



SISTEMA ECONÓMICO
LATINOAMERICANO
Y DEL CARIBE

Informe de relatoría

Digitalización

*Seminario virtual sobre transformación digital y adopción de tecnologías innovadoras en el sector portuario.
Caracas, Venezuela
22 y 23 de agosto de 2024
SP/SVTDATISP/IR-24*

Copyright © SELA, agosto de 2024. Todos los derechos reservados.
Impreso en la Secretaría Permanente del SELA, Caracas, Venezuela.

La autorización para reproducir total o parcialmente este documento debe solicitarse a la oficina de Prensa y Difusión de la Secretaría Permanente del SELA (sela@sela.org). Los Estados Miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir este documento sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a esta Secretaría de tal reproducción.

C O N T E N I D O

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	RESUMEN DE LAS INICIATIVAS Y REFLEXIONES	3
III.	COMENTARIOS FINALES Y RECOMENDACIONES	13

I. INTRODUCCIÓN

Los días 22 y 23 de agosto de 2024, se llevó a cabo el [Seminario virtual sobre transformación digital y adopción de tecnologías innovadoras en el sector portuario](#), organizado por la Secretaría Permanente del SELA, a través de la Red de Puertos Digitales y Colaborativos (DyC), con el objetivo de presentar iniciativas desarrolladas por empresas, *startups*, operadores portuarios y centros tecnológicos, para mejorar la eficiencia operativa, la productividad portuaria, la seguridad, el uso de energías renovables y la interconexión entre los diferentes actores portuarios. Esta actividad corresponde al Proyecto A. Tecnologías de información e infraestructura energética y sustentable del Programa I: Transformación digital e infraestructura energética sustentable, Eje Temático II Digitalización e Infraestructura, del *Programa de Trabajo 2022-2026*, actualización 2024, del SELA.

Se conectaron a lo largo de las dos jornadas del seminario 183 personas de los siguientes Estados miembros del SELA: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Perú, República Dominicana, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela. Igualmente, se conectaron participantes desde los siguientes países: Andorra, Costa Rica, España, Países Bajos y Suiza.

La audiencia estuvo conformada por representantes de aduanas; autoridades de comercio, transporte, industria, turismo y relaciones exteriores; autoridades portuarias y marítimas; terminales portuarios; navieras; así como agentes portuarios; empresas vinculadas al ámbito logístico y/o de comercio exterior; representantes gremiales; académicos; consultores; *startups* y centros tecnológicos.

La sesión inaugural estuvo a cargo del Embajador Clarems Endara, Secretario Permanente del SELA, quien dio la bienvenida a los asistentes y saludó a los miembros del panel. Indicó que según un estudio realizado la Asociación Internacional de Puertos se encontró que el 70% de los puertos a nivel mundial han implementado medidas de digitalización en sus operaciones, lo cual demuestra que el sector está reconociendo la importancia de adoptar tecnologías innovadoras para mejorar la eficiencia y la competitividad. Además, se estima que la digitalización en los puertos puede generar un aumento del 5% al 10% la productividad y reducir los costos operativos en un 20% a 30%. Asimismo, señaló que con la llegada de la cuarta revolución industrial y la aplicación de las tecnologías emergentes, desde el internet de las cosas hasta la inteligencia artificial, hemos sido testigos de la relevancia que tienen estos avances tecnológicos en la forma en cómo gestionamos nuestras operaciones diarias y en cómo sus efectos permean a toda la cadena, permitiendo la generación de nuevas oportunidades para mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la competitividad en los puertos de América Latina y Caribe.

Por otra parte, destacó que la transformación no se observa de forma homogénea dentro del sector, ya que existe una brecha digital, entre América Latina y el Caribe y los puertos europeos y asiáticos, los cuales se han convertido en referentes mundiales. Sin embargo, estos cambios vienen acompañados de desafíos significativos, especialmente, en ALC, donde las infraestructuras tradicionales, la falta de financiamiento y la insuficiente capacitación del personal representan grandes retos. La integración de nuevas tecnologías requiere inversiones sustanciales, un replanteamiento de los procesos y la adquisición de nuevas competencias. Desafíos que serían ratificados más adelante durante la presentación de la analista Elisabet Torres sobre el estudio que llevó a cabo el SELA de la percepción de la transformación digital portuaria en la región.

Finalizó agradeciendo la asistencia y la receptividad con la que los asistentes atendieron a la convocatoria y felicitó el esfuerzo realizado por el equipo organizador y por los ponentes.

II. RESUMEN DE LAS INICIATIVAS Y REFLEXIONES

A continuación, siguiendo el orden temático de la agenda, se resumen las iniciativas innovadoras presentadas por los panelistas, así como algunas buenas prácticas y reflexiones derivadas del evento, en el marco de la promoción de la transformación digital y la innovación portuarias.

[Percepción de la transformación digital portuaria en América Latina y el Caribe](#). Elisabet Torres, Analista de Recuperación Económica del SELA, efectuó su presentación enfocada en la encuesta que realizó el SELA en el marco del Seminario de Puertos Exponenciales, en 2022, la cual contó con la colaboración de CAF-banco de desarrollo de América Latina y el Caribe, la Autoridad Portuaria Nacional de Perú, el Puerto de Santander (España) y NextPort. Esta encuesta se aplicó a los participantes del Seminario con el propósito de generar un diagnóstico preliminar sobre la percepción que los participantes tenían respecto a la transformación digital portuaria en la región.

Entre los principales hallazgos del análisis efectuado se encuentran los siguientes:

1. Los puertos europeos y asiáticos, como los de Rotterdam, Shanghái, Singapur, Hamburgo, Hong Kong y Amberes, constituyen la mayor referencia en materia de transformación digital a nivel mundial. La comparación de tales puertos con los de ALC, revela la amplia brecha digital que existe entre ellos y los de nuestra región. En esta última, los máximos referentes en materia de puertos son: Callao (Perú), Santos (Brasil), Manzanillo (México), Cartagena (Colombia) y los puertos ubicados en la zona de Colón y Balboa, en Panamá.
2. Del nivel de importancia dado por los encuestados a los distintos componentes de la cadena de valor portuaria, se puede inferir que la organización y control del tráfico marítimo y terrestre, la seguridad y la protección, la cadena logística-portuaria y la comunidad logística-portuaria, son las áreas consideradas de mayor preeminencia para que se lleve a cabo la transformación digital. Seguidas por las terminales especializadas y la infraestructura y equipos portuarios.
3. Entre las tecnologías y herramientas de la segunda ola de digitalización portuaria que se utilizan en las instituciones, destacan la adopción de la computación en la nube y la analítica de datos, seguidas por el internet de las cosas (IoT) y sensores, el uso de drones, el *big data* y la *business intelligence* (BI). Destacó que el desafío está en que la utilidad y la importancia del uso de vehículos autónomos, gemelos digitales, *blockchain*, realidad virtual e inteligencia artificial (IA), así como de las plataformas digitales, tales como los Sistemas de Comunidades Portuarias (PCS, por sus siglas en inglés), cobren importancia en las instalaciones portuarias y pasen de ser solo una referencia o un diseño, a su plena implementación. De esta forma, el puerto se encaminaría a convertirse en un puerto inteligente.
4. De acuerdo con la opinión de los encuestados, se puede afirmar que no existe una barrera predominante para la transformación digital. No obstante, hay ciertos factores cuyo nivel de relevancia otorgado permite aseverar que la falta de presupuesto, la falta de estrategia y la falta de liderazgo se convierten en las principales barreras para lograr la transformación digital en el sector. Les siguen la falta de cultura digital, la falta de capital humano especializado y el desconocimiento del impacto y las ventajas que representa la transformación digital para la institución.
5. La transformación digital portuaria y de la industria marítima en general, requiere no solo destinar recursos económicos a la adquisición de equipos y nuevas tecnologías, sino que también supone un cambio organizativo de los puertos y una revisión de los modelos administrativos, de gestión y gobernanza de esas infraestructuras, así como del capital humano vinculado a esta transformación.

4

Terminó señalando que las nuevas tecnologías ofrecen una gama de beneficios para el sector marítimo-portuario ya que favorecen la competitividad económica, la eficiencia, la optimización, y la sostenibilidad ambiental y energética de las operaciones, así como la seguridad y la protección de las instalaciones portuarias, e invitó a los asistentes a consultar el documento completo en la página web del SELA: <https://www.sela.org/media/3231745/transformacion-digital-portuaria-cambios.pdf>

[Soluciones de gemelo digital e inteligencia artificial para optimizar la eficiencia en puertos y terminales](#). Oscar Pernía, Cofundador y Líder de Tecnología e Innovación de NextPort, señaló en esta ponencia que las iniciativas relacionadas con la transformación digital están fundamentadas, principalmente, en los datos, la transformación organizativa, la atracción de nuevos talentos y en la generación de nuevas capacidades. Al respecto, indicó que la IA promete generar capacidades avanzadas que nos permitirán anticiparnos, optimizar y aprender, utilizando cantidades masivas de datos, con el fin de entender mejor lo que hacemos y lo que está pasando en los procesos, en un entorno tan complejo y cambiante.

Nexport ha centrado sus operaciones en las siguientes cuatro áreas: el rendimiento de activos, optimización de escalas de buque, la optimización de operaciones en tierra y la planificación prescriptiva, para las cuales ofrece soluciones a través del uso de gemelos digitales e inteligencia artificial (IA). De esta forma, Pernía presentó casos de estudio focalizados en la optimización de la escala de buques y el rendimiento de activos. El primer caso estuvo relacionado con las operaciones de ferry (Ro-Pax) en el Puerto de Algeciras. En época de verano (en un período de 2 meses) se trasladan 3,3 millones de pasajeros y 750 mil vehículos por el estrecho de Gibraltar, conectando los puertos de Algeciras y Tánger Med.

Resaltó que cualquier cambio en la planificación, ya sea un retraso en la llegada del buque o en el embarque de vehículos, o cualquier inconveniente con la documentación de los pasajeros, puede crear problemas operativos y un gran cuello de botella. Además, agregó que los *stakeholders* (autoridad portuaria, cuerpos de seguridad, migración, aduana, etc.) comparten entre sí, diversa información y efectúan muchos cálculos manuales. Bajo este escenario, Nextport ideó una solución basada en el uso de gemelos digitales, a través de la combinación de múltiples bases de datos para crear un repositorio para el *Machine Learning (ML)*.

De esa forma, ofrece la posibilidad de visualizar operaciones espejos en vivo de las operaciones marítimas, predicciones de ML para alertar sobre conflictos en los atracaderos, prescripciones de posibles soluciones y soluciones hipotéticas de acciones prescritas con simulación para el tráfico terrestre. Es así como mejora el control y la colaboración en las decisiones en tierra y en el mar, lo que permite una toma de decisiones basada en datos, mejoras continuas y un enfoque orientado a procesos en el centro de control, generando beneficios significativos en eficiencia y sustentabilidad.

El segundo caso de estudio se centró en el rendimiento de activos en la terminal de contenedores, en Malta, cuya problemática estaba en la disminución de la productividad sin una comprensión clara de las causas fundamentales y en la dificultad para la tomar decisiones basadas en los datos y en cómo influir en el comportamiento y la mentalidad del personal para mejorar el rendimiento (resistencia al cambio). Basado en esto, se generó una réplica de proceso digital con datos de telemetría (PLC, IoT) y datos operativos TOS y se dividieron los datos para analizar el rendimiento de los activos, esto empleando TIC 4.0¹. De esta forma, se genera una capacidad agnóstica del sistema estándar y centralizado para obtener valor de los datos y abre oportunidades para el uso de gemelos digitales y la aplicación de inteligencia artificial.

Es así como el uso del gemelo digital proporciona información más precisa y procesable de los activos, lo que permite; i) monitorear las operaciones en tiempo real y activando y gestionando las alarmas (practicaje, remolque, atraque, fondeo, etc.) y ii) predice cuellos de botella mediante el análisis continuo de datos (ej. un conflicto en la secuencia, cuando una grúa de muelle no cuenta con suficientes *terminal tractors* para alimentar la productividad que se espera, cómo se relaciona la carga y descarga en el lado mar con la entrega y la recepción en lado tierra).

Concluyó indicando que: i) la IA forma parte del mapa de ruta de los puertos inteligentes pero sin los datos, tanto en calidad como en cantidad, no vamos a ser capaces de generar el impacto que se espera; ii) el gemelo digital permitirá conectar procesos, sistemas y datos lo que facilitará que la IA sea práctica e inclusiva; iii) los puertos aprovecharán la inteligencia artificial para utilizar mejor los activos y facilitará una operación sostenible; iv) los gemelos digitales permitirán aprender del pasado y mirar hacia el futuro con mayor precisión en materia de infraestructura y en el ámbito operacional; y v) los gemelos digitales se conceptualizan a partir de los datos y serán usados para transformar la toma de decisiones, mientras que la IA ayudará a aumentar las prácticas humanas en la planificación y la solución de problemas en puertos y terminales.

[Aplicación de la tecnología autónoma al entorno marítimo-portuario: Proyecto AIRDRONE](#)

Manuel Odriozola Rodríguez, Director de Desarrollo de Negocio del Centro Tecnológico CTC presentó el proyecto Airdrone Security Systems², el cual se basa en el uso de sistemas RPAS con el objetivo de mejorar la seguridad en los puertos marítimos, complementando así las funciones del equipo terrestre y amplificando sus capacidades de monitorización y vigilancia continua a través de herramientas modernas de IA. La combinación del Sistema RPA y la IA permite detectar y clasificar intrusiones, integrar los datos en tiempo real y crear un sistema de ayuda que facilita la toma de decisiones de los operadores y en especial, los servicios (o cuerpos) de seguridad. Esta iniciativa se ha puesto en marcha, de forma piloto, en la Autoridad Portuaria de Santander, España.

Indicó que el proyecto es disruptivo, al compararlo con el escenario actual portuario, donde se cuenta con cámaras fijas supervisadas desde una central y con patrullas e inspecciones físicas, ya que permite: i) el uso de RPA y coordinación con los sistemas de seguridad terrestre; ii) el

¹ La iniciativa TIC 4.0 tiene como misión la promoción, definición y adopción de estándares que permitan al sector de las terminales de contenedores digitalizarse y beneficiarse de las múltiples ventajas de la cuarta revolución industrial. La iniciativa del Comité de la Industria de Terminales 4.0 (TIC 4.0) tiene como objetivo reunir a empresas representativas tanto de la industria de operadores de terminales como de fabricantes y proveedores de equipos portuarios para trabajar colectivamente en la elaboración de dichos estándares.

² Este proyecto obtuvo financiamiento público a través del Fondo "Puertos 4.0" de Puertos del Estado de España.

6

desarrollo de un sistema “inteligente” capaz de detectar personas (aplicación de técnicas novedosas de visión por computador); iii) el desarrollo de un planificador de misiones: la gestión de drones; iv) la generación de mapas de calor/puntos calientes del área portuaria; y v) la combinación de los datos para luego presentarlos en un mapa.

Para ello, se partió del desarrollo de algoritmos visión por computador (entrenamiento para los modelos *Deep Learning* enfocados en la detección de personas en las imágenes aéreas y en la identificación de la conducta) y del desarrollo de un software para la interfaz del usuario (según las especificaciones definidas gracias a la conexión a la Cloud API de DJI).

Por otra parte, Odriozola señaló que el éxito potencial del servicio ofertado se basa en cuatro factores claves: i) medios materiales (flexibilidad, versatilidad, autoprotección); ii) experiencia (organización y realización de patrullas en entornos portuarios y misiones de vuelo específicas); iii) inteligencia artificial (detección y categorización de intrusos y sistemas de ayuda a la toma de decisión); y iv) análisis posterior (generación de alertas, mapa interactivo, histórico detecciones recientes y generación de informes).

Asimismo, indicó que uno de los retos del proyecto han sido las restricciones normativas asociadas a la ética y la privacidad de las personas que rigen en España y en la Unión Europea. Por ende, han tenido que adecuar los procesos y el sistema para minimizar el riesgo de captura de imágenes o videos en áreas privadas; cumplir con las regulaciones de protecciones de datos; asegurar el consentimiento y la transparencia del uso de datos; mitigar el sesgo en algoritmos de IA para evitar discriminación y darles importancia a las decisiones justas en automatización.

Finalizó su intervención destacando las tendencias y tecnologías emergentes en la vigilancia portuaria, la importancia de la colaboración en la innovación, la relevancia de la adaptación e innovación continua; así como la importancia de mantener la seguridad, la eficiencia y la sostenibilidad en entornos portuarios.

[Innovación en los puertos: de las ideas a la aplicación](#). Gadi Benmoshe, Vicepresidente del Comité de Colaboración de Datos de la Asociación Internacional de Puertos y Terminales (IAPH, por sus siglas en inglés) presentó la *Guía de buenas prácticas: El cambio de mentalidad hacia la innovación en puertos*³ destacando la vigencia y la utilidad de los capítulos que la conforman.

La guía está compuesta por 10 capítulos; sin embargo, Benmoshe centró su intervención en 6 de ellos, a saber: 1) Ha llegado el momento para la innovación en los puertos; 2) La Innovación en los puertos no es sólo sobre tecnología; 3) El lugar de la innovación dentro de la estructura organizativa de un puerto y cómo desarrollar un ecosistema de innovación. 4) Herramientas para la innovación: Los *hackáthones*, *challenges* y los pilotos son herramientas habilitadoras de innovación; 5) La función del centro de innovación e infraestructura para la innovación en los puertos y 6) Inversión en *startups*.

³ *The mindset shift towards innovation. A set of guidance fact sheets for ports*. Disponible en: <https://sustainableworldports.org/wp-content/uploads/IAPH-The-mindset-shift-towards-Innovation-White-Paper.pdf>

En este sentido, Benmoshe mostró distintos casos para ejemplificar como la innovación está presente en los distintos ámbitos considerados en la guía, los cuales se listan a continuación:

- Capítulo 1: el lanzamiento de Maersk Air Cargo, como repuesta a las necesidades globales de carga aérea; el establecimiento de su propia línea de transporte marítima por parte de la cadena de supermercados Lidl; el lanzamiento de la empresa automotriz china BYD de su primer porta vehículos para exportaciones a Europa.
- Capítulo 2: el proyecto "Formar para Trabajar" del Consorcio de Gestión Puerto Dock Sud, sobre equidad de género y el proyecto de protección y regeneración de la biodiversidad marina del Puerto de Barcelona; así como el contenedor inteligente de materiales compuestos diseñado por Aeler.
- Capítulo 3: el Programa de Sostenibilidad de los Puertos del Mundo (WPSP, por sus siglas en inglés) ha generado una base de datos de más de 400 proyectos que contribuyen al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, en áreas como cuidado ambiental, clima y energía, desarrollo comunitario, infraestructura, digitalización, salud, seguridad y protección.
- Capítulo 5: la cooperación entre la Fundación Valenciaport y el Instituto iTEAM de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), quienes desarrollaron un laboratorio 5G. Este laboratorio se establecerá como un banco de pruebas especializado en validar aplicaciones vanguardistas en entornos portuarios, como realidad aumentada, control remoto de robots y comunicaciones holográficas, entre otras tecnologías.
- Capítulos 3, 4 y 6: el Puerto Ashdod invierte aproximadamente USD 1 millón en cinco startups, como es el caso de Spinframe, de la cual figura como socio de diseño. Spinframe desarrolla sistemas de inspección de vehículos basados en inteligencia artificial, visión computarizada y machine learning para crear gemelos digitales para vehículos a lo largo de la cadena de suministro y detectan anomalías desde la línea de ensamblaje hasta el concesionario y el cliente final. La tecnología de Spinframe permite monitorizar un gran volumen de vehículos sin necesidad de intervención humana, en entornos como puertos marítimos, grandes centros de transporte y logística, aparcamientos, concesionarios, sucursales de alquiler y centros de servicio.

[*Impulsando la transformación digital del sector portuario*](#). Rocío Díaz Pereira, Directora de La Lonja Tech de la Autoridad Portuaria de Huelva (APH), dio a conocer dos proyectos en los que el puerto ha centrado sus esfuerzos en materia de transformación digital e innovación. El primero es la Plataforma de Datos, el cual consiste en tener un único sistema de integración de datos basado en el IoT (FIWARE) sobre el que modelar los procesos de PMS y PCS. Esta plataforma facilita la toma de decisiones de una manera dinámica y ágil, con base en los datos (incidencias, rutas, velocidades, etc.) e incorpora procesos de IA, RPA y *machine learning* de forma sencilla.

El segundo proyecto es La Lonja de la innovación. Díaz afirmó que la innovación en los puertos tiene que venir propiciada por las propias alianzas público-privadas, actuando como palancas del sistema innovador del ecosistema portuario. La Autoridad Portuaria de Huelva establece como objetivo prioritario de su estrategia corporativa, convertirse en el epicentro que genere medidas innovadoras de las que se puedan beneficiar todos los agentes portuarios y, por ende, el propio puerto. De esta forma, surge la idea de La Lonja de la Innovación. Para convertir al Puerto de Huelva en un referente de la innovación abierta en el sector logístico-portuario. Para ello, han usado la experiencia y el conocimiento de Telefónica apoyando *startups* e innovando con *startups*. El objetivo es traer innovación de las *startups* al sector,

8

promover la colaboración entre los emprendedores y las entidades de la comunidad portuaria para innovar y aumentar la competitividad del puerto.

Entre las principales áreas de actuación de La Lonja se encuentran: 1) Programa de Aceleración de *Startups*, el cual, a través de convocatorias anuales y de la selección de *startups*, acompaña a la empresa hasta máximo de 1 año. Este acompañamiento se ajusta a las necesidades de las *startups* ofreciéndoles mentorías, visibilidad, *networking*, desarrollo y validación de un piloto dentro del Puerto de Huelva, acercamiento a fuentes de financiamiento y un catálogo de soluciones y herramientas digitales. 2) Tecnología FIWARE, la cual se basa en una serie de herramientas de código abierto (*open source*) para el desarrollo de soluciones portables e interoperable, capaces de conectarse a plataformas de terceros con el propósito de intercambiar información con otros agentes dentro de un mismo ecosistema; 3) Retos APH, los cuales buscan identificar y priorizar problemas que hasta el momento no han tenido una solución satisfactoria. A la fecha, han publicado cinco retos tecnológicos.

Esta ponencia fue complementada con la participación de Eduardo Murillo, miembro de Kuviotech, quien compartió su experiencia en su paso por La Lonja, como *startup*, resaltando el equipo de mentores que forman parte de La Lonja. *Kuviotech*, antes conocida como *Ecourbes*, es una *startup* especializada en el sector IoT y en proyectos de sostenibilidad y eficiencia que ofrece información útil para ser explotada, de manera sencilla, a través de su herramienta Imperium.

[Innovación en los puertos con ¿Inteligencia? Artificial.](#) Miguel Montesinos, Director General de Prodevelop, inició su participación indicando que lo importante no es la tecnología sino la generación de valor en los procesos de negocios, centrandó su ponencia en la conceptualización de la Inteligencia Artificial (IA). Haciendo mención del informe [Artificial Intelligence Index Report 2024](#) de la Universidad de Stanford⁴, presentó el estado actual de la IA destacando que: i) la IA supera a los humanos en algunas tareas, pero no en todas; ii) la IA hace que los trabajadores sean más productivos y conduce a un trabajo de mayor calidad; iii) las personas de todo el mundo son más conscientes del impacto potencial de la IA y expresan nervosismo hacia los productos y servicio de IA; iv) los riesgos de la IA se están convirtiendo en una preocupación para las empresas de todo el mundo. Una encuesta mundial sobre IA destaca que las principales preocupaciones de las empresas en relación con la esa tecnología incluyen la privacidad, la seguridad de los datos y la fiabilidad; v) la adopción de IA en las organizaciones va en aumento. Un informe de McKinsey de 2023 revela que el 55% de las organizaciones utilizan IA (incluida la IA generativa) en, al menos, una unidad o función de negocio, frente al 50% en 2022 y el 20% en 2017; vi) Estados Unidos y la Unión Europea impulsan una acción política histórica en materia de IA. En 2023, los responsables de políticas de ambos países presentaron propuestas sustanciales para avanzar en la regulación de la IA.

En cuanto a la perspectiva de la IA, resaltó que, según Accenture, se estima que para 2035 aumente la productividad laboral hasta en un 40%; aparecerá una nueva fuerza de trabajo virtual caracterizada por la automatización inteligente, capaz de resolver problemas e impulsar el autoaprendizaje. Adicionalmente, surgirán nuevas fuentes de ingresos porque la IA se va a aplicar en diferentes sectores y la difusión de la innovación beneficiará a la economía. Por su parte, el Instituto Global de McKinsey prevé que, para 2030, el PIB global puede aumentar en un 1,2% anual, debido al uso de la IA.

⁴ *AI Index 2024 Annual Report*. Disponible en: https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2024/05/HAI_AI-Index-Report-2024.pdf

Asimismo, explicó los distintos tipos de IA y su funcionamiento, a saber: i) Inteligencia Artificial (IA), técnicas computarizadas para emular comportamiento humano, habilitando el aprendizaje, la toma de decisiones, el reconocimiento de patrones y la solución de problemas complejos de forma similar a la inteligencia humana; ii) *Machine Learning* (ML), una rama de la IA que usa algoritmos avanzados para aprender patrones con grandes conjuntos de datos, lo que permite hacer predicciones (inferencias) sobre datos similares; iii) *Deep Learning* (DL), subconjunto de ML que usa redes neuronales profundas (complejas) para el procesamiento de datos en profundidad y tareas analíticas; iv) IA Generativa, su conjunto de modelos de DL que, a partir de contenido existente, es capaz de generar nuevo contenido como texto, imágenes, audio, video código a partir de una petición. Se entrena con conjuntos de datos gigantescos y genera respuestas no deterministas.

La diferencia entre la inteligencia natural y la inteligencia artificial es que la inteligencia natural posee nueve características: aprendizaje, inferencia, razonamiento, conciencia, colaboración, misión, causalidad, empatía y compasión, mientras que la IA solo posee dos: aprendizaje e inferencia. La IA solo puede efectuar una correlación de datos, más no puede comprender causa-efecto.

A nivel portuario, Montesinos mostró varios ejemplos del uso de la IA en algunos procesos de negocios portuarios, como la autorización de visitas de buques, la planificación de descarga de contenedores, la planificación de operaciones, el proceso de *vesse/* control. Comparó esos procesos con los tradicionales y resaltó las ventajas del uso de la IA.

Finalizó dando un consejo sobre cómo plantear un proyecto de IA en un puerto, indicando que la clave no está en los algoritmos. Dio a conocer la regla del 10/20/70, en el que la importancia de un algoritmo es del 10%, el de la tecnología del 20% y de las personas del 70%. La clave está en cambiar el comportamiento de las personas y los procesos de negocio. Para ello, presentó los pasos clave para el éxito de un proyecto de IA: i) definir el valor esperado; ii) traducir el valor a una métrica; iii) definir la precisión para medir el modelo; iv) esbozar la curva de precisión *vs.* valor y v) definir umbrales de la curva de precisión *vs.* valor (línea base y valores de éxito).

[Innovación y transformación digital en puertos](#). Ana María Bendek, Coordinadora de Emprendimiento Corporativo del Grupo Puerto de Cartagena, presentó algunos ejemplos de iniciativas *Logtech* en el transporte marítimo que han impactado los modelos de negocios desde el punto vista de las plataformas *marketplace* (INTTRA by e2open, Container xChange); habilitadores tecnológicos de líneas navieras (Piersight, Captain's Eyes) y habilitadores tecnológicos portuarios (Awake.AI, HarborLab, Abyss, RockwonIT Global). Cabe destacar que se estima que haya 1.262 soluciones *Logtech* asociadas con el transporte marítimo.

Desde la experiencia del Puerto de Cartagena, mostró el modelo de innovación del Grupo Puerto de Cartagena, el cual está conformado en tres partes, a saber: la innovación cerrada; la innovación desde los colaboradores, a través del proyecto *Port ideas*; y la innovación abierta, con el proyecto del "*DeltaX*". Todo ello, en el marco de la inteligencia de datos y de la vigilancia tecnológica como capacidades organizacionales y con una cultura que apoya la transformación.

Entre los ejemplos de innovación cerrada, señaló los siguientes sistemas y proyectos: torre de control integrada para ambas terminales; integración digital de actores del ecosistema portuario (*Port Community System*); sistema de localización de vehículos externos en tiempo

10

real; sistema de citas para camiones; gemelos digitales para eficiencia y productividad; operación remota y automatizada de Rtgs; transición energética y sostenibilidad y la Universidad Corporativa para sus colaboradores.

En relación con la innovación desde los colaboradores, indicó que a través del programa "Port ideas" buscan promover la mentalidad innovadora de los colaboradores del puerto y ofrece el acompañamiento con una metodología y gestión de ideas. Sobre la innovación abierta, destacó el caso de DeltaX, una aceleradora corporativa de *startups* tecnológicas, la cual nació con el objetivo de desarrollar un portafolio B2B de soluciones digitales de la logística, enfocada 100% en proyectos de innovación abierta. Identifica *startups* que desarrollen soluciones a problemas relacionados con servicios aduaneros, transporte terrestre, transporte marítimo, servicios de carga refrigerada, servicios para contenedores vacíos y servicios de almacenamiento. Entre estas *startups* se puede mencionar a CubiQ (automatiza la captura de información de los paquetes con robótica, visión e inteligencia artificial); Taxer (asistente IA de clasificación arancelaria para México, Colombia y USA); Logerdash (digitalización de la inspección previa y reconocimiento de mercancías) y Portcast (visibilidad del transporte en tiempo real e información predictiva potenciada por los datos). Cabe destacar que, desde 2023, DeltaX se convirtió en un ecosistema de innovación que apoya el crecimiento sostenible del Grupo Puerto de Cartagena, generando valor a la organización y a sus clientes y aliados, a través de sinergias que dinamizan la transformación del comercio exterior.

En DeltaX mantienen una vigilancia tecnológica constante de lo que pasa en el mundo de la innovación y los hitos que van marcando la historia y provocando avances en las industrias de Colombia, ALC y el mundo entero. Es así como, realizaron el *ebook* sobre *Logitech*⁵, donde analizan en detalle los sectores que componen el ecosistema *Logitech* para un período determinado.

[Adopción tecnológica en el comercio exterior: impulsando la eficiencia y superando desafíos.](#)

Romina Morales, Directora de Tecnología y Procesos en Conecta Logística, centró su presentación en la guía de *Recomendaciones de adopción tecnológica de comercio exterior*⁶, iniciativa liderada por Conecta Logística, una institución diseñada por el Programa de Desarrollo Logístico del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile, con apoyo de CORFO. Identificaron brechas por nodos (nave en puerto, operaciones en puerto, transporte entre instalaciones logísticas, e instalaciones logísticas extraportuarias) y plantearon algunas propuestas de soluciones tecnológicas.

Entre las soluciones planteadas, de acuerdo con el nodo, destacan las siguientes:

- Nave en puerto: para mejorar la coordinación naviera y los trámites documentales, la recomendación es utilizar la plataforma digital VUMAR (Ventanilla Única Marítima), que gestiona la información de las operaciones de recepción y despacho de las naves. De esta forma, podrán digitalizar y obtener trazabilidad de la operación al conocer el estado de los trámites, solicitudes y validaciones de todas las operaciones que componen el proceso de recepción y despacho de las naves.
- Operaciones en puerto: ante la falta de información anticipada sobre la llegada de un camión, la falta de acceso a la documentación para el acceso y la falta de coordinación

⁵ *Ebook Logitech 2024*. Disponible en: <https://www.deltaxventures.com/empty-page>

⁶ *Recomendaciones de adopción tecnológica de comercio exterior*. Disponible en: <https://www.conectalogistica.cl/content/uploads/2024/06/guia-comex.pdf>

entre los distintos actores, se sugiere utilizar sistemas de seguimiento y monitoreo, soluciones de gestión de acceso y entradas *Free Flow* y la implementación de un *Port Community System* (PCS) o un sistema de coordinación similar, respectivamente.

- Instalaciones logísticas extraportuarias: a fin de mejorar la trazabilidad de mercancías y el almacenamiento de datos se propone el diseño de sistemas de monitoreo y trazabilidad y el almacenamiento y gestión de datos en la nube. Al respecto, se recomiendan distintas herramientas tecnológicas y software para mejorar la gestión logística de las instalaciones logísticas y sus operaciones; tales como: sistemas de

gestión de almacenes (WMS), sistema de gestión de transporte (TMS), sistema de relación entre clientes (CRM), aplicaciones móviles, automatización y robótica, *blockchain* e inteligencia artificial.

- Transporte entre instalaciones logísticas: ante la falta de información anticipada del estado de la flota y de la capacidad de las instalaciones, se plantea el uso de sistemas de seguimiento, en tiempo real, de la flota y de la carga por parte de todas las entidades interconectadas.

Finalizó haciendo algunas recomendaciones para incorporar al ecosistema logístico en la búsqueda de identificación de brechas: i) reunir expertos en logística y operación; ii) determinar que se necesitan y cuándo se necesitan; iii) escuchar distintos puntos de vista sobre nuevas iniciativas; iv) reunir a los usuarios finales de las iniciativas para obtener una retroalimentación temprana; v) generar sentido de pertenencia y vi) generar integración y comunicación entre los puertos y los actores portuarios.

[Predicción de sanciones fiscales en el despacho aduanero mexicano.](#) Flavio Mora, Director Adjunto de Estrategia Integral del Grupo Inversor Veracruzano (Griver), compartió la experiencia de la empresa relacionada con la aplicación predictiva desarrollada para la declaración de importaciones, denominada GRIVER Risk Analysis by RECO, la cual valida los posibles riesgos con el fin de evitar sanciones administrativas.

RECO es una herramienta innovadora y disruptiva desarrollada con inteligencia artificial para el análisis de probabilidad de que una operación incurra en revisión aduanera. Es un medio preventivo de incidencias graves que pongan en riesgo la patente del agente aduanal, dando un nuevo nivel de blindaje a las operaciones de comercio exterior, brindando un valor agregado a la prevalidación electrónica de pedimentos.

Por otra parte, señaló que la adopción de herramientas de IA depende de la velocidad de respuesta a los distintos comportamientos de mercado y a la necesidad de anticipar escenarios. Además, destacó que la implementación de tecnologías emergentes no debe ser responsabilidad exclusiva del director de tecnologías de la información (ITManager) sino que debe ser un trabajo conjunto entre el director de las tecnologías de información y el gerente de recursos humanos (HR Manager), ya que considera que el uso de la inteligencia artificial o de las tecnologías emergentes debe ser y debe formar parte del perfil de los individuos que ocupan los distintos cargos directivos de una organización. Por ende, quienes ocupen esos cargos directivos deben contar con las competencias pertinentes al uso de estas herramientas.

[Plataformas tecnológicas como elemento impulsor de la eficiencia portuaria.](#) Álvaro Lasso, Ingeniero de Investigación de Georgia Tech Panamá, presentó las distintas iniciativas que ha llevado a cabo la institución, enfocadas en la logística eficiente, digital y sostenible de Panamá.

12

Entre las iniciativas sobre transformación digital del entorno portuario panameño, destacó las siguientes: i) la Ventanilla Única Marítima de Panamá (VUMPA), liderada por la Autoridad del Canal de Panamá, la cual busca facilitar el transporte marítimo simplificando y minimizando los trámites, los requisitos de documentación y los procedimientos relacionados con el arribo, la estadía (inspección, tránsito, operación de carga, transbordo, etc.) y la salida de los buques; ii) Portcel, sitio web intergubernamental desarrollado por la Autoridad Nacional para la Innovación Gubernamental (AIG) que permite la integración de las diversas plataformas y sistemas relacionados con las actividades de logística y comercio exterior asociados a los procesos de importación, exportación y tránsito de mercancías; iii) la Estrategia Logística Nacional que pasa de ser un “Gobierno Logístico” a un “Estado Logístico”, con una visión compartida y una hoja de ruta definida que sirve de referencia para la ejecución de iniciativas y proyectos que busquen mejorar la logística del país y iv) la promoción de ecosistemas digitales para innovaciones complementarias centradas en los clientes. En ese sentido, Georgia Tech Panamá ha desarrollado algunas iniciativas con las cuales busca, principalmente, la eficiencia de los procesos y medir el desempeño de las operaciones portuarias, tales como Vacont, Portal Panahub y Movicago.

El proyecto de Movicago está compuesto por una aplicación móvil (App) y un portal web de indicadores que brindan visibilidad de forma integral a transportistas terrestres de carga que operen en zonas logísticas en Panamá, permitiéndoles tomar decisiones que contribuyan a mejorar la competitividad de sus negocios. Esto, a través de un seguimiento, vía GPS, de los transportistas. Cuenta con un módulo de alertas y de incidencias.

III. COMENTARIOS FINALES Y RECOMENDACIONES

La transformación digital de los puertos es un proceso complejo que requiere una visión estratégica, inversiones significativas y una estrecha colaboración entre todos los actores involucrados. Los beneficios de esta transformación son múltiples y pueden contribuir a mejorar la competitividad, la eficiencia y la sostenibilidad de los puertos. Para ello, se recomienda:

- Desarrollar una visión estratégica: desarrollar una visión clara y a largo plazo sobre cómo la digitalización transformará el puerto y su entorno y alinear la estrategia digital con los objetivos generales del puerto y las necesidades de los usuarios.
- Invertir en infraestructura tecnológica: realizar inversiones significativas en infraestructura tecnológica de última generación (redes 5G, IoT, inteligencia artificial) y asegurar una conectividad robusta y segura para todos los actores del puerto.
- Fomentar la innovación: crear un ecosistema de innovación que fomente la colaboración entre el sector público, privado y académico e implementar programas de incubación y aceleración de *startups* para impulsar el desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas enfocadas en las necesidades del puerto.
- Adoptar tecnologías disruptivas: explorar el potencial de tecnologías como *blockchain*, *big data* y realidad aumentada para optimizar procesos, mejorar la eficiencia y promover el uso de plataformas digitales para facilitar la comunicación y la colaboración entre los diferentes actores del puerto.
- Desarrollar el capital humano: invertir en la capacitación y formación del personal para que adquiera las habilidades necesarias para trabajar en un entorno digital y fomentar una cultura de innovación y aprendizaje continuo.
- Optimizar la gobernanza de datos: diseñar una estrategia de gestión de datos que garantice la seguridad, la privacidad y la calidad de la información, así como crear una plataforma de datos común para compartir información de manera segura y eficiente entre los diferentes actores del puerto.
- Promover la colaboración público-privada: fomentar la colaboración entre las autoridades portuarias, los operadores portuarios, las empresas tecnológicas y otros actores relevantes, y crear alianzas estratégicas para desarrollar proyectos de innovación conjunta.