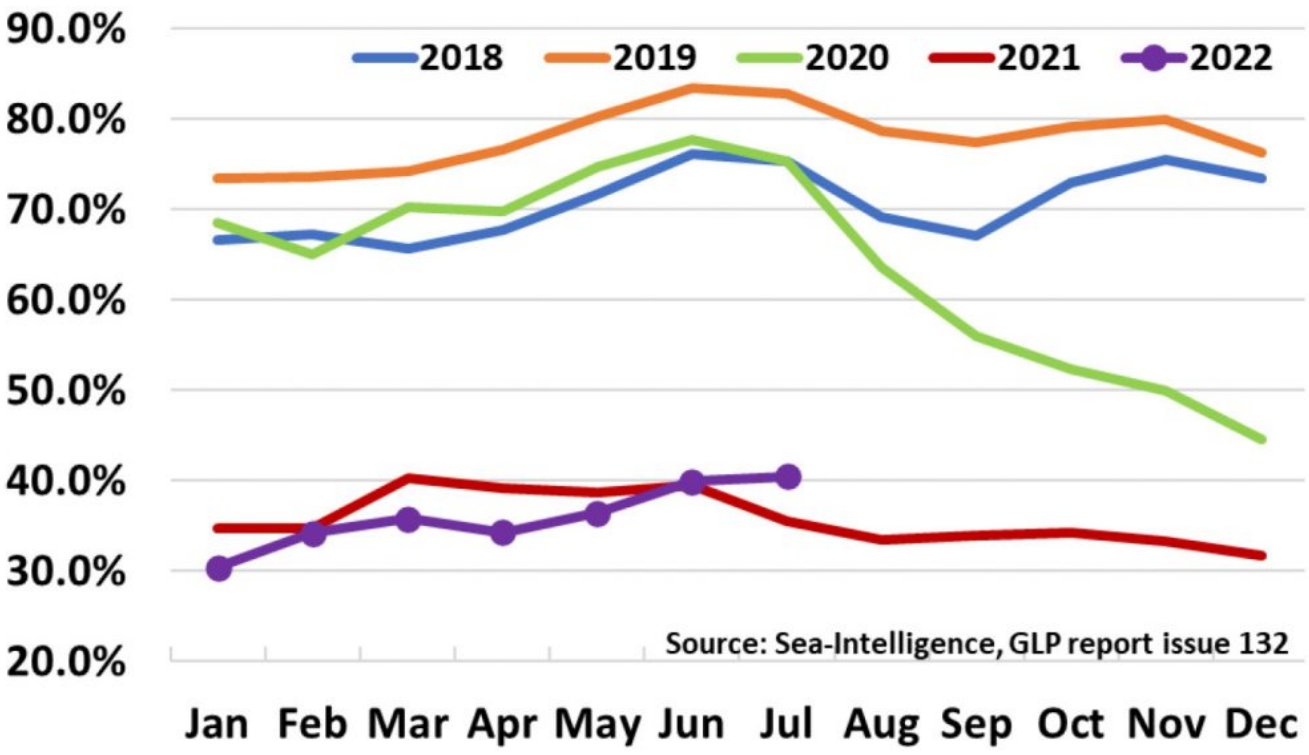
Integración tecnológica para la optimización de operaciones portuarias

Los efectos de la Pandemia en el funcionamiento de la cadena logística marítima-portuaria

Los efectos de la pandemia de COVID 19 están dejando una huella profunda en el funcionamiento de la industria marítima-portuaria a nivel global. Atrás quedaron los tiempos donde las navieras de transporte de contenedores tenían cumplimientos de hasta un 80% en sus itinerarios en puertos (ver figura Global Schedule Reliability), lo que permitía a las terminales de contenedores planificar y optimizar recursos con un alto nivel de certeza, alcanzando importantes rendimientos sobre sus activos y beneficiando a sus usuarios y clientes logísticos y de comercio exterior.



Global Schedule Reliability. (Fuente: Sea-Intelligence, GLP report issue 132)

La mayoría de los puertos del mundo se ven afectados por el bajo nivel de cumplimiento de la planificación del transporte marítimo por parte de los servicios de línea. El efecto es que los muelles tienen problemas para programar sus recursos, lo que finalmente afecta el tiempo de espera de las propias embarcaciones y amplifica la congestión de carga y camiones.

Por su parte, el indicador de puntualidad oceánica de la empresa logística Flexport (Ocean Delivery Times Converge) que mide la cantidad de tiempo que se tarda un envío de carga desde el punto del exportador hasta que llega a su puerto de destino viene anotando cifras muy preocupantes desde el 2020.



Ocean Delivery Times Converge. Cargo Ready Date to Destination Port Departure, to 7/31/22. (Fuente:Flexport Research).

Tomando en consideración las dos principales rutas marítimas, FEW (Far East Westbound) y TE (Transpacific Eastbound), los tiempos de tránsito se elevaron desde un promedio de 50 días en 2019 a casi 120 dias en abril 2022, lo que conlleva una disrupción a las tradicionales formas de abastecimiento de grandes importadores de Norteamérica y Europa. Adicional a este fenómeno, las navieras han incrementado en casi un 600% los fletes marítimos, en un intento de ajustar oferta y demanda.

En Latinoamérica ambos efectos, tanto del incumplimiento de los servicios de transporte de contenedores como el aumento del transit time de las cargas, sumado a los últimos acontecimientos geopolíticos, han impulsado una “tormenta perfecta” que altos costos logísticos de comercio exterior y baja productividad en las operaciones de logística portuaria.

En esta época de hiperconectividad o como se ha denominado, la era de la industria 4.0 ó la cuarta revolución industrial, aún la industria marítimo-portuaria sigue enfrentando interrupciones o disrupciones en las cadenas de suministro globales. A pesar de la disponibilidad de tecnologías como la inteligencia artificial, blockchain, cómputo en la nube, internet de las cosas o gemelos digitales, muchos puertos aún no han comenzado su camino hacia la digitalización. Es decir, aún existen procedimientos que se realizan en formato presencial y el intercambio de información basado en papeles, o por medios digitales como el email, pero no de forma integrada. Esto implica una mayor ineficiencia en las operaciones y a su vez, mayor vulnerabilidad a la incertidumbre de las operaciones y la ocurrencia de disrupciones como las que ha dejado la pandemia COVID-19.

La transformación digital y facilitación del comercio como agendas estratégicas en puertos

Existen esfuerzos que se han hecho para avanzar hacia la digitalización en puertos.

Para empezar, es importante destacar los esfuerzos que las terminales portuarias han realizado para la adopción de sistemas de información empresariales denominados como los *Terminal Operating System* (TOS) donde uno de los principales proveedores tecnológicos es *Navis*. Otro esfuerzo de tipo endógeno que han realizado los puertos es la adopción de los sistemas de tipo interorganizacional como son los ya previamente referidos *Port Community System* como una medida de integración para el intercambio electrónico de datos y que tal como lo afirma la Asociación Internacional de PCSs (IPCSA), *"un PCS es una plataforma electrónica que conecta los múltiples sistemas operados por una variedad de organizaciones que conforman una comunidad portuaria o aeroportuaria. Es compartida en el sentido de que es creada, organizada y utilizada por empresas del mismo sector, en este caso, una comunidad portuaria"* (IPCSA, s.f.). Por su parte, el proveedor de tecnología para la facilitación de comercio Webb Fontaine Group lo define como *"lo que conecta un puerto, sus negocios esenciales, partes interesadas, empresas locales, comunidades y dependientes con el mundo globalizado más amplio*" (Webb Fontaine, s.f.).

Desde las Naciones Unidas también se han emitido recomendaciones para que los puertos avancen hacia la digitalización. En el año 2019 se determinó que el intercambio electrónico de datos es mandatorio para los puertos, y desde la recomendación no. 41 se establece el rol de las alianzas público-privadas (APP) para la facilitación del comercio (UNECE, s.f.). Varios países y/o autoridades portuarias están optando por modelos de negocios para la adopción de los PCS basados en este tipo de esquemas con proveedores tecnológicos especializados en servicios de facilitación de comercio que permitan adoptar este tipo de sistemas de forma más ágil que desarrollar su propio sistema.

Otros esfuerzos importantes tienen que ver con la estandarización en el intercambio de datos, a través de iniciativas lideradas por asociaciones internacionales como la misma Asociación Internacional de PCS (IPCSA, s.f.), el grupo de trabajo de *Port Call Optimization* (Port Call Optimization, s.f.), TIC4.0 (TIC 4.0, s.f.), el grupo de trabajo del *International Port Council Collaborative Decision Making* (IPCDMC, s.f.) y la *Digital Container Shipping Association* (DCSA, s.f.). Dada la importancia que estas temáticas han cobrado, se propuso la nueva disciplina referida como la Informática Marítima, en la cual se tiene como objetivo promover el intercambio de datos digitales estandarizados para lograr altos niveles de coordinación y utilización de recursos (Lind et al., 2021).

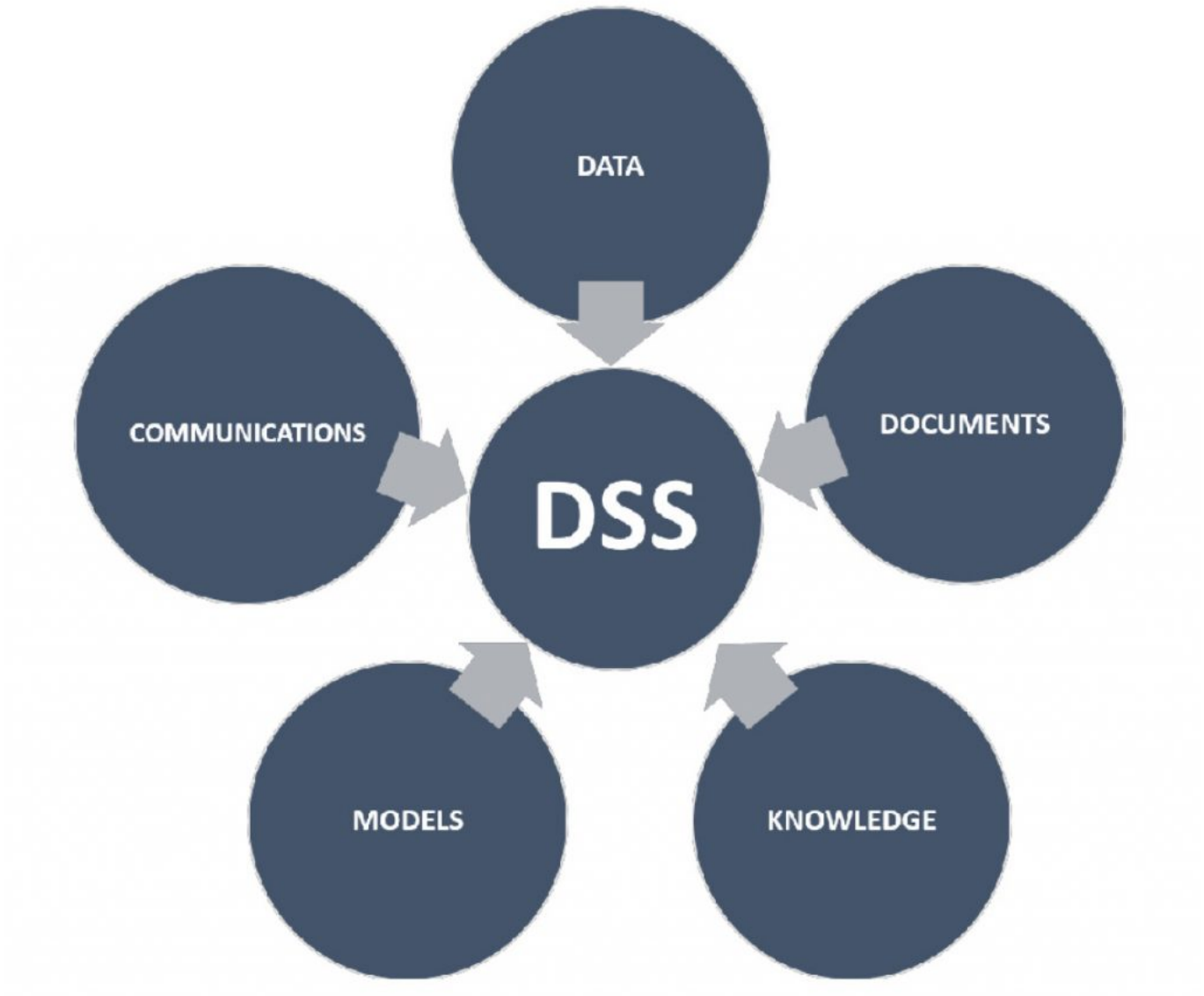
Finalmente es necesario destacar todos los esfuerzos por potenciar la innovación desde el surgimiento de startups que ofrecen nuevos servicios de tipo software as a service (SAAS) generalmente basados en tecnología *cloud*. Estas startups aprovechan la disponibilidad de datos transaccionales de un PCS y los protocolos internacionales acordados por la industria y customizan sus soluciones a la realidad de cada puerto, haciendo uso de tecnologías emergentes. Por lo tanto, los puertos que han avanzado en la implementación de su PCS han podido aprovechar mejor estas tecnologías emergentes, pues tienen sus diferentes fuentes de datos integradas y los diferentes sistemas de los actores de la comunidad portuaria interoperan en una plataforma común.

Con el fin de promover buenas prácticas y avances en materia de transformación digital en los puertos, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile lanzó a finales del 2021 la “Guía de Puertos Inteligentes”, una herramienta que recoge experiencias internacionales en la materia. Contar con este tipo de recursos que contribuye a que los puertos y sus Comunidades Logísticas Portuarias (CLP) avancen hacia nuevos niveles de madurez y adopción tecnológica para fortalecer la eficiencia de los procesos de su cadena logística.

Sistemas de apoyo a las decisiones como nuevos habilitadores de competitividad portuaria

Las lecciones aprendidas en estos últimos dos años de pandemia y sus efectos en las operaciones portuarias, han sacado a flote nuevamente la necesidad de contar con habilitadores tecnológicos que permitan administrar la mayor incertidumbre de las operaciones. En el puerto se toman muchas decisiones para la gestión de recursos y tareas necesarias para llevar a cabo los procesos de transferencia de carga, así como la coordinación del transporte de la carga desde y hacia el hinterland del puerto. Estas decisiones se toman en tres ámbitos de acción: planificación, control y ejecución y pueden ser apoyadas por sistemas que se denominan *Decision Support System* (DSS). Estos sistemas se basan en algoritmos de inteligencia artificial y modelos matemáticos para apoyar al tomador de decisiones. Por ejemplo, un algoritmo de aprendizaje de máquinas (*machine learning*), podría ayudar a predecir los tiempos de permanencia de los contenedores de importación (*dwell times*), y a partir de estas predicciones se podrían determinar

políticas de stacking de los contenedores en el patio del terminal, tal que disminuya la cantidad de remanejos que se incurre cuando es necesario retirar el contenedor para ser embarcado a la nave (exportación) o ser despachado a un transportista externo (importación), o bien para una operación de transbordo.



DSS classification according to the type of information placed on system. (Source: Isabela Mantovani, 2014).

Por otra parte, las decisiones asociadas a la planificación naviera podrían apoyarse con algoritmos de aprendizaje de máquina que pudieran predecir las condiciones meteorológicas y anticipar posibles cierres de puerto y con ello de forma proactiva generar planes que tomen en consideración estas posibles eventualidades donde hay una alta probabilidad de que ocurra un cierre. O bajo un esquema reactivo, a partir de modelos matemáticos de optimización, se podría plantear un modelo para apoyar las decisiones de asignación de sitios para generar la planificación naviera, y en caso de enfrentar un evento como un cierre de puerto, generar una replanificación del uso del frente de atraque de forma que las desviaciones con respecto al plan original puedan minimizarse. Esto es relevante porque por ejemplo, para una nave que ya fue anunciado que será atendida en un determinado sitio, si su ventana de stacking ya está abierta al momento del cierre del puerto, es muy posible que muchos contenedores a ser embarcados ya hayan sido recepcionados, y que un cambio de sitio en un nuevo plan le implique un mayo tiempo y costo en el proceso de embarque.

En lo que respecta a decisiones asociadas al control de la operación, ante la disponibilidad de tecnologías basadas en visión computacional, a través del uso de cámara es posible controlar vehículos en tiempo real. Sin embargo, la información que se genera a partir del procesamiento de estas imágenes se puede aprovechar mejor si el puerto tiene ya implementado un PCS, y esta información se cruza con otras fuentes de datos y despliega en tiempo real información completa del contenedor antes de llegar al puerto. De esta manera se pueden anticipar errores y enviar alertas, y apoyar una mejor gestión de los recursos en gate y patio del terminal anticipando la carga de trabajo.

Reflexiones finales

Es fundamental que los puertos aceleren sus estrategias de transformación digital, tanto las autoridades portuarias como entes coordinadores de la cadena logística, como tambien las principales empresas privadas que entregan servicios de infraestructuras de transporte. Las Naciones Unidas han venido promoviendo esquemas para la implementación de tecnologías como los PCS basados en alianzas

público-privadas que facilitan la adopción de este tipo de sistemas. Es necesario que los puertos busquen esquemas de colaboración con empresas de servicios tecnológicos, así como centros de investigación, que les ayude a avanzar en el proceso de transformación digital. Además, es muy relevante que los desarrollos tecnológicos que desarrollen los puertos sigan los estándares para el intercambio de datos que ya se han venido definiendo desde los distintos grupos de trabajo de asociaciones internacionales como TICs 4.0, la DCSA, IPCSA entre otras. Finalmente destacar la importancia que tiene la toma de decisiones basada en datos soportada por sistemas tipo DSS que integran algoritmos de inteligencia artificial y modelos matemáticos para resolver problemas complejos que involucran muchas variables y alternativas, y que de forma manual resultan muy difíciles para el tomador de decisiones. Las turbulencias derivadas del COVID podrían acompañar a la industria marítima-portuaria por algunos años más, por lo que se hace más que necesiario para mantener altos estándares de competitividad adoptar tecnologias, tanto a nivel transaccional (PCS, TOS, otros), como analitico (DSS).

IMAGEN INICIAL | *Infraestructuras, tecnologías e intermodalidad en el espacio portuario. (*© Luis Marcelo Ascencio).

Referencias

DCSA (s.f.) Digital Container Shipping Association. Transforming the container shipping industry. Disponible en: https://dcsa.org/.

IPCDMC (s.f.) The International PortCDM Council. Disponible en: https://www.ipcdmc.org/.

IPCSA (s.f.). Port Community Systems. Disponible en: https://ipcsa.international/pcs/pcs-general/.

Lind, M., Ward, R., Bergmann, M., Haraldson, S., Zerem, A., Hoffmann, J., & Eklund, E. (2021). Maritime informatics for increased collaboration. In Maritime informatics (pp. 113-136). Springer, Cham.

Port Call Optimization (s.f.). International Task Force Port Call Optimization. Disponible en: https://portcalloptimization.org/.

TIC 4.0 (s.f.). TIC 4.0 – Terminal Industry Committee. Embracing 4th Industrial Revolution in Port Industry. Disponible en: https://tic40.org/.

UNECE (s.f.). Public-Private Partnerships in Trade Facilitation. Recommendation No. 41. Disponible en: https://unece.org/fileadmin/DAM/trade/Publications/ECE_TRADE_430E_Rec41.pdf/.

Webb Fontaine (s.f.). Trade Facilitation: What is a Port Community System?. Disponible en: https://webbfontaine.com/2020/11/24/what-is-a-port-community-system-pcs/.

Isabela Mantovani (2014). Decision Support Systems (DSS) in the Process of Product Development for Mass Customization.

Sea-intelligence. Analytical Reports. Disponible en : https://sea-intelligence.com/.

Flexport. Research. Disponible en : https://www.flexport.com/.