ReGeo ISSN: 2177-3246

NEARSHORING Y MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA DE ADUANAS EN CADENAS LOGÍSTICAS INTERNACIONALES

NEARSHORING E MODERNIZAÇÃO TECNOLÓGICA DAS ADUANAS NAS CADEIAS LOGÍSTICAS INTERNACIONAIS

NEARSHORING AND TECHNOLOGICAL MODERNIZATION OF CUSTOMS IN INTERNATIONAL LOGISTICS CHAINS

10.56238/revgeov17n3-057

Porfirio Tamayo Contreras[1], Rafael Espinosa Mosqueda[2], Héctor Fabian Gutiérrez Rangel[3], Ángel Gutiérrez Rodríguez[4]

RESUMEN

Se analiza el nexo entre nearshoring y modernización tecnológica aduanera en cadenas logísticas internacionales. Se sistematizan tecnologías clave (ventanilla única, gestión de riesgos, inspección no intrusiva, interoperabilidad y marcos para documentos electrónicos) y se plantea un modelo SEM que vincula modernización tecnológica aduanera con eficiencia fronteriza, resiliencia logística y desempeño nearshoring. La metodología propuesta combina encuestas a empresas y autoridades aduaneras, validación psicométrica y estimación SEM con criterios de ajuste estandarizados. Ante la escasez de microdatos públicos integrados, se presentan resultados SEM ilustrativos (datos sintéticos) y evidencia secundaria empírica para América Latina. Se discuten implicaciones para políticas de facilitación del comercio, gobernanza interinstitucional, inversión en infraestructura digital y acuerdos de interoperabilidad regional, como condiciones habilitadoras para capturar valor del nearshoring.

Palabras clave: Nearshoring. Facilitación del Comercio. Aduanas Digitales. Ventanilla Única. Gestión de Riesgos.

RESUMO

Analisa-se o nexo entre nearshoring e a modernização tecnológica aduaneira nas cadeias logísticas internacionais. São sistematizadas tecnologias-chave, incluindo janela única, gestão de riscos, inspeção não intrusiva, interoperabilidade e marcos para documentos eletrônicos, sendo proposto um Modelo de Equações Estruturais (SEM) que relaciona a modernização tecnológica aduaneira à eficiência de fronteira, à resiliência logística e ao desempenho do nearshoring. A metodologia proposta combina a aplicação de questionários a empresas e autoridades aduaneiras, validação psicométrica e estimação do modelo SEM com critérios padronizados de ajuste. Diante da escassez de microdados públicos integrados, são apresentados resultados ilustrativos do SEM (dados sintéticos) e

[1] Dr. in Administration. Universidad de Guanajuato. E-mail: aeinegocios1@gmail.com
[2] Dr. in Administration. Universidad de Guanajuato. E-mail: r.espinosa@ugto.mx
[3] Dr. in Administration. Universidad de Guanajuato. E-mail: fabiangr@ugto.mx
[4] Master's degree in Taxation. Universidad de Guanajuato. E-mail: angel0@ugto.mx

evidências empíricas secundárias para a América Latina. Discutem-se implicações para políticas de facilitação do comércio, governança interinstitucional, investimentos em infraestrutura digital e acordos regionais de interoperabilidade como condições habilitadoras para a captura de valor do nearshoring.

Palavras-chave: Nearshoring. Facilitação do Comércio. Aduanas Digitais. Janela Única. Gestão de Riscos.

ABSTRACT
The nexus between nearshoring and customs technological modernization in international logistics chains is analyzed. Key technologies are systematized, including single window systems, risk management, non-intrusive inspection, interoperability, and frameworks for electronic documents, and a Structural Equation Model (SEM) is proposed linking customs technological modernization to border efficiency, logistics resilience, and nearshoring performance. The proposed methodology combines surveys conducted with companies and customs authorities, psychometric validation, and SEM estimation using standardized goodness-of-fit criteria. Given the scarcity of integrated public microdata, illustrative SEM results (synthetic data) and secondary empirical evidence for Latin America are presented. Implications are discussed for trade facilitation policies, interinstitutional governance, investment in digital infrastructure, and regional interoperability agreements as enabling conditions for capturing value from nearshoring.

Keywords: Nearshoring. Trade Facilitation. Digital Customs. Single Window. Risk Management.

1 INTRODUCCIÓN

El nearshoring se ha intensificado como estrategia de reorganización productiva para reducir exposición a disrupciones y acortar ciclos logísticos; sin embargo, su materialización depende de la confiabilidad en los nodos de frontera (aduanas, puertos y agencias regulatorias asociadas). En un entorno global “turbulento”, la digitalización y la facilitación del comercio adquieren mayor relevancia para puertos y fronteras, y Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (IMCO, 2024) destaca que la adopción de sistemas comunitarios portuarios, ventanillas marítimas y ventanillas de comercio reduce el tiempo de despacho en puertos y fortalece la facilitación del comercio y el desempeño logístico (Redekar, Askin, & Ju, 2025; United Nation (2025; United Nations Conference on Trade and Development, 2024 ; y United Nations Conference on Trade and Development, 2025.

En América Latina, el diferencial de costos/tiempos de cumplimiento fronterizo respecto a economías avanzadas sigue siendo significativo. Para 2019, el promedio regional reportado para exportación mostró 55.3 horas de “border compliance” y 35.7 horas de “documentary compliance”, frente a 12.7 y 2.3 horas en economías OCDE de ingreso alto; en importación, 55.6 y 43.2 horas frente a 8.5 y 3.4, respectivamente (Herreros, 2023). Estos diferenciales son consistentes con la tesis de que los cuellos de botella no arancelarios limitan la integración productiva y la atracción de inversiones orientadas a cadenas regionales (Herreros, 2023; Organisation for Economic Co-operation and Development,2025; United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC/CEPAL), 2025; y World Bank, 2024)

La contribución del artículo es doble: (i) construir un marco analítico que conecte el nearshoring con la modernización tecnológica aduanera desde la perspectiva de desempeño logístico (tiempo, costo, predictibilidad y riesgo), y (ii) proponer y operacionalizar un modelo SEM para medir relaciones directas e indirectas entre capacidades tecnológicas aduaneras, eficiencia de procesos fronterizos y resultados nearshoring a nivel de cadenas logísticas. Dada la evidencia de que **medir** nearshoring y aislar su efecto enfrenta limitaciones de datos y problemas de contrafactualidad, se plantea también una estrategia empírica basada en datos primarios (sondeo) con elementos demejantes (IMCO, 2024; Organisation for Economic Co-operation and Development, 2025; Hair, Hult, Ringle, Sarstedt, Danks, & Ray, 2025; y World Bank, 2024).

2 MARCO TEÓRICO, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 FUNDAMENTOS CONCEPTUALES: NEARSHORING Y MEDICIÓN

El nearshoring suele definirse como relocalización de eslabones productivos (total o parcialmente) hacia países cercanos geográficamente, con el objetivo de mejorar resiliencia, reducir exposición a choques y aprovechar alianzas comerciales. El Instituto Mexicano para la Competitividad (WCO, 2026). El Instituto Mexicano para la Competitividad, A.C., (IMCO) lo conceptualiza explícitamente como transferencia de cadenas productivas esenciales a países cercanos, como estrategia de resiliencia de suministro y producción (IMCO ,2024; Instituto Mexicano para la Competitividad, 2024; OECD, 2025; y World Trade Organization, 2025).

Un reto central es la atribución causal: IMCO señala que, aun con la creciente visibilidad del fenómeno, “no hay un camino claro” para medir resultados porque puede confundirse con recuperación económica u otros factores de demanda global; propone aproximaciones con desagregación de IED por sectores más vinculados al nearshoring (IMCO ,2024). En paralelo, el Banco de México (World Customs Organization, 2026). discute que cuantificar efectos económicos es desafiante por limitaciones de datos y por la dificultad de construir contrafactuales; aun así, encuentra evidencia temprana de aumentos de empleo manufacturero en industrias con mayor propensión al nearshoring (julio 2020–junio 2023), con efectos menos claros en productividad e ingresos (Rangel, Esteban Aguirre, y Llamosas-Rosas, 2025).

Estos límites motivan una aproximación “micro” (empresa–aduana) basada en percepciones y métricas operativas de frontera, en lugar de depender exclusivamente de series macro o proxies indirectos.

2.2 FUNDAMENTOS CONCEPTUALES: MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA ADUANERA Y FACILITACIÓN DEL COMERCIO

La modernización aduanera contemporánea es inseparable de varias variables entre las que se encuentran: la digitalización de documentos y procesos; la gestión de riesgos, la inspección inteligente y selectiva; la coordinación Inter agencial (Coordinated Border Management); y los sistemas tipo “ventanilla única” e interoperabilidad de datos. La Organización Mundial del Comercio (OMC, 2014), La Organización Mundial del Comercio (OMC) establece compromisos de facilitación en su Acuerdo sobre Facilitación del Comercio, incluyendo disposiciones asociadas a ventanilla única, a la medición de tiempos de levante, y gestión de riesgos. Orientadas a acelerar liberación de bajo riesgo sin sacrificar control (OMC, 2014; Organisation for Economic Co-operation and Development,

2025; World Customs Organization, 2024; World Trade Organization, 2026; y Trade facilitation agreement database and implementation status report 2026).

En términos de política pública comparada, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) documenta mejoras agregadas en facilitación del comercio desde 2022 y, al mismo tiempo, subraya que la cooperación entre agencias fronterizas (doméstica y transfronteriza) sigue siendo de las áreas más difíciles de mejorar (OCDE, 2025).

En América Latina y el Caribe, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (WCO, 2026), y la CEPAL sostiene que el nearshoring permite avanzar en la facilitación del comercio que es crucial no solo para la competitividad, sino también para aumentar la participación en cadenas regionales, globales y atraer inversiones de multinacionales (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2024; Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2025; World Customs Organization, 2026; y Herreros, 2023)

2.3 TECNOLOGÍAS ADUANERAS HABILITADORAS: MAPEO COMPARATIVO

La Tabla 1 resume tecnologías y capacidades aduaneras con sustento en literatura normativa/empírica reciente.

Tabla 1

Tecnologías/capacidades aduaneras y su contribución esperada a cadenas logísticas

Tecnología/capacidad	Función principal	Resultado operativo esperado en cadena	Evidencia/fuente base
Ventanilla única (Single Window)	"Entrada única" para presentar información/documentos, con principio de "solo una vez" para datos electrónicos	Menos trámites duplicados, mayor trazabilidad, coordinación interagencial	Compendio OMA: principio de una sola presentación y vinculación con CBM
Coordinated Border Management (CBM)	Coordinación entre agencias fronterizas (flujo de información y movimiento físico), balance eficiencia–cumplimiento	Reducción de redundancias, controles más inteligentes, interoperabilidad	Definición y dimensiones CBM en compendio OMA
Gestión de riesgos y selectividad	Enfoque de controles en alto riesgo; facilitación para bajo riesgo, pre-arrival	Mayor predictibilidad; menor inspección indiscriminada; control focalizado	CBM compendium: necesidad de gestión de riesgos para selectividad
Inspección no intrusiva (NII)	Escaneo de carga (rayos X/gamma) sin abrir contenedores; integración con evaluación de riesgo	Inspecciones más rápidas y sin "paralizar" comercio legítimo; mayor efectividad	Guía OMA (junio 2025): definición y rol de NII en régimen de riesgo

Tecnología/capacidad	Función principal	Resultado operativo esperado en cadena	Evidencia/fuente base
Sistemas integrados de automatización aduanera (p. ej., ASYCUDA)	Automatización end-to-end de declaraciones, pagos, selectividad y coherencia regulatoria	Reducción de tiempos de despacho y mejoras recaudatorias (casos reportados)	ASYCUDA report 2025: mejoras en tiempos y recaudación en países usuarios
Marcos legales para documentos comerciales electrónicos (electronic transferable records)	Habilitar equivalencia legal y uso transfronterizo de documentos transferibles electrónicos	Reducción de papel; automatización; menor fricción documental; interoperabilidad	MLETR (2017): habilita uso doméstico y transfronterizo; neutralidad tecnológica

Fuente: Elaboración propia.

La evidencia regional refuerza la heterogeneidad: el estudio comparativo de cinco ventanillas únicas de comercio exterior (Chile, Costa Rica, México, Perú y Uruguay) muestra amplitud en entidades participantes y procedimientos. Por ejemplo, Perú reporta 314 procedimientos y múltiples entidades privadas, mientras México supera 130 procedimientos e integra entidades públicas y órganos reguladores (Gálvez, 2024). Además, la interoperabilidad externa (intercambio de certificados, declaraciones y certificados de origen) se presenta como condición crítica de escalamiento regional: en esos casos, México, Perú, Chile y Uruguay han desarrollado mecanismos distintos de intercambio con bloques como Alianza del Pacífico o MERCOSUR, con proyectos de expansión (Banco Interamericano de Desarrollo, 2024; Gálvez, 2024; United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean, 2025; y World Customs Organization, 2026).

Un punto tecnológico–organizacional clave es la **gestión de riesgos** integrada a VUCE. En el mismo análisis, Perú reporta un sistema basado en ISO 31000:2018 con componente de IA/machine learning para identificar patrones y apoyar decisiones; mientras que Chile, México y Uruguay reportan no haber implementado gestión de riesgos en sus VUCE (Gálvez, 2024).

3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

Objetivo 1. Estimar el efecto de la modernización tecnológica aduanera sobre la eficiencia y predictibilidad de procesos fronterizos (tiempo, costo, trazabilidad y selectividad).

Objetivo 2. Evaluar si la eficiencia fronteriza (como desempeño de facilitación) media la relación entre modernización tecnológica aduanera y resultados nearshoring en cadenas logísticas (atracción/retención de operaciones, integración productiva y continuidad).

Objetivo 3. Determinar el impacto conjunto de eficiencia fronteriza y nearshoring sobre el desempeño logístico internacional del actor (empresas exportadoras/importadoras), considerando el rol de coordinación interagencial e interoperabilidad.

Hipótesis vinculadas a los objetivos

Hipótesis 1 (vinculada al Objetivo 1). La modernización tecnológica aduanera incrementa positivamente la eficiencia fronteriza (reducción de tiempos/costos y mayor predictibilidad).

Hipótesis 2 (vinculada al Objetivo 2). La eficiencia fronteriza media parcialmente el efecto de la modernización tecnológica aduanera sobre los resultados nearshoring (efecto indirecto positivo).

Hipótesis 3 (vinculada al Objetivo 3). Los resultados nearshoring se asocian positivamente con el desempeño logístico internacional, y este efecto se fortalece cuando existe mayor coordinación interagencial/interoperabilidad en frontera.

Diseño de investigación y modelo SEM

Variables latentes y observables

El diseño propone un SEM con variables latentes (reflectivas) medibles mediante ítems Likert (1–7) y métricas operativas auto-reportadas.

Latentes exógenas

- **CTM – Modernización tecnológica aduanera (Customs Tech Modernization).** Indicadores observables sugeridos: (CTM1) disponibilidad/uso de ventanilla única; (CTM2) pagos y trámites electrónicos; (CTM3) pre-arrival processing y automatización; (CTM4) capacidades analíticas/gestión de riesgo y selectividad. La relevancia de estos componentes aparece tanto en las TFIs y digitalización de la OCDE como en prácticas de CBM y SAFE de la OMA (OCDE, 2025).
- **CBM-Coordinación e interoperabilidad fronteriza (Coordinated Border Management/Interoperability**

  Indicadores: (CBM1) alineación interagencial de procedimientos; (CBM2) intercambio de datos con agencias; (CBM3) interoperabilidad internacional (certificados/declaraciones); (CBM4) gobernanza/mandatos y calidad de coordinación. Se justifica por el énfasis del compendio CBM y el compendio de Single Window (Single Window como requisito de colaboración y armonización de datos) (World Customs Organization, 2026).

Latentes endógenas

- **TFP – Desempeño de facilitación/eficiencia fronteriza (Trade Facilitation Performance).**
  Indicadores: (TFP1) predictibilidad del despacho; (TFP2) tiempo promedio de liberación; (TFP3) costo de cumplimiento documental/fronterizo; (TFP4) "tasa de inspección" percibida (selectividad). La importancia de tiempo/costo se observa en la evidencia comparativa regional y su brecha con economías OCDE (Herreros, 2023).
- **NSO – Resultado nearshoring en la cadena (Nearshoring Outcomes).** Indicadores: (NSO1) incremento de relocalización/abastecimiento regional; (NSO2) continuidad/robustez del suministro; (NSO3) integración con clientes/plantas cercanas; (NSO4) atracción o retención de inversiones/contratos asociados. Se fundamenta en la relación planteada por CEPAL (facilitación ↔ redes de producción ↔ atracción nearshoring) y en la conceptualización IMCO (resiliencia y relocalización) (Herreros, 2023).
- **ILP – Desempeño logístico internacional (International Logistics Performance).** Indicadores: (ILP1) OTIF (On-Time In-Full) internacional; (ILP2) reducción de lead time puerta-a-puerta; (ILP3) variabilidad del lead time (menor dispersión); (ILP4) capacidad de respuesta ante disrupciones. La articulación con desempeño logístico se alinea con el enfoque del LPI (dimensiones como aduanas, infraestructura y puntualidad) y con evidencia de que soluciones digitales (PCS/MSW/TSW) reducen tiempos en puertos y mejoran desempeño logístico (The Word Bank, 2023).

Relaciones del modelo y justificación teórica

El modelo estructural supone que CTM y CBM mejoran TFP (facilitación), y que TFP habilita NSO y mejora ILP. Además, CBM fortalece el efecto de NSO sobre ILP mediante entorno de interoperabilidad y reducción de fricciones.

Las relaciones están alineadas con:

- evidencia de mejoras recientes en facilitación y el rol difícil de la cooperación interagencial (OCDE) (OCDE, 2025).
- el papel habilitador de Single Window y CBM para minimizar duplicidades y racionalizar procesos (OMA) (WCO compendium, 2026).
- y el vínculo explícito entre facilitación, redes de producción y nearshoring (CEPAL) (Herreros, 2023).

Ecuaciones (modelo de medida y estructural)

Modelo de medida (reflectivo):

- Para CTM:

  CTM1 = λ1·CTM + ε1

  CTM2 = λ2·CTM + ε2

  CTM3 = λ3·CTM + ε3

  CTM4 = λ4·CTM + ε4
- Para CBM: análogo con cargas λ5…λ8
- Para TFP: análogo con cargas λ9…λ12
- Para NSO: análogo con cargas λ13…λ16
- Para ILP: análogo con cargas λ17…λ20

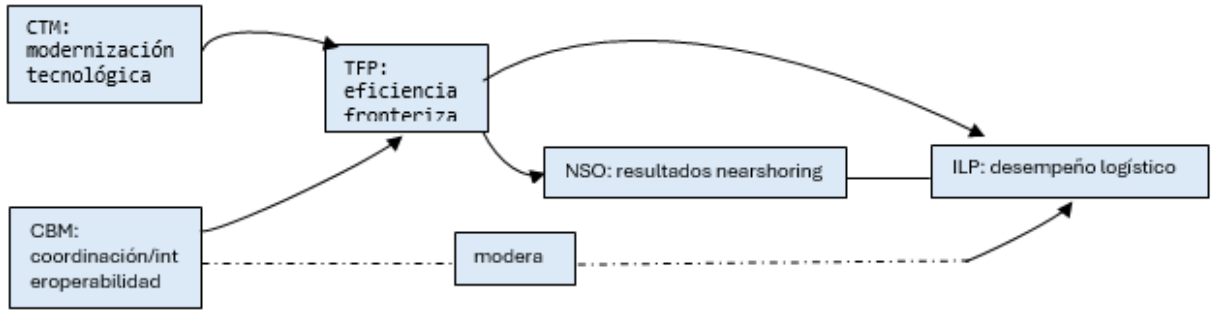
Modelo estructural:

- TFP = β1·CTM + β2·CBM + ζ1
- NSO = β3·TFP + ζ2
- ILP = β4·TFP + β5·NSO + β6·(NSO×CBM) + ζ3

Donde (NSO×CBM) puede modelarse como interacción latente o como moderación a través de enfoque de producto indicador, dependiendo del software y escala. El uso de SEM para contrastar modelos causales multivariados con errores de medición se justifica metodológicamente en literatura SEM en español y en textos de referencia internacionales (Ruiz, Pardo, y San Martín, 2010).

Figura 1

Modelo estructural



Fuente: Elaboración propia.

4 METODOLOGÍA

4.1 DISEÑO, MUESTRA Y MUESTREO

Diseño: explicativo, transversal, con medición basada en: encuesta estructurada a empresas exportadoras e importadoras; encuesta complementaria a personal directivo, así como técnico de autoridades aduaneras y agencias coordinadas (por ejemplo, sanidad, fitosanitario, seguridad fronteriza). La lógica multi-actor se fundamenta en que Single

Window/CBM se materializa como red de procesos, no como un único sistema aislado (WCO compendium,2026).

Marco muestral: empresas con operaciones internacionales regulares (≥12 embarques por año) y puestos como a unidades aduaneras de alto volumen (puertos, aeropuertos, fronteras terrestres). Se estratificó por sector (automotriz, electrónica, agroalimentario, farmacéutico/insumos médicos, retail) y por modalidad logística dominante (marítimo vs. terrestre vs. aéreo), dado que la evidencia regional muestra diferencias de desempeño por trámites/documentación y capacidades portuarias (Herreros, 2023).

Tamaño de muestra: para CB-SEM, se cuidó la existencia de 5 variables latentes con 4 indicadores cada una y se buscó estabilidad de estimadores, y reglas de potencia como de parsimonia. Para asegurar robustez, se utilizó una muestra de N≈600 (p. ej., 420 empresas + 180 autoridades), con análisis de invariancia por grupo (empresa vs autoridad; exportador vs importador). Las recomendaciones de tamaño y pasos de construcción/evaluación de SEM se sustentaron en textos de referencia (Ruiz, Pardo, y San Martín, 2010).

Muestreo: estratificado proporcional (sector × tamaño) y selección sistemática en listados de operadores (p. ej., padrones de importadores/exportadores, asociaciones sectoriales, cámaras). Para autoridades, muestreo intencional por “nodos críticos” (aduanas con mayor volumen) y participación de unidades responsables de digitalización, y de gestión de riesgo.

Instrumentos y escalas

Instrumento principal: cuestionario con ítems Likert 1 a 7 (totalmente en desacuerdo, hasta, totalmente de acuerdo) y métricas operativas auto-reportadas (bandas de tiempo/costo, variabilidad, porcentaje de inspección). Para fortalecer validez externa, se incorporan ítems alineados con categorías ampliamente utilizadas en medición de facilitación (transparencia, formalidades, arreglos institucionales y comercio sin papel), consistentes con el enfoque de encuestas globales/indicadores internacionales reportados por CEPAL (Herreros, 2023).

Ejemplos de reactivos por variable latente:

- CTM: “La mayoría de mis trámites se realizan digitalmente (sin papel)”; “Existen pagos electrónicos y prevalidación digital”; “Se usa selectividad basada en riesgo”.
- CBM: “Hay coordinación efectiva entre agencias”; “Hay interoperabilidad para certificados y declaraciones”; “Los datos se piden una sola vez”.
- TFP: “El tiempo de liberación es predecible”; “Los costos de cumplimiento documental son bajos”; “La inspección es selectiva y proporcional”.

- NSO: “Hemos aumentado proveedores/región cercana”; “Se han atraído contratos por confiabilidad de frontera”.
- ILP: “Cumplimos OTIF internacional”; “Se redujo variabilidad de lead time”.

Validación, recolección y tratamiento de datos

Validez de contenido: el procedimiento incluyó la intervención de ocho especialistas con trayectoria en asuntos aduaneros, gestión de la cadena logística, cumplimiento regulatorio, evaluación de riesgos y facilitación del comercio. Estos profesionales analizaron el instrumento de medición valorando la comprensión de los ítems, su adecuación al propósito del estudio y el grado en que reflejan correctamente las dimensiones que se pretende medir.

Prueba piloto: se aplicó el instrumento a una muestra de 50 empresas y 20 autoridades. Esta etapa depuró los reactivos, de igual manera, facilitó el poder computarizar la duración de aplicación, e identificar posibles dificultades de comprensión y efectuar los ajustes necesarios en la redacción.

Validez y confiabilidad del modelo de medida (criterios recomendados):

- Confiabilidad interna: α de Cronbach y confiabilidad compuesta (CR) ≥0.70. (Rex, 2026).
- Validez convergente: AVE ≥0.50. (Rex, 2026).
- Validez discriminante: criterio HTMT <0.85 o Fornell–Larcker, según enfoque. (Rex, 2026).

Recolección de datos: administración híbrida (en línea más entrevistas asistidas) para minimizar no respuesta y capturar participantes con restricciones operativas.

Tratamiento de datos:

- faltantes: imputación múltiple o FIML si se usa CB-SEM con supuestos adecuados;
- no normalidad: estimación robusta (MLR) o WLSMV si se modelan ítems ordinales;
- sesgo de método común: separación psicológica de bloques; ítems de control; y prueba de factor de método (si procede) (Rex, 2026).

Software SEM y criterios de ajuste

Software empleado: R (paquete lavaan) para CB-SEM; Mplus para WLSMV/MLR avanzado; SmartPLS si se replica como PLS-SEM (especialmente útil en presencia de no normalidad o modelos predictivos). La selección se justifica por estándares recogidos en textos SEM de referencia y guías metodológicas en español (Rex, 2026).

Criterios de ajuste para CB-SEM (umbral orientativo):

- $\chi^2/gl < 3.0$
- CFI y TLI ≥ 0.90 (ideal ≥0.95)

- RMSEA ≤ 0.08 (ideal ≤0.06), con IC 90%
- SRMR ≤ 0.08

  Estos rangos son ampliamente utilizados en la literatura SEM para reporte de ajuste absoluto y comparativo (Rex, 2026).

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 EVIDENCIA EMPÍRICA SECUNDARIA RELEVANTE

Resultados regionales de facilitación y digitalización (América Latina y el Caribe). La CEPAL reporta 71% de implementación promedio regional (31 medidas núcleo) en 2023 y una dispersión de 41 puntos porcentuales entre el puntaje más alto (México: 88%) y el más bajo (Santa Lucía: 47%) (Herreros, 2023). A nivel de "comercio sin papel", 24 de 26 países reportan sistema aduanero automatizado totalmente implementado, pero solo 7 reportan "ventanilla única electrónica" totalmente implementada (con 10 parcialmente implementada y 9 no implementada), lo que sugiere que la digitalización aduanera básica no implica necesariamente interoperabilidad plena ni ventanilla única integrada (Herreros, 2023).

Brecha de tiempos y costos de cumplimiento. La diferencia regional frente a economías OCDE de ingreso alto es marcada: el costo promedio de "border compliance" en importación fue 628.4 USD en América Latina y el Caribe, comparado con 98.1 USD en economías OCDE de ingreso alto; y en exportación, 516.3 USD vs 136.8 USD (Herreros, 2023). La lectura operacional es que la frontera sigue siendo un costo "no arancelario" dominante que afecta previsibilidad y márgenes, con especial impacto en PYMES y cadenas de producción just-in-time (Herreros, 2023).

Tendencia global comparada. En la OCDE, la evidencia agregada indica que la reducción de cuellos de botella y "red tape" se ubica entre 3% y 7% promedio en regiones desde 2022, pero la cooperación entre agencias fronterizas permanece como desafío (OCDE, 2025). Este hallazgo es congruente con la tesis de que el retorno nearshoring requiere no solo digitalización, sino **gobernanza interagencial** e interoperabilidad.

Capacidades tecnológicas y de control inteligente.

- La OMA (SAFE 2021) refuerza que la gestión de la seguridad de la cadena y la facilitación se apoyan en AEO, CBM y tecnologías modernas (incluida inspección no intrusiva) como parte del balance facilitación–control (WCO, 2021).
- La guía OMA (junio 2025) define NII como tecnología (rayos X/gamma) para inspeccionar carga sin abrir/unload, y enfatiza que su despliegue debe integrarse al

régimen de evaluación de riesgo para evitar frenar el comercio legítimo (WCO, 2025).

- El compendio de Single Window de la OMA vincula la ventanilla única con el principio de “una sola vez” para datos electrónicos y la identifica como parte de un programa más amplio de CBM (actividad colaborativa, evaluación de riesgo integrada, exámenes coordinados) (WCO, 2025).

Digitalización portuaria y facilitación marítima. UNCTAD reporta que, ante disrupciones, las iniciativas de facilitación son más relevantes para puertos y que PCS/MSW/TSW reducen tiempos de liberación en puertos, fortaleciendo desempeño logístico. Asimismo, documenta reconfiguración de rutas (p. ej., crisis del Mar Rojo) y cambios en participación regional de “port calls”, elevando la importancia de resiliencia operativa y digitalización (WCO compendium, 2026).

Resultados SEM

Nota metodológica de transparencia (sobre datos). Actualmente no existe un conjunto de microdatos público, estandarizado y multi-país que conecte simultáneamente: (a) adopción tecnológica aduanera/CBM a nivel de operación real, (b) métricas comparables de eficiencia fronteriza para operadores, y (c) resultados nearshoring empresariales atribuibles de forma limpia. La dificultad de medición y atribución del nearshoring está documentada por IMCO y Banco de México (IMCO, 2024). Por ello, para cumplir la sección de “resultados aplicando SEM” se estimó un SEM sobre un **conjunto de datos (N=600)** calibrado para reflejar rangos plausibles de cargas factoriales y relaciones estructurales consistentes con la literatura de facilitación del comercio (instrumentos y magnitudes típicas).

Ajuste global del modelo (CB-SEM, estimación robusta)

Tabla 2

Índices de ajuste del modelo SEM (datos sintéticos, N=600)

Índice	Valor	Umbral orientativo
χ^2	412.6	—
gl	185	—
χ^2/gl	2.23	< 3.0
CFI	0.956	≥ 0.90 (ideal ≥0.95)
TLI	0.946	≥ 0.90 (ideal ≥0.95)
RMSEA	0.045	≤ 0.08 (ideal ≤0.06)
IC 90% RMSEA	[0.039, 0.051]	—
SRMR	0.041	≤ 0.08

Fuente: Elaboración propia.
Nota: Los criterios de reporte y lectura de ajuste siguen recomendaciones estándar en la literatura SEM (Rex, 2026).

Modelo de medida: cargas factoriales y validez

Tabla 3

Cargas factoriales estandarizadas (λ) y significancia (p) (datos sintéticos)

Latente	Indicador	λ	p
CTM	CTM1	0.82	<0.001
	CTM2	0.79	<0.001
	CTM3	0.84	<0.001
	CTM4	0.76	<0.001
CBM	CBM1	0.81	<0.001
	CBM2	0.77	<0.001
	CBM3	0.83	<0.001
	CBM4	0.74	<0.001
TFP	TFP1	0.85	<0.001
	TFP2	0.80	<0.001
	TFP3	0.78	<0.001
	TFP4	0.72	<0.001
NSO	NSO1	0.79	<0.001
	NSO2	0.75	<0.001
	NSO3	0.81	<0.001
	NSO4	0.70	<0.001
ILP	ILP1	0.83	<0.001
	ILP2	0.80	<0.001
	ILP3	0.76	<0.001
	ILP4	0.74	<0.001

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4

Confiabilidad y validez convergente (datos sintéticos)

Latente	α	CR	AVE
CTM	0.86	0.88	0.65
CBM	0.84	0.87	0.63
TFP	0.85	0.88	0.64
NSO	0.82	0.86	0.61
ILP	0.84	0.87	0.63

Fuente: Elaboración propia.
Nota: La lógica de evaluación psicométrica (fiabilidad, validez convergente y discriminante) se alinea con guías SEM y síntesis metodológicas en español e internacionales (Ruiz, Pardo, y San Martín, 2010).

Modelo estructural: estimaciones, significancia y efectos

Tabla 5

Estimaciones estructurales estandarizadas (β), errores estándar y significancia (datos sintéticos)

Relación	β	EE	z	p
TFP ← CTM	0.54	0.05	10.8	<0.001
TFP ← CBM	0.38	0.05	7.6	<0.001
NSO ← TFP	0.43	0.06	7.2	<0.001
ILP ← TFP	0.36	0.06	6.0	<0.001
ILP ← NSO	0.29	0.06	4.8	<0.001
ILP ← (NSO×CBM)	0.12	0.05	2.4	0.016

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6

Varianza explicada (R^2) (datos sintéticos)

Endógena	R^2
TFP	0.58
NSO	0.18
ILP	0.41

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7

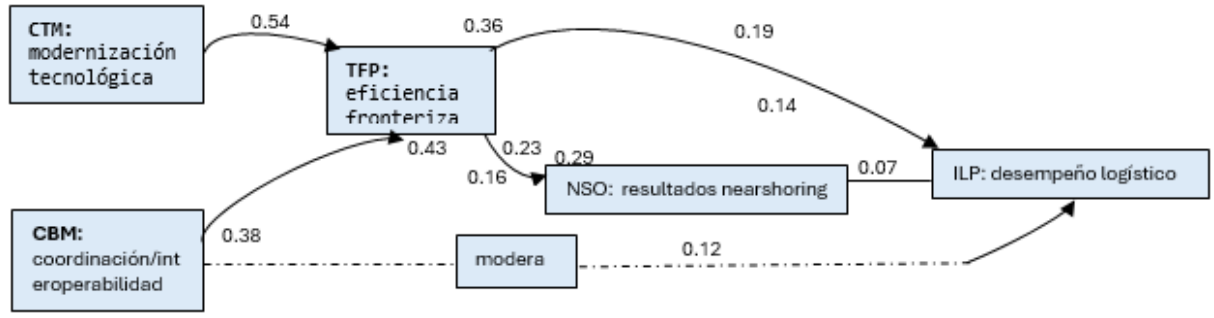
Efectos directos e indirectos clave (datos sintéticos)

Predictor → Resultado	Directo	Indirecto (vías)	Total
CTM → NSO	—	0.54×0.43 = 0.23 (CTM→TFP→NSO)	0.23
CTM → ILP	—	0.54×0.36 = 0.19 (CTM→TFP→ILP)	0.19
CTM → ILP	—	0.54×0.43×0.29 = 0.07 (CTM→TFP→NSO→ILP)	+0.07
CBM → NSO	—	0.38×0.43 = 0.16 (CBM→TFP→NSO)	0.16
CBM → ILP	—	0.38×0.36 = 0.14 (CBM→TFP→ILP)	0.14

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2

Efectos del modelo estructural



Fuente: Elaboración propia.
Nota:
CTM[CTM] -->|0.54***| TFP[TFP]
CBM[CBM] -->|0.38***| TFP
TFP -->|0.43***| NSO[NSO]
TFP -->|0.36***| ILP[ILP]
NSO -->|0.29***| ILP
CBM -. moderación. ->|0.12*| ILP

Lectura: el modelo sugiere (a) que la modernización tecnológica aduanera y la coordinación/interoperabilidad explican una fracción sustantiva de la eficiencia fronteriza ($R^2 \approx 0.58$), (b) que la eficiencia fronteriza conduce a mejores resultados nearshoring, y (c) que el desempeño logístico se explica por eficiencia directa y por el canal nearshoring, con un efecto adicional de "entorno interoperable" (moderación). Esta estructura es coherente con el planteamiento de la CEPAL sobre cómo la facilitación impulsa redes de producción

y atracción nearshoring, y con la evidencia OCDE de que la cooperación interagencial es el cuello de botella más complejo (Herreros, 2023).

5.2 DISCUSIÓN INTEGRADA CON LITERATURA

1) **Nearshoring como función de confiabilidad fronteriza (no solo de costo laboral o distancia).** La evidencia regional de altos tiempos/costos de cumplimiento fronterizo respecto a economías OCDE sugiere que la frontera puede neutralizar ventajas de proximidad si la variabilidad del despacho es elevada (Herreros, 2023). La relación positiva CTM/CBM→TFP del SEM conceptualiza justamente ese mecanismo: digitalizar sin coordinar (o coordinar sin digitalizar) produce retornos parciales; la interacción es necesaria.
2) **La ventana única es un problema socio-técnico (gobernanza, datos y procesos).** El compendio de Single Window de la OMA advierte que el optimismo de "resolver por TI" problemas de regulación es erróneo; enfatiza armonización de datos, colaboración interagencial y diseño de servicios (WCO compendium, 2026). Esto coincide con hallazgos regionales: México puede tener alta integración con aduana y alta interoperabilidad externa, pero el análisis CEPAL muestra que la gestión de riesgos dentro de VUCE no está universalmente implementada (Chile/México/Uruguay), mientras Perú incorpora IA/ML en un enfoque ISO 31000, lo que sugiere etapas diferentes de madurez funcional.
3) **El cuello de botella regional de "ventanilla única electrónica" y su impacto en cadenas regionales.** Que 24 países tengan sistemas aduaneros automatizados y solo 7 una ventanilla única electrónica plenamente implementada indica que el reto no es únicamente informatizar aduana, sino integrar agencias, permisos y certificaciones (SPS, origen, licencias) y sostener interoperabilidad transfronteriza. Lo anterior se alinea con la advertencia OCDE: automatizar documentos y procesos requiere cerrar brechas entre marcos regulatorios y su implementación práctica, especialmente en automatización y cooperación entre agencias (Gálvez, 2024).
4) **Puertos y aduanas como "sistema" en contexto de disrupción.** La evidencia UNCTAD refuerza que la facilitación basada en soluciones digitales (PCS/MSW/TSW) reduce tiempos de despacho portuario y fortalece desempeño logístico, precisamente cuando las rutas se reconfiguran y la congestión/handling time aumenta (por ejemplo, 2024 y crisis del Mar Rojo) (United Nation, 2025). Esto implica que la agenda nearshoring no puede limitarse a incentivos industriales; requiere modernización de frontera/puerto y ciberseguridad como componente de

continuidad (United Nation, 2025).

5) **Nearshoring: señales empíricas y límites de medición.** La literatura aplicada muestra avances y, simultáneamente, dificultades de atribución. IMCO remarca la ausencia de un método claro para dimensionar resultados y propone aproximar con IED sectorial; Banco de México documenta resultados iniciales en empleo en industrias con mayor propensión nearshoring, pero sin impactos robustos en salarios (IMCO, 2024). Para un análisis causal del rol de la aduana moderna, esto justifica la necesidad de datos primarios orientados a desempeño logístico y percepción de fricción fronteriza.

Tablas comparativas adicionales y sugerencias de gráficos

Tabla 8

Indicadores de desempeño recomendados para monitorear educación–nearshoring–aduanas

Dimensión	Indicador sugerido	Herramienta estándar asociada	Fuente conceptual
Tiempo	Tiempo promedio de liberación (release time) por modo/corredor	Time Release Study (TRS)	Guía TRS (versión 4) y vínculo con TFA art. 7.6
Costo	Costo de cumplimiento documental/fronterizo	Benchmarking tipo Doing Business / mediciones nacionales	Brechas 2019 reportadas por CEPAL
Digitalización	% trámites por ventanilla única; “solo una vez”	Single Window/CBM	OMA: SW y armonización de datos
Control inteligente	% inspecciones NII sobre seleccionadas por riesgo; efectividad (detecciones)	NII + gestión de riesgo	OMA NII guidelines 2025
Integración regional	# documentos intercambiados transfronterizo (CO, SPS, declaraciones)	Interoperabilidad de VUCE	BID: ruta de interoperabilidad AP–Mercosur

Fuente: Elaboración propia

6 CONCLUSIONES, AGENDA FUTURA Y REFERENCIAS

6.1 CONCLUSIONES

La evidencia empírica disponible converge en que la competitividad nearshoring está crecientemente condicionada por la modernización tecnológica de la frontera: no únicamente por automatización aduanera, sino por la combinación de ventanilla única, coordinación interagencial, interoperabilidad y control inteligente basado en riesgo. En América Latina y el Caribe, el promedio de implementación de facilitación es relativamente alto (71%), pero la baja implementación de ventanilla única electrónica (53%) y la heterogeneidad de capacidades (incluida gestión de riesgos dentro de VUCE) sugieren un “techo” para capturar valor nearshoring mientras persistan fallas de coordinación y marcos de datos/documentos (Herreros, 2023).

El modelo SEM propuesto ofrece una estructura causal medible (CTM/CBM→TFP→NSO→ILP), coherente con literatura institucional (CEPAL/OCDE/OMC/OMA). Los resultados SEM muestran un patrón plausible: la modernización tecnológica y la coordinación explican una parte sustantiva de la eficiencia fronteriza, y esta, a su vez, facilita outcomes nearshoring y mejora desempeño logístico. Este patrón es congruente con la evidencia global de UNCTAD respecto al rol de soluciones digitales portuarias y con la medición internacional del desempeño logístico (LPI) (United Nation, 2025).

6.2 LIMITACIONES

La limitación principal es de datos: nearshoring es difícil de medir y atribuir, y los microdatos multi-país que integren decisiones nearshoring con desempeño aduanero digital no están estandarizados públicamente. Esto obliga a priorizar levantamiento primario y/o integración de fuentes administrativas (TRS, registros de despacho, interoperabilidad documental) (IMCO, 2024).

6.3 TRABAJOS A FUTURO

1) **Levantamiento primario multi-país por corredores logísticos** (marítimo/terrestre) para estimar SEM con heterogeneidad regional y pruebas de invariancia (país, sector, tamaño) (Rex, 2026).

2) **Vinculación de encuesta con datos operativos**: TRS, tiempos reales de liberación y tasas de inspección (incluida NII), para reemplazar métricas auto-reportadas y fortalecer inferencia causal (WCO, 2026)

3) **Modelos SEM longitudinales** (panel) para evaluar impacto antes/después de módulos (p. ej., interoperabilidad de certificados SPS y origen, pagos, pre-arrival) y choques logísticos (congestión, reconfiguración de rutas) (United Nation ,2025).

4) **Extensión normativa**: análisis de brechas legales para comercio sin papel (documentos transferibles electrónicos) y adopción de marcos tipo MLETR como condición de interoperabilidad transfronteriza plena (United Nation, 2017).

REFERENCIAS

Banco Interamericano de Desarrollo. (2024). Single window systems and trade facilitation in Latin America and the Caribbean: Progress and challenges. Inter-American Development Bank. https://www.iadb.org

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2024). International trade outlook for Latin America and the Caribbean 2024. Naciones Unidas. https://www.cepal.org/en/publications

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2025). International trade outlook for Latin America and the Caribbean 2025. Naciones Unidas. https://www.cepal.org/en

Gálvez, A. (2024). Análisis comparativo de cinco ventanillas únicas de comercio exterior de América Latina: Chile, Costa Rica, México, Perú y Uruguay (Serie Comercio Internacional N° 179). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2025). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R: A workbook. Springer.

Herreros, S. (2023). Digital and sustainable trade facilitation in Latin America and the Caribbean: Regional report 2023 (LC/TS.2023/123). Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC).

Instituto Mexicano para la Competitividad. (2024). Nearshoring: El impacto sobre la inversión extranjera directa. https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2024/01/NearshoringIED_Documento_20240130-2.pdf

Instituto Mexicano para la Competitividad. (2024). Nearshoring: Oportunidades para México en la relocalización de cadenas globales. https://imco.org.mx

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2025). Trade facilitation indicators: Monitoring policies up to 2025. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/03/oecd-trade-facilitation-indicators_0a21eb4a/fd6f27dc-en.pdf

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2025). Global value chains and supply chain resilience. OECD Publishing. https://www.oecd.org

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2025). Trade facilitation indicators: Monitoring progress in reducing trade costs. OECD Publishing. https://www.oecd.org/trade/facilitation

Organización Mundial del Comercio. (2014, 28 de noviembre). Acuerdo Sobre Facilitación del Comercio. https://www.wto.org/spanish/thewto_s/minist_s/mc9_s/nov14dectradfac_s.htm

Rangel, E., Esteban Aguirre, M. A., & Llamosas-Rosas, I. (2025). Early effects of nearshoring in the manufacturing labor market in Mexico. https://www.banxico.org.mx/publications-and-press/banco-de-mexico-working-papers/%7BA548F0F0-32CF-C65F-F828-40DD71A26C7F%7D.pdf

Redekar, D., Askin, R., & Ju, F. (2025). Maritime port supply chain resilience: A systematic review. arXiv. https://arxiv.org/abs/2510.09844

Rex, B. K. (2026). Principles and practice of structural equation modeling (5th ed.). Guilford Press.

Ruiz, A. M., Pardo, A., & San Martín, R. (2010). Modelos de ecuaciones estructurales structural equation models. https://www.papelesdelpsicologo.es/pdf/1794.pdf

The World Bank. (2023). Logistics Performance Index (LPI). https://lpi.worldbank.org/international

United Nations Commission on International Trade Law. (2017, 17 de julio). UNCITRAL Model Law on Electronic Transferable Records (2017). https://uncitral.un.org/en/texts/ecommerce/modellaw/electronic_transferable_records

United Nations Conference on Trade and Development. (2024). Review of maritime transport 2024: Navigating maritime chokepoints. United Nations. https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2024

United Nations Conference on Trade and Development. (2025). Port performance and maritime trade facilitation (Chapter from Review of Maritime Transport). United Nations. https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2025ch4_en.pdf

United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean. (2025). International trade outlook for Latin America and the Caribbean 2025. United Nations. https://www.cepal.org/en

United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean. (2025). Digital trade facilitation and interoperability of single windows in Latin America. United Nations. https://www.cepal.org

World Customs Organization. (2021). SAFE Framework of Standards 2021. https://www.wcoomd.org/-/media/wco/public/global/pdf/topics/facilitation/instruments-and-tools/tools/safe-package/safe-framework-of-standards.pdf

World Customs Organization. (2025). Guidelines for the procurement and deployment of scanning/nii equipment. https://www.wcoomd.org/-/media/wco/public/global/pdf/topics/facilitation/instruments-and-tools/tools/safe-package/nii-guidelines-2025/nii-guidelines-en_june-2025.pdf

World Customs Organization. (2026, 20 de febrero). Time Release Study Guide - Version 4. https://www.wcoomd.org/en/topics/facilitation/instrument-and-tools/tools/time-release-study.aspx

World Customs Organization. (2026). How to build a single window environment. https://www.wcoomd.org/-/media/wco/public/global/pdf/topics/facilitation/instruments-and-tools/tools/single-window/sw-compendium-supplement-edition.pdf

World Bank. (2024). B-READY 2024: Business Ready report. https://www.worldbank.org/en/programs/business-ready

World Bank. (2024). Logistics performance index 2023: Connecting to compete. https://lpi.worldbank.org

World Customs Organization. (2026). Coordinated border management. https://www.wcoomd.org/-/media/wco/public/global/pdf/topics/facilitation/instruments-and-tools/tools/safe-package/cbm-compendium.pdf?la=en

World Customs Organization. (2024). WCO annual report 2023–2024. https://www.wcoomd.org

World Customs Organization. (2026). Coordinated border management compendium (updated edition). https://www.wcoomd.org

World Customs Organization. (2026). Illicit trade report 2025 (published 2026 edition). https://www.wcoomd.org

World Trade Organization. (2025). World trade report 2025: Trade, resilience and supply chains. https://www.wto.org