



FACULTAD DE
ECONOMÍA Y
NEGOCIOS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Diplomado en Ciencia de Datos para las Finanzas

R Para las Finanzas

Diseño de Proyecto de Optimizador de Portafolios

Autor: Rodrigo Escobar

Santiago, enero de 2026

Contenido

Parte 1: Descripción del problema y Solución.	3
Problema que soluciona:	3
A quienes Impacta:	4
Cómo se espera solucionar el problema:	5
Periodicidad del desarrollo:	7
Alcance del Proyecto:	8
Parte 2: Planificación del trabajo.	9
Descriptor del proyecto:	9
Carta Gantt:	1
Explicación Carta Gantt:	1

Parte 1: Descripción del problema y Solución.

Problema que soluciona:

Una empresa de inversiones administra una cartera de aproximadamente 10.000 clientes, donde cada cliente puede mantener una o más cuentas de inversión. Cada cuenta se encuentra asignada de forma permanente a un ejecutivo de inversión, quien es responsable de asesorar al cliente, resolver consultas y ejecutar operaciones de compra y venta de instrumentos financieros. Los clientes invierten sus fondos en más de 100 acciones distintas, tanto locales como extranjeras, lo que genera una alta heterogeneidad en la composición de las carteras.

Actualmente, la recomendación de instrumentos financieros se basa principalmente en la experiencia del ejecutivo, en la composición histórica del portafolio del cliente o en criterios generales de mercado, sin contar con una herramienta cuantitativa que permita comparar carteras de forma objetiva ni adaptar las recomendaciones a las características específicas de cada cuenta.

De forma mensual, durante los últimos tres años, la compañía ha aplicado una encuesta de satisfacción a una muestra de sus clientes. En esta encuesta se recopilan, entre otros, tres indicadores relevantes:

- **Net Promoter Score (NPS):** mide de 0 a 10 la probabilidad de recomendar el servicio a un tercero con la pregunta “*¿Cuán probable es que recomiende el servicio a un familiar o amigo?*”.
- **Indicador de contacto financiero:** refleja si el ejecutivo asignado ha realizado recomendaciones o contacto proactivo durante los últimos tres meses, el cual recientemente no ha superado el 60% de cobertura.
- **Preferencias de inversión:** el cliente selecciona al menos dos acciones de interés para incorporar en el corto plazo a su portafolio, a partir de un listado de más de 100 acciones ordenadas por su retorno promedio reciente de los últimos 3 a 6 meses. También esta pregunta se realiza en otros instrumentos de evaluación como es la encuesta de medición del riesgo óptimo del cliente o también de forma voluntaria a través de la web interna del banco.

En los últimos tres semestres se ha observado una disminución sostenida del NPS promedio, cercana a 0,5 puntos semestrales en el último año y medio. Se sospecha que esta caída está relacionada con una menor frecuencia e impacto de las recomendaciones financieras entregadas por los ejecutivos, producto de limitaciones operativas y analíticas.

Entre las principales dificultades identificadas se encuentran:

- La complejidad para comparar objetivamente la cartera actual del cliente con alternativas óptimas bajo criterios de riesgo y retorno.
- El alto volumen de cuentas por ejecutivo, lo que limita el tiempo disponible para realizar análisis profundos y personalizados, priorizando únicamente a clientes de mayor valor.

- La dificultad para generar recomendaciones alineadas con las preferencias explícitas declaradas por el cliente.
- La ausencia de mecanismos analíticos que permitan priorizar oportunidades comerciales de alto impacto.

En síntesis, el problema que se busca abordar es la caída sostenida del indicador NPS, asociada a una disminución en la entrega de recomendaciones financieras personalizadas y de alto valor, originada por la falta de herramientas analíticas que apoyen al ejecutivo frente a la complejidad de las carteras, la diversidad de instrumentos disponibles y la heterogeneidad del universo de clientes.

A quienes Impacta:

- Clientes de la empresa:

Son impactados directamente al recibir recomendaciones de inversión más personalizadas, construidas a partir de la composición de su cartera actual y de las preferencias declaradas en la encuesta. Esto mejora la calidad del asesoramiento financiero y la experiencia percibida del servicio.

- Área Comercial (Ejecutivos de Inversión, Jefes de Venta y Gerencia Comercial):

Utilizan y consumen las bases de salida y los resultados de la solución como apoyo a su gestión diaria, permitiéndoles comparar objetivamente la cartera actual de sus clientes con alternativas óptimas y propuestas personalizadas. Esto facilita la priorización de cuentas, mejora la información disponible al momento del contacto con el cliente y apoya la generación de recomendaciones de mayor impacto.

- Área de Satisfacción y Experiencia de Cliente (UX):

Accede a información analítica que permite relacionar indicadores de satisfacción, como el NPS, con el nivel de contacto financiero y las recomendaciones entregadas, facilitando la identificación de brechas en la experiencia del cliente y oportunidades de mejora. Asimismo, obtiene una visión agregada del impacto de las recomendaciones financieras en los indicadores de satisfacción.

- Área de CVM y Business Intelligence (CVM-BI):

Consumo las bases de salida generadas por la solución, las cuales pueden ser integradas a sus herramientas de reportería de seguimiento comercial, tanto internas como orientadas al área comercial, a través de plataformas como Power BI y CRM. Esto permite una mejor visibilidad del estado de las carteras, la evolución de indicadores, la identificación de oportunidades y el seguimiento de acciones realizadas por los ejecutivos.

- Área de Riesgo e Inversiones:

Se beneficia de la disponibilidad de métricas estandarizadas de riesgo y retorno por cartera, lo que permite una evaluación consistente de las recomendaciones propuestas y un mejor entendimiento del perfil de riesgo de los clientes.

Cómo se espera solucionar el problema:

El problema identificado se abordará mediante el desarrollo de una solución analítica que permita evaluar y comparar, de forma objetiva y sistemática, la cartera de inversión de cada cliente, generar una cartera “optimizada” con las acciones que actualmente posee el cliente y una cartera “optimizada” integrando las preferencias declaradas por los clientes en el último año.

La solución consiste en un optimizador de carteras que maximice el ratio “sharpe” ($\frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$ asumiendo un $R_f = 3\%$). Para lo anterior se utilizarán los precios históricos de más de 100 acciones que poseen los 10.000 clientes para obtener los pesos que maximice el ratio sharpe, además de los indicadores de cada cartera obtenida, finalmente se integrara lo obtenido relativo a las preferencias declaradas del cliente, obteniendo una tercera cartera recomendada, la cual también maximiza el ratio sharpe incluyendo las acciones declaradas por el ejecutivo a la cartera vigente.

La solución se construirá a partir de la integración de las siguientes fuentes de información:

- **Datos de clientes (CRM):**
 - **TBL_DATA SHARES ACCOUNTS (CSV):** Tabla que contiene el ID de la cuenta, ID del cliente, el nombre de la acción, la cantidad de acciones y la fecha de consulta.
 - **TBL_ACCOUNT_MANAGER (CSV):** Tabla que contiene el ID del cliente y el ID del Ejecutivo Asignado
 - **TBL_CUS_PREFERENCIAS_DECLARADAS_UNICAS (CSV):** Tabla que contiene todas las preferencias declaradas a través de la web o de la encuesta de riesgo. Posee ID Encuesta, ID cliente, Ticker, Fuente de información, Fecha Encuesta.
- **Datos de satisfacción y contacto (Entregado por UX):**
 - **RESULTADOS_ENCUESTA_ACUMULADO_MODELO_NPS (Excel):** Tabla entregada con los resultados históricos de la encuesta para el NPS (últimos 3 años), incluyendo la lista de preferencias seleccionada por el cliente, la marca de contacto del ejecutivo en los últimos 6 meses y la fecha de encuesta.
- **Datos de mercado (Diccionario + Yahoo Finance):**
 - **Paquete “quantmod”:** precios históricos de acciones obtenidos desde Yahoo Finance, considerando información a partir del año 2024.
 - **DICCIONARIO_TICKERS (EXCEL):** diccionario con mas de 100 acciones con su nemotécnico en formato yahoo finance.

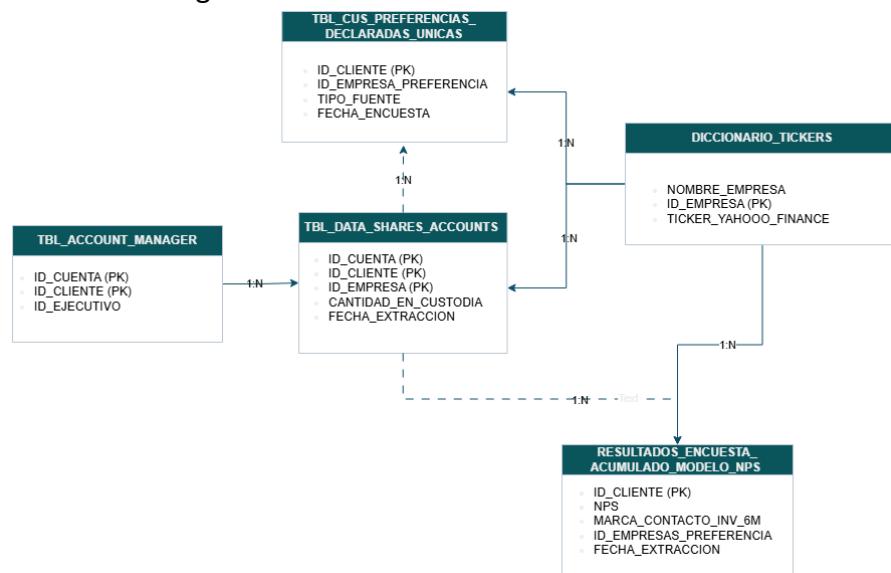
Sobre estas fuentes, se desarrollará un proceso de análisis cuantitativo de carteras utilizando el lenguaje **R** y **RStudio**, que permita:

1. Calcular los pesos relativos de la cartera actual de cada cliente, así como sus indicadores de **retorno esperado y riesgo**, medido a través de la desviación estándar.
2. Construir, para cada cliente, una **cartera óptima** bajo el criterio de maximización del **ratio de Sharpe**, utilizando una tasa libre de riesgo del 3% anual y considerando restricciones realistas de inversión, tales como pesos positivos y ausencia de ventas en corto.

3. Generar una **cartera óptima adicional** que incorpore las acciones seleccionadas por el cliente en la encuesta, evaluando su impacto en términos de riesgo y retorno frente a la cartera actual y la cartera óptima.
4. Si un cliente posee mas de una cuenta, se determinará la cantidad de carteras optimas como cuentas posea el cliente, dado que depende de la proporción de acciones de cada una de las cuentas.
5. Comparar las distintas alternativas de cartera (cartera actual, cartera óptima y cartera optima adicional), calculando brechas de retorno esperado, métricas de riesgo y un ranking relativo que permita priorizar recomendaciones.
6. Generar bases de salida estructuradas a nivel de cuenta y de ejecutivo, diseñadas para su integración en herramientas de reportería y CRM, facilitando el uso de los resultados por parte del área comercial, analítica y de experiencia de cliente.

De esta forma, la solución busca transformar la información disponible en una herramienta de apoyo a la toma de decisiones, permitiendo a los ejecutivos entregar recomendaciones más personalizadas y de mayor impacto, optimizar la gestión de sus carteras de clientes y contribuir a la mejora de los indicadores de satisfacción, como el NPS.

Imagen 1: Estructura de las tablas del modelo:



Periodicidad del desarrollo:

La solución se plantea con una fase inicial de construcción y puesta en marcha, seguida de un proceso de actualización periódica de los resultados.

La **fase de desarrollo inicial** considera un plazo máximo de **3 semanas**, durante el cual se realizará la integración de las fuentes de información, limpieza y cruce de tablas, el desarrollo del proceso analítico y la validación de los resultados obtenidos.

Una vez implementada la solución, se establecerá una **actualización semanal** de las bases de salida, la cual se ejecutará el **primer día hábil de cada semana**, incorporando la información más reciente disponible de las carteras de inversión y de los datos de mercado de los últimos 2 años.

Adicionalmente, los resultados asociados a la **encuesta de satisfacción (NPS)** y a las preferencias declaradas por los clientes a través de esta encuesta, serán actualizados con una **periodicidad mensual**, incorporándose en la ejecución correspondiente a la **segunda semana de cada mes**, de acuerdo con la disponibilidad de dicha información.

Este esquema de periodicidad permite mantener la información actualizada para la gestión comercial y analítica, asegurando al mismo tiempo estabilidad y consistencia en los resultados entregados.

Tareas asociadas a la periodicidad

Fase de desarrollo inicial (primer mes):

- Levantamiento y validación de las fuentes de datos de clientes, carteras, preferencias y satisfacción.
- Normalización de identificadores (clientes, cuentas y acciones).
- Integración de datos de mercado y diccionario de tickers.
- Desarrollo del proceso de cálculo de métricas de cartera (retorno esperado, riesgo).
- Implementación del optimizador de carteras bajo el criterio de maximización del ratio de Sharpe.
- Validación de resultados y generación de las primeras bases de salida.

Actualización semanal:

- Actualización de datos de mercado y precios históricos.
- Recálculo de métricas de riesgo y retorno de las carteras.
- Ejecución del optimizador para carteras actuales y propuestas.
- Generación de bases de salida actualizadas a nivel de cuenta y ejecutivo.
- Publicación de resultados para reportería y consumo en CRM.

Actualización mensual (encuesta de satisfacción):

- Incorporación de los resultados más recientes de la encuesta NPS.
- Actualización de preferencias de inversión declaradas por los clientes a través de esta encuesta.
- Repetir actualización semanal.

Imagen 2: Diagrama de tareas proceso inicial:

Imagen 2: Diagrama de tareas actualizaciones y outputs:

Alcance del Proyecto:

El proyecto contempla el desarrollo de una solución analítica orientada a la evaluación, comparación y recomendación de carteras de inversión, integrando información de clientes, preferencias declaradas, indicadores de satisfacción y datos de mercado.

Considera

- Integración de fuentes de datos internas relacionadas con clientes, cuentas de inversión, ejecutivos asignados, preferencias declaradas y resultados de encuestas de satisfacción.
- Integración de datos de mercado a través de precios históricos de acciones obtenidos desde Yahoo Finance, utilizando información a partir del año 2024.
- Normalización de instrumentos financieros mediante el uso de un diccionario de tickers para su correcta identificación en formato Yahoo Finance.
- Cálculo de métricas de cartera a nivel de cuenta, tales como pesos relativos, retorno esperado y riesgo, medido a través de la desviación estándar.
- Implementación de un optimizador de carteras bajo el criterio de maximización del ratio de Sharpe, considerando una tasa libre de riesgo del 3% anual y restricciones realistas de inversión (pesos positivos y ausencia de ventas en corto).
- Generación de una cartera óptima basada en la composición actual del cliente y una cartera óptima adicional que incorpore las preferencias de inversión declaradas por el cliente.
- Comparación entre cartera actual, cartera óptima y cartera óptima con preferencias, incluyendo el cálculo de brechas de retorno esperado y métricas de riesgo.
- Generación de bases de salida estructuradas a nivel de cuenta y ejecutivo, diseñadas para su integración en herramientas de reportería y CRM.
- Actualización periódica de los resultados de acuerdo con la periodicidad definida (semanal y mensual para encuestas de satisfacción).

No considera

- La ejecución automática de recomendaciones o la realización de operaciones de compra y venta de instrumentos financieros.
- La integración transaccional con sistemas core bancarios o plataformas de trading.
- La consideración explícita de costos de transacción, impuestos, comisiones u otros gastos asociados a la ejecución de inversiones.
- La incorporación de perfiles regulatorios formales de riesgo o validaciones de compliance.
- El uso de modelos predictivos avanzados o técnicas de aprendizaje automático.
- El desarrollo de interfaces de usuario finales (front-end), tales como aplicaciones web o dashboards interactivos, más allá de la generación de bases de datos para reportería.
- El análisis de instrumentos distintos a acciones (por ejemplo, derivados, renta fija o productos estructurados).
- Seguimiento del contacto efectivo por parte del ejecutivo en el cual se haga uso de esta información.
- Se considerarán mas de 200 acciones locales y extranjeras de alta presencia bursátil. Aquellas que no estén en el listado no serán consideradas para la optimización.

Parte 2: Planificación del trabajo.

Descriptor del proyecto:

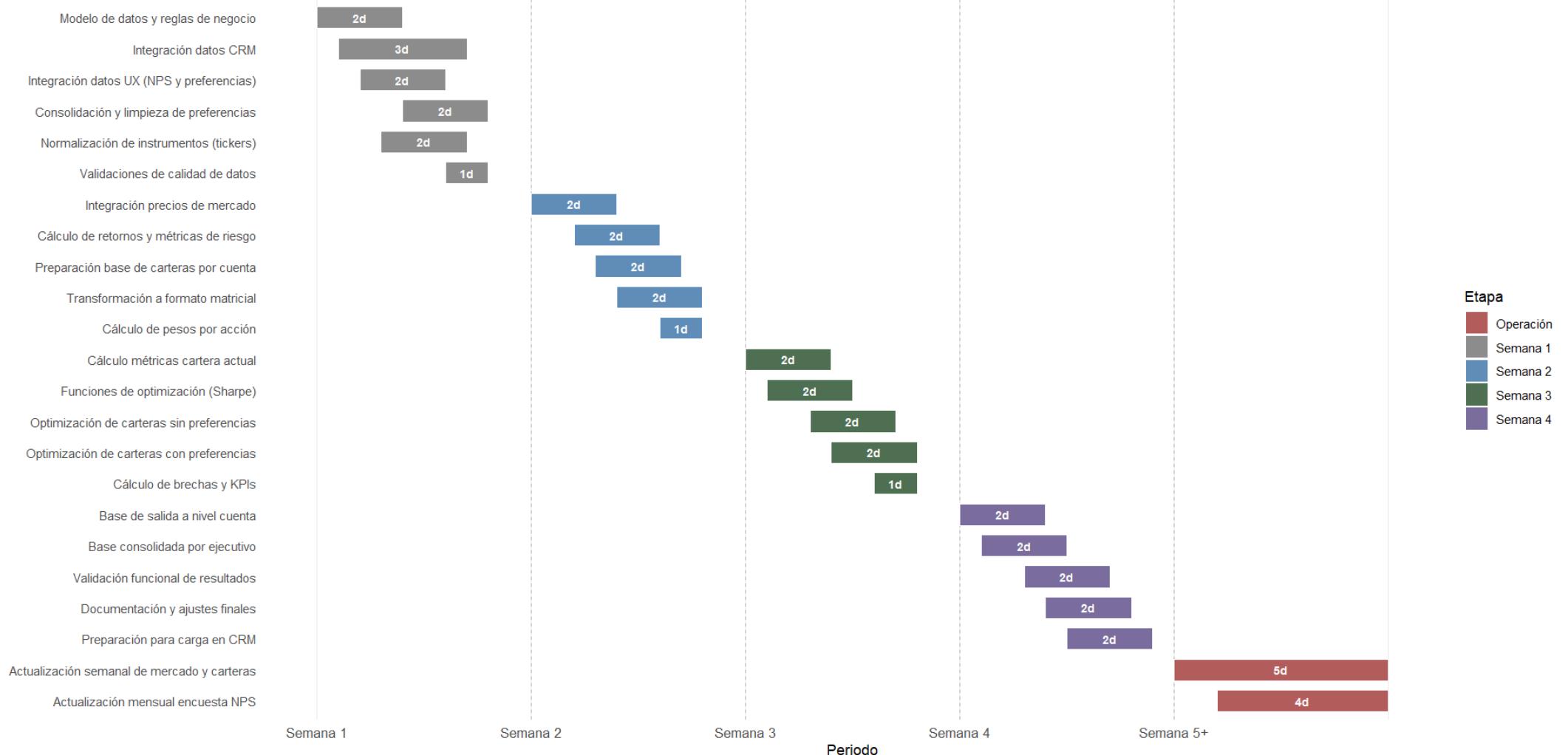
El proyecto consiste en el desarrollo de una solución analítica orientada a la evaluación, optimización y recomendación de carteras de inversión a nivel de cuenta, integrando información interna de clientes, preferencias declaradas y resultados de encuestas de satisfacción, junto con datos de mercado. La solución permite comparar la cartera actual de cada cliente con alternativas optimizadas bajo criterios de riesgo y retorno, así como generar una propuesta de cartera que incorpore las acciones de interés declaradas por el cliente.

El análisis se desarrolla utilizando el lenguaje R y RStudio, empleando precios históricos de acciones obtenidos desde Yahoo Finance y un optimizador de carteras basado en la maximización del ratio de Sharpe. Los resultados se entregan mediante bases de salida estructuradas a nivel de cuenta y ejecutivo, diseñadas para su integración en herramientas de reportería y CRM, con el objetivo de apoyar la gestión comercial, mejorar la calidad de las recomendaciones financieras y contribuir a la mejora de la experiencia y satisfacción del cliente.

Carta Gantt:

Carta Gantt – Planificación del Proyecto

Bloques de trabajo organizados por etapa



Explicación Carta Gantt:

Gantt – Fase de desarrollo (4 semanas)

Semana 1 - Preparación e integración de datos

Objetivo: dejar los datos cruzados, integrados y confiables en RStudio.

Actividades / Sub-actividades:

BLOQUE 1 - Definición de modelo e integración base:

1. Definición final del modelo de datos y reglas de negocio.
2. Carga e integración de datos de CRM en R (clientes, cuentas, ejecutivos).
3. Carga de datos de satisfacción (NPS, contacto y preferencias).
4. Filtrar datos considerando solo la última encuesta de satisfacción disponible por cliente.

BLOQUE 2 - Procesamiento de información de encuestas:

5. Separar la lista de preferencias de la última encuesta de satisfacción disponible por cliente.
6. Integración de datos de NPS asociados a la encuesta de satisfacción.

BLOQUE 3 - Integración y consolidación de preferencias declaradas:

7. Carga de preferencias declaradas en página web.
8. Integración de preferencias provenientes de página web y encuesta de satisfacción.
9. Filtrar preferencias correspondientes a los últimos 12 meses.
10. Eliminar preferencias repetidas, conservando valores únicos por cliente.

BLOQUE 4 - Normalización de instrumentos financieros:

11. Normalización de instrumentos y tickers mediante el diccionario de acciones (formato Yahoo Finance).

BLOQUE 5 - Validaciones de calidad de datos:

12. Validaciones de calidad, consistencia y completitud de los datos integrados.

Entregable: Datos integrados y validados, modelo lógico cerrado.

Semana 2 - Preprocesamiento para optimización

Objetivo: construir los inputs para generar el modelo de optimización en RStudio.

Actividades / Sub-actividades:

BLOQUE 1 - Integración de datos de mercado:

1. Descarga e integración de precios históricos de acciones desde Yahoo Finance a través de R.

BLOQUE 2 - Cálculo de métricas por acción:

2. Cálculo de retornos esperados de los últimos dos años para las acciones (diario, mensual y anual).
3. Cálculo de métricas de riesgo para las acciones (varianza y desviación estándar).

BLOQUE 3 - Preparación de base de carteras por cuenta:

4. Selección de columnas a utilizar desde la base de carteras por cuenta.
5. Transposición de tickers desde formato fila a columna en la base de carteras por cuenta.
6. Construcción de la cartera actual por cuenta con la cantidad de acciones por ticker (una cuenta por fila).

BLOQUE 4 - Cálculo de pesos de cartera:

7. Obtención de los pesos por acción de cada cartera.

Entregable: base de datos preparada para la generación de carteras optimizadas y el cálculo de indicadores.

Semana 3 – Análisis y optimización de carteras

Objetivo: construir el código del modelo de optimización de la base en RStudio.

Actividades / Sub-actividades:

BLOQUE 1 - Cálculo de métricas de carteras actuales:

1. Obtención de los retornos esperados y desviaciones estándar para las acciones de todas las carteras de la base, recorriendo la base desde la cartera 1 hasta la cartera n.
2. Determinación del retorno esperado y la desviación estándar de todas las carteras actuales de la base (diaria, mensual y anual).

BLOQUE 2 - Desarrollo del modelo de optimización:

3. Generación de la función para calcular los pesos óptimos que minimizan el ratio de Sharpe negativo, utilizando los retornos esperados y considerando solo acciones con cantidad en custodia mayor a 0.
4. Generación de una subfunción para el cálculo de la matriz de covarianzas de cada cartera puntual, considerando únicamente las acciones con cantidad en custodia mayor a 0.

BLOQUE 3 - Optimización de carteras sin preferencias:

5. Determinación del retorno esperado y la desviación estándar de todas las carteras optimizadas de la base (diaria, mensual y anual).

BLOQUE 4 - Optimización de carteras con preferencias declaradas:

6. Aplicación de la función de cálculo de pesos óptimos incorporando las preferencias declaradas por el cliente.

7. Determinación del retorno esperado y la desviación estándar de todas las carteras optimizadas de la base con preferencias (diaria, mensual y anual).

BLOQUE 5 - Comparación y análisis de brechas:

8. Cálculo de brechas entre la cartera original, la cartera optimizada y la cartera optimizada con preferencias.

Entregable: Construcción de funciones críticas para el modelo y cálculos analíticos por cuenta, incluyendo tres carteras con sus respectivos pesos y KPIs.

Semana 4 - Outputs, validación y despliegue

Objetivo: dejar el resultado usable por negocio.

Actividades / Sub-actividades:

BLOQUE 1 - Construcción de bases de salida:

1. Construcción de base de salida con información a nivel cuenta.
2. Construcción de base consolidada con información por ejecutivo.

BLOQUE 2 - Validación técnica y ajustes:

3. Validación de resultados con casos de prueba.
4. Ajustes finales y documentación del proceso.

BLOQUE 3 - Validación piloto con negocio:

5. Validación con cuatro ejecutivos.
6. Preparación de estructura para carga en CRM / reportería.
7. Integración de mejoras según feedback de los ejecutivos en etapa piloto.

BLOQUE 4 - Cierre:

8. Cierre de la fase de desarrollo.

Entregable: Script y bases finales listas para consumo comercial y analítico.

Semana 5 y posteriores – Actualización recurrente

Objetivo: Operación y actualización continua

Actividades / Sub-actividades:

BLOQUE 1 – Actualización semanal de información operativa:

1. Actualización de precios de mercado.
2. Actualización de preferencias declaradas vía web.
3. Recálculo de métricas de riesgo y retorno de las carteras.
4. Re ejecución del proceso de optimización de carteras.
5. Generación de bases de salida actualizadas.

BLOQUE 2 – Actualización mensual de satisfacción y preferencias:

6. Incorporación de los resultados de la nueva encuesta NPS.
7. Actualización de preferencias declaradas en la encuesta de satisfacción.
8. Re ejecución de los procesos semanales considerando la nueva información.

Entregable continuo: Bases de salida actualizadas para CRM y reportería.