

Lima, 3 de enero de 2025

Señores

Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRÁN)

Calle Los Negocios 182, Piso 2, Surquillo, Lima-Perú

Presente.-

Asunto: Comentarios sobre la propuesta metodológica del Ositrán relativa a los índices de precios a utilizar para estimar el precio y la cantidad de capital, en el marco de la revisión tarifaria de oficio del Factor de Productividad en el Terminal Portuario General San Martín – Pisco para el periodo 2025-2030.

Estimados Señores:

Por medio de la presente, tengo el agrado de saludarlos cordialmente y, por encargo de APM Terminals, hacerles llegar el informe "Comentarios sobre la propuesta metodológica del Ositrán relativa a los índices de precios a utilizar para estimar el precio y la cantidad de capital, en el marco de la revisión tarifaria de oficio del Factor de Productividad en el Terminal Portuario General San Martín – Pisco para el periodo 2025-2030".

A continuación, se detallan los principales hallazgos del informe:

- Sobre los deflatores: Se está de acuerdo con el Ositrán en tanto la presencia de precios negativos no debe ser motivo para cambiar los deflatores a ser utilizados a lo largo de la revisión tarifaria.
- Transformaciones propuestas: La alternativa propuesta por el Ositrán resulta arbitraria y podría no resolver la existencia de precios negativos en algunos contextos. Por ello, se propone ceñirse a lo desarrollado hasta el momento en la literatura económica. En particular resalta el uso de la transformación seno-arcoseno hiperbólico. Sin perjuicio de ello, en los casos en los que se mantengan precios negativos luego de su aplicación con los parámetros predeterminados, se sugiere ajustar el parámetro ε para lograr que el mínimo precio sea positivo, pero lo más cercano a cero posible.
- Aplicación de la metodología: La metodología a utilizar debe aplicarse únicamente a los precios negativos y no a toda la serie. De esa manera se minimiza la probabilidad de generar un sesgo en la estimación.

Sin otro particular, quedo a su disposición en el teléfono 213-1100 anexo 106 para cualquier consulta que estimen pertinente.

Atentamente,



Vincent Poirier-Garneau

Representante Legal APOYO Consultoría S.A.C.

RUC: 20260496281

DNI: 48849476

Comentarios sobre la propuesta metodológica del Ositrán relativa a los índices de precios a utilizar para estimar el precio y la cantidad de capital, en el marco de la revisión tarifaria de oficio del Factor de Productividad en el Terminal Portuario General San Martín – Pisco para el periodo 2025-2030

Elaborado por:



Lima, 3 de enero de 2025

Este estudio refleja la mejor opinión de APOYO Consultoría, con la información disponible a la fecha, respecto del tema en cuestión. El estudio constituye una opinión independiente y no condicionada por el cliente contratante

INTRODUCCIÓN

1. El 19 de noviembre de 2024, APOYO Consultoría (en adelante, APOYO), por encargo de APM Terminals (en adelante, APMT), envió comentarios en el marco del proceso de revisión tarifaria del Terminal Portuario General San Martín (en adelante, el TPGSM). Los comentarios enviados estaban centrados en la propuesta de utilizar el IPME en lugar del IPMC como deflactor como medida que corrija los precios implícitos de capital negativos. Desde APOYO, propusimos corregir únicamente los precios negativos mediante metodologías referenciadas en la literatura en lugar de cambiar el deflactor o modificar toda la serie de precios.
2. El 17 de diciembre de 2024, el Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (en adelante, el Ositrán), mediante el Informe Conjunto N° 00205-2024-IC-OSITRAN (en adelante, el Informe Conjunto), señaló que era correcto buscar una alternativa de solución que no remplace los deflactores, tal como propuso APOYO. Específicamente, señaló lo siguiente:

*“(...) los índices seleccionados como precios proxy de los activos deben guardar una mayor cercanía con la naturaleza de los activos, debiéndose entonces considerar al IPMC para aquellos activos relacionados con infraestructura y no al IPME. Además, como bien indica APOYO, existe la posibilidad de que, en un futuro, incluso con el IPME, se generen precios negativos de capital. En tal sentido, se **aceptan** los comentarios de APOYO y LAP referidos a los problemas asociados al cambio de deflactores (...)”*

Ositrán (2024). Anexo metodológico del Informe Conjunto, p.20, párrafo 25.

3. Sin perjuicio de lo anterior, el Ositrán desestimó los comentarios de APOYO referidos a sus comentarios que realizó sobre el marco conceptual que impide que los precios sean negativos y a las opciones metodológicas que presentó para corregir esos eventos. Puntualmente, señaló que la metodología sí permite que existan precios negativos y que, si bien es necesario hacer correcciones metodológicas, las alternativas de la literatura compartidas por APOYO no eran suficientemente predecibles. En ese contexto, el Ositrán ha propuesto ajustar el IPMC del 2022 para corregir los precios negativos que se originan en dicho año:

$$IPMC_{Ajustado\ 2022} = \frac{IPMC_{corregido\ por\ TC;2022} + IPMC_{corregido\ por\ TC;2021}}{2}$$

4. Así, mediante la Resolución de Presidencia N° 0083-2024-PD-OSITRAN, el Ositrán ha solicitado comentarios con respecto a su propuesta y ha convocado a la Audiencia Pública “Propuesta: Metodología relativa a los índices de precios a utilizar para estimar el precio y la cantidad de capital, en el marco de la revisión tarifaria de oficio del Factor de Productividad en el Terminal Portuario General San Martín – Pisco para el periodo 2025-2030” el 9 de enero del 2025 con la finalidad de discutir estas adecuaciones.
5. En ese contexto, el presente informe, que responde a esa solicitud, presenta precisiones adicionales sobre el desarrollo conceptual realizado por el Ositrán que mostrarían la imposibilidad conceptual de tener precios negativos en el contexto de las revisiones

tarifarias. Luego, desarrolla alternativas metodológicas, incluyendo la discusión de la alternativa planteada por el Ositrán. Por último, resume las principales conclusiones del informe.

PRECISIONES ADICIONALES SOBRE EL DESARROLLO CONCEPTUAL

6. En el Informe Conjunto, el Ositrán desarrolla los fundamentos matemáticos de la fórmula desarrollada por Christensen & Jorgenson (1969). Así, identifica una condición que permitiría que, conceptualmente, el resultado sea negativo. Específicamente, tendría que darse el caso en que $(r + \delta) \cdot q(t) < dq(t)dt$.
7. Adicionalmente, en el mismo documento, el Ositrán señala que los precios serán positivos siempre que se cumpla el supuesto de las expectativas estáticas, tal como se da en el paper de Hall & Jorgenson (1967) que es la base del desarrollo de la ecuación de Christensen & Jorgenson (1969).
8. Desde APOYO consideramos que es válido conservar el supuesto de expectativas estáticas mencionando consistentemente en los documentos elaborados por Jorgenson. Específicamente, con relación a la pertinencia de dicho supuesto, James Tobin de la universidad de Yale, en los comentarios a Jorgenson (1967),¹ señala que dicho supuesto es el que hace que el objetivo de maximización del valor presente de las ganancias de la firma sea un principio poderoso en la formulación dinámica que desarrollan.
9. Puntualmente, en el marco de una concesión de infraestructura, este supuesto es adecuado. Ello debido a que, para estos casos, las obligaciones de inversión para todo el periodo concesionado se fijan al inicio y para periodos de tiempo objetivamente determinados. En otras palabras, las expectativas que guían su comportamiento de inversión son siempre las expectativas que se generaron al momento de decidir invertir y de ganar la concesión.
10. Así, las situaciones en las que el propietario “estaría dispuesto a ‘pagar’ por mantener el activo (y no alquilarlo)”,² supone que, en ese momento del tiempo, el agente puede decidir cómo asignar su capital entre sus activos. Ello, como se deduce del párrafo precedente, es inconsistente con la naturaleza de las concesiones que no pueden, por ejemplo, decidir alquilar o no mantener una grúa, independientemente de su precio implícito.
11. De este modo, consideramos que, conceptualmente y dentro del contexto evaluado, los precios no pueden ser negativos, precisamente porque se cumple el supuesto de expectativas estáticas.
12. Independientemente de lo anterior, el Ositrán y APOYO reconocen que el modelo no resulta operativo si, de su análisis, resultan precios negativos. En ese sentido, se discute la aproximación metodológica óptima en la sección siguiente.

¹ La expresión $c = q(r + \delta) - \dot{q}$ de Jorgenson (1967) es la que utiliza Hall & Jorgenson (1967) y, posteriormente, Christensen & Jorgenson (1969).

² Ositrán (2024). Anexo metodológico del Informe Conjunto, pp.28-29, párrafo 60. La cita hace referencia a la interpretación de precios negativos.

PRECISIONES ADICIONALES SOBRE LAS ALTERNATIVAS METODOLOGICAS

13. Para conservar el deflactor que se considere óptimo, independientemente de si un alza significativa genere precios implícitos negativos en la fórmula empleada por el Ositrán, APOYO presentó alternativas utilizadas en la literatura para lidiar, precisamente, con precios negativos. A continuación, se presenta la Tabla 1 que resume las alternativas sugeridas:

Tabla 1. Propuestas metodológicas para lidiar con precios negativos

Autor(es)	Metodología	Fórmula
Schneider (2011)	Seno hiperbólico de área	$\sinh^{-1}(p) = \ln(p + \sqrt{p^2 + 1})$ $\approx \text{sign}(p) * \ln(2 p)$
Jones & Pewsey (2009)	Seno-arcoseno hiperbólico	$\sinh(\varepsilon + \sigma * \text{arcsinh}(p))$
Mullahy & Norton (2024)	Logarítmica	$\ln(p - \varepsilon)$

Fuentes: Schenider (2011), Jones & Pewsey (2009), Mullahy & Norton (2024). Nota: En la carta previamente enviada se consignó, por error, la fórmula $[\ln(p - \varepsilon)]$ a Crastes (2021); sin embargo, dicha alternativa metodológica fue encontrada en Mullahy & Norton (2024). Elaboración: APOYO Consultoría.

14. El Ositrán desestimó estas alternativas, según mencionan en el Informe Conjunto, por dos razones: (i) generarían discrecionalidad en torno a la definición de cada parámetro y (ii) el marco conceptual asociado a esas alternativas no sería compatible con el “marco de la determinación del Factor de Productividad”.³ En este contexto, el Ositrán propone, como alternativa, ajustar el IPMC del 2022 a través de la siguiente formula:

$$IPMC_{Ajus\ 2022} = \frac{IPMC_{corregido\ por\ TC;2022} + IPMC_{corregido\ por\ TC;2021}}{2}$$

15. Con respecto a la crítica de **discrecionalidad**, la alternativa del Ositrán reduce los saltos generados en el cambio del índice de precios a través de un promedio entre el índice del año en el que se generan los precios negativos y el año anterior a ese. En esta fórmula, el Ositrán propone, de manera tácita, asignar un peso de 0.5 al índice de precios de cada año. Estos parámetros –que podrían ser definidos como ρ y τ – podrían adquirir otros valores. Así, la fórmula planteada puede reescribirse de la siguiente manera:

$$IPMC_{Ajus\ 2022} = \frac{IPMC_{corregido\ por\ TC;2022} + IPMC_{corregido\ por\ TC;2021}}{2}$$

$$IPMC_{Ajus\ 2022} = \frac{1}{2} \cdot IPMC_{corregido\ por\ TC;2022} + \frac{1}{2} \cdot IPMC_{corregido\ por\ TC;2021}$$

$$IPMC_{Ajus\ 2022} = \rho \cdot IPMC_{corregido\ por\ TC;2022} + \tau \cdot IPMC_{corregido\ por\ TC;2021}$$

³ Ositrán (2024). Anexo metodológico del Informe Conjunto, pp.36-37, párrafo 90.

16. Si tomamos valores de 0.5 para ρ y τ , como propone el Ositrán, el valor del precio del capital podría no dejar de ser negativos ante cambios significativamente grandes. En efecto, en el caso del IPMC, el índice ajustado por tipo de cambio para 2021 fue de 1.10 y para 2022, de 1.22. así, bajo la fórmula propuesta por el Ositrán, el IPMC ajustado sería 1.16.⁴ Esto soluciona el problema de precios negativos que genera que el IPMC del 2022 sea de 1.22. Sin embargo, si el IPMC del 2022 hubiera sido de 1.34, bajo la fórmula propuesta por el Ositrán, el IPMC ajustado hubiera sido de 1.22,⁵ el valor con el que, en la presente revisión, se generan precios negativos. Así, para que la propuesta del Ositrán siga eliminando los precios negativos, sería necesario ajustar los parámetros ρ y τ . Ello generaría la misma discrecionalidad que critica el Ositrán a las soluciones basadas en la literatura.
17. De esta manera, todas las alternativas que se han propuesto hasta el momento –incluida la del Ositrán– requieren determinar parámetros específicos para asegurar que, en cualquier situación, puedan eliminar todos los precios negativos. Para reducir la arbitrariedad de la selección de dichos parámetros, se sugiere acotar el uso de la fórmula a aplicarse solo a los precios negativos.⁶ Asimismo, se podría establecer unos parámetros predeterminados en función de la literatura, por ejemplo, y que, en caso de que no eliminen todos los precios negativos, que se ajusten para lograr que el mínimo precio ajustado esté lo más cercano a cero posible.
18. Así, en el caso puntual de la revisión tarifaria del TPGSM, el Ositrán ha mencionado, en el Informe Conjunto, que esta metodología, con esos parámetros, no sería suficiente para eliminar los precios negativos del modelo. En ese caso, se podría modificar el parámetro ε para que, en vez de 0 tome el valor de 0.06 en este procedimiento que es el mínimo valor posible con el que se eliminan todos los precios negativos en el vector de precios de capital. Asimismo, en la medida en la que la investigación sobre este extremo siga desarrollándose, se podría establecer nuevas adecuaciones.
19. En relación con la **aplicabilidad de las soluciones sugeridas por APOYO**, el Ositrán señala que se deben descartar por no estar acotadas al marco de determinación del Factor de Productividad. Al respecto, desde APOYO consideramos adecuado utilizar desarrollos metodológicos específicos que mejoren los modelos empleados. Uno que el Ositrán utiliza, por ejemplo, es el de cómo estimar los precios del capital, que es objeto de discusión del presente informe y cuyo desarrollo original en la literatura no estuvo vinculado al Factor de Productividad. En ese contexto, utilizar literatura relativa a cómo lidiar precios negativos en otros sectores de la economía, o incluso desde una aproximación estadística, puede resultar deseable.
20. La literatura sobre precios negativos remitida al Ositrán en el informe de APOYO titulado “Comentarios metodológicos con respecto a precios implícitos de capital negativos en el contexto de la revisión tarifaria del Terminal Portuario General San Martín” tiene como

⁴ $\frac{1.22+1.10}{2} = 1.16$

⁵ $\frac{1.34+1.10}{2} = 1.22$

⁶ El Ositrán, en el Informe Conjunto, aplica las fórmulas de corrección mencionadas por APOYO a las series de precios de capital para todos los años. Sin embargo, se precisa que la propuesta de APOYO se circunscribe a la corrección únicamente de los precios negativos y no de toda la serie.

denominador común que, independientemente del sector al que se aplica o la naturaleza del *paper* (más o menos teórico), busca que los precios negativos sean positivos, pero que converjan asintóticamente a 0. De esta manera, mantienen los valores centrales y solo reducen la volatilidad observada en las colas de la distribución. Ello sucede independientemente de a qué mercado se hayan aplicado.

21. Sin perjuicio de lo anterior, es posible añadir más posibilidades de transformaciones. Por ejemplo, Uniejewski, Weron, & Ziel (2017) evalúan transformaciones logísticas, ajustadas por varianzas, del seno hiperbólico de área, de Boxcox, polinómicas, mirror-log, integral de probabilidad. Sin perjuicio de ello, concluyen que:

Los resultados obtenidos sugieren que la elección de la transformación óptima depende del contexto de la proyección y la base de datos considerada.

Uniejewski, Weron, & Ziel (2017)

22. De este modo, para el caso de la estimación del Factor de Productividad, a partir de lo revisado preliminarmente, la transformación seno-arcoseno hiperbólico puede tener más probabilidad de éxito manteniendo los parámetros sugeridos por Jones & Pewsey (2009).⁷ Ello no solo porque es una función que generaliza la función arcoseno –que en sí misma podría ser una transformación para utilizar en este contexto–, sino que es efectiva manteniendo la distribución de los valores a ser convertidos.

⁷ De acuerdo con los documentos revisados hasta el momento, esta metodología parecería la más adecuada. Sin embargo, podría cambiar de opinión en función a nueva evidencia.

CONCLUSIONES

23. APOYO se ratifica en que a elección del deflactor a utilizar no debe estar condicionado a la existencia de precios negativos, sino a la naturaleza de los activos a ser deflactados. Los argumentos al respecto han sido aceptados por el Ositrán a través del Informe Conjunto.
24. Conceptualmente, en el marco de las revisiones tarifarias de infraestructuras de transporte, es pertinente suponer que existen expectativas estáticas, tal como lo sugiere la literatura. Ello porque las expectativas que definen el flujo de inversiones se establecen al inicio de la concesión. En este contexto, la ecuación utilizada por el Ositrán y derivada a partir del trabajo de Christensen & Jorgenson (1969) no puede encontrar precios negativos al capital
25. Sin perjuicio de lo anterior, es necesario adaptar el modelo para que no contenga precios negativos. Para ello, desde APOYO se propone elegir alternativas basadas en la literatura en lugar de promedios como el planteado por Ositrán que resultaría arbitrario y que no asegura que en todos los casos los precios dejen de ser negativos.
26. Asimismo, las correcciones a estos precios deben ser aplicadas únicamente en los precios que resulten negativos para minimizar la probabilidad de sesgos en el modelo. Estas alternativas pueden ajustarse en cada caso para elegir los parámetros que conviertan al menor de los precios negativos en precios positivos cercanos a cero.
27. Así, una posibilidad que se deriva de la revisión preliminar de APOYO es utilizar la transformación seno-arcoseno hiperbólico sugerida por Jones & Pewsey (2009). Esta transformación asegura que se mantenga la distribución estadística de los precios, preservando los valores centrales. En el contexto específico de la revisión tarifaria del TPGSM, para asegurar que los precios sean positivos, se podría modificar el parámetro ε para que, en vez de 0 tome el valor de 0.06. De este modo, se eliminarían todos los precios negativos en el vector de precios de capital.

Referencias

- Christensen, L., & Jorgensen, D. (1969). The Measurement of U.S. Real Capital Input, 1929-1967. *Review of Income and Wealth*, 15(4), 293-320.
- Crastes, R. (2021). A new shifted log-normal distribution for mitigating 'exploding' implicit prices in mixed multinomial logit models. *Journal of Choice Modelling*, 41.
- Hall, R., & Jorgenson, D. (1967). Tax Policy and Investment Behavior. *The American Economic Review*, 57(3), 391-414.
- Jones, M., & Pewsey, A. (2009). Sinh-arcsinh distributions: a broad family giving rise to powerful tests of normality and symmetry. *Biometrika*, 96(4), 761-780.
- Jorgenson, D. (1967). The Theory of Investment Behavior. En R. Ferber, *Determinants of Investment Behavior* (págs. 129 - 175). NBER.
- Mullahy, J., & Norton, E. C. (2024). Why Transform Y? The Pitfalls of Transformed Regressions with a Mass at Zero. *OXFORD BULLETIN OF ECONOMICS AND STATISTICS*.
- Ositrán. (2024). *Informe Conjunto N° 00205-2024-IC-OSITRAN*.
- Schneider, S. (2011). Power Spot Price Modeles with negative Prices. *The Journal of Energy Markets*, 4(1), 77-102.
- Uniejewski, B., Weron, R., & Ziel, F. (2017). Variance Stabilizing Transformations for Electricity Spot Price Forecasting. *Power Systems, IEEE Transactions*.