N° Lista

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
ICS 1513 INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA, SEM 02-2025
PROFESORES: Alamo, R., Bisso, C., De Geyter, M., Galilea, P., Irarrázaval, F., Namur, E., Olea, I.

INTERROGACIÓN 2: INSTRUCCIONES

INSTRUCCIONES

- La interrogación es presencial: no se pueden ocupar apuntes de clases, ayudantías, ni lecturas.
- La interacción y comunicación con cualquier otra persona está prohibida, sus respuestas deben ser propias e individuales, escritas con sus propias palabras y comprensión de la materia.
- La prueba tendrá un único cuadernillo de respuestas.
- Antes de comenzar la interrogación, deben escribir en el cuadernillo de respuestas su nombre y número de alumno.
- Se recomienda leer cuidadosamente todo el enunciado antes de comenzar.
- La interrogación tiene 100 puntos en total. Los puntajes de cada pregunta están indicados al comienzo de cada una.
- La interrogación dura 2:45 horas. Distribuya adecuadamente su tiempo. Sea breve y conciso con sus respuestas.
- Durante la interrogación no se permite tener consigo dispositivos que permitan almacenar información ni comunicación con terceros (por ejemplo, no se puede usar el teléfono, computador, tablets, relojes inteligentes, ni calculadoras programables). Sólo se permite el uso de calculadoras no programables.
- Cuando termine el tiempo de la prueba, deberá escanear su desarrollo y subirlo a Canvas en la tarea para dicho propósito. Para esto tendrá 15 minutos. No se recibirán entregas fuera de plazo.
- Al entregar la interrogación, deberá dejar el cuadernillo de respuestas completo (sin separar hojas) adelante, de acuerdo con las instrucciones de los ayudantes. Deberá dejar el enunciado también adelante. No serán corregidas hojas sueltas.

COMPROMISO DE INTEGRIDAD ACADÉMICA

Entiendo que el Código de Honor de la Universidad está vigente en esta evaluación. Me comprometo a no entregar ni recibir ayuda indebida en esta evaluación. Esto incluye discutir la evaluación con compañeros que aún no lo han rendido. También declaro que si me percato de que existe fraude de cualquier tipo en esta evaluación, tengo el deber de comunicárselo al profesor del curso. Las violaciones a la integridad académica serán sancionadas siguiendo los procedimientos establecidos en la reglamentación de la Escuela de Ingeniería y de la Pontificia Universidad Católica de Chile para estos efectos.

DECLARACIÓN

Declaro solemnemente que estoy de acuerdo con el Código de Honor y las normas que rigen la prueba, y me comprometo a cumplir con ellas en su totalidad durante el proceso de evaluación.

Nombre completo: PAUTA

Firma: PAUTA

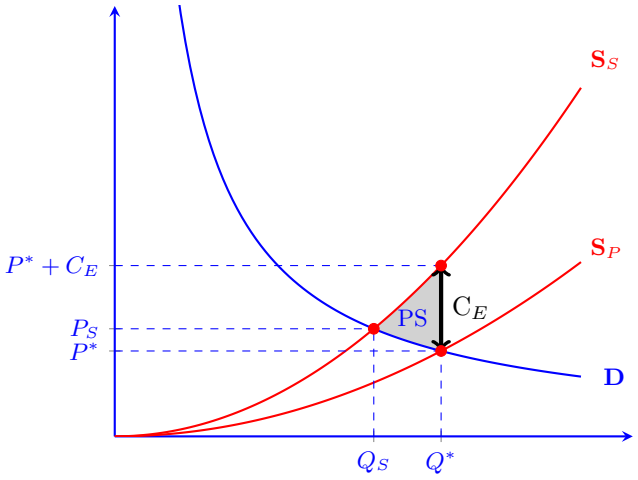
Fecha: 18 de noviembre de 2025

Pregunta 1: 35 PUNTOS

a) El modelo de *fast-fashion* busca producir y vender ropa de forma rápida y barata, respondiendo a tendencias de corta duración. Sin embargo, esta producción masiva implica un uso intensivo de recursos naturales y genera contaminación por desechos textiles, emisiones y vertimientos de sustancias químicas.

i.- **[2 puntos]** Represente gráficamente este mercado, con las curvas de oferta y demanda privadas y sociales, indicando el óptimo de mercado y el óptimo social y la pérdida social. Asuma externalidades marginales crecientes en función del nivel de ropa.

Solución:



Puntaje:

- **(0.5 puntos)** Por gráfico de curvas de demanda, oferta privada y oferta social.
- **(0.5 puntos)** Por identificación de la pérdida social.
- **(1 punto)** Por identificación de cantidades y precios óptimos de mercado y óptimos sociales.

ii.- **[2 puntos]** Explique cómo esta externalidad afecta la eficiencia de mercado.

Solución:

Debido a que existe una externalidad negativa, el costo marginal privado de producir *fast-fashion* es menor que su costo marginal social. Como resultado, el equilibrio competitivo se alcanza en Q^*, donde el precio solo refleja los costos privados y no el daño ambiental generado. En este punto, se produce y consume una cantidad mayor que la socialmente eficiente ($Q_S < Q^*$), lo que implica que el beneficio marginal de las últimas unidades consumidas es menor que el costo social marginal asociado a ellas.

Esto genera una pérdida irrecuperable de bienestar (pérdida social), representada por el área sombreada entre la curva de demanda y la curva de oferta social en el intervalo comprendido entre Q_S y Q^*. Esta pérdida refleja la ineficiencia provocada por la externalidad negativa, ya que el mercado no internaliza completamente sus costos sociales.

Puntaje:

- **(1 punto)** Por indicar que se produce y consume cantidades mayores a las socialmente eficientes debido a menores costos marginales del mercado privado respecto al costo marginal social.
- **(1 punto)** Por mencionar que se genera una pérdida de bienestar asociada a la pérdida social.

iii.- **[2 puntos]** Proponga una política pública que permita internalizar la externalidad y describa su efecto en la producción y en el bienestar social.

Solución:

Una política pública adecuada para internalizar esta externalidad negativa es la aplicación de un impuesto pigouviano por unidad producida, igual al costo marginal externo (C_E) en el nivel de producción Q_S. Como resultado, la cantidad producida disminuye desde el nivel competitivo Q^* hasta el nivel socialmente eficiente Q_S.

En términos de bienestar, esta política elimina la pérdida social asociada a la sobreproducción, ya que el equilibrio del mercado ahora se alcanza en el punto donde el beneficio marginal es igual al costo marginal social.

Puntaje:

- **(1 punto)** Por indicar que una política adecuada es la aplicación de un impuesto pigouviano que igual al costo marginal externo (C_E) en el nivel de producción Q_S.
- **(1 punto)** Por indicar que la cantidad se reduce al nivel socialmente eficiente al eliminar la pérdida social.

b) La tecnología puede modificar el grado de exclusión y la rivalidad de distintos bienes, cambiando su clasificación económica. Analice los siguientes dos casos, identificando cómo la tecnología ha transformado la naturaleza económica de cada uno:

i.- **[3 puntos]** Desde la televisión abierta hasta las plataformas de *streaming* por suscripción.

ii.- **[3 puntos]** Desde las clases presenciales en una universidad hasta las plataformas digitales abiertas como Khan Academy.

Para cada uno de los casos, responda:

- ¿Qué tipo de bien era antes?
- ¿Cómo modifica (o no) la tecnología su nivel de exclusión y rivalidad?
- ¿Qué tipo de bien es luego de la incorporación de la tecnología?

Solución:

Se deben considerar los supuestos y las dinámicas pertinentes y relevantes al estudiar las respuestas. Como se menciona en clases:

- Los límites entre las clasificaciones de los bienes pueden resultar difusos.
- El hecho de que los bienes sean excluyentes o rivales en el consumo puede depender de supuestos o contextos específicos.

i.- Desde la televisión abierta a plataformas de *streaming por suscripción*:

- **Antes:** La televisión abierta se comportaba como un bien público: no era excluible (cualquiera con un televisor podía acceder) y era prácticamente no rival, ya que el consumo por una persona no reducía el acceso de otra.
- **Cambio tecnológico:** Las plataformas de *streaming* introducen mecanismos de exclusión mediante sistemas de suscripción, cuentas personales y controles de acceso, lo que permite limitar quién consume el contenido. La rivalidad sigue siendo prácticamente despreciable, ya que el consumo de un usuario no reduce significativamente la calidad para los demás (salvo en casos de congestión extrema atípicos del servicio).
- **Después:** El servicio de *streaming* se transforma en un bien de club: es excluible, pero no rival (salvo casos extremos y poco comunes).

Puntaje:

- **(1 punto)** Por indicar que antes se comportaba como un bien público.
- **(1 punto)** Por indicar correctamente cómo se modifica la exclusión debido a la suscripción.
- **(1 punto)** Por indicar que el servicio de *streaming* se transforma en un bien de club.

ii.- Desde clases presenciales universitarias a plataformas digitales abiertas como Khan Academy:

- **Antes:** Las clases presenciales en una universidad son un bien de club: son excluibles (solo acceden quienes pagan matrícula o cumplen requisitos) y no rivales (pensando en la correcta asignación de de salas, profesores y recursos físicos para cada clase), por lo que mientras el tamaño del curso esté bajo su capacidad, un estudiante adicional casi no afecta a los demás.
- **Cambio tecnológico:** Las plataformas digitales abiertas permiten eliminar casi completamente la exclusión, ya que cualquier persona con acceso a internet puede acceder a los contenidos. Asimismo, la posibilidad de rivalidad se elimina, porque el consumo por un usuario no reduce la disponibilidad del contenido para otros.
- **Después:** Plataformas como Khan Academy se acercan a un bien público: son prácticamente no excluibles (en su versión gratuita) y no rivales en el consumo.

Puntaje:

- **(1 punto)** Por indicar que antes se trataba de un bien de club, i.e. excluibles y no rivales.
- **(1 punto)** Por indicar que las plataformas eliminan la exclusión y, eventualmente, una inusual rivalidad.
- **(1 punto)** Por indicar que las plataformas se acercan a lo que se entiende por bien público.

c) Considere un duopolio que opera como cartel, en el que se debe elegir el nivel de producción $y = (y_1, y_2)$ que maximice los beneficios totales de la industria. Considere una función inversa de demanda, donde el precio se modela como $p(y_1 + y_2)$ y los costos totales por empresa se modelan como $c_1(y_1)$ y $c_2(y_2)$. Considerando lo anterior, el problema que el duopolio resuelve es el siguiente:

$$\max_{y_1, y_2} \ \pi(y_1, y_2) = p(y_1 + y_2)\,[y_1 + y_2] - c_1(y_1) - c_2(y_2).$$

Estudiando el problema, se puede determinar que, en el óptimo, se cumplen las siguientes condiciones:

$$p(y_1 + y_2) + \frac{\partial p(y_1 + y_2)}{\partial y_i}[y_1 + y_2] = CM_i(y_i), \qquad i = 1, 2,$$

$$CM_1(y_1) = CM_2(y_2).$$

i.- **[3 puntos]** De acuerdo con lo visto en clases, interprete qué implica cada una de estas condiciones para el cartel.

Solución:

$$p(y_1 + y_2) + \frac{\partial p(y_1 + y_2)}{\partial y_i}[y_1 + y_2] = CM_i(y_i) \qquad i = 1, 2$$

Cuando la empresa i considera la posibilidad de aumentar su producción en Δy_i, tiene en cuenta dos efectos habituales:

i. Los beneficios adicionales generados por la venta de una mayor producción al precio p.
ii. Las consecuencias de la reducción del precio.

En este caso, debe considerar tanto su propia producción, como la de la otra empresa, ya que busca maximizar no solo sus propios beneficios, sino también los beneficios totales de la industria.

$$CM_1(y_1) = CM_2(y_2)$$

Si una empresa tiene una ventaja de costos, es decir, si su curva de coste marginal siempre se encuentra por debajo de la de la otra empresa, entonces en la solución del cartel producirá necesariamente una cantidad mayor en el punto de equilibrio. Esta ventaja de costes permite que la empresa con menores costos produzca más, ya que puede hacerlo de manera más eficiente, contribuyendo así a maximizar los beneficios totales del cartel.

Puntaje:

- **(1.5 puntos)** Por indicar que cada empresa debe considerar su propia producción y la de la otra empresa para maximizar el beneficio total del cartel.
- **(1.5 puntos)** Por indicar de cómo afecta a la producción que una empresa posea menores costos marginales respecto a la otra.

ii.- **[2 puntos]** Uno de sus compañeros le comenta que resulta interesante estudiar el beneficio marginal que percibe cada agente del cartel en la solución que maximiza los beneficios de la industria: $y^* = (y_1^*, y_2^*)$. En específico, se puede terminar que:

$$\left.\frac{\partial \pi_i}{\partial y_i}\right|_{y=y^*} = p(y_1^* + y_2^*) + \left.\frac{\partial p(y_1 + y_2)}{\partial y_i}\right|_{y=y^*} y_i^* - CM_i(y_i^*).$$

De acuerdo con lo visto en clases, ¿Qué signo tiene esta expresión? ¿Qué implica esta expresión en términos de cooperación y estabilidad del cartel?

Solución:

El signo de esta expresión es positivo. Esto implica que, si la empresa i cree que la empresa j mantendrá fijo su nivel de producción, determina que puede obtener un beneficio elevando su propia producción. Por lo tanto, siempre existe la tentación de violar los acuerdos, mermando la estabilidad del cartel y sus cuotas de producción.

Puntaje:

- **(1 punto)** Por indicar que la expresión es de signo positivo.
- **(1 punto)** Por indicar que el signo positivo implica que aumentar su producción puede aumentar su propio beneficio en desmedro de la empresa contraria, desestabilizando al cartel.

d) **[3 puntos]** Describa qué es la competencia monopolística. ¿Cómo se compara con el monopolio? ¿Cómo se compara con la competencia perfecta?

Solución:

La competencia monopolística es una estructura de mercado en la que existen muchas empresas, cada una ofreciendo un producto diferenciado (por marca, calidad, ubicación, estilo, etc.). Esta diferenciación les otorga cierto poder de mercado, por lo que enfrentan una curva de demanda con pendiente negativa.

A diferencia del monopolio, donde existe una sola empresa que controla el mercado y enfrenta toda la demanda, en competencia monopolística hay muchas firmas. Sin embargo, ambas comparten el hecho de que enfrentan demanda individual con pendiente negativa y fijan precios por sobre su costo marginal.

En contraste con la competencia perfecta, donde los productos son homogéneos y las empresas son tomadoras de precios, en competencia monopolística los productos están diferenciados, lo que permite cierto poder de mercado. No obstante, al igual que en competencia perfecta, en el largo plazo las ganancias económicas tienden a ser cero debido a la libre entrada y salida de empresas.

Puntaje:

- **(1 punto)** Por descripción correcta de competencia monopolística.
- **(1 punto)** Por comparar correctamente con el monopolio.
- **(1 punto)** Por comparar correctamente con la competencia perfecta.

e) Una persona deposita \$5.000.000 en un banco que paga un interés nominal anual del 6%. Si la inflación durante ese año es 4%:

i.- **[1 punto]** Calcule cuánto dinero tendrá al final del año (nominal).

Solución:

El monto nominal al final del año es:

$$M = P(1+i) = 5000000 \cdot (1+0.06)$$

$$M = 5300000$$

Puntaje:

- **(1 punto)** Por resultado correcto ($M = 5.300.000$).

ii.- **[1 punto]** Calcule la tasa de interés real utilizando la fórmula de Fisher exacta y la aproximada.

Solución:

La tasa de interés real se puede calcular usando la fórmula de Fisher exacta:

$$1 + r = \frac{1+i}{1+\pi}$$

$$1 + r = \frac{1.06}{1.04} \approx 1.01923$$

$$r \approx 0.01923 \approx 1.92\%$$

Y usando la aproximación de Fisher:

$$r \approx i - \pi = 0.06 - 0.04 = 2\%$$

Puntaje:

- **(0.5 puntos)** Por utilizar correctamente la fórmula de Fisher exacta.
- **(0.5 puntos)** Por utilizar correctamente la fórmula de Fisher aproximada.

iii.- **[1 punto]** Discuta qué pasaría con su rentabilidad si hubiera una inflación superior al 6%.

Solución:

Si la inflación fuese mayor que el 6% (es decir, $\pi > i$), entonces:

$$r = \frac{1+i}{1+\pi} - 1 < 0$$

Por lo tanto, la tasa de interés real sería negativa, lo que implica que, a pesar del aumento nominal del dinero, el poder adquisitivo del ahorrante disminuye. En otras palabras, la persona sería más pobre en términos reales al final del año.

Puntaje:

- **(1 punto)** Por indicar que el poder adquisitivo del individuo disminuye en términos reales, a pesar del aumento nominal.

iv.- **[2 punto]** Bajo el mismo escenario, si un trabajador recibe un aumento nominal de sueldo del 10%, ¿está necesariamente mejor? Explique.

Solución:

Sea $i = 0.10$ el aumento nominal del salario y suponiendo que la inflación cumple $\pi > 0.06$.
La variación real del salario se calcula mediante la ecuación de Fisher:

$$r = \frac{1+i}{1+\pi} - 1$$

Luego:

$$r = \frac{1.10}{1+\pi} - 1.$$

Para que el trabajador esté mejor en términos reales debe cumplirse:

$$r > 0 \iff \frac{1.10}{1+\pi} - 1 > 0 \iff \frac{1.10}{1+\pi} > 1 \iff 1.10 > 1+\pi \iff \pi < 0.10$$

En cambio, si:

$$\pi > 0.10$$

entonces:

$$r = \frac{1+i}{1+\pi} - 1 < 0$$

por lo que el salario real disminuye.
Dado que el enunciado solo establece que $\pi > 0.06$, no se puede asegurar que el trabajador esté mejor:

$$\text{Situación del trabajador: } \begin{cases} 0.06 < \pi < 0.10 & \Rightarrow r > 0 \quad \text{(mejora)} \\ \pi = 0.10 & \Rightarrow r = 0 \quad \text{(queda igual)} \\ \pi > 0.10 & \Rightarrow r < 0 \quad \text{(empeora)} \end{cases}$$

Puntaje:

- **(1 punto)** Por indicar que no se puede asegurar que el trabajador esté mejor.
- **(1 punto)** Por un desarrollo correcto que justifique la conclusión correcta y la situación de quiebre.

f) [**4 puntos**] Explique por qué no se puede atribuir todo el crecimiento económico (o su falta) a las políticas de un gobierno específico. Mencione 2 factores externos o estructurales que afectan el crecimiento más allá de las decisiones del gobierno de turno.

Solución:

No es correcto atribuir todo el crecimiento económico (o su falta) a las políticas de un gobierno específico, ya que el desempeño de una economía depende también de múltiples factores externos y estructurales que escapan al control de una administración de corto plazo.

Por un lado, existen factores externos asociados al contexto internacional, como el precio de las materias primas (por ejemplo, el precio del cobre en el caso chileno), crisis financieras globales, pandemias, guerras comerciales o conflictos geopolíticos, los cuales pueden afectar significativamente el crecimiento sin depender de decisiones internas.

Por otro lado, existen factores estructurales de largo plazo, como el nivel de capital humano, la infraestructura productiva, el stock de capital físico o la calidad institucional. Estos elementos no pueden modificarse sustancialmente en un solo período de gobierno, ya que requieren inversiones sostenidas y plazos prolongados de implementación (por ejemplo, construir un puerto, reformar el sistema educativo o mejorar la productividad laboral).

Puntaje:

- **(2 puntos)** Por explicar que los factores externos afectan al crecimiento y que escapan de las decisiones internas y /o explicar de qué forma los factores estructurales afectan el crecimiento más allá de las decisiones del gobierno de turno.

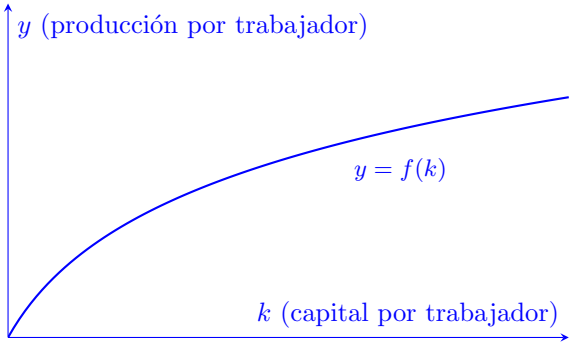
- **(2 puntos)** Por indicar al menos 2 factores externos y/o estructurales de largo plazo que incidan de alguna manera en el crecimiento.

g) El concepto de rendimientos decrecientes del capital ayuda a explicar por qué Chile creció más rápido en los años 90 que en la actualidad:

i.- **[3 puntos]** Explique qué son los rendimientos decrecientes del capital y grafique cómo varía la producción por trabajador a medida que aumenta el capital por trabajador.

Solución:

Los rendimientos decrecientes del capital significan que, si se mantiene constante todo lo demás (especialmente el trabajo y la tecnología), cada unidad adicional de capital genera un aumento cada vez menor en la producción, es decir, la producción aumenta con el capital, pero a una tasa decreciente.
Gráficamente:



Esta curva es creciente pero cada vez más plana, reflejando los rendimientos decrecientes del capital.

Puntaje:

- **(2 puntos)** Por la definición correcta y detallada de los rendimientos decrecientes de capital.
- **(1 punto)** Por el gráfico correcto de la situación.

ii.- **[3 puntos]** Explique por qué es "más fácil" crecer cuando un país es relativamente pobre (como Chile en 1990), que cuando es más desarrollado (como Chile en 2025).

Solución:

Cuando un país tiene un nivel bajo de capital por trabajador (como Chile en 1990), pequeñas inversiones en capital físico, infraestructura o tecnología generan grandes aumentos en la producción. Es decir, el producto marginal del capital es alto.

En cambio, cuando un país ya tiene un nivel elevado de capital por trabajador (como Chile en 2025), agregar más capital genera aumentos relativamente pequeños en la producción debido a los rendimientos decrecientes. Por ello, el crecimiento tiende a desacelerarse a medida que la economía se acerca a su estado estacionario.

Puntaje:

- **(1 punto)** Por justificar aludiendo al concepto de rendimiento decreciente de capital
- **(1 punto)** Por justificar correctamente el rápido crecimiento cuando un país es relativamente pobre.
- **(1 punto)** Por justificar correctamente que el crecimiento cuando se es más desarrollado decrece en rapidez.

Pregunta 2: 25 PUNTOS

a) En octubre de 2025, la Comisión Nacional de Energía (CNE) detectó un error en el ajuste tarifario eléctrico: el componente de energía en el IPC fue corregido dos veces por inflación, generando un aumento artificial del precio registrado. Este caso simplificado evalúa cómo un error en un rubro de la canasta afecta el IPC, la UF y las medidas de PIB.

Una encuesta indica que la canasta de consumo de un hogar típico está compuesta por la siguiente ponderación: 8% en energía, 30% en alimentos, 12% en transporte y 50% en arriendo. Al mismo tiempo, los precios observados con base en 2024 son los siguientes:

Table 1: Precios observados (base 2024 = 100)

Rubro	**Precio 2024**	**Precio 2025 (sin error)**	**Precio 2025 (con error)**
Energía	100	110	121
Alimentos	100	103	103
Transporte	100	102	102
Arriendo	100	101	101

Se pide:

i.- **[2 puntos]** Calcule el IPC 2025 e inflación antes de que la CNE detectara el error.

Solución:

En este ejercicio, el IPC se calcula como un promedio ponderado:

$$IPC = \sum w_i \cdot P_i$$

Usando los precios con error:

$$\begin{aligned} IPC_{2025}^{error} &= 0.08 \cdot 121 + 0.30 \cdot 103 + 0.12 \cdot 102 + 0.50 \cdot 101 \\ &= 9.68 + 30.9 + 12.24 + 50.5 \\ &= 103.32 \end{aligned}$$

Por tanto, la inflación observada habría sido:

$$\pi^{error} = \frac{103.32}{100} - 1 = 0.0332 = 3.32\%$$

Puntaje:

- **(1 punto)** Por calcular correctamente el IPC
- **(1 punto)** Por calcular correctamente la inflación.

ii.- **[2 puntos]** Calcule el IPC 2025 e inflación sin el error.

Solución:

Corrigiendo el precio de la energía:

$$\begin{aligned} IPC_{2025}^{correcto} &= 0.08 \cdot 110 + 0.30 \cdot 103 + 0.12 \cdot 102 + 0.50 \cdot 101 \\ &= 8.8 + 30.9 + 12.24 + 50.5 \\ &= 102.44 \end{aligned}$$

Y la inflación correcta:

$$\pi^{correcto} = \frac{102.44}{100} - 1 = 0.0244 = 2.44\%$$

Puntaje:

- **(1 punto)** Por calcular correctamente el IPC.
- **(1 punto)** Por calcular correctamente la inflación.

iii.- **[3 puntos]** Compare ambas tasas e indique cuántos puntos corresponden al error.

Solución:

La sobreestimación causada por el error es:

$$\Delta\pi = \pi^{error} - \pi^{correcto} = 3.32\% - 2.44\% = 0.88\% = 0.88 \text{ puntos porcentuales}$$

Por lo tanto, 0.88 puntos porcentuales de la inflación anual reportada se deben al doble cobro del IPC en la componente energía. Un error en un componente con peso no despreciable (energía 8%) altera el índice agregado: al inflarse la componente (energía), el IPC total sube.

Puntaje:

- **(1 punto)** Por calcular correctamente cuantos puntos corresponden al error.
- **(2 puntos)** Por comparar ambas tasas.

iv.- **[3 puntos]** Dado su análisis anterior, determine qué consecuencias puede tener este error tarifario en los contratos y en las unidades monetarias indexadas (por ejemplo, la UF). ¿Qué tan factible sería cuantificar el impacto del doble cobro del IPC en la vida de las personas? Dé ejemplos si es necesario.

Solución:

La UF y todos los contratos indexados al IPC se reajustan utilizando dicha inflación medida. En consecuencia, el error en el componente de energía no solo afectó el precio de la electricidad, sino que se transmitió automáticamente al resto de los precios y montos expresados en UF o indexados a la inflación. En particular, el reajuste erróneo del IPC provocó aumentos artificiales en: dividendos hipotecarios, arriendos, colegiaturas, planes de salud, pensiones alimenticias, deudas y todos los contratos indexados, elevando su valor incluso en sectores no relacionados directamente con la electricidad.

Si bien puede ser relativamente directo calcular y devolver el monto cobrado en exceso por las tarifas eléctricas, no es sencillo compensar el efecto indirecto del error sobre el alza generalizada de otros bienes y servicios indexados. Esto se debe a que la distorsión se propaga por toda la economía a través de mecanismos de indexación, afectando múltiples precios y contratos en distintos mercados, con impactos heterogéneos entre los hogares.

Por lo tanto, este tipo de error no solo genera una transferencia incorrecta en el mercado eléctrico, sino que también introduce distorsiones más amplias en el sistema de precios y en los compromisos financieros de las personas, cuyo efecto agregado resulta difícil de medir y aún más complejo de revertir completamente.

Puntaje:

- **(1.5 puntos)** Por determinar consecuencias que puede generar este error tarifario en contratos y unidades monetarias indexadas.
- **(1.5 puntos)** Por explicar que tan factible es cuantificar el impacto.

b) **[15 puntos]** El Ministerio de Hacienda le solicita estimar el PIB de 2025 mediante la ecuación del gasto, a fin de verificar si la inflación inesperada pudo haber afectado el comportamiento de los distintos componentes. A continuación, se presenta un listado mezclado de transacciones de 2025 (todas expresadas en miles de millones de pesos).

a.- Pago de los hogares por electricidad: \$150.000

b.- Compra de automóviles usados entre particulares: \$2.000

c.- Venta de cobre al extranjero: \$95.000

d.- Compra de combustibles del extranjero por particulares: \$38.000

e.- Construcción de viviendas nuevas por parte del Gobierno: $25.000
f.- Pago de pensiones por vejez por parte del Gobierno: $10.000
g.- Compra de maquinaria industrial nueva por particulares: $25.000
h.- Compra de equipamiento médico nuevo para hospitales públicos por parte del Gobierno: $5.000
i.- Compra de acciones en la bolsa local por particulares: $3.000
j.- Pago de matrícula y arancel universitario por particulares: $20.000
k.- Suscripciones digitales importadas (*streaming*) por particulares: $10.000
l.- Sueldos y bonos de funcionarios públicos: $18.000
m.- Importación de autos nuevos por particulares: $6.000
n.- Gasto por concepto de transporte en territorio nacional de los vehículos importados por los particulares: $5.000
o.- Producción por una empresa nacional de servicios computacionales, vendida a empresas extranjeras: $7.000
p.- Acumulación de inventarios de productos terminados a nivel nacional (aumento): $5.000

Calcule cada componente del PIB y el valor total de este. Si excluye alguna transacción, explique por qué.

Solución:

La ecuación del gasto del PIB (Y) es:

$$Y = C + I + G + (X - M)$$

donde:

- C: Consumo privado
- I: Inversión
- G: Gasto público
- X: Exportaciones
- M: Importaciones

1. Consumo privado (C)

Ítem	Transacción	Justificación
a	Pago de los hogares por electricidad	Consumo final de un servicio básico.
d	Compra de combustibles del extranjero por hogares	Bien de consumo importado (entra en C y luego en M).
j	Pago de matrícula y arancel universitario	Servicio educativo final consumido por hogares.
k	Suscripciones digitales importadas (streaming)	Servicio final importado (entra en C y luego en M).
m	Importación de autos nuevos por particulares	Bien duradero de consumo final (entra en C y luego en M).
n	Transporte nacional de autos importados	Servicio de transporte producido internamente.

$$C = 150000 + 38000 + 20000 + 10000 + 6000 + 5000 = 229000$$

2. Inversión (I)

Ítem	Transacción	Justificación
g	Compra de maquinaria industrial nueva por particulares	Formación de capital fijo.
p	Aumento de inventarios nacionales	Variación de existencias (inversión).

$$I = 25000 + 5000 = 30000$$

3. Gasto público (G)

Ítem	Transacción	Justificación
e	Construcción de viviendas nuevas por parte del Gobierno	Inversión pública en infraestructura.
h	Compra de equipamiento médico para hospitales públicos	Adquisición de bienes por el Estado.
l	Sueldos y bonos de funcionarios públicos	Pago por servicios públicos provistos.

$$G = 25000 + 5000 + 18000 = 48000$$

4. Exportaciones (X)

Ítem	Transacción	Justificación
c	Venta de cobre al extranjero	Bien producido internamente y vendido al resto del mundo.
o	Servicios computacionales exportados	Servicio producido localmente y consumido en el extranjero.

$$X = 95000 + 7000 = 102000$$

5. Importaciones (M)

Ítem	Transacción	Justificación
d	Combustibles importados por hogares	Bien producido en el extranjero y consumido internamente.
k	Streaming digital importado	Servicio producido en el extranjero y consumido internamente.
m	Autos nuevos importados	Bien producido fuera del país y consumido internamente.

$$M = 38000 + 10000 + 6000 = 54000$$

6. Transacciones que NO se incluyen en el PIB

Ítem	Transacción	Justificación
b	Compra de automóviles usados entre particulares	Transferencia de propiedad, no producción nueva.
f	Pago de pensiones por vejez	Transferencia fiscal, no compra de bienes o servicios.
i	Compra de acciones en la bolsa local	Transacción financiera, no producción real.

Finalmente, el PIB por el método del gasto es:

$$\begin{aligned} Y &= C + I + G + (X - M) \\ Y &= 229000 + 30000 + 48000 + (102000 - 54000) \\ Y &= 355000 \end{aligned}$$

Puntaje:

- **(12 puntos)** Por calcular correctamente el PIB:
  - 1 punto por plantear fórmula del PIB correctamente y 1 punto por el resultado correcto.
  - 1 punto por determinar que transacciones corresponden a cada componente del PIB: C, I, G, X, M (5 en total) y 1 punto por el correcto cálculo de cada componente (5 en total).
  - Si se determina $XN = X - M$, se corrigen directamente ambas componentes en simultáneo.
- **(3 puntos)** Por determinar y justificar qué transacciones no se incluyen en el PIB (un punto para cada una). Se asigna puntaje exclusivamente si se justifica.

Pregunta 3: 20 PUNTOS

Suponga que una empresa que produce un nuevo medicamento contra la alergia primaveral exhibe la siguiente función de costos totales en el largo plazo:

$$CT(q) = 400\, q^{1/2}$$

Y, además, el mercado enfrenta una demanda inversa dada por

$$P(Q) = 3 + 100\, Q^{-1/2}.$$

i.- **[4 puntos]** Determine las curvas de costo marginal y de costo medio de la empresa a largo plazo.

Solución:

El costo marginal es:

$$CM(q) = \frac{dCT(q)}{dq} = \frac{d}{dq}\left(400q^{1/2}\right) = 400 \cdot \frac{1}{2} q^{-1/2} = 200q^{-1/2}$$

El costo medio es:

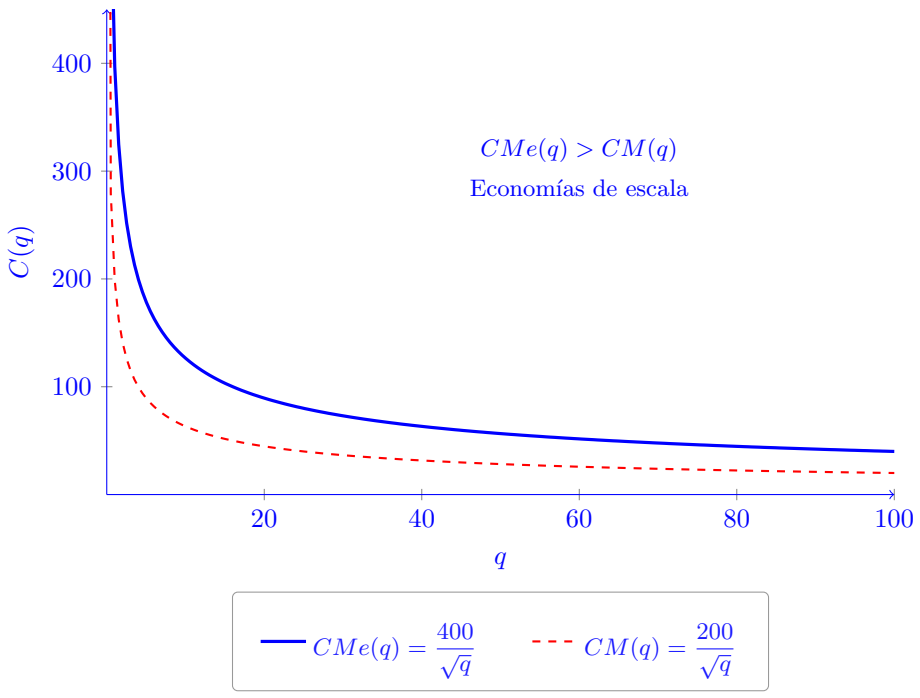
$$CMe(q) = \frac{CT(q)}{q} = \frac{400q^{1/2}}{q} = 400q^{-1/2}$$

Puntaje:

- **(2 puntos)** Por calcular correctamente la curva de costo marginal de la empresa a largo plazo.
- **(2 puntos)** Por calcular correctamente la curva de costo medio de la empresa a largo plazo.

ii.- **[2 puntos]** Grafique las curvas de costo marginal y de costo medio de la empresa y analice sus economías de escala.

Solución:



Ambas funciones son decrecientes en q y se cumple:

$$CM(q) < CMe(q) \quad \forall q > 0$$

Esto implica la existencia de economías de escala en todo el rango relevante de producción.

Puntaje:

- **(0.5 puntos)** Por graficar correctamente la curva de costo marginal de la empresa.
- **(0.5 puntos)** Por graficar correctamente la curva de costo medio de la empresa.
- **(1 punto)** Por analizar correctamente las economías de escala de la empresa.

iii.- **[3 puntos]** Suponiendo que la empresa opera en un mercado competitivo, ¿cuál sería la curva de oferta a largo plazo de la empresa?

Solución:

En un mercado competitivo, la curva de oferta de largo plazo de una empresa corresponde a su curva de costo marginal por encima del mínimo del costo medio y, además, dicha curva debe ser creciente.

En este caso, sin embargo, la curva de costo marginal es decreciente en todo su dominio, por lo que no puede interpretarse como una curva de oferta competitiva. Adicionalmente, el costo marginal y el costo medio no se intersectan en ningún nivel de producción, ya que $CM(q) < CMe(q)$ para todo $q > 0$.

Por lo tanto, no existe una curva de oferta de largo plazo bien definida bajo competencia perfecta.

Puntaje:

- **(1 punto)** Por mencionar que la oferta de largo plazo es el CM por encima del mínimo del CMe y debe ser creciente.
- **(1 punto)** Por identificar que el CM es decreciente y nunca cruza al CMe (CM < CMe para todo q>0).
- **(1 punto)** Por concluir que no existe una curva de oferta de largo plazo bien definida bajo competencia perfecta.

iv.- **[8 puntos]** Si la empresa se consolida como monopolio, determine la cantidad que ofrecería y el precio que cobraría.

Solución:

La demanda inversa es:

$$P(Q) = 3 + 100Q^{-1/2}$$

Por lo tanto, el ingreso total es:

$$IT(Q) = P(Q) \cdot Q = (3 + 100Q^{-1/2})Q = 3Q + 100Q^{1/2}$$

Esto permite determinar el ingreso marginal:

$$IM(Q) = \frac{dIT(Q)}{dQ} = 3 + 50Q^{-1/2}$$

La condición de óptimo del monopolio satisface que:

$$IM(Q) = CM(Q)$$

De esta forma:

$$3 + 50Q^{-1/2} = 200Q^{-1/2}$$

$$3 = 150Q^{-1/2}$$

$$Q^{-1/2} = \frac{1}{50} \quad \Rightarrow \quad Q^* = 2500$$

El precio correspondiente es:

$$P^* = 3 + 100(2500)^{-1/2} = 3 + 2 = 5.$$

Para analizar la viabilidad operativa del monopolio, se deben estudiar los beneficios económicos:

$$\pi^* = IT(Q^*) - CT(Q^*) = 5 \cdot 2500 - 400\sqrt{2500} = 12\,500 - 20\,000 = -7\,500$$

Se determina que el monopolista incurre en pérdidas, en el nivel de producción donde $CM = IM$.
Para estudiar el intervalo de producción en el cual el monopolio obtiene beneficios positivos, se debe estudiar la desigualdad:

$$\pi(Q) > 0$$

Desarrollando:

$$\pi(Q) = 3Q + 100Q^{1/2} - 400Q^{1/2}$$

$$\pi(Q) = 3Q - 300Q^{1/2}$$

Factorizando:

$$\pi(Q) = 3Q^{1/2}(Q^{1/2} - 100).$$

Por lo tanto:

$$\pi(Q) > 0 \quad \Longleftrightarrow \quad Q^{1/2} > 100 \quad \Longleftrightarrow \quad Q > 10\,000.$$

Esto indica que para niveles de producción mayores a $Q = 10000$, los beneficios se vuelven positivos.
Sin embargo, dado que el precio está determinado por la demanda inversa:

$$P(Q) = 3 + 100Q^{-1/2}$$

Se cumple que, cuando $Q \to \infty$:

$$P(Q) \to 3$$

En consecuencia, cuando Q crece sin límite:

$$IT(Q) = P(Q)Q \sim 3Q, \qquad CT(Q) = 400\sqrt{Q}$$

Por lo tanto, el beneficio se comporta asintóticamente como:

$$\pi(Q) \sim 3Q - 400\sqrt{Q}$$

Por lo tanto, se cumple que:

$$\lim_{Q \to \infty} \pi(Q) = +\infty$$

Esto implica que el problema del monopolio, bajo estas funciones, no está acotado superiormente, es decir, la empresa tendría incentivos teóricos a producir cantidades arbitrariamente grandes, vendiendo a un precio que se aproxima asintóticamente a 3.

Donde el beneficio es no acotado en este problema.

Puntaje:

- **(1 punto)** Por determinar correctamente el Ingreso Marginal $IM(Q)$.
- **(1 punto)** Por plantear la condición de optimalidad $IM(Q) = CM(Q)$.
- **(2 puntos)** Por calcular correctamente presunta cantidad óptima $Q^* = 2500$.
- **(2 puntos)** Por calcular correctamente el presunto precio óptimo $P^* = 5$.
- **(1 punto)** Por mostrar la inviabilidad económica de la empresa.

- **(1 punto)** Por concluir correctamente sobre la participación de la empresa en el mercado y el nivel de producción y precio teórico.

v.- [**3 puntos**] En el caso del monopolio, recomiende una regulación estatal que permita maximizar el bienestar social de forma exitosa y sostenible para cada actor económico.

Solución:

En este caso, dada la forma de la demanda y de los costos, el bienestar social no está acotado superiormente, ya que, a medida que $Q \to \infty$, el excedente total sigue aumentando, puesto que el precio se mantiene por sobre el costo marginal (que tiende a cero). Esto se traduce en que que los costos crecen mucho más lento que los ingresos.

En ese sentido, el rol del Estado no es eliminar ni regular al monopolio, sino que garantizar que esta estructura de monopolio natural se mantenga en el tiempo, ya que dividir la industria generaría ineficiencias productiva y sociales. Por tanto, el Estado debería preservar la existencia de un único proveedor eficiente.

Puntaje:

- **(1 punto)** Por definir una regulación coherente con el objetivo de maximizar el bienestar social agregado.
- **(2 puntos)** Por obtener una justificación clara de por qué la regulación propuesta es sostenible para la empresa y para el mercado.

Pregunta 4: 20 PUNTOS

Considere una firma cuya función de producción para cierto bien es

$$q = f(k,l) = \sqrt{kl}$$

Donde k es el capital y l la mano de obra. Los precios de los insumos son $r > 0$ y $w > 0$, respectivamente.

i.- **[3 puntos]** Considere que la mano de obra es fija en el corto plazo, de tal manera que se dispone de $\bar{l} > 0$. Obtenga la función de costo total mínimo que un productor racional obtiene en el corto plazo para una cantidad $q \geq 0$. Para ello, determine el problema analítico que debe resolver y los niveles óptimos de $k_{CP}(q)$ y $l_{CP}(q)$. Finalmente, determine $C_{CP}(q)$.

Solución:

El problema de minimización de costo de corto plazo para producir una cantidad $q \geq 0$ es:

$$\min_{k \geq 0} C(k) = rk + w\bar{l}$$
$$\text{s.a. } f(k,\bar{l}) = q$$

La restricción de producción puede escribirse como:

$$\sqrt{k\bar{l}} = q \iff k\bar{l} = q^2 \iff k = \frac{q^2}{\bar{l}}$$

Este corresponde a un problema de factibilidad. En el óptimo se cumple que:

$$k_{CP}(q) = \frac{q^2}{\bar{l}}.$$

Dado que el trabajo es fijo:

$$l_{CP}(q) = \bar{l}.$$

Por lo tanto, la función de costo total mínimo de corto plazo es:

$$C_{CP}(q) = r\, k_{CP}(q) + w\, l_{CP}(q)$$

$$C_{CP}(q) = \frac{r}{\bar{l}} q^2 + w\bar{l}$$

Finalmente, se tiene:

$$k_{CP}(q) = \frac{q^2}{\bar{l}} \qquad l_{CP}(q) = \bar{l} \qquad C_{CP}(q) = \frac{r}{\bar{l}} q^2 + w\bar{l}$$

Puntaje:

- **(1 punto)** Por establecer el problema analítico a resolver correctamente
- **(1 punto)** Por expresar correctamente los niveles óptimos de $k_{CP}(q)$ y $l_{CP}(q)$
- **(1 punto)** Por determinar $C_{CP}(q)$

ii.- **[4 puntos]** Obtenga la función de costo total mínimo que un productor racional obtiene en el largo plazo para una cantidad $q \geq 0$. Para ello, determine el problema analítico que debe resolver y los niveles óptimos de $k_{LP}(q)$ y $l_{LP}(q)$. Finalmente, determine $C_{LP}(q)$.

Solución:

El problema de minimización de costos para producir $q \geq 0$ en el largo plazo es:

$$\min_{k,l \geq 0} C(k,l) = rk + wl$$
$$\text{s.a. } f(k,l) = q$$

En un óptimo interior (con $k > 0, l > 0$), se cumple la condición de eficiencia de largo plazo:

$$\text{TST} = \frac{\text{PM}_k}{\text{PM}_l} = \frac{r}{w}$$

donde PM_k y PM_l son los productos marginales de k y l, respectivamente.
Para la función de producción

$$q = f(k, l) = \sqrt{kl}$$

los productos marginales son

$$\text{PM}_k = \frac{\partial q}{\partial k} = \frac{1}{2}(kl)^{-1/2} l = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{l}{k}}$$

$$\text{PM}_l = \frac{\partial q}{\partial l} = \frac{1}{2}(kl)^{-1/2} k = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{k}{l}}$$

Por lo tanto, la TST entre k y l es:

$$\text{TST} = \frac{\text{PM}_k}{\text{PM}_l} = \frac{\frac{1}{2}\sqrt{\frac{l}{k}}}{\frac{1}{2}\sqrt{\frac{k}{l}}} = \frac{l}{k}$$

La condición de minimización de costo cumple:

$$\frac{l}{k} = \frac{r}{w} \iff \frac{k}{l} = \frac{w}{r} \iff k = \frac{w}{r} l$$

Utilizando la condición de producción al mínimo costo, con la restricción de producción:

$$\sqrt{kl} = q \iff kl = q^2$$

Sustituyendo $k = \frac{w}{r} l$ en $kl = q^2$:

$$\left(\frac{w}{r} l\right) l = q^2 \iff \frac{w}{r} l^2 = q^2 \iff l^2 = \frac{r}{w} q^2 \iff l_{LP}(q) = q\sqrt{\frac{r}{w}}$$

Luego:

$$k_{LP}(q) = \frac{w}{r} l_{LP}(q) = \frac{w}{r} q\sqrt{\frac{r}{w}} = q\sqrt{\frac{w}{r}}$$

Por lo tanto, la función de costo mínimo de largo plazo es:

$$C_{LP}(q) = r\, k_{LP}(q) + w\, l_{LP}(q)$$

$$C_{LP}(q) = r\left(q\sqrt{\frac{w}{r}}\right) + w\left(q\sqrt{\frac{r}{w}}\right)$$

$$C_{LP}(q) = 2q\sqrt{rw}$$

Finalmente, se tiene que:

$$k_{LP}(q) = q\sqrt{\frac{w}{r}} \qquad l_{LP}(q) = q\sqrt{\frac{r}{w}} \qquad C_{LP}(q) = 2q\sqrt{rw}$$

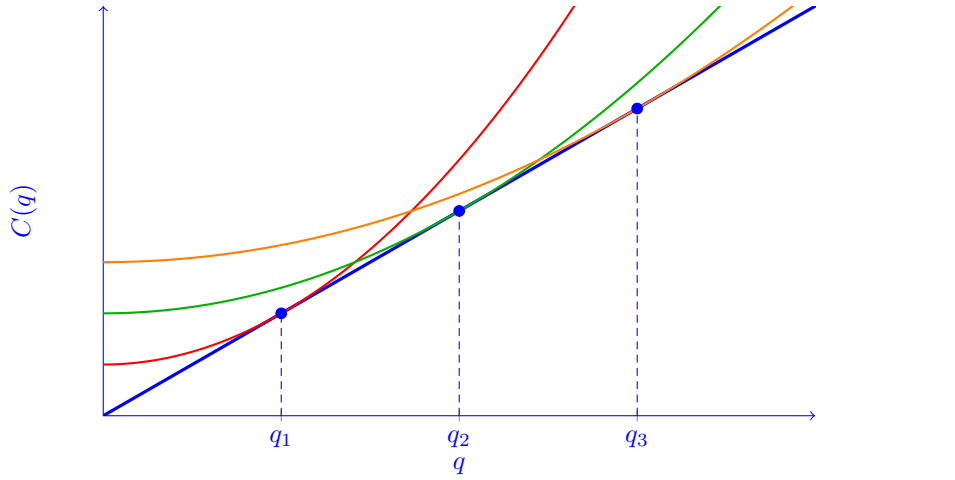
Puntaje:

- **(1 punto)** Por establecer el problema analítico a resolver correctamente
- **(2 puntos)** Por expresar los niveles óptimos de $k_{LP}(q)$ y $l_{LP}(q)$
- **(1 punto)** Por determinar $C_{LP}(q)$

iii.- **[7 puntos]** Muestre analíticamente que la curva de costo total mínimo a largo plazo es la envolvente de las curvas de costo total mínimo a corto plazo para cualquier nivel de mano de obra fija.

Solución:

Considerando diferentes niveles de l, tal que $l_1 < l_2 < l_3$, gráficamente se tiene:



Resulta útil definir la función:

$$F(q; \bar{l}) = C_{CP}(q; \bar{l}) - C_{LP}(q)$$

Entonces

$$F(q; \bar{l}) = \frac{r}{\bar{l}} q^2 - 2\sqrt{rw}\, q + w\bar{l}$$

La condición de envolvente implica que:

$$F(q; \bar{l}) = C_{CP}(q; \bar{l}) - C_{LP}(q) \geq 0 \qquad \forall\, q \geq 0$$

La función F es una función cuadrática en q de la forma

$$F(q) = aq^2 + bq + c$$

con

$$a = \frac{r}{\bar{l}} > 0 \qquad b = -2\sqrt{rw} < 0 \qquad c = w\bar{l} > 0$$

Como $a > 0$, la parábola abre hacia arriba. Eso implica que $F(q)$ tiene un mínimo. Estudiando el discriminante:

$$\Delta = b^2 - 4ac = (-2\sqrt{rw})^2 - 4\left(\frac{r}{\bar{l}}\right)(w\bar{l}) = 4rw - 4rw = 0$$

$\Delta = 0$ implica que la parábola intersecta el eje $F = 0$ en un solo punto (tiene una raíz doble). Es decir, es tangente al eje $F = 0$. El valor de la función en el vértice q^v es

$$F(q^v; \bar{l}) = 0$$

Y como la parábola abre hacia arriba,

$$F(q; \bar{l}) \geq 0 \quad \forall\, q \geq 0$$

En otras palabras:

$$C_{CP}(q; \bar{l}) - C_{LP}(q) \geq 0 \implies C_{CP}(q; \bar{l}) \geq C_{LP}(q) \quad \forall\, q \geq 0$$

Lo que muestra la propiedad. Cabe destacar que existen caminos alternativos, como es estudiar la Condición de Primer Orden y la Condición de Segundo Orden de la función $F(q; \bar{l})$.

Puntaje:

- **(1 punto)** Por definir correctamente la función $F(q;l) = C_{CP}(q;l) - C_{LP}(q)$
- **(1 punto)** Por definir correctamente la desigualdad a verificar $C_{CP}(q;l) \geq C_{LP}(q)$
- **(2 puntos)** Por establecer la condición de primer orden y su punto crítico, ya sea identificando los puntos críticos o calculando el discriminante.
- **(2 puntos)** Por establecer la condición de segundo orden, ya sea identificando el comportamiento de la segunda derivada o al identificar que el coeficiente $a > 0$, donde el mínimo se alcanza en $F = 0$.
- **(1 punto)** Por concluir adecuadamente, basándose en su desarrollo, que se cumple lo planteado en el enunciado.

iv.- **[6 puntos]** Determine el valor de q tal que, para un valor fijo de $\bar{l}$, el costo total mínimo a corto plazo coincida con el costo total mínimo a largo plazo. A partir de sus resultados, ¿cómo se comparan los valores de k del corto y del largo plazo? ¿Cómo se comparan los valores de l a corto y a largo plazo? Interprete su resultado, de acuerdo con lo visto en el curso.

Solución:

Para una parábola $aq^2 + bq + c$, el vértice está en

$$q^v = -\frac{b}{2a}$$

Sustituyendo:

$$q^v = -\frac{-2\sqrt{rw}}{2\frac{r}{\bar{l}}} = \frac{2\sqrt{rw}}{2\frac{r}{\bar{l}}} = \frac{\sqrt{rw}}{r/\bar{l}} = \bar{l}\frac{\sqrt{rw}}{r} = \bar{l}\sqrt{\frac{w}{r}}$$

Es decir:

$$q^v(\bar{l}) = \bar{l}\sqrt{\frac{w}{r}}$$

Utilizando este valor en las expresiones calculadas en (i) y (ii):

- Óptimo de CP para q^v:

$$k_{CP}(q^v) = \frac{(q^v)^2}{\bar{l}} = \frac{\bar{l}^2\frac{w}{r}}{\bar{l}} = \bar{l}\frac{w}{r}$$
$$l_{CP}(q^v) = \bar{l}$$

- Óptimo de LP para q^v:

$$k_{LP}(q) = \sqrt{\frac{w}{r}}\,q \qquad l_{LP}(q) = \sqrt{\frac{r}{w}}\,q$$

Sustituyendo $q = q^v = \bar{l}\sqrt{\frac{w}{r}}$:

$$k_{LP}(q^v) = \sqrt{\frac{w}{r}}\,\bar{l}\sqrt{\frac{w}{r}} = \bar{l}\frac{w}{r} = k_{CP}(q^v)$$
$$l_{LP}(q^v) = \sqrt{\frac{r}{w}}\,\bar{l}\sqrt{\frac{w}{r}} = \bar{l} = l_{CP}(q^v)$$

A partir de los resultados, se concluye que en el punto de intersección, el LP elige exactamente la misma combinación $(k,l) = \left(\bar{l}\frac{w}{r}, \bar{l}\right)$ que el CP estaba obligado a usar. Por eso los costos coinciden ahí.

Puntaje:

- **(1 punto)** Por identificar que el punto donde los costos se igualan es el punto crítico obtenido en iii) y expresarlo
- **(2 puntos)** Por determinar correctamente las expresiones para k_{CP} y l_{CP}
- **(2 puntos)** Por determinar correctamente las expresiones para k_{LP} y l_{LP}
- **(1 punto)** Por interpretar correctamente los resultados obtenidos en el desarrollo