13 de diciembre de 2023

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE**
**DEPARTAMENTO INGENIERIA DE TRANSPORTE Y LOGISTICA**
**ICT3103 ECONOMIA DE TRANSPORTE - 2º SEMESTRE 2023**
**EXAMEN**

Si usted no va a reemplazar la nota de ninguna de las dos interrogaciones, debe responder la Sección I. Si usted quiere reemplazar la nota de la I1, debe responder la Sección I y la Sección II; si quiere reemplazar la nota de la I2, debe responder la Sección I y la Sección III.

Si usted decide reemplazar alguna de las interrogaciones, la nota del examen pondera la nota de la Sección I por 0,80 y la nota de la otra sección, por 0,20. Si decide reemplazar la nota y obtiene una nota inferior a la de la interrogación reemplazada, esta retiene su nota previa.

Si Ud. solo responde la sección I, dispone de *una hora treinta minutos* para responder.

Si Ud. responde la sección I y la sección II o la sección I y la sección III, dispone de *dos horas y diez minutos* para responder.

---

Indicaciones: i) Sus respuestas tienen que ser autocontenidas, nada se dará por sobrentendido al corregir; sea conciso y preciso; ii) cuando dice explicar, debe proveer un argumento que justifique de manera adecuada su respuesta haciendo uso de los contenidos aprendidos en el curso; iii) en los desarrollos matemáticos, debe explicarse la notación utilizada. Ídem si hace gráficos. iv) En paréntesis figura el puntaje de cada pregunta.

---

**Sección I**

1) **Asignación de tiempo a actividades y valor del tiempo de viaje.** Según los modelos vistos en clase, i) explique cuando una actividad es considerada necesaria y cuando es considerada ocio. ii) Explique cuáles son los dos elementos o factores que determinan el valor del tiempo de viaje. iii) Si a) el tiempo dedicado al trabajo y a viajar no forman parte de la función de utilidad y b) la persona elige libremente cuantas horas trabajar, ¿cuál es el valor del tiempo de viaje? (12 % de la nota)

2) **Comercio Interregional - demanda de transporte – y una extensión.** i) Explique qué supuesto debe hacerse para que los beneficios medidos bajo la curva de demanda agregada de transporte de carga sean exactamente iguales a los beneficios que experimentan los consumidores y productores de bienes finales en los mercados de exportación e importación. ii) Considere la curva de demanda de las aerolíneas por capacidad aeroportuaria. Explique cómo debe funcionar el mercado de las aerolíneas para que el área bajo la curva de demanda por capacidad aeroportuaria entregue los beneficios exactos que obtienen las aerolíneas y los pasajeros aguas abajo. (10% de la nota)

**3) Transporte público.** i) Explique qué se entiende por efecto Mohring. (25%) ii) Explique la principal consecuencia del efecto Mohring desde el punto de vista del establecimiento de tarifas óptimas sociales y de la capacidad de autofinanciamiento del transporte público. (25%) iii) Suponga que el transporte público opera en condiciones de competencia perfecta. Explique qué resultados predice la teoría. Debe explicar un mínimo de tres predicciones. (50%) (12 % de la nota)

**4) Teoría de la firma multiproducto.** i) Explique el concepto de costo incremental. (25%) ii) Explique el concepto de costo no atribuible. (25%) iii) En el año 2019, la empresa EFE cobraba un peaje variable a los porteadores de UF 71 por cada millón de Tonelada kilómetro bruta. Además, cargaba a los porteadores un cobro fijo, (independientes del total de toneladas-km transportadas) destinados a cubrir el costo por uso y mantenimiento de la infraestructura ferroviaria. Encuentre una justificación teórica para estos dos tipos de cobros en base a sus respuestas en i) y ii). (50%) (10 % de la nota)

Aclaración: el peaje es un cobro que se realiza a una tercera empresa para que esta tenga el derecho a operar sus servicios haciendo uso de una infraestructura que no posee. En este caso, FEPASA y TRANSAP son estas terceras empresas (porteadores) que operan servicios de carga, sin ser dueñas de la infraestructura y, por ello, pagan un peaje a EFE.

**5) Circuito cíclico simple:** La función de costo del circuito cíclico simple está dada por esta expresión:

$$C(y_{12}; y_{21}) = C_0 + y_{12}(d_{12} + d_{21})\Lambda + (y_{12} + y_{21})Z$$

$\Lambda$ y Z son expresiones matemáticas basadas en parámetros técnicos y en precios de mercado de insumos, bienes de capital y mano de obra. i) Explique qué representa el segundo y tercer sumando de la función de costos. ii) Determine el grado de economías de escala multiproducto. Explique. iii) Determine las economías de diversidad. Explique. (12% de la nota).

**6) Inversión y tarificación de Terminales - Teorema de Autofinanciamiento.** Explique todas las condiciones que deben darse para que se cumpla el teorema de Mohring-Harwitz de autofinanciamiento en la operación de un terminal de transporte. Debe enumerar y explicar cada una de las condiciones (las tres ya conocidas y las que se suman al considerar este tópico en particular). (12% de la nota)

13 de diciembre de 2023

**7) Inversión y tarificación de Terminales.** Considere el costo marginal externo por congestión en un terminal. Explique cómo se internaliza este costo en la tarifa que el terminal le cobra a la empresa operadora de servicios de transporte. Suponga que el terminal tiene por objetivo maximizar el bienestar social. Haga la diferencia entre un mercado aguas bajo de aerolíneas de competencia perfecta, oligopólico y monopólico. (12% de la nota)

**8) Valor social del tiempo de viaje.** Considere esta fórmula para determinar el beneficio social por ahorros de tiempo en proyectos de transporte financiados con fondos públicos.

$$\frac{\Delta BS}{\lambda_S} \approx \frac{\sum_i a_i \lambda_i TMS_i \Delta t_i I_i}{\sum_i a_i \lambda_i \pi_i} = \frac{\sum_i a_i \lambda_i \beta_i / \lambda_i \Delta t_i I_i}{\sum_i a_i \lambda_i \pi_i}$$

$TMS_i$ valor subjetivo del ahorro de tiempo para la persona i. Suponiendo una función de utilidad indirecta lineal en el costo y el tiempo de viaje, entonces $TMS_i = \beta / \lambda$, donde es la desutilidad del tiempo de viaje y $\lambda$, la utilidad marginal del ingreso. $\pi_i$ : aporte marginal a la recaudación impositiva del individuo tipo *i*. $\sum_i \pi_i = 1$. $1_i = 1$, si el proyecto afecta a la persona i; si no, $1_i = 0$. (10% de la nota)

i) Resuelva la ecuación suponiendo que $a_i \lambda_i = 1 \; \forall \; i$. Explique qué juicio de valor está implícito en la determinación de los pesos sociales $a_i$, en este caso. Explique que tipo de proyectos de transporte favorece esta regla.
ii) Resuelva suponiendo que $a_i = 1 \; \forall \; i$. Explique qué juicio de valor está implícito en la determinación de los pesos sociales $a_i$, en este caso. Explique qué tipo de proyectos de transporte favorece esta regla.

**Sección II**

**9) Beneficios por transporte de carga.** Considere que en las ciudades A y B se produce y consume un mismo bien *q* de manera competitiva y que el transporte entre ellas es realizado por empresas en competencia perfecta cuyo costo marginal es constante e igual a *m*. Debido a una reforma ecológica se decidió aumentar el precio del combustible, cuyo efecto aumenta el costo marginal de los transportistas. Muestre gráficamente el cambio en los precios de los productos en ambos mercados y los cambios en los beneficios sociales y explique. Este análisis grafico debe hacerlo considerando dos gráficos: uno para el mercado de transporte y otro para el mercado del producto y los dos gráficos deben ser consistentes. No olvide explicar quiénes (consumidores y productores) resultan ganadores y perdedores en cada mercado y por qué. (35% de la nota)

**10) Modelos de valor del tiempo de viaje.** Considere este modelo en el que el tiempo asignado al trabajo y el tiempo de viaje son argumentos de la función de utilidad. El problema del consumidor es:

$Max_{C;L;Tr} U(C;L;Tr;Tv_i)$
s.a. $C + c = s\ Tr + IF$
$L + Tr + Tv = TT$

donde *C* es el consumo de bienes (con precio normalizado a 1), *L* es el tiempo de ocio, *Tr* el tiempo asignado al trabajo, *tv* el tiempo de viaje, *c* el costo monetario de viajar, *s* la tasa salarial, *IF* es el ingreso fijo que no depende de las horas trabajadas y *TT* el tiempo total disponible. Viajar genera utilidad negativa.

1) Escriba la condición de primer orden que entrega la cantidad de horas de trabajo óptima. Interprete.
2) Obtenga una ecuación para determinar matemáticamente el valor subjetivo del tiempo de viaje. Interprete el resultado. (25% de la nota)

**11) Valor de la confiabilidad en los tiempos de viaje.** Considere la media y la dispersión de la función de distribución de duración de tiempo de viaje. i) Escriba la función de utilidad indirecta de manera tal que se pueda estimar monetariamente el valor del tiempo de viaje y el valor de la confiabilidad en el tiempo de viaje. ii) A partir de i), escriba la ecuación matemática que representa el valor del tiempo de viaje y el valor de la confiabilidad. (20% de la nota)

**12) Valor de la confiabilidad en los tiempos de viaje en base al enfoque de llegadas fuera de horario (*schedule delay*).** i) Explique conceptualmente este enfoque. ii) Escriba la función de utilidad indirecta bajo este enfoque. (20% de la nota)

**Sección III**

**13) Tarificación en infraestructura vial - modelo congestión estática.** Considere la función de demanda inversa lineal de viajes entre un par OD: p(q) =A - B q. La función de costo medio percibido es: a + b (q / K). El costo total de la infraestructura es *c K*, donde *c* es el costo medio y costo marginal a la vez.

i) Obtenga la tarifa que maximiza el bienestar social. Debe plantear un problema matemático de maximización, obtener las condiciones de primer orden e igualar a cero. Por simple inspección visual obtenga de manera directa la tarifa óptima social como la diferencia entre la disposición a pagar y el costo medio percibido.

ii) Demuestre algebraicamente que se cumple el teorema de autofinanciamiento. Para ello derive la función de bienestar social con respecto a K, obtenga la condición de primer orden, iguale a cero y despeje de manera tal de obtener una expresión que se iguale a *c K*. Luego a partir de i), multiplique la tarifa por q y veo que ello es igual a esa expresión que acaba de derivar igual a *c K*.

iii) Obtenga la tarifa de monopolio que maximiza el ingreso del operador de la Ruta. Para ello plantee un problema matemático de maximización del beneficio del operador, obtenga las condiciones de primer orden y proceda tal como se le indicó en el punto i.

iv) Demuestre algebraicamente que en este caso el operador obtiene una ganancia extraordinaria. Obtenga el monto de esta ganancia. Siga las indicaciones del punto ii) para resolver, con la diferencia que al multiplicar la tarifa por q se obtiene ingresos superiores a *c K*. La diferencia es la ganancia extraordinaria. (45% de la nota)

**14) Modelo de Cuello de Botella.** i) Explique cuando se inicia la cola y cuando se disipa si el costo de llegar tarde tiende a infinito (gamma $\rightarrow \infty$). ¿Cuánta gente llega tarde? ii) Explique cuando se inicial la cola y cuando se disipa si el costo de llegar temprano es igual al costo de llegar tarde (beta = gamma). ¿Cuánta gente llega tarde?

En ambos casos, suponga que un total de N personas quiere viajar en la hora punta y que el cuello de botella atiende a la tasa $\omega$. (No es necesario que grafique las soluciones.)

(20% de la nota)

**15) Transporte Público.** Suponga que el gobierno decide eliminar los subsidios a la operación del componente de buses del Sistema RED. En este contexto, se plantean tres alternativas para continuar prestando el servicio: 1) Continuar con el esquema actual de operación, pero con un enfoque de auto-sostenibilidad financiera. 2) Otorgar la operación a un único operador privado que puede fijar la tarifa libremente y la oferta de transporte. 3) Establecer un régimen de competencia desregulada donde la oferta de transporte y la tarifa sean dictadas por el mercado. Discuta de cada una de las alternativas planteadas por el gobierno. Su análisis debe incluir como mínimo el impacto de cada una de las tres alternativas en el bienestar social, en las ganancias de los operadores, en la demanda y nivel de servicio (frecuencia y capacidad de los buses) de transporte público. (Ignore los costos y posibles problemas legales relacionados con el cambio de esquema). (45% de la nota)