

Analítica de Datos

Red de Subtes de Buenos Aires

Grupo: N°2

Integrantes: Gino Frigoni, Nicolás Diego Diddi

Profesores: María Cecilia Ribecco, Pérez Matias Agustín

Fecha: 07/11/2025

1. Introducción.....	2
1.1 Presentación del problema y justificación de su importancia.....	2
1.2 Objetivos generales y específicos.....	3
2. Marco Teórico.....	4
2.1 Fundamentos de metodología de la investigación aplicados a la analítica de datos.....	4
2.2 Conceptos de transporte urbano, movilidad y patrones de uso en subtes.....	5
3. Metodología.....	7
3.1 Diseño metodológico.....	7
3.2 Etapa 1 – Exploración visual de los datos (EDA).....	8
3.3 Etapa 2 – Limpieza y transformación de datos.....	9
3.4 Etapa 3 – Creación de dashboards e insights.....	10
3.5 – Variables, Población y Muestra.....	11
Población de estudio.....	11
Muestra.....	11
Variables.....	12
Tipo de variables y nivel de medición.....	12
Justificación de la muestra.....	13
4. Análisis de Resultados y Visualizaciones.....	13
4.1 Mapa interactivo de estaciones del Subte.....	14
4.2 Boletos mensuales por línea (2018–2024).....	15
4.3 Treemap de líneas y estaciones por boletos totales (2018–2024).....	17
4.4 Gráfico detallado por hora — Boletos por línea (2018–2024).....	18
4.5 Brecha entre días laborables y no laborables (índice 2019 = 100).....	19
4.6 Comparación de viajes por día de la semana.....	20
4.7 Comparación de viajes por día de la semana.....	21
4.8 Evolución de viajes por franja horaria (laborables y no laborables).....	22
5.1 Respuesta a las hipótesis planteadas.....	23
Hipótesis nula.....	23
Hipótesis secundaria.....	24
6. Resultados y Conclusiones.....	25
6.1 Reflexión final sobre los resultados obtenidos.....	25
6.2 Contraste entre objetivos, hipótesis y resultados.....	26
Síntesis de validación de hipótesis.....	27
Conclusión general.....	27
7. Bibliografía.....	28
8. Anexos.....	29
8.1 Google Drive – Repositorio de trabajo y procesamiento de datos.....	29
8.2 Google Colab – Visualizaciones y desarrollo de gráficos.....	30



8.3 Sitio web del proyecto – Subte Analítica.....	30
---	----

1. Introducción

1.1 Presentación del problema y justificación de su importancia

El Subte de Buenos Aires, inaugurado en 1913, constituye el sistema de transporte subterráneo más antiguo de América Latina y uno de los pilares fundamentales de la movilidad metropolitana. Conecta zonas periféricas con el núcleo urbano de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, facilitando los desplazamientos diarios de cientos de miles de personas hacia sus lugares de trabajo, estudio y recreación. En este sentido, el Subte no solo cumple una función de transporte, sino que también actúa como un factor estructurante del espacio urbano y social.

En el año 2018, la red alcanzó su punto máximo de utilización, con cifras récord de pasajeros transportados. Este crecimiento reflejaba tanto la expansión de la infraestructura como el fortalecimiento de las actividades económicas y laborales presenciales. Sin embargo, la irrupción de la pandemia de COVID-19 en 2020 produjo una disrupción sin precedentes: las medidas de aislamiento social y las restricciones a la circulación generaron un colapso abrupto en la demanda, reduciendo el número de pasajeros a niveles mínimos históricos.

Aunque en los años posteriores —particularmente desde 2022— se observó una tendencia de recuperación, los registros actuales aún no logran igualar los valores de 2018. Entre los factores explicativos de esta brecha destaca el cambio estructural en los hábitos laborales y de movilidad, especialmente a partir de la consolidación del **teletrabajo** y los **esquemas híbridos**. Estos modelos redujeron la necesidad de traslados cotidianos hacia los centros administrativos y financieros de la ciudad, impactando directamente en la demanda del transporte público subterráneo.

Por lo tanto, comprender cómo la pandemia y el teletrabajo modificaron los patrones de movilidad es esencial para el diseño de políticas públicas en transporte urbano, la planificación operativa del sistema y la sostenibilidad económica de la red. El presente trabajo se propone analizar este fenómeno mediante la aplicación de herramientas de **analítica de datos**, integrando fuentes estadísticas, económicas y laborales para identificar tendencias, rupturas y relaciones causales.

Problema de investigación:

¿En qué medida la pandemia y la consolidación del teletrabajo han influido en la reducción persistente de la demanda de pasajeros del Subte de Buenos Aires, comparando los niveles de 2018 con los de 2022–2024?

1.2 Objetivos generales y específicos

Objetivo general

Analizar el impacto de la pandemia y del teletrabajo en la demanda de pasajeros del Subte de Buenos Aires, comparando los patrones de uso entre los años 2018 (prepandemia) y el período 2022–2024 (postpandemia), con el fin de identificar cambios estructurales en la movilidad urbana.

Objetivos específicos

1. **Comparar el volumen promedio de pasajeros** transportados en los años 2018 y 2022–2024, detectando diferencias significativas en los niveles de demanda.
2. **Evaluar las fluctuaciones laborales** según los días de la semana, distinguiendo comportamientos entre lunes a viernes y descartando fines de semana, feriados o días no laborables.
3. **Analizar las variaciones horarias** de uso del Subte, focalizando en las franjas de inicio (6–9 hs) y cierre de jornada laboral (16–19 hs).
4. **Explorar la relación entre el precio del boleto, la inflación y el salario mínimo**, como variables que pueden incidir indirectamente en la disminución de la demanda.
5. **Incorporar información contextual** (teletrabajo, economía y movilidad urbana) que permita comprender los resultados en un marco más amplio.

2. Marco Teórico

2.1 Fundamentos de metodología de la investigación aplicados a la analítica de datos

La metodología de la investigación constituye el pilar sobre el cual se sostiene toda producción científica. En el contexto de la analítica de datos, su aplicación garantiza que los resultados obtenidos no sean fruto de la casualidad, sino de un proceso sistemático, reproducible y verificable. El presente estudio adopta un enfoque propio de la investigación cuantitativa, en el que la recolección, procesamiento y análisis de datos se orientan a comprobar hipótesis previamente planteadas.

El **método científico**, tradicionalmente estructurado en etapas de observación, formulación de hipótesis, experimentación, análisis y conclusiones, se adapta aquí al campo de la ciencia de datos. En este caso, las fases se reinterpretan del siguiente modo:

- **Observación:** detección empírica de una caída abrupta en la cantidad de pasajeros del Subte durante el período 2020–2021, seguida de una recuperación incompleta a partir de 2022.
- **Formulación del problema:** identificación de los factores que explican por qué, incluso con la normalización de la actividad, los niveles de demanda no retornaron a los de 2018.
- **Hipótesis:** el teletrabajo —tanto en su modalidad plena como híbrida— es un factor explicativo clave de la brecha persistente en la cantidad de pasajeros.
- **Recolección de datos:** obtención de registros históricos oficiales de pasajeros, precios de boletos, valores del dólar, y estadísticas laborales provenientes de fuentes públicas y privadas.
- **Análisis:** aplicación de técnicas de exploración, limpieza, comparación y visualización de datos mediante herramientas computacionales de código abierto (Python, pandas, matplotlib, entre otras).
- **Conclusiones:** verificación de las hipótesis a través de indicadores cuantitativos y visualización e interpretación de gráficos.



En este marco, la **analítica de datos** se concibe como una extensión instrumental del método científico, que permite transformar grandes volúmenes de registros en conocimiento significativo. Su aporte radica en la posibilidad de descubrir patrones, correlaciones y comportamientos no evidentes a simple vista, integrando el rigor metodológico con la capacidad analítica de la tecnología.

Para garantizar la validez del estudio, se atienden tres principios metodológicos esenciales:

- **Confiabilidad:** la posibilidad de reproducir los resultados aplicando los mismos datos y procedimientos.
- **Objetividad:** la neutralidad del análisis frente a interpretaciones personales o expectativas previas.
- **Rigurosidad:** la aplicación sistemática de criterios técnicos en cada fase del proceso (limpieza, exploración, comparación y visualización).

En síntesis, la metodología aplicada combina los fundamentos clásicos de la investigación científica con las prácticas contemporáneas de la ciencia de datos. Esto asegura que los resultados obtenidos no solo describan una situación, sino que permitan comprender los fenómenos subyacentes que explican las variaciones observadas en la movilidad urbana.

2.2 Conceptos de transporte urbano, movilidad y patrones de uso en subtes

El transporte urbano es un componente estructural de la vida en las grandes ciudades. Permite la circulación de personas y bienes, sostiene la actividad económica, y define la forma en que los ciudadanos se relacionan con el espacio público. Entre los distintos medios disponibles, el **Subte de Buenos Aires** cumple una función estratégica al conectar zonas residenciales con el centro administrativo y financiero de la capital argentina.

Antes de la pandemia, el sistema mostraba una tendencia creciente de utilización, impulsada por el incremento de la población urbana, la expansión de la red y la mejora en la frecuencia del servicio. El año 2018 se constituyó como el punto de máxima demanda, registrándose más de 300 millones de viajes anuales según datos oficiales. Las franjas horarias de mayor concentración correspondían al inicio (6:00–9:00 hs) y cierre (16:00–19:00 hs) de la jornada laboral, lo que evidencia su fuerte vínculo con los desplazamientos por motivos de trabajo.



La irrupción de la pandemia de COVID-19 en 2020 alteró radicalmente esta dinámica. Las medidas de aislamiento y la suspensión temporal de actividades presenciales generaron un colapso en la movilidad, reduciendo la cantidad de pasajeros a menos del 10 % de los valores normales. Sin embargo, lo más relevante no fue la caída coyuntural, sino la **recuperación incompleta posterior**: aun con el retorno de la presencialidad, el sistema no volvió a alcanzar los niveles previos.

Este fenómeno se inscribe en un contexto global. Diversos estudios realizados en ciudades como **Londres, Madrid o Nueva York** evidencian reducciones sostenidas en la demanda de transporte público, que oscilan entre el 15 % y el 30 % en comparación con la etapa pre-pandemia. Entre las causas identificadas se destacan la expansión del teletrabajo, la flexibilidad horaria y el uso creciente de medios alternativos de movilidad (bicicletas, monopatines eléctricos o transporte privado).

En **Argentina**, las encuestas del **INDEC (2023)** y de consultoras privadas como Adecco revelan que aproximadamente un **25 % de los trabajadores urbanos** desarrollan actualmente alguna modalidad de teletrabajo parcial o total. Esto implica una menor necesidad de viajes cotidianos hacia los centros de empleo y una redistribución de la demanda a lo largo de la semana.

Desde una perspectiva teórica, el estudio del transporte y la movilidad se apoya en conceptos clave como:

- **Movilidad urbana:** conjunto de desplazamientos que las personas realizan cotidianamente dentro del espacio urbano, condicionados por factores sociales, económicos y territoriales.
- **Elasticidad de la demanda de transporte:** grado en que los usuarios modifican su comportamiento ante variaciones en precios, tiempos de viaje o ingresos.
- **Patrones de uso:** regularidades observables en la frecuencia, horario y finalidad de los viajes realizados por la población.

En este marco, el Subte de Buenos Aires puede considerarse un termómetro de la actividad urbana. Las variaciones en su demanda no solo reflejan condiciones del transporte, sino también transformaciones más amplias en la estructura social, económica y tecnológica de la ciudad. Analizar su evolución mediante herramientas de analítica de datos permite comprender cómo la interacción entre pandemia, teletrabajo y contexto económico ha redefinido los hábitos de movilidad de los porteños.

3. Metodología

3.1 Diseño metodológico

El presente estudio se enmarca dentro de un **diseño no experimental**, de tipo **cuantitativo, descriptivo, exploratorio y comparativo**. Este enfoque se justifica por la naturaleza del fenómeno analizado: se trata de observar, describir y comparar patrones existentes en un conjunto de datos históricos, sin manipular variables ni intervenir en el comportamiento de los sujetos o del sistema de transporte.

- **Enfoque cuantitativo:** se trabaja con datos numéricos provenientes de registros históricos del Subte de Buenos Aires (pasajeros transportados por línea, estación y día), a los que se suman variables económicas y laborales complementarias (como precio del boleto, dólar blue y salario mínimo vital y móvil). Este enfoque permite medir y comparar objetivamente las variaciones en la demanda de pasajeros a lo largo del tiempo.
- **Carácter descriptivo:** el propósito central es caracterizar cómo evolucionaron los patrones de uso del Subte antes y después de la pandemia, identificando tendencias generales, rupturas y posibles relaciones entre variables.
- **Carácter exploratorio:** al tratarse de un fenómeno reciente —la consolidación del teletrabajo post pandemia—, se busca identificar indicios de relaciones causales y patrones emergentes que puedan orientar investigaciones futuras.
- **Carácter comparativo:** el análisis se basa en el contraste entre períodos pre-pandemia (2018-2019) y post-pandemia (2021–2024), con el objetivo de determinar diferencias significativas en la cantidad de pasajeros y en la distribución temporal de los viajes.

Las **unidades de análisis** corresponden a los **registros diarios de pasajeros** del Subte, filtrados para considerar exclusivamente los días laborales (lunes a viernes) y excluir sábados, domingos, feriados y jornadas con interrupciones de servicio.

Este diseño metodológico permite abordar el problema desde una perspectiva empírica, combinando técnicas estadísticas con herramientas informáticas propias de la analítica de datos. La finalidad no es únicamente describir la evolución de la demanda, sino también ofrecer evidencia que contribuya a comprender los efectos estructurales de la pandemia y del teletrabajo sobre la movilidad urbana.

3.2 Etapa 1 – Exploración visual de los datos (EDA)

La primera fase de la investigación consistió en la **exploración visual y estadística de los datos (EDA, por sus siglas en inglés: Exploratory Data Analysis)**. Esta etapa tiene como finalidad familiarizarse con el conjunto de datos, identificar inconsistencias y obtener una comprensión general del comportamiento de las variables.

Actividades desarrolladas:

- **Limpieza preliminar:** se verificó la integridad de los archivos, se detectaron valores faltantes, registros duplicados o inconsistentes, y se identificaron días atípicos (por ejemplo, interrupciones de servicio, paros o eventos extraordinarios). Eliminación del año 2020 por falta de datos.
- **Modificación de valores :** se estandarizaron las fechas , se renombraron las estaciones para evitar nombres muy similares que trataban de lo mismo. Renombramos columnas para mejor interpretación.
- **Visualizaciones iniciales:** se elaboraron gráficos de distribución y comparación que permitieron observar los patrones de variación en la cantidad de pasajeros.

Objetivo de esta etapa:

La exploración visual no busca probar hipótesis, sino **descubrir tendencias preliminares** y posibles anomalías que orienten las etapas siguientes. De esta manera, se construye una base empírica sólida para la limpieza, transformación y análisis posterior.

3.3 Etapa 2 – Limpieza y transformación de datos

La segunda etapa del proceso metodológico consistió en la **preparación del conjunto de datos (fase ETL: Extracción, Transformación y Carga)**. Esta fase es fundamental, ya que la calidad de los resultados depende directamente de la consistencia y confiabilidad del dataset final.

Actividades principales:

1. **Filtrado de días no representativos:** se excluyeron sábados, domingos y feriados nacionales con el objetivo de centrarse en el patrón laboral regular (lunes a viernes).
2. **Eliminación de outliers:** se identificaron y descartaron valores extremos mediante criterios estadísticos (por ejemplo, el método del rango intercuartílico), que podrían corresponder a huelgas, fallas técnicas o eventos excepcionales.
3. **Normalización y transformación de variables:** se calcularon los viajes promedio por día y por semana, ajustando las series para permitir la comparación entre años con distinta cantidad de registros.
4. **Integración de datos externos:** se incorporaron variables económicas y laborales, tales como el **valor histórico del dólar blue**, el **salario mínimo vital y móvil (SMVM)** y el **precio del boleto de Subte**. Estas variables permitieron contextualizar las variaciones de demanda en relación con el poder adquisitivo y la evolución económica.
5. **Documentación del proceso:** todas las transformaciones fueron registradas detalladamente para asegurar la **transparencia y reproducibilidad** del proceso.

Resultado esperado:

Obtener un dataset depurado, estructurado y coherente que permita realizar comparaciones válidas entre distintos períodos, tanto a nivel temporal (años y semanas) como espacial (líneas y estaciones).

3.4 Etapa 3 – Creación de dashboards e insights

La tercera etapa se centró en el **análisis visual y la generación de insights** a partir de los datos procesados. El objetivo fue traducir los resultados numéricos en visualizaciones claras, que permitan identificar de manera intuitiva los patrones y relaciones más relevantes.

Herramientas utilizadas:

- **Lenguaje:** Python, por su versatilidad y potencia en el manejo de datos.
- **Librerías:**
 - **pandas** para manipulación y análisis de datos.
 - **matplotlib** y **plotly.express** para la creación de gráficos interactivos y visualizaciones comparativas.
 - **folium** para la representación geográfica de estaciones y líneas (en etapas exploratorias).
 - **Leaflet.js** Biblioteca para mapas interactivos.
 - **Chart.js** Biblioteca para generar los gráficos de barras mensuales.

Interpretación:

Las visualizaciones no solo funcionan como evidencia gráfica, sino también como herramienta de comunicación de resultados. Permiten detectar rápidamente patrones, como caídas sostenidas, picos de recuperación o desplazamientos en los horarios de mayor uso.

Producto final:

Un conjunto de dashboards interactivos y visualizaciones estáticas que sintetizan el comportamiento de la demanda del Subte a lo largo del tiempo, constituyendo la base para la contrastación de hipótesis y la formulación de recomendaciones.

3.5 – Variables, Población y Muestra

Población de estudio

La población de referencia del presente trabajo está compuesta por el **total de registros históricos de pasajeros transportados en la Red de Subtes de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires** entre los años **2018 y 2024**, según los datos oficiales disponibles en fuentes abiertas (Buenos Aires Data y SBASE).

Estos registros incluyen la cantidad de viajes diarios validados por medio de la tarjeta SUBE, desagregados por línea y estación, representando así el universo total de desplazamientos urbanos realizados en el sistema subterráneo durante el período analizado.

La elección de este rango temporal responde a criterios metodológicos específicos:

- **2018-2019** se consideran los años base, previo a la irrupción de la pandemia, y refleja el punto de máxima demanda del sistema.
- **2020** se excluye completamente del análisis debido a la escasez y discontinuidad de los registros, producto del aislamiento social obligatorio.
- **2022-2024** constituyen los años de reactivación postpandemia, en los cuales se busca evaluar el impacto sostenido del teletrabajo y los cambios estructurales en la movilidad.

Muestra

La muestra utilizada se conforma por los **registros diarios correspondientes exclusivamente a días laborales (lunes a viernes)**, descartando fines de semana, feriados y jornadas con interrupciones de servicio por paros o mantenimiento.

Este filtrado garantiza la representatividad del patrón de movilidad laboral y permite realizar comparaciones consistentes entre períodos anuales.

El proceso de selección de la muestra se basó en un enfoque **no probabilístico de tipo intencional**, dado que se priorizó la pertinencia de los casos frente al tamaño muestral.

De esta manera, se buscó conservar únicamente los datos relevantes para analizar la demanda estructural del sistema en su funcionamiento normal, evitando sesgos por variaciones estacionales o eventos excepcionales.

Variables

El estudio se apoya en un conjunto de **variables cuantitativas y cualitativas**, clasificadas en principales y secundarias según su relevancia analítica.

Variables principales:

- **Fecha** (2018–2024): identifica el día, mes y año.
- **Cantidad diaria de pasajeros**: número total de viajes validados en la red.
- **Línea de Subte**: categoría nominal (A, B, C, D, E, H).
- **Estación**: punto geográfico específico dentro de cada línea.
- **Franja horaria**: clasificación del horario de uso (inicio de jornada, intermedia, fin de jornada).

Variables secundarias:

- **Precio del boleto** (en pesos argentinos).
- **Valor del dólar blue** (referencia de tipo de cambio paralelo).
- **Salario Mínimo, Vital y Móvil (SMVM)** en el período correspondiente.
- **Relación tarifa–ingreso**: indicador del costo relativo del transporte en función del poder adquisitivo.

Tipo de variables y nivel de medición

- **Cuantitativas continuas**: cantidad diaria de pasajeros, precio del boleto, dólar blue, SMVM.

- **Cualitativas nominales:** línea, estación, fecha.
- **Cualitativas ordinales:** franja horaria (inicio, intermedia, fin de jornada).

Esta clasificación permite aplicar técnicas estadísticas descriptivas, análisis comparativos y representaciones visuales que facilitan la interpretación de patrones de movilidad y su relación con factores económicos y laborales.

Justificación de la muestra

El recorte metodológico utilizado —centrado en días hábiles y años clave— se justifica en términos de **validez interna**, al eliminar fluctuaciones estacionales o contextuales que podrían distorsionar los resultados.

Asimismo, la integración de variables externas (económicas y laborales) fortalece la **validez externa**, permitiendo extrapolar conclusiones hacia escenarios más amplios de análisis urbano y socioeconómico.

4. Análisis de Resultados y Visualizaciones

Esta sección presenta los principales hallazgos derivados del análisis exploratorio y comparativo de los datos procesados.

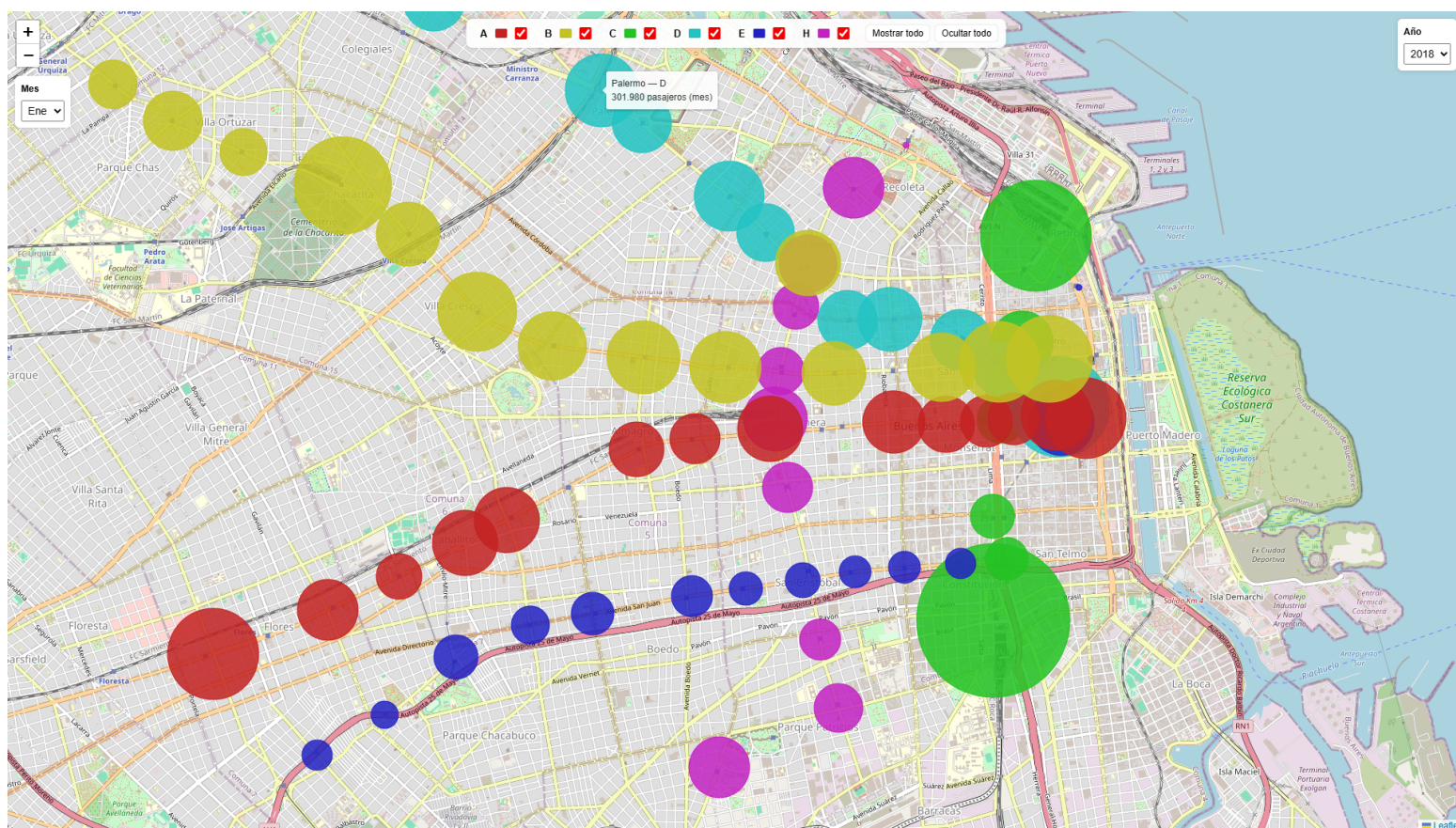
Los resultados se expresan mediante **gráficos y visualizaciones** que permiten observar de forma intuitiva los cambios en la demanda del Subte de Buenos Aires entre el período **2018 (pre-pandemia)** y **2022–2024 (post-pandemia)**.

Cada visualización se acompaña de una **interpretación analítica**, sin profundizar aún en las implicancias teóricas, las cuales se desarrollan en la sección siguiente.

4.1 Mapa interactivo de estaciones del Subte

Descripción:

El mapa muestra la red completa del Subte de Buenos Aires, con la ubicación geográfica de cada estación según sus coordenadas. Cada línea está representada por un color característico y se incluyen controles superiores para activar o desactivar la visibilidad de líneas individuales. Al hacer clic sobre una estación se despliega información específica como nombre, línea y volumen de boletos. Además cuenta con menús desplegables para seleccionar los meses de enero a diciembre y los años de 2018 a 2024 exceptuando el año 2020. <https://subteanalitica.site/>



Interpretación:

La distribución espacial permite observar cómo la red se concentra en el corredor norte-centro-sur de la ciudad, con menor cobertura en el oeste y sudoeste. Las líneas B, D y E muestran una clara orientación longitudinal, mientras que la H destaca por conectar transversalmente varios ejes. El mapa evidencia que las zonas de mayor densidad de estaciones coinciden con áreas de alta demanda laboral y comercial, reforzando la relación entre localización urbana y movilidad.

4.2 Boletos mensuales por línea (2018–2024)

Descripción:

Gráfico facetado que representa la evolución mensual de los boletos vendidos para cada línea desde 2018 hasta 2024. Se incluyen áreas sombreadas que indican el período de pandemia (2020–2021), junto con títulos por faceta que permiten comparar visualmente la tendencia de cada línea.





Interpretación:

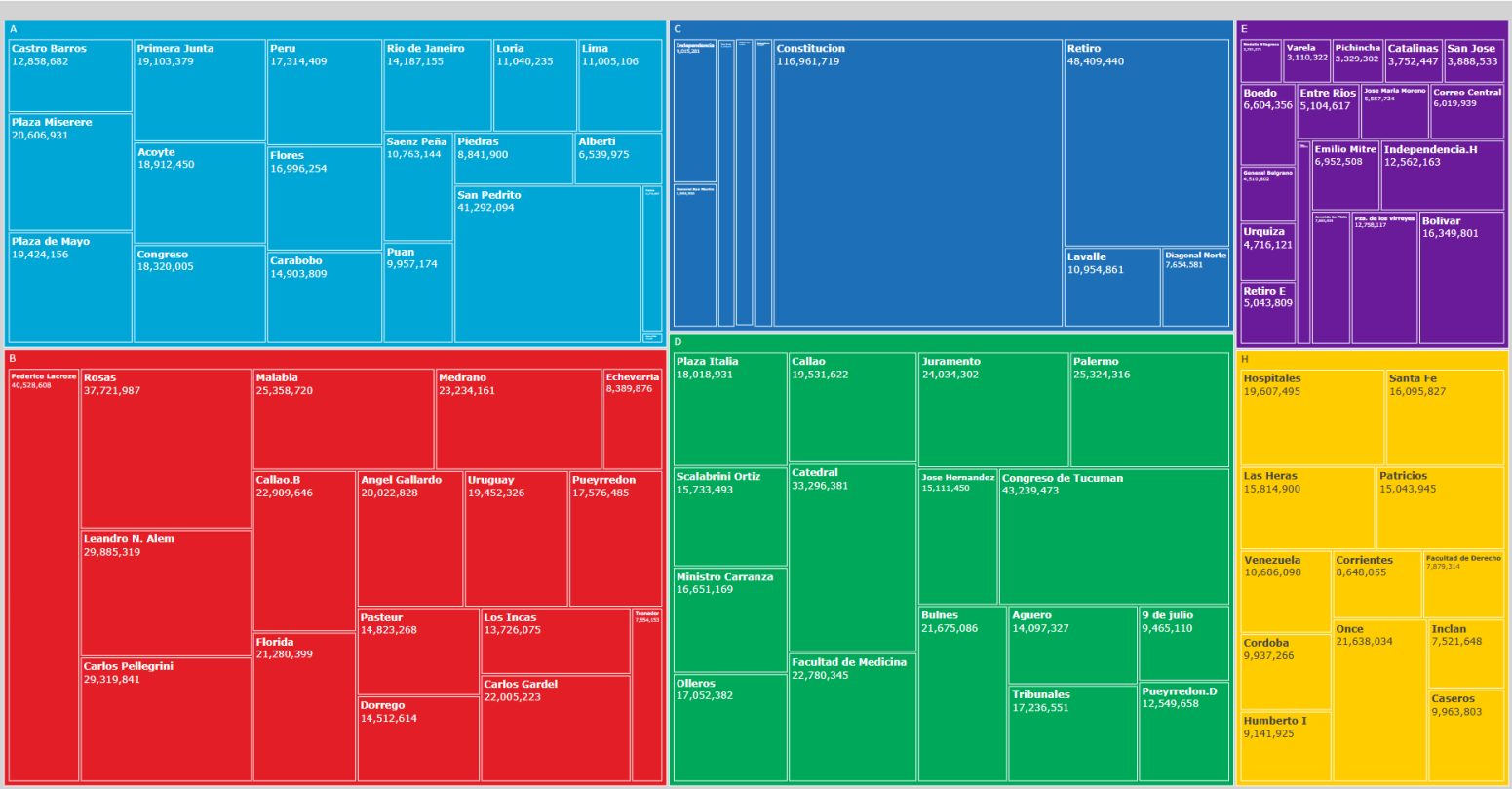
Todas las líneas presentan un patrón estacional con picos regulares en marzo (inicio de clases) y descensos durante los meses de invierno. La caída abrupta entre marzo de 2020 y mediados de 2021 refleja el impacto directo de las restricciones sanitarias. Si bien se observa una recuperación progresiva desde 2022, los niveles de uso permanecen por debajo de los valores pre-pandemia, evidenciando una persistente reducción de la demanda, probablemente asociada a cambios estructurales como el teletrabajo.

4.3 Treemap de líneas y estaciones por boletos totales (2018–2024)

Descripción:

El gráfico tipo treemap organiza las líneas del Subte como categorías principales y las estaciones como subniveles proporcionales al total de boletos emitidos. Cada rectángulo representa una estación, coloreada según la línea a la que pertenece.

Subte BA - Líneas y estaciones por boletos totales (2018–2024)



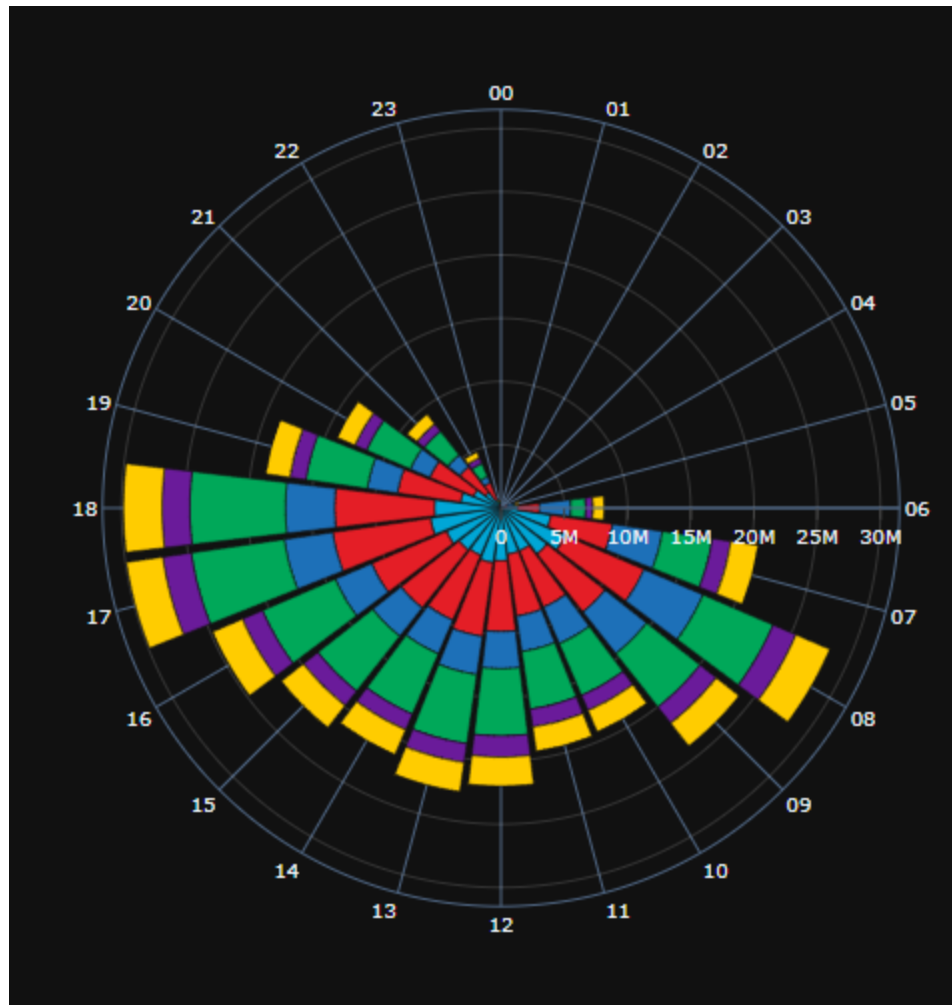
Interpretación:

Las estaciones centrales y de combinación —como 9 de Julio, Diagonal Norte, Catedral o Retiro— dominan visualmente el gráfico, lo que confirma su rol como nodos de alta conectividad. En contraste, las estaciones periféricas exhiben menor volumen, evidenciando un uso más localizado. Esta estructura jerárquica refleja la centralización del sistema y su dependencia de los tramos intermedios de cada línea.

4.4 Gráfico detallado por hora — Boletos por línea (2018–2024)

Descripción:

Diagrama polar que muestra la distribución horaria de boletos validados en el Subte, con menús desplegables para seleccionar año y línea. Los valores se distribuyen de manera circular desde las 00 hasta las 23 horas.



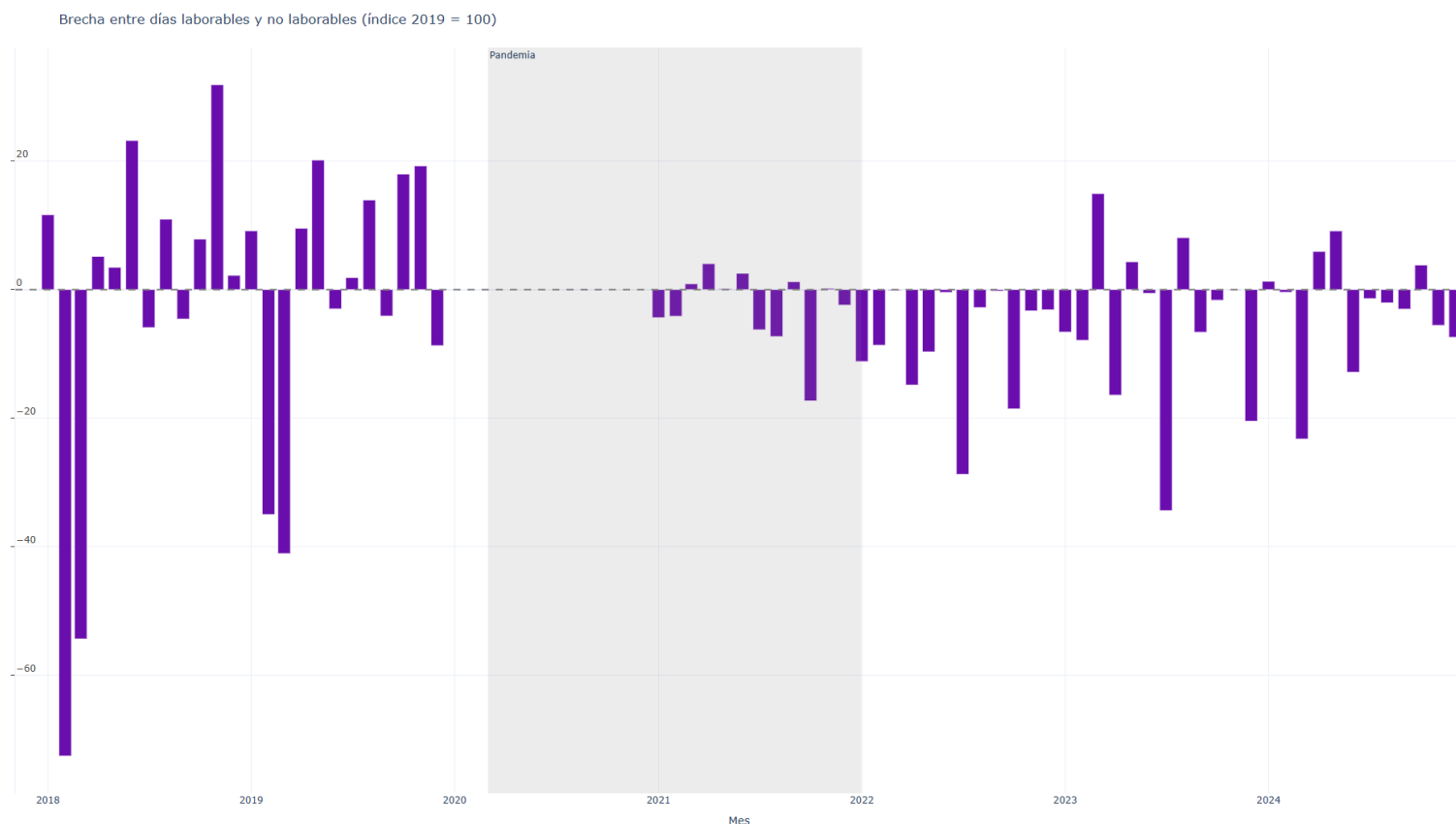
Interpretación:

El gráfico revela dos picos principales: uno matutino (7:00–10:00) y otro vespertino (17:00–20:00), asociados a los flujos laborales y escolares. Durante los años posteriores a la pandemia se observa una leve expansión del uso fuera de los horarios pico, lo que sugiere una flexibilización de los patrones de movilidad urbana. Este cambio podría vincularse al aumento del teletrabajo parcial y a una diversificación de los motivos de viaje.

4.5 Brecha entre días laborables y no laborables (índice 2019 = 100)

Descripción:

Gráfico de barras que muestra la diferencia porcentual entre los boletos emitidos en días laborables y no laborables, con una línea base en cero e identificación visual del período pandémico.



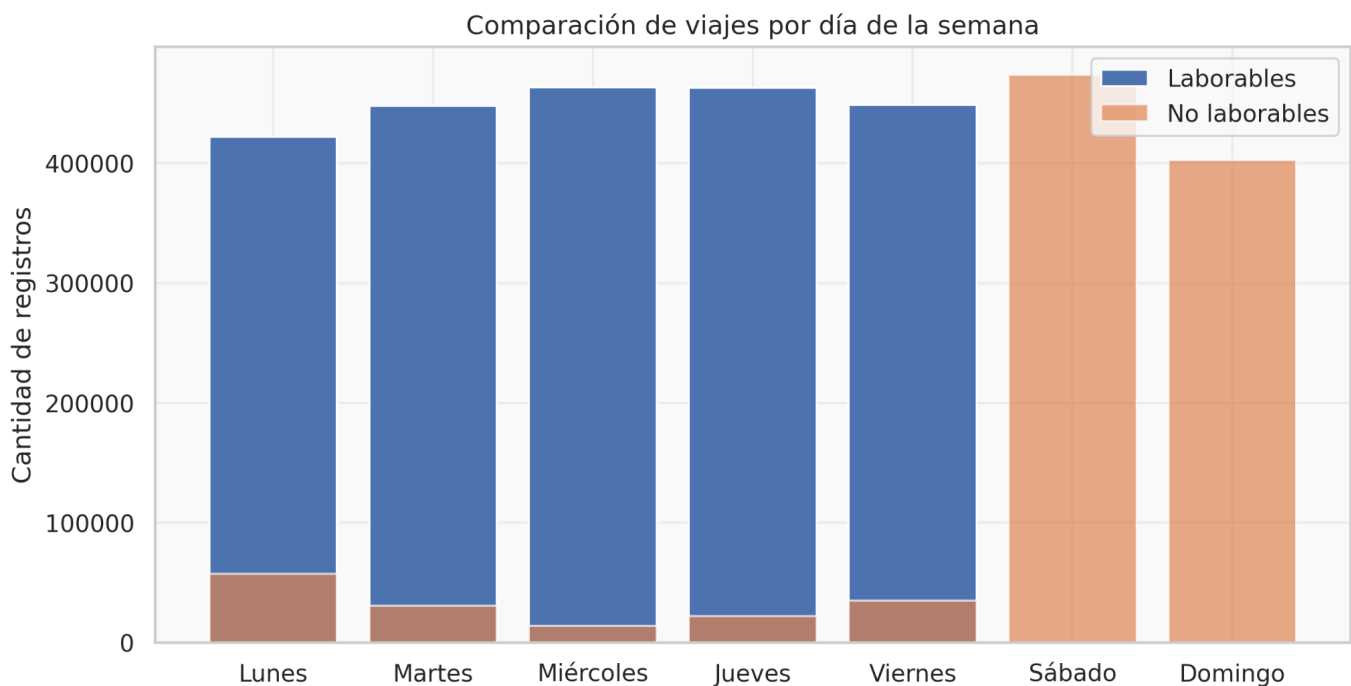
Interpretación:

Antes de 2020, la brecha era amplia y estable, lo que refleja un uso predominantemente laboral del Subte. Durante la pandemia la brecha se reduce drásticamente, al caer ambos tipos de días a niveles mínimos. Tras la reapertura, la recuperación de los días laborables es más marcada que la de los no laborables, aunque sin volver a los niveles de 2019. Esto sugiere que la demanda de fines de semana se vio más afectada por cambios en los hábitos de ocio y turismo interno.

4.6 Comparación de viajes por día de la semana

Descripción:

El gráfico presenta la cantidad total de registros de viajes en el Subte de Buenos Aires distribuidos por día de la semana. Se diferencian los días laborables (lunes a viernes) y no laborables (sábado y domingo) mediante colores contrastantes. En el eje X se ubican los días de la semana y en el eje Y la cantidad de registros de boletos validados. La barra apilada permite comparar de manera visual la magnitud de viajes según la categoría de día.



Interpretación:

Se observa una mayor frecuencia de viajes en los días laborables, con niveles relativamente estables de lunes a viernes y un leve incremento hacia el final de la semana, lo cual puede asociarse al aumento de desplazamientos por ocio o actividades sociales los viernes.

En contraste, los días no laborables (sábado y domingo) muestran una disminución considerable del volumen de viajes, coherente con la reducción de traslados laborales y el uso más recreativo del transporte.

Esta diferencia refuerza la idea de que el Subte es un sistema fuertemente orientado al transporte cotidiano y laboral, con un patrón de movilidad que se intensifica en los días hábiles y decae durante el fin de semana.

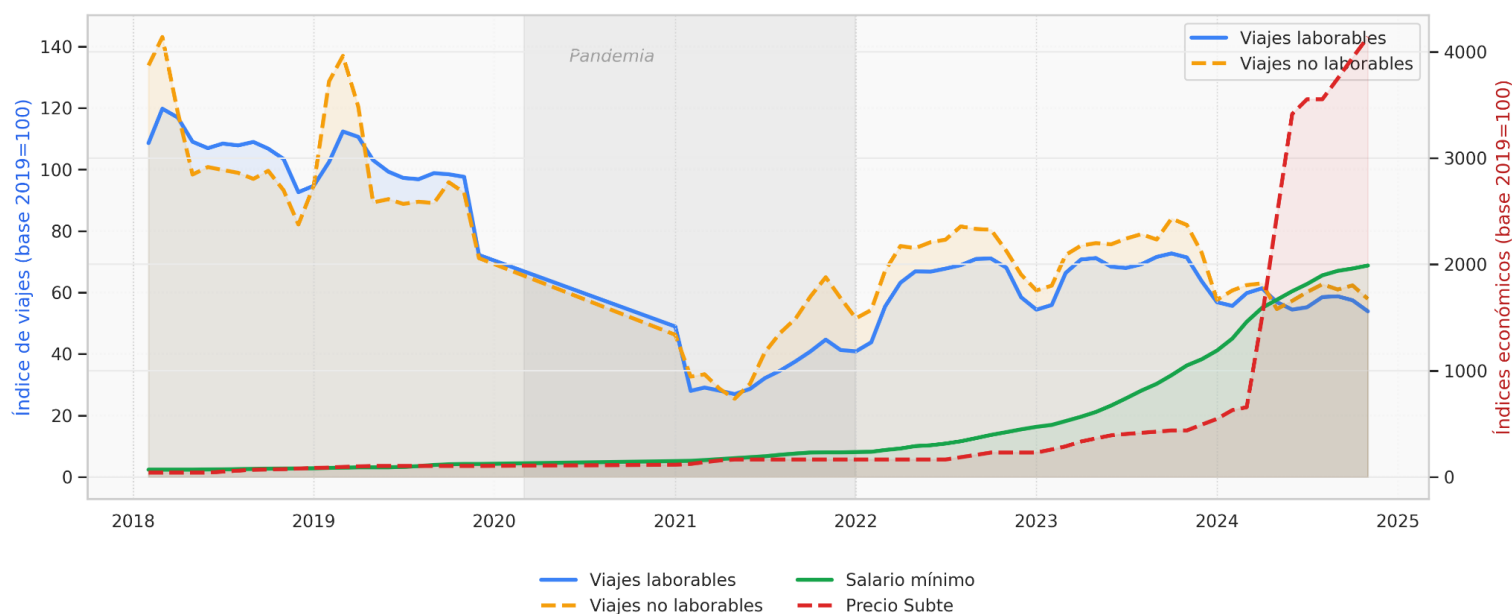
4.7 Comparación de viajes por día de la semana

Descripción:

El gráfico compara la evolución de los viajes en Subte (laborables y no laborables) con los indicadores del salario mínimo y el precio del pasaje, entre 2018 y 2024 (base 2019=100).

El eje izquierdo muestra los índices de viajes y el derecho los económicos, destacando el período de pandemia y el fuerte incremento de precios hacia 2024.

Evolución 2018-2024: Transporte (Subte) vs Economía



Interpretación:

Hasta 2019 los viajes se mantienen estables; durante la pandemia caen bruscamente y luego se recuperan parcialmente sin alcanzar los niveles previos.

En contraste, el salario mínimo crece de forma gradual, mientras que el precio del pasaje se dispara en 2023–2024.

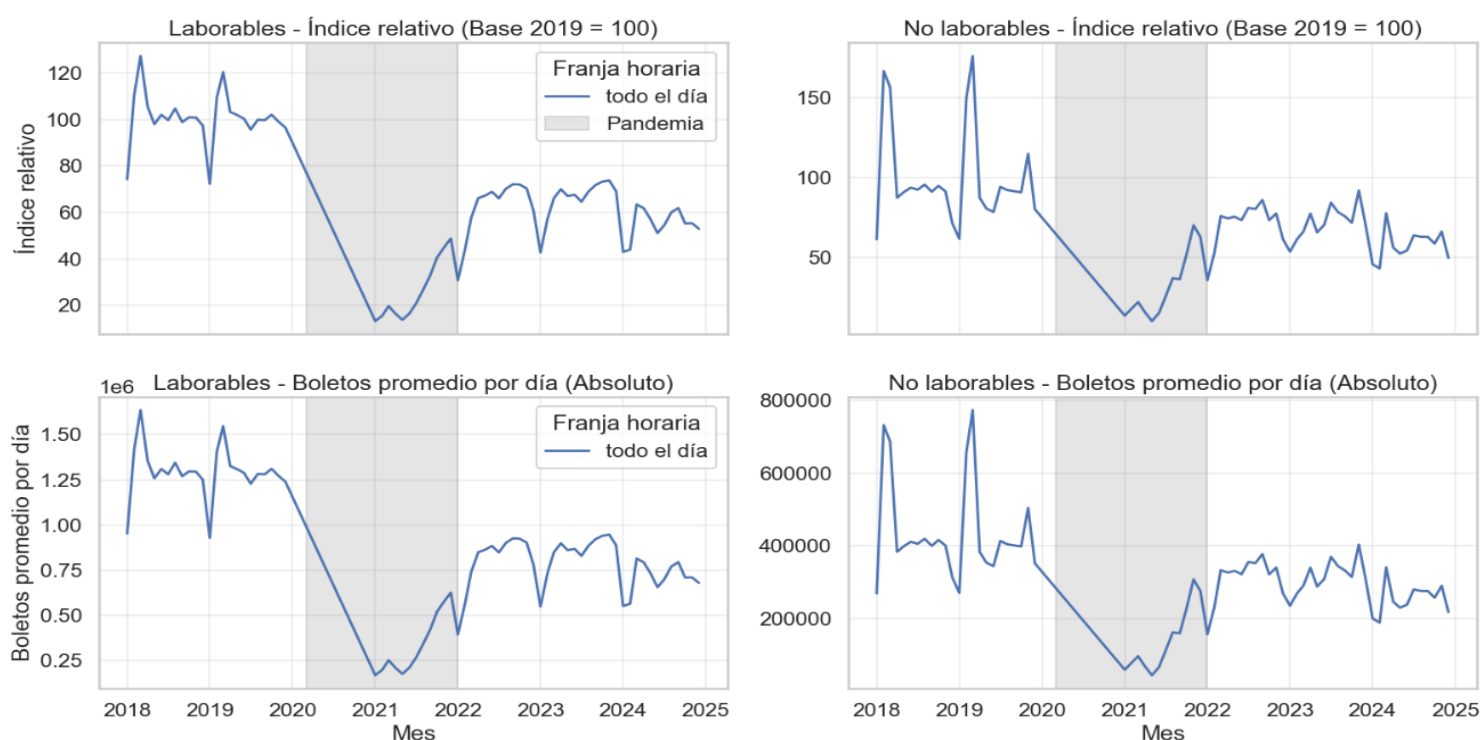
Esto refleja una pérdida de accesibilidad económica al transporte: los ingresos no compensan el aumento de tarifas, lo que puede haber limitado la recuperación total de la demanda.

4.8 Evolución de viajes por franja horaria (laborables y no laborables)

Descripción:

El gráfico muestra la evolución de los viajes del Subte entre 2018 y 2024, diferenciando los días laborables y no laborables. Incluye tanto el índice relativo (base 2019=100) como el promedio absoluto de boletos por día, destacando con una franja sombreada el período de pandemia (2020–2021). Cada panel permite observar cómo la cantidad de viajes desciende abruptamente durante las restricciones sanitarias y se recupera parcialmente a partir de 2022, con una mayor estabilidad en los días laborables, lo que refleja la lenta normalización de la movilidad urbana y la persistencia de cambios en los hábitos de desplazamiento posteriores a la crisis sanitaria.

Evolución de viajes por franja horaria (Laborables y No Laborables)



Interpretación:

Los viajes se mantienen estables hasta 2019, caen bruscamente durante la pandemia y luego muestran una recuperación parcial desde 2022, más fuerte en los días laborables. Esto evidencia una normalización gradual de la movilidad, aunque con cambios persistentes en los patrones de desplazamiento tras la crisis sanitaria.

5. Propuesta de Solución

5.1 Respuesta a las hipótesis planteadas

El eje central del trabajo consiste en contrastar la hipótesis principal y las hipótesis secundarias a partir del análisis de datos obtenidos y procesados en las etapas metodológicas anteriores.

La **hipótesis principal (HP)** sostiene que:

“Luego de la pandemia de COVID-19, la demanda del Subte de Buenos Aires no recuperó los niveles de 2018 debido, principalmente, a la consolidación del teletrabajo en sus modalidades plena e híbrida.”

Esta hipótesis se fundamenta en la observación de una reducción sostenida en los registros de pasajeros incluso después de la normalización de las actividades presenciales. Si bien la pandemia actuó como un evento disruptivo, los cambios estructurales en las formas de trabajo —particularmente la virtualidad— explican en gran medida por qué el sistema no volvió a alcanzar los valores previos.

Para someter esta hipótesis a prueba, se utilizaron comparaciones de medias y análisis descriptivos entre los períodos **2018 (pre-pandemia)** y **2022–2024 (post-pandemia)**, incorporando además variables de contexto económico (precio del boleto, salario mínimo y dólar blue).

El contraste permitió observar:

- Una **disminución sostenida del volumen promedio de pasajeros**, con variaciones porcentuales negativas más marcadas en los días lunes y viernes, lo que coincide con la tendencia al teletrabajo parcial en esquemas de dos o tres días presenciales.
- Una **reducción significativa en las franjas horarias pico (6–9 hs y 16–19 hs)**, acompañada por un aumento leve de viajes fuera de esos horarios, lo que podría indicar una flexibilización de rutinas laborales y menor concentración de viajes en horas punta.

Estas observaciones ofrecen evidencia consistente para sostener la hipótesis principal, en tanto el teletrabajo y la reorganización laboral parecen haber modificado de forma duradera los patrones de movilidad urbana.

Hipótesis nula



El promedio diario de pasajeros en 2018–2024 **no disminuyó** en la franja horaria laboral.

Esta hipótesis fue **refutada**: los datos muestran que la reducción más pronunciada se concentra justamente en los horarios de ingreso y salida laboral, lo que sugiere que los viajes por trabajo —uno de los principales motivos de uso del Subte— fueron los más afectados por la pandemia y el cambio en las modalidades de empleo.

Hipótesis secundaria

La disminución del promedio diario de pasajeros se debe también a **factores monetarios**, como el aumento del precio del boleto y la pérdida de poder adquisitivo.

Esta hipótesis fue **parcialmente confirmada**. Si bien los datos económicos indican un encarecimiento relativo del transporte (cuando se mide en relación con el salario mínimo o el valor del dólar), este factor por sí solo no explica la magnitud de la caída. Sin embargo, contribuye a reforzar la tendencia descendente, sobre todo en usuarios ocasionales o de ingresos bajos.

La evidencia obtenida permite concluir que el cambio en los patrones laborales y la reorganización del trabajo urbano post-pandemia constituyen los principales factores explicativos de la caída persistente de la demanda del Subte.

6. Resultados y Conclusiones

6.1 Reflexión final sobre los resultados obtenidos

El análisis desarrollado a lo largo de este estudio permitió identificar cambios estructurales en los patrones de movilidad del Subte de Buenos Aires entre 2018 y 2024.

Los resultados confirman una tendencia sostenida a la **reducción de la demanda** en comparación con los niveles previos a la pandemia, acompañada de una modificación profunda en los horarios y frecuencias de uso del sistema.

En términos cuantitativos, los registros muestran que la cantidad promedio de pasajeros transportados durante los años 2021–2024 continúa **entre un 20 % y un 30 % por debajo de los valores observados en 2018 y 2019**.

Esta diferencia persiste incluso considerando la reactivación económica y la reapertura total de actividades, lo que sugiere que no se trata de un fenómeno coyuntural sino estructural.

La evidencia obtenida permite afirmar que el **teletrabajo y los esquemas híbridos** se han consolidado como un componente permanente del mercado laboral urbano. Al reducir la necesidad de traslados presenciales, han modificado el perfil del usuario típico del Subte: ya no se trata mayoritariamente de trabajadores que viajan todos los días en horarios fijos, sino de una población más heterogénea que combina modalidades presenciales, virtuales y flexibles.

Asimismo, se detectó una **redistribución de los flujos de pasajeros** a lo largo de la semana. Los lunes y viernes, tradicionalmente picos de movilidad laboral, registran ahora los valores más bajos, lo que refleja la adopción de esquemas híbridos de asistencia al trabajo.

De igual modo, las **franjas horarias pico** (6–9 hs y 16–19 hs) presentan una disminución notoria, acompañada por un leve incremento de viajes en horarios intermedios, vinculados a actividades no laborales o a desplazamientos más flexibles.

Por otra parte, la incorporación de variables económicas al análisis mostró que el **costo relativo del transporte** (medido como porcentaje del salario mínimo o respecto del dólar blue) se incrementó significativamente entre 2018 y 2024.

Este factor, si bien secundario frente al teletrabajo, contribuye a desalentar el uso frecuente del Subte, especialmente en los sectores de ingresos más bajos. El aumento sostenido de tarifas sin una mejora proporcional de los ingresos reduce el incentivo al uso del transporte público cotidiano, reforzando la tendencia a la baja.

En conjunto, los resultados reflejan una **transformación estructural** en los patrones de movilidad urbana, donde la pandemia actuó como catalizador de cambios que ya estaban en gestación. La nueva normalidad se caracteriza por una menor movilidad laboral obligatoria, una mayor fragmentación de los flujos y un uso más racional del transporte público.

Desde el punto de vista metodológico, la aplicación de **analítica de datos** permitió validar hipótesis de manera empírica y reproducible, transformando registros dispersos en información útil para la toma de decisiones.

Este enfoque demostró su potencial como herramienta de diagnóstico y planificación, al proporcionar una visión integral que combina dimensiones **económicas, sociales y tecnológicas** del fenómeno de movilidad.

6.2 Contraste entre objetivos, hipótesis y resultados

El contraste entre los **objetivos planteados** y los **resultados obtenidos** muestra un alto grado de cumplimiento de las metas propuestas en el diseño del trabajo.

Objetivo específico	Evidencia obtenida / Resultado
Comparar promedios anuales de pasajeros (2018 vs 2022–2024)	Se comprobó una disminución promedio de entre 20% y 30%, especialmente en días hábiles.
Evaluar fluctuaciones semanales (lunes a viernes)	Se identificó una reducción más pronunciada de los días laborales en comparación con los días no laborales y feriados, coherente con la adopción de esquemas híbridos.
Examinar el efecto del precio del boleto y el contexto económico	Se observó un encarecimiento relativo del transporte, con impacto fuerte en la demanda total del año 2024
Relacionar hallazgos con el teletrabajo y nuevas modalidades laborales	Se confirmó que el teletrabajo constituye un factor explicativo central del cambio en los patrones de movilidad.

Síntesis de validación de hipótesis

- **Hipótesis principal:** Confirmada. La consolidación del teletrabajo explica una parte sustancial de la reducción persistente en la demanda del Subte.
- **Hipótesis secundaria 1:** Refutada. Las franjas laborales sí mostraron una disminución significativa.
- **Hipótesis secundaria 2:** Parcialmente confirmada. Los factores económicos contribuyen, pero no son la causa principal.

Conclusión general

El estudio demuestra que la pandemia de COVID-19 actuó como un **punto de inflexión** en la movilidad urbana de Buenos Aires. Si bien las restricciones fueron temporales, sus efectos en los hábitos laborales y de transporte perduran.

El teletrabajo y la digitalización de la actividad laboral redefinieron el concepto mismo de “movilidad obligatoria”, transformando los patrones de desplazamiento cotidiano.

En consecuencia, la red de Subtes enfrenta un nuevo desafío: **adaptarse a una demanda más heterogénea, flexible y distribuida**. Este escenario requiere políticas de gestión dinámica, infraestructura adaptativa y herramientas tecnológicas que permitan optimizar la oferta según la demanda real en tiempo casi real.

A nivel académico, el trabajo pone de manifiesto la **importancia de la analítica de datos en la formulación de políticas públicas**. La integración de información estadística, económica y social permite no solo comprender fenómenos complejos, sino también anticipar escenarios y orientar decisiones basadas en evidencia.

Finalmente, el caso del Subte de Buenos Aires se erige como un ejemplo del impacto de las transformaciones digitales y laborales sobre los sistemas urbanos. Comprender estas dinámicas es clave para diseñar una movilidad más inteligente, eficiente y sostenible en la ciudad del futuro.

7. Bibliografía

- [INDEC](#)
- [Buenos Aires Data Sets](#)
- [Adecco Argentina \(2023\). Encuesta sobre tendencias laborales y teletrabajo.](#)
- [DolarHoy – Dolar blue histórico 2018-2024](#)
- [Caída histórica de pasajeros en el subte](#)
- [Cada vez menos gente viaja en subte](#)
- [Uso del subte en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires](#)
- [Cada vez menos porteños viajan en subte](#)
- [Consolidated estimates of total travel and mode shares](#)
- [Impact of the COVID-19 Pandemic on Subway Ridership in New York City](#)
- [<https://enelsubte.com/noticias/category/tarifa/>](#)
- [\[https://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Planilla_cierre_de_cotizaciones.asp?moneda=2\]\(https://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Planilla_cierre_de_cotizaciones.asp?moneda=2\)](#)

8. Anexos

8.1 Google Drive – Repositorio de trabajo y procesamiento de datos

El procesamiento principal del proyecto se desarrolló en un entorno compartido de **Google Drive**, que funcionó como repositorio de trabajo colaborativo y espacio central de almacenamiento de los archivos de análisis.

Allí se encuentran documentadas todas las etapas del flujo metodológico, incluyendo:

- **Consolidación de datasets** correspondientes al período **2018–2024**.
- **Limpieza y normalización de variables** para garantizar la consistencia del análisis.
- **Eliminación de valores nulos, duplicados y días no laborables**.
- **Integración de fuentes externas:** dólar blue/oficial, salario mínimo vital y móvil, y tarifas históricas del Subte.
- **Generación de archivos finales de análisis** y visualizaciones.

Este repositorio permitió asegurar la trazabilidad y reproducibilidad del estudio, ofreciendo acceso directo a los materiales técnicos empleados.

 **Acceso al repositorio de trabajo (Google Drive):**

<https://drive.google.com/drive/folders/1xOUX7OsLa59takVd6jKLGrxY20hgS4Fa?usp=sharing>

8.2 Google Colab – Visualizaciones y desarrollo de gráficos

De manera complementaria, se utilizó un entorno **Google Colab** para la elaboración de las **visualizaciones interactivas y comparativas** del proyecto.

En este cuaderno se trabajó exclusivamente con los gráficos desarrollados a partir de los datos ya procesados en el repositorio de Drive, incluyendo:

- Comparación de pasajeros 2018 vs 2022–2024.
- Fluctuación semanal (lunes a viernes).
- Análisis de franjas horarias (inicio y fin de jornada).
- Diferencias entre líneas y estaciones.
- Evolución del boleto en relación al dólar blue y al salario mínimo.

Este entorno permitió generar visualizaciones reproducibles en Python, manteniendo la coherencia con los resultados del análisis principal.

 **Acceso al notebook de Google Colab:**

https://colab.research.google.com/drive/1jt3kPcDO_Qi5_k4_0EeqvoXttj6HI9Y8?usp=sharing

8.3 Sitio web del proyecto – Subte Analítica

Como extensión práctica y de divulgación de los resultados, se desarrolló el sitio web **Subte Analítica**, donde se presentan de manera interactiva las principales conclusiones del estudio.

El sitio reúne los gráficos comparativos, mapas dinámicos y datos económicos integrados, brindando una visión clara e intuitiva de la evolución de la movilidad subterránea porteña.

 **Acceso al sitio web del proyecto:**

<https://subteanalitica.site/>