su vez al intermediario. Aunque este ha sido un caso aislado sirve de base para fijar medidas como las ya mencionadas: máxima exposición al riesgo de un 33% en un mismo broker, de un 10% máximo a exposición de divisa y a un 0.5% a exposición de un par.

Dado que hemos extraído información del mercado de los últimos 15 años, en el siguiente gráfico podemos ver el efecto que tuvo en los pares de divisas relacionadas con el franco suizo y la volatilidad máxima en las velas de horas registradas en dicho periodo:



Utilizando también la información de este momento histórico en nuestros 54 pares de divisas, hemos simulado 300 simulaciones de Montecarlo aplicando entradas aleatorias en mercado FX cumpliendo los criterios de riesgos mencionados y procedemos a mostrar el resultado más desfavorable obtenido en el que se registró una caída de un 18%.



A efectos comparativos hicimos el ejercicio de abolir las restricciones de riesgos y así ver como comparan ambos resultados. El peor escenario tras correr 100 simulaciones fue un 33% de caída máxima.