



Trabajo Final del proyecto para optar al  
Grado de Magister en Administración y gestión Portuaria

# **PUERTOS INTELIGENTES: INTERNET OF THINGS Y BIG DATA EN EL GRUPO PUERTO DE CARTAGENA**

**Natalia Silgado Correa**

**Abril, 2022**

PUERTOS INTELIGENTES: INTERNET OF THINGS Y BIG DATA EN EL GRUPO  
PUERTO DE CARTAGENA

NATALIA SILGADO CORREA

COMISIÓN REVISORA	NOTA	FIRMA
Jaime Leyton Espoz Profesor guía	_____	_____
Greisly Marrugo Revisor	_____	_____
NOMBRE REVISOR 3 Revisor	_____	_____

## **DECLARACIÓN**

Este trabajo, o alguna de sus partes, no ha sido presentado anteriormente en la Universidad de Valparaíso, institución universitaria chilena o extranjera u organismo de carácter estatal, para evaluación, comercialización u otros propósitos. Salvo las referencias citadas en el texto, confirmo que el contenido intelectual de este trabajo final de graduación es resultado exclusivamente de mis esfuerzos personales.

La Universidad de Valparaíso reconoce expresamente la propiedad intelectual del autor sobre esta Memoria de Titulación. Sin embargo, en caso de ser sometida a evaluación para los propósitos de obtención del Grado de Magíster en Administración y Gestión Portuaria, el autor renuncia a los derechos legales sobre la misma y los cede a la Universidad de Valparaíso, la que estará facultada para utilizarla con fines exclusivamente académicos.

Natalia Silgado Correa

Estudiante.

***A mi Señor, Ayudador y Roca, Dios.***

# TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción .....	9
2. Objetivos .....	9
2.1.    Objetivo general .....	9
2.2.    Objetivos específicos .....	9
3. Metodología .....	9
4. Marco Teórico.....	10
4.1.    Puertos Inteligentes .....	10
4.2.    Big Data.....	11
4.3.    Internet of Things (IoT) .....	11
4.4.    Automatización y digitalización .....	11
5. Antecedentes .....	12
6. Situación actual del Puerto Cartagena.....	13
6.1.    Ubicación.....	13
6.2.    Composición.....	14
6.3.    Infraestructura .....	14
6.4.    Servicios.....	15
6.4.1. Servicios marítimos .....	15
6.4.2. Servicios a la carga .....	16
6.4.3. Servicios logísticos .....	17
6.4.4. Servicios a cruceros .....	17
6.5.    Movimientos anuales de carga .....	18
7. Beneficios de la aplicación del IoT y el Big data en el Puerto de Cartagena.....	20
8. Conclusiones .....	24
9. Glosario .....	25
10. Referencias Bibliográficas .....	26

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Infraestructura de las terminales. ....	15
Tabla 2. Tipos de servicios a la carga.....	16
Tabla 3. Movimientos anuales de carga contenedorizada (TEUs) 2020 .....	18
Tabla 4. Movimientos anuales de carga contenedorizada (TEUs) 2021 .....	19
Tabla 5. Beneficios según tendencias del mercado para el Puerto de Cartagena. ....	23

## LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1. Canales de acceso al puerto. ....	14
Imagen 2. Ranking de puertos de la CEPAL por movimiento anual de carga.....	19
Imagen 3. Niveles de transformación digital hacia un puerto inteligente. ....	20
Imagen 4. Ejes estratégicos Port de Barcelona. ....	21

## RESUMEN

Este trabajo tiene como propósito analizar el Internet of Things y el Big data en el desarrollo del Puerto de Cartagena como un puerto inteligente de forma teórica. Esto es, a través de una investigación documental descriptiva, fundamentada en una revisión literaria exhaustiva en la que se estudia la situación actual del puerto, sus movimientos anuales de carga y demás factores y se presentan casos exitosos como el Port de Barcelona con el fin de definir los beneficios de la aplicación de estas herramientas tecnológicas en el puerto como la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> y riesgos de accidentes de personal, mejora de las relaciones ciudad-puerto y de la eficiencia portuaria, entre otros.

# **1. INTRODUCCIÓN**

En un mundo cada vez más globalizado, los puertos deben ser capaces de mejorar la efectividad de sus procesos para lograr ser más competitivos y productivos frente a los demás.

El concepto de los puertos inteligentes o Smart port, ha enmarcado esta revolución digital en la que la consecución de automatización de los procesos es el objetivo principal. Sin embargo, en la cadena logística portuaria no todos los sistemas desplegados cuentan con redes de sensores que permiten conocer el estado de la operación en tiempo real y controlarlos desde un puesto de mando (Giménez, 2017).

Para lograrlo, se hace necesaria la aplicación de nuevas tecnologías y metodologías, es decir, una transformación digital que permita no solo obtener una interconexión entre los diferentes actores portuarios usando el IoT- Internet of Things- sino que también un intercambio oportuno de datos con una única versión de la verdad, a través de una arquitectura que lo facilite, esto es, el Big Data (Giménez, 2017).

Este trabajo de grado se centra en analizar los beneficios que ofrecerá al puerto de Cartagena la implementación del Internet of Things y el big data en su transformación a un puerto inteligente, a través del análisis bibliográfico como es especificado en el método deductivo con enfoque mixto.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar los beneficios de la implementación del Internet of Things y el big data en el Grupo Puerto de Cartagena.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Detallar la situación actual del grupo puerto de Cartagena
- Explicar los beneficios de la aplicación de las tecnologías 4.0 en el Grupo Puerto de Cartagena.

## **3. METODOLOGÍA**

El análisis presentado se hace por medio del uso del método deductivo con un enfoque mixto, en el que se especificarán los beneficios de la aplicación del Internet of Things (IoT) y el Big Data en el Grupo Puerto de Cartagena, tomando en consideración las debilidades del mismo para mejorar su eficiencia.

Todo esto se hará a través del análisis detallado de los diferentes estudios similares recolectados y otras fuentes de información, su respectiva comparación y la aplicación de estos fundamentos teóricos corroborados en planes piloto de otros puertos.

## **4. MARCO TEÓRICO**

El transporte marítimo es la base del comercio internacional y de la economía mundial, según la Conferencia de Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) mueve al menos el 80% del volumen del comercio global y más del 70% de su valor financiero transitan por mar y por los puertos del mundo entero, (Giménez, J. P. 26). De ahí que, la transformación digital de las operaciones portuarias se haya vuelto esencial para impulsar la innovación y la modernización en los puertos (Moyano Peral & Alcaide Jiménez, n.d.).

Dichos procesos están basados en compartir información entre todos los actores de la cadena, para incrementar el grado de confianza y la coordinación. Muchos puertos contemporáneos por medio de la automatización y digitalización han generado procedimientos inteligentes. La evolución de los entornos portuarios sigue la implementación de nuevas tecnologías para adoptar un enfoque inteligente y una visión sostenible del progreso económico (Moyano Peral & Alcaide Jiménez, n.d.).

### **4.1. PUERTOS INTELIGENTES**

El Banco Iberoamericano de Desarrollo, en su manual de puertos inteligentes (2020) lo define como;

*“Un puerto inteligente o Smart port es un concepto ligado a la Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial en el que el puerto utiliza las tecnologías emergentes, tales como el Internet de las cosas, big data, blockchain o tecnologías de registro distribuido, técnicas de aprendizaje automático e inteligencia artificial, para la mejora de la competitividad económica y la eficiencia del puerto, la sostenibilidad social, ambiental y energética de las operaciones; y la seguridad y protección de las instalaciones. En un puerto inteligente se consigue transformar la cadena de valor del puerto en un ecosistema abierto e interconectado en todos sus ámbitos”.*

La inteligencia de un puerto también se basa en su capacidad para desarrollar una colaboración entre cada uno de los múltiples actores de la cadena de suministros como navieras, instalaciones logísticas y terminales portuarias, transportistas y operadores logísticos. Así como en su relación con la ciudad y las comunidades locales donde se desarrolla. La autoridad portuaria o el gestor de la infraestructura portuaria debe coproducir y acoplar aspectos técnicos y tecnológicos. El desafío es crear ecosistemas, comunidades de interés y prácticas que hagan que todo el sistema sea más inteligente y automatizado. (BID, 2020).

## **4.2. BIG DATA**

Big data es nuevo enfoque de comprensión de datos que se usa sobre toda información que no puede ser capturada, administrada y procesada por la tecnología convencional en un tiempo razonable. Estos datos pueden estar almacenados en formato estructurado, semiestructurado y no estructurado y pueden ser analizados para obtener una sola versión de la verdad que conduzca a tomar mejores decisiones y movimientos comerciales estratégicos. (Salazar, 2016)

Al ser los puertos generadores de grandes volúmenes de datos de maquinaria, vehículos, contenedores, entre otros; donde intervienen múltiples empresas que necesitan trabajar de forma sincronizada. Se hace necesaria la aplicación de tecnologías de Big data para mejorar su funcionamiento (Salazar, 2016). En otras palabras, esta técnica permite procesar datos provenientes de los diferentes sensores de los equipos y maquinarias en el puerto. Dicho seguimiento de los movimientos y el estado del equipamiento facilita predecir posibles comportamientos futuros y acciones que mejoren el rendimiento de la instalación en su conjunto. El resultado es un puerto que combina la máxima efectividad con la reducción del impacto ambiental, además de reforzar el uso de energías renovables (Moyano Peral & Alcaide Jiménez, n.d.).

Es importante mencionar que, en el futuro los usuarios del puerto, los equipos y las infraestructuras lograrán una interacción completa, ofreciendo soluciones de transporte más sostenibles y eficientes (Salazar, 2016).

## **4.3. INTERNET OF THINGS (IOT)**

El Internet de las Cosas (IoT) se refiere al conjunto de tecnologías y aplicaciones diseñadas para interconectar e intercomunicar todo tipo de dispositivos, objetos y máquinas de forma segura a través del protocolo de comunicaciones IP (BID, 2020). Además, es importante que la información generada a distancia y mediante protocolos y aplicaciones estándar pueda ser administrada, controlada y de fácil acceso. Su principal objetivo es la toma de decisiones basadas en los múltiples datos proporcionados por los objetos (Salazar, 2016).

El Internet de las cosas se emplea para realizar cuatro operaciones básicas dentro de los puertos como son: la sensorización, el posicionamiento, la interconexión entre dispositivos y la monitorización. Con una correcta ejecución, la tecnología IoT puede optimizar los aspectos relacionados con la planificación de recursos, la gestión de activos tecnológicos, la medición y evaluación del impacto medioambiental y el desarrollo de un sistema de seguridad y protección dentro del puerto y la terminal (BID, 2020).

## **4.4. AUTOMATIZACIÓN Y DIGITALIZACIÓN**

La automatización se refiere al conjunto de soluciones tecnológicas en las que se emplean herramientas o sistemas mecánicos, hidráulicos, neumáticos, eléctricos, electrónicos o computarizados para controlar máquinas y procesos; reduciendo la intervención humana y facilitando un mayor control de los equipos y procesos implicados (BID, 2020).

Dentro del ámbito logístico-portuario, la automatización puede aplicarse tanto a terminales como a los buques, camiones, entre otros; en todo el grueso de operaciones logístico-portuarias. Por ejemplo, el diseño de embarcaciones guiadas por control remoto o de forma autónoma que incrementan la eficiencia de las operaciones, reducen costos y minimizan accidentes. De igual manera, el uso de drones que facilitan la vigilancia y seguimiento remoto mejorando la accesibilidad y reduciendo de costos humanos y logísticos (BID, 2020).

Los puertos deben crear una comunidad inteligente y conectada mediante el uso de nuevas tecnologías. La digitalización del sector en general beneficia el desarrollo de cadenas logísticas sostenibles, integradas y competitivas (Moyano Peral & Alcaide Jiménez, n.d.). Los factores a considerar para la generación de puertos digitalizados, innovadores e inteligentes pueden ser internos o externos. Los primeros se centran más en la eficiencia, por lo que suponen un cambio cultural (gobernanza y las posibilidades de innovación, brecha entre los procesos industriales y la burocratización de las compañías, propiedad del puerto, etc.). Los segundos, se enfocan en el crecimiento y suponen nuevas relaciones (barcos cada vez más grandes que dificultan su amarre y cambian calendarios, previsiones y operativa; globalización y las tensiones económicas, nuevas formas de comercio, etc.). (Cancelas et al., 2020)

## **5. ANTECEDENTES**

Grupo Puerto de Cartagena es uno de los puertos más importantes de Colombia y de Latinoamérica. Es conformado por la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena (SPRC) y CONTECAR. Está localizado al norte del país en la región caribe colombiana y tiene cercanía al canal de Panamá. Según el ranking anual de la CEPAL (2021), para el año 2020 se ubicó en el cuarto lugar a nivel regional en movimiento de contenedores.

Actualmente, el puerto maneja un sistema de interconexión entre agentes de la cadena de suministro que permite la obtención de información de la carga en “tiempo real”, trayendo confiabilidad hacia sus clientes y demás actores.

No obstante, pese a su posicionamiento este puerto se enfrenta a un rezago ante otros por la falta de aplicación de las tecnologías 4.0- Internet of Things, Big Data, automatización, etc.- en el ofrecimiento de servicios logísticos más interconectados y de valor agregado e innovación logística (CEPAL, 2021). Mundialmente, hay casos exitosos como el puerto de Barcelona quien mediante el uso de las tecnologías 4.0 ha mejorado su relación ciudad-puerto y con los operadores de la cadena (Torrent, 2019).

De hecho, al tratarse de infraestructuras críticas y de mucha actividad en espacios multiempresariales, existen una variedad de sistemas y nodos que trabajan por separado y generan miles de datos por segundo, lo que conlleva a problemas de interoperabilidad entre terminales y demás actores (Giménez, 2017).; como en el caso del grupo puerto de Cartagena. Por tanto, es imprescindible la aplicación e inversión en sistemas que posibiliten la mejora en la toma de decisiones basadas en datos en tiempo real previamente transformados y gobernados; así como la implementación de una estructura de ciberseguridad para el mantenimiento de la confidencialidad de los mismos.

Considerando lo anterior, es necesario analizar los beneficios que traería la aplicación del IoT y el big data en el Grupo Puerto de Cartagena.

## **6. SITUACIÓN ACTUAL DEL PUERTO DE CARTAGENA**

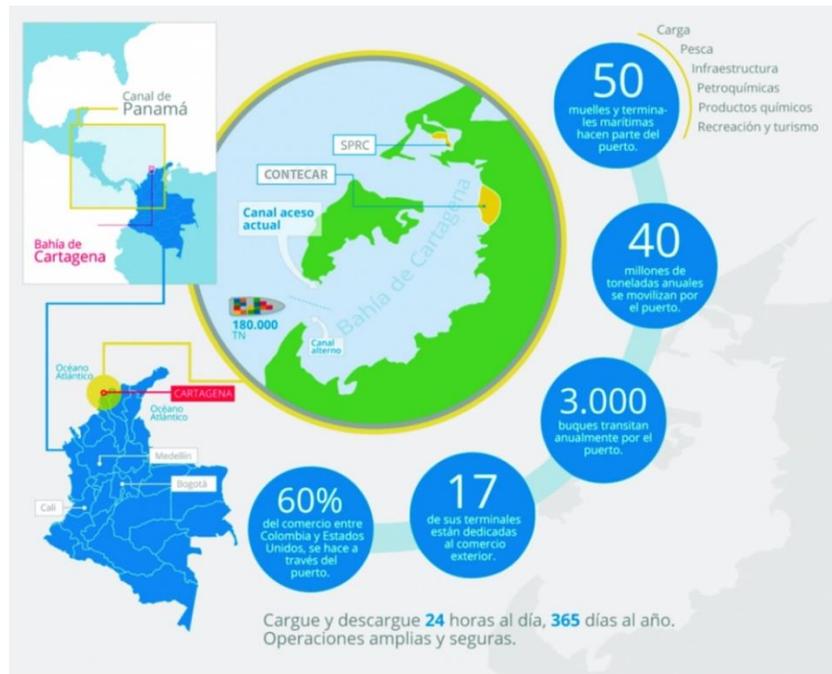
El Grupo Puerto de Cartagena es la principal plataforma logística del Caribe. Se ha consolidado como un centro de conexiones fundamental para el trasbordo de carga a nivel regional y mundial por la eficiencia de sus terminales marítimas. Tiene conexión con 750 puertos y 150 países y atiende 25 líneas navieras. Es el principal puerto exportador de Colombia movilizándolo más del 60 por ciento del comercio bilateral con Estados Unidos (Puerto de Cartagena, 2021).

### **6.1. UBICACIÓN**

Se encuentra localizado en la bahía de Cartagena, la cual durante casi 500 años ha sido la puerta comercial de América. Se caracteriza por sus privilegiadas condiciones naturales y su ubicación estratégica, convirtiéndola así en un punto fundamental del comercio en el Caribe y el continente (Puerto de Cartagena, 2021).

El ingreso a esta bahía para embarcaciones comerciales, militares, de turismo y tanqueros se hace por medio del canal de Bocachica. Tiene una profundidad de 20,5 metros y un ancho de solera entre 140-200 metros. Su canal alternativo para buques petroleros tiene una profundidad de 18 metros y 160 metros de ancho. (Puerto de Cartagena, 2021).

Imagen 1. Canales de acceso al puerto.



Fuente: <https://www.puertocartagena.com/es/bahia-de-cartagena>

## 6.2. COMPOSICIÓN

Está conformado por la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena-SPRC, Terminal de contenedores de Cartagena-Contecar y otras terminales.

- **SPRC:** moviliza hasta 1,8 millones de TEUs anuales. Cuenta con infraestructura y equipos que le permiten impulsar el comercio exterior del país y la región. Actualmente se encuentra en proceso de ampliación de sus bodegas y reubicación de oficinas gubernamentales y privadas. (ANI, 2021).
- **Contecar:** preparada para recibir los buques más grandes del mundo, funciona como puerto hub para navieras y centro de distribución logística para multinacionales. Infraestructura de última tecnología y rutas directas en las redes de comercio global, lo cual reduce costos y tiempo (Puerto de Cartagena, 2020).
- **Otras terminales:** empresas adjuntas al grupo que ofrecen servicios complementarios a la carga. Entre estas: compañía estibadora colombiana (traslado intraterminal de la carga), sociedad portuaria operadora internacional (estudios batimétricos y dragados), GPC Tugs (remolcadores) y terminal fluvial Andalucía (Puerto de Cartagena, 2020).

## 6.3. INFRAESTRUCTURA

El desarrollo de infraestructura en el grupo puerto de Cartagena ha hecho que sea reconocido múltiples veces como el mejor puerto del caribe por la Caribbean Shipping

Association. Al año 2020 cuentan con los siguientes equipos e infraestructura (Puerto de Cartagena, 2020).

**Tabla 1. Infraestructura de las terminales.**

Ítem	SPRC	Contecar
Capacidad Anual	1,5 millones de TEUs	3.5 millones de TEUs
Buques hasta de	14.000 TEUs	14.000 TEUs
Profundidad dársena	15,5 metros	16,5 metros
Muelles	Un muelle marginal de 700m para barcos de hasta 150.000 TON peso muerto	Un muelle marginal de 1.000 metros
Espigones	Dos espigones para barcos feeder o alimentadores (186 y 202 m)	N/A
Grúas muelle	Seis grúas pórtico STS con alcance de 22 contenedores de manga y capacidad twinlift (descargue 2 TEUs al tiempo)	13 grúas pórtico STS con alcance de 22 contenedores de manga y capacidad twinlift
Grúas MHC	Dos de 100T	N/A
Área de patio	15 hectáreas con 28.000 celdas de almacenamiento de contenedores apilados (6 de alto).	40 hectáreas con 56.000 celdas de almacenamiento de contenedores apilados (6 de alto)
RTGs	28 grúas	42 grúas
Tomas carga refrigerada	1.140 tomas con sensores de monitoreo temperatura y carga en tiempo real	1.512 tomas con sensores de monitoreo temperatura y carga en tiempo real
Tracto camiones	87 para transporte interno de carga	141 para transporte interno de carga
Puerta de acceso camiones	Seis carriles con tecnología OCR, portales de detección de radiación y kioscos de autoservicio.	12 carriles equipados con tecnología OCR, portales de detección de radiación y kioscos de autoservicio
Bodegas/CEDI	N/A	45.000 metros cuadrados.

Fuente: Puerto de Cartagena (2020). Infraestructura.

## 6.4. SERVICIOS

Los servicios prestados por el grupo giran alrededor de la generación de valor agregado a la competitividad de los importadores y exportadores colombianos y demás actores de la cadena. Cabe destacar que, si el cliente tiene necesidades particulares se le ofrecen servicios especializados enfocados a desarrollar soluciones a la medida (Puerto de Cartagena, 2021). Están divididos así;

### 6.4.1. SERVICIOS MARITIMOS.

- Dos muelles marginales de 700 y 1000 metros y dos espigones que reciben simultáneamente hasta cinco barcos Neopanamax.
- Cargue y descargue de contenedores de carga doméstica y en tránsito internacional.
- Movilización de carga general y de vehículos, carga especial y de proyectos.
- Estiba y desestiba

- Suministro de agua potable y combustible
- Retiro y tratamiento de sentinas-basuras- por operación
- Muellaje para embarcaciones de carga, cruceros y embarcaciones menores
- Atraque de buques de hasta 16.000 TEUs.

#### 6.4.2. SERVICIOS A LA CARGA

Especialista en manejo de carga contenedorizada. Actualmente puede mover siete millones de TEUs al año entre las terminales SPRC y Contecar. También maneja perecederos, carga peligrosa, automóviles, carga suelta y extra dimensionada (Puerto de Cartagena, 2021).

**Tabla 2. Tipos de servicios a la carga.**

<p><b>Servicio a contenedores</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cargue, descargue, movilización y almacenaje de contenedores para importación, exportación y tránsito.</li> <li>- Operación de contenedores para inspección de las autoridades.</li> <li>- Pesaje y repesaje de contenedores.</li> <li>- Operaciones para llenado o vaciado</li> <li>- Consolidación, desconsolidación y almacenaje de carga suelta.</li> <li>- Movilización de contenedores vacíos</li> <li>- Cargue y descargue de carga extra dimensionada, flat racks e isotanques</li> <li>- Inspección intrusiva o no intrusiva, de acuerdo con lo solicitado por las autoridades.</li> </ul>
<p><b>Servicios a carga refrigerada</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control constante de temperatura.</li> <li>- Servicios de llenado, vaciado e inspección de productos perecederos en ambientes controlados.</li> <li>- Personal altamente calificado, entrenado y certificado en Buenas Prácticas Alimentarias.</li> <li>- 2500 puntos de conexión para contenedores.</li> <li>- Subestaciones eléctricas propias que garantizan fluido eléctrico en caso de cortes del servicio.</li> <li>- Instalaciones con altos estándares de seguridad y amplias zonas con ambientes controlados, que facilitan las operaciones de inspección, llenado o vaciado a productos perecederos</li> <li>- Muelles de acople a contenedores y furgones con abrigos que sellan por completo las unidades garantizando al 100% la cadena de frío.</li> </ul>
<p><b>Servicios a la carga automotriz</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recibo y entrega de vehículos 24h/365 días.</li> <li>- Servicio de lavado y toma de improntas y seriales</li> <li>- Servicio de toma de gases</li> <li>- Almacenaje de vehículos hasta por un año para desaduanamiento a conveniencia</li> <li>- Recibo y entrega de maquinaria autopropulsada</li> <li>- Estiba y desestiba de vehículos</li> <li>- Reparaciones o modificaciones menores.</li> <li>- Alistamiento y embellecimiento para distribución a los principales concesionarios del país</li> <li>- Alistamiento para reexportación</li> <li>- Control de conductores</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Envío reportes con stock.</li> <li>- 100.000 m2 de pavimento adoquinado</li> <li>- Monitoreo por CCTV</li> <li>- Cargue y descargue de hasta 30 porta vehículos simultáneos.</li> </ul>
<b>Servicios a la carga suelta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cargue y descargue</li> <li>- Suministro de grúas pórtico, reach stacker, grúas móviles, RTG, etc.</li> <li>- Suministro de montacargas de 3, 7 y 16 T.</li> <li>- Servicio de almacenaje.</li> </ul>

Fuente: Puerto de Cartagena (2020). Servicios a la carga.

### **6.4.3. SERVICIOS LOGISTICOS**

- Almacenamiento de carga hasta por un año con prórroga automática hasta por un año más.
- Nacionalización parcial de la carga a conveniencia.
- Alistamiento de la carga para reembarque y distribución internacional.
- Conservación y mantenimiento de la carga.
- Empaque y reempaque.
- Manejo de inventarios y clasificación.
- Envío de reportes.
- Toma de improntas y seriales, dependiendo del tipo de carga.

Al ser terminales portuarias que funcionan como CDLI bajo la regulación aduanera. Se encuentra habilitada para prestar servicios logísticos adicionales a los mencionados a los clientes o usuarios (Puerto de Cartagena, 2021), estos son;

- Mantener el inventario de mercancías con destinación regional hasta por un año con prórroga automática hasta por un año más.
- Nacionalizar o reembarcar a conveniencia durante un año.
- Conservación y acondicionamiento.
- Reparación y limpieza.
- Empaque, reempaque, clasificación, marcado y etiquetado.
- Mejoramiento de la presentación.
- Acopio.
- Preparación para la distribución.
- Servicio de etiquetado.
- Apertura y cierre de cajas.
- Toma de improntas y seriales.

### **6.4.4. SERVICIOS A CRUCEROS**

- Atención de cinco cruceros simultáneos.
- Suministro de agua potable
- Manejo de residuos sólidos
- Embarque y desembarque de pasajeros
- Provisiones
- Reparaciones menores

- Relevos de tripulación
- Aprovisionamiento de combustible
- Atracciones para pasajeros y servicio wifi pago.
- Centro de negocios

## 6.5. MOVIMIENTOS ANUALES DE CARGA

En su página web, el grupo puerto de Cartagena indica que para el año 2020 movió 3.128.208 TEUs y en el 2021 3.343.810 entre las terminales SPRC y Contecar como se puede observar en las tablas 3 y 4.

**Tabla 3. Movimientos anuales de carga contenedorizada (TEUs) 2020**

MES	EXPO CARGA SECA	EXPO REFRIGERADOS	IMPO CARGA SECA	IMPO REFRIGERADOS	DOMÉSTICOS VACÍOS	TRANSBORDO CARGA SECA	TRANSBORDO REFRIGERADOS	TRANSBORDO VACÍOS	REESTIBAS	TOTAL
01 ENERO	15.961	1.156	24.399	1.733	15.318	127.564	26.344	35.314	13.196	<b>260.715</b>
02 FEBRERO	15.938	1.150	26.584	1.805	13.478	121.014	24.899	34.632	13.140	<b>252.640</b>
03 MARZO	19.178	1.071	27.918	2.066	14.182	141.967	27.325	32.704	11.493	<b>277.904</b>
04 ABRIL	12.324	1.142	25.313	1.591	15.253	132.266	23.850	31.672	11.506	<b>254.917</b>
05 MAYO	13.657	1.359	20.022	1.083	16.830	125.593	24.278	25.953	10.085	<b>238.860</b>
06 JUNIO	16.710	1.335	18.582	1.162	9.445	116.129	23.147	28.730	9.784	<b>225.024</b>
07 JULIO	17.580	1.429	19.457	1.471	9.445	10.657	123.820	26.001	12.447	<b>240.853</b>
08 AGOSTO	17.626	1.388	22.790	1.560	10.239	142.184	29.789	29.245	17.701	<b>272.522</b>
09 SEPTIEMBRE	18.114	1.515	22.727	1.643	11.674	139.707	26.517	29.284	12.969	<b>264.150</b>
10 OCTUBRE	18.759	2.005	27.082	1.645	11.6054	142.391	28.116	27.811	14.926	<b>274.340</b>
11 NOVIEMBRE	17.1343	1.980	26.368	1.638	13.382	142.845	25.681	29.934	16.064	<b>275.235</b>
12 DICIEMBRE	19.016	1.896	26.525	1.963	14.440	150.450	26.109	30.749	19.900	<b>291.048</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>201.936</b>	<b>17.426</b>	<b>287.767</b>	<b>19.360</b>	<b>156.503</b>	<b>1.605.930</b>	<b>312.056</b>	<b>364.019</b>	<b>163.211</b>	<b>3.128.208</b>

Fuente: <https://www.puertocartagena.com/es/estadisticas-e-indicadores/sprcctcar-movimiento-de-carga-contenerizada>

**Tabla 4. Movimientos anuales de carga contenedorizada (TEUs) 2021**

MES	EXPO CARGA SECA	EXPO REFRIGERADOS	IMPO CARGA SECA	IMPO REFRIGERADOS	DOMÉSTICOS VACÍOS	TRANSBORDO CARGA SECA	TRANSBORDO REFRIGERADOS	TRANSBORDO VACÍOS	REESTIBAS	TOTAL
01 ENERO	16.431	1.761	26.445	2.102	15.794	136.545	27.550	26.434	19.501	<b>272.563</b>
02 FEBRERO	17.116	1.838	22.952	1.785	11.530	128.645	24.814	28.973	16.651	<b>254.304</b>
03 MARZO	19.371	1.602	27.655	2.136	12.058	140.945	28.192	26.117	19.845	<b>277.921</b>
04 ABRIL	18.568	1.790	28.139	1.821	11.010	145.628	27.765	24.825	16.770	<b>276.316</b>
05 MAYO	18.545	1.586	33.260	2.403	13.556	141.171	28.672	32.166	16.148	<b>287.507</b>
06 JUNIO	22.486	2.077	38.087	2.405	15.113	134.653	29.023	28.063	16.985	<b>288.892</b>
07 JULIO	21.409	2.225	31.814	2.164	15.460	134.221	29.447	29.251	17.237	<b>283.228</b>
08 AGOSTO	21.143	2.006	39.272	2.960	19.355	133.229	30.100	33.504	18.611	<b>299.910</b>
09 SEPTIEMBRE	20.703	1.920	32.530	2.705	19.800	125.627	29.029	28.323	17.104	<b>277.741</b>
10 OCTUBRE	20.766	2.257	33.546	2.912	17.946	131.372	28.905	31.873	14.427	<b>284.004</b>
11 NOVIEMBRE	21.234	2.216	32.186	3.011	16.717	119.272	27.055	32.929	17.236	<b>271.856</b>
12 DICIEMBRE	21.233	1.944	32.578	3.149	16.146	122.582	25.778	29.393	16.765	<b>269.568</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>239.005</b>	<b>23.222</b>	<b>378.464</b>	<b>29.283</b>	<b>184.485</b>	<b>1.593.890</b>	<b>336.330</b>	<b>351.851</b>	<b>207.280</b>	<b>3.343.810</b>

Fuente: <https://www.puertocartagena.com/es/sprc-contecar-movimiento-de-carga-contenerizada-teus-ano-2021>

Ahora bien, en el informe portuario anual de la CEPAL (2021) el puerto de Cartagena se ubica en el cuarto lugar a nivel regional como es mostrado en la imagen 2. Ubicando a Colombia en el mismo lugar en la región.

**Imagen 2. Ranking de puertos de la CEPAL por movimiento anual de carga**

Clasificación	Puerto	Throughput 2019	Throughput 2020	Variación 2020/2019 (en porcentajes)
1	Panamá costa Caribe (incluye Colón, Cristóbal y Manzanillo)	4 379 477	4 454 902	1,7
2	Zona portuaria de Santos (incluye DP World), Brasil	4 165 248	4 232 046	1,6
3	Panamá costa Pacífico (incluye Balboa y Rodman-PSA)	2 898 836	3 161 658	9,1
4	Bahía de Cartagena (SPRC & CTC), Colombia	2 932 371	3.127.162	6,6%
5	Manzanillo, México	3 069 188	2 909 599	-5,2
6	El Callao, Perú	2 313 907	2 250 827	-2,7
7	Guayaquil (todas las terminales), Ecuador	2 073 776	2 071 124	-0,1
8	Kingston, Jamaica	1 626 291	1 611 637	-0,9
9	San Antonio, Chile	1 705 707	1 556 708	-8,7
10	San Juan, Puerto Rico	1 451 950	1 490 218	2,6

Fuente: CEPAL (2021, Pág. 19).

## 7. BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DEL IOT Y EL BIG DATA EN EL PUERTO DE CARTAGENA.

Todo proceso de transformación digital va a responder a unos objetivos internos fijados por las necesidades y metas del puerto de acuerdo con el nivel de digitalización en el que se encuentre, manteniéndose en línea con la misión del puerto. Según el BID (2020, P. 48), existen cuatro niveles de transformación digital: transformación digital interna, puerto conectado, comunidad portuaria conectada y puerto hiperconectado.

Imagen 3. Niveles de transformación digital hacia un puerto inteligente.



Fuente: BID (2020, P. 48).

En todo caso, lograr un puerto hiperconectado requiere dinero, tiempo y el desarrollo de un plan estratégico entre los representantes de la comunidad portuaria y grupos de interés del puerto, en el que se fijen proyectos a desarrollar y sus respectivos objetivos semana a semana, mes a mes, año a año. No es algo a lo que se llegue como por arte de magia, requiere de un esfuerzo diario por parte de cada uno de los actores de la cadena logística y de las inversiones necesarias que permitan una mejor relación entre estos.

Ahora bien, en la implementación del IoT y el big data cabe destacar, que no existe una arquitectura genera y perfecta aplicable a todas las empresas, puertos, entre otros. Esto debido a que cada uno de los diseños de la misma va a estar enfocado a las necesidades específicas del negocio. Es decir, se debe evaluar cuantos y cuales dispositivos pueden ofrecer datos o convertirse en inteligentes por medio de sensores que permitan la recopilación de los datos requeridos para el análisis. A partir de los mismos y dependiendo

de la frecuencia de generación de los datos y las correlaciones con las bases de datos empresariales, se crea una arquitectura tecnológica que aprovechando las herramientas de procesamiento de Big Data, sea capaz de generar la información relevante para la toma de decisiones de negocios, mejorar la eficiencia de los procesos productivos y anticiparse a posibles contratiempos que puedan disminuir la capacidad de producción del puerto o su efectividad (Torre, 2020).

Un ejemplo de puesta en marcha exitoso ha sido la del Port de Barcelona, quien en su IV plan estratégico aborda no solo las problemáticas presentadas en el entorno, sino que también presenta dos horizontes diferenciados en temporalidad; uno de 2021-2025 o a corto plazo con un conjunto de objetivos y proyectos para el periodo más cercano y otro llamado “visión 2040” que dibuja los escenarios futuros más probables en la comunidad logística-portuaria y garantiza su posicionamiento en el tiempo. Este mismo plan, plantea un objetivo tridimensional que responde a los pilares de sostenibilidad del puerto (social, económica y medioambiental) y se encuentra alineado a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU. (Port de Barcelona, 2021).

**Imagen 4. Ejes estratégicos Port de Barcelona.**

EJES ESTRATÉGICOS	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
<p><b>Sostenibilidad medioambiental: Transición energética</b></p> <p>El Puerto tiene que ser un referente en Barcelona, el Mediterráneo y la Península en la transición energética. Tiene que fundamentar su estrategia en este ámbito, en la descarbonización de la actividad portuaria mediante la electrificación de muelles, la promoción del uso de combustibles limpios alternativos, el incremento de la eficiencia energética y la gestión y producción de energías renovables.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollar un nuevo modelo energético</li> <li>- Descarbonizar la actividad marítima-portuaria</li> <li>- Reducir la contaminación</li> <li>- Incrementar la intermodalidad</li> </ul>
<p><b>Sostenibilidad económica: Competitividad</b></p> <p>El Puerto tiene que seguir creando riqueza para su entorno, diversificando su actividad, y en el ámbito del puerto comercial, mediante la provisión de servicios e infraestructuras que contribuyan a la competitividad de las cadenas de suministro de sus clientes, que faciliten las actividades de producción, transporte y consumo. Por eso es imprescindible profundizar en la diferenciación de la oferta portuaria, apostando por la innovación constante y su implementación puntera. En un entorno donde las ofertas tienden a igualarse, la diferenciación radica a menudo en la rápida y puntera implementación de las innovaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversificar el negocio portuario</li> <li>- Diferenciar la oferta de servicios</li> <li>- Atraer actividad logística</li> <li>- Desarrollar las infraestructuras necesarias</li> </ul>
<p><b>Sostenibilidad social: Capital humano</b></p> <p>El Puerto tiene que poner a las personas al frente fijándose como objetivo esencial de su estrategia la cohesión social mediante la generación de empleo de calidad y diversificado. Tiene que orientar su estrategia hacia los intereses de dos grandes colectivos principales: los trabajadores del Puerto y la ciudadanía de las dos ciudades que lo acogen, Barcelona y el Prat de Llobregat.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fomentar la formación, empleo, emprendeduría y atracción de talento</li> <li>- Fomentar la igualdad de oportunidades</li> <li>- Integrar el Puerto en el entorno urbano y metropolitano</li> <li>- Garantizar la salud y la seguridad de las personas e instalaciones</li> </ul>

Fuente: Port de Barcelona (2021, P. 57)

Cada uno de los objetivos o ejes estratégicos planteados por el Port de Barcelona, cuenta con otros objetivos específicos a desarrollar con demarcaciones de importancia y temporalidad (corto, mediano o largo plazo). Esto les ayuda a priorizar y manejar los indicadores de cumplimiento de los mismos.

Cabe destacar que, los puertos pueden acceder a herramientas virtuales prestadas por empresas especializadas que permitan simular o emular las diferentes automatizaciones u objetivos planteados por las empresas según sus necesidades, antes de su diseño y construcción. Las cuales, por medio de la monitorización del sistema y análisis de eventos pasados obtienen predicciones futuras de posibles escenarios del mismo, cuellos de botella, costos, sistemas de distribución logísticos y tráfico marítimo. Además, reducen los costos desde etapas tempranas del proyecto y promueven la realización de inversiones inteligentes.

Así pues, de acuerdo con las tendencias principales en los diferentes ámbitos que afectan la evolución del puerto de Cartagena y los puertos a nivel mundial, los beneficios que se presentan en la transición a puerto inteligente con la ayuda de herramientas de big data e IoT son los indicados en la Tabla 5.

**Tabla 5. Beneficios según tendencias del mercado para el Puerto de Cartagena.**

Ámbito	Tendencias	Beneficio
Energía y medioambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de emisiones de CO2 o descarbonización de puertos a través de una gestión ambiental eficiente del transporte.</li> <li>- Incremento de movilidad eléctrica.</li> <li>- Manejo integral de residuos</li> <li>- Uso de energías renovables como eólica o undimotriz (modelo de bajas emisiones de gases)</li> <li>- Nuevos sistemas de acumulación y almacenamiento de energía para el uso de excedentes de electricidad y su conversión en hidrogeno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación de sistemas de monitorización de emisiones y muelles</li> <li>- Gestión energética y de los distintos elementos contaminantes del aire (similar al sistema de gestión de tráfico)</li> </ul>
Cadena Logística	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitalización de las cadenas de suministro</li> <li>- Crecimiento del comercio electrónico</li> <li>- Incremento de las cadenas de suministros circulares.</li> <li>- Fabricación con impresoras 3D</li> <li>- Automatización y digitalización.</li> <li>- Incremento del transporte autónomo de mercancías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Información en tiempo real para determinar eficiencia de los procesos</li> <li>- Trazabilidad de la mercancía, contenedor, camiones, etc.</li> <li>- Integración física y tecnológica de la infraestructura del puerto</li> <li>- Creación de modelos multidimensionales que optimicen la cadena de suministro del puerto, reduciendo retardos y congestiones, optimización de rutas o reasignaciones.</li> <li>- Inspecciones no intrusivas de contenedores y mercancías</li> <li>- Grúas operadas remotamente para disminuir tiempo, incrementar productividad y reducir mantenimiento de equipos.</li> <li>- Eficiencia y generación de planes de mantenimientos predictivos de equipos</li> </ul>
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riesgo a sufrir ciberataques y ataques físicos.</li> <li>- Acceso ilegal a áreas restringidas</li> <li>- Inadecuada manipulación de mercancías peligrosas que generen posibles accidentes o negligencias al cargar o descargar.</li> <li>- Riesgo en caídas del personal portuario.</li> <li>- Control de tráfico y monitorización del puerto con drones para seguridad de las embarcaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de alerta temprana para ciberataques</li> <li>- Controles de acceso de dos factores: carné y biometría (reconocimiento facial o de huella) para ingreso a terminales y áreas restringidas</li> <li>- Drones conectados en tiempo real con el centro de control del puerto</li> <li>- Detectar posibles colisiones entre vehículos o embarcaciones, disminución de velocidad en los mismos y notificar a los operarios del puerto.</li> <li>- Inspección de muelles y buques por medio de drones acuáticos para detectar fallas y corregirlas</li> <li>- Sensores en los cascos de los operarios para analizar el ambiente y estado de este y detectar posibles caídas</li> <li>- Análisis de video que identifique los trabajadores sin equipos de seguridad y enviar alertas.</li> </ul>

Fuente: Port de Barcelona (2021); BID (2020); Orange Business Services (2019).

## 8. CONCLUSIONES

En línea general, se puede reiterar que la estrategia para que los puertos puedan potenciar su competitividad nacional, regional e internacional, es modernizando la infraestructura de sus terminales, mejorar sus equipos y relación ciudad-puerto, direccionarse hacia la automatización y digitalización de procesos.

El puerto de Cartagena debe realizar un plan estratégico que le permita no solo evaluar sus objetivos en el corto, mediano y largo plazo, sino que también plantearse estrategias de desarrollo como puerto inteligente con un roadmap que muestre el plan de acción en una secuencia detallada de pasos tipo cronograma. El mismo, debe ser actualizado de forma periódica para adecuarlo al contexto y nuevas tendencias del entorno.

En definitiva, la aplicación de las tecnologías 4.0 en el puerto de Cartagena traerán grandes beneficios en su mejora de la relación ciudad-puerto, con sus empleados, disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> y contaminación de la bahía y potenciación de un turismo sostenible. A su vez, le permitirá especificar acciones y estrategias de consecución de datos y análisis de estos para mejorar la toma de decisiones y aportar soluciones a las problemáticas o cuellos de botella que pueden presentarse en el desarrollo de las actividades portuarias.

## 9. GLOSARIO

- **TEUs:** unidad de medida usada en el entorno portuario para referirse a un contenedor de 20 pies. Además, se utiliza para medir el tamaño de los buques y los movimientos portuarios<sup>1</sup>.
- **Puerto Hub:** son puertos marítimos que concentran carga de diferentes procedencias y destinos, nacionales y extranjeros, para su posterior redistribución. (Hoffmann, 2000).
- **Buque feeder:** son los encargados de realizar un trasbordo de un contenedor en un puerto hub a buque transatlánticos que lo transportará a su destino final, cuando estos últimos no pueden entrar a puerto por su tamaño. Las capacidades de estos buques oscilan entre los 3.000 y 4.000 TEUs.<sup>2</sup>
- **Batimetría:** es el conjunto de técnicas para la medición de las profundidades del mar, los ríos, lagos, entre otros; y el estudio de la distribución de las plantas y animales en sus diversas capas<sup>3</sup>.
- **CCTV:** el circuito cerrado de televisión se refiere a un conjunto de cámaras conectadas a un grabador para la visualización de imágenes en tiempo real o de grabaciones anteriores<sup>4</sup>.
- **Grúa RTG:** gruas que pueden desplazarse sobre railes o neumáticos. Son usadas para la carga y descarga de contenedores sobre camiones, vagones o apilarlos<sup>5</sup>.
- **Reach stacker:** vehículo usado para el manejo de contenedores en puertos medianos o terminales pequeñas. Sirve para transportar de forma rápida un contenedor en distancias cortas o apilarlo.<sup>6</sup>

---

<sup>1</sup> <https://www.icontainers.com/es/2019/08/06/la-historia-del-teu-twenty-foot-equivalent-unit/>

<sup>2</sup> <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/10068/TFM000350.pdf?sequence=1>

<sup>3</sup> <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/20984/2019camilomartinez.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

<sup>4</sup> <https://www.cenesp.org/que-es-y-para-que-sirve-un-sistema-de-cctv/>

<sup>5</sup> <https://www.uv.es/uvweb/instituto-universitario-investigacion-robotica-tecnologias-informacion-comunicacion-IRTIC/es/grupos-investigacion/lsym/proyectos/simulador-grua-rtg-1285895484292/ProjecteInves.html?id=1285898601604#:~:text=Una%20Gr%C3%BAa%20RTG%20es%20un,rango%20m%C3%A1s%20amplio%20de%20operaciones.>

<sup>6</sup> <https://www.uv.es/uvweb/instituto-universitario-investigacion-robotica-tecnologias-informacion-comunicacion-IRTIC/es/grupos-investigacion/lsym/proyectos/simulador-reach-stacker-1285895484292/ProjecteInves.html?id=1285898882575>

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Puerto de Cartagena (2021). Canal de acceso y canal alterno. 27 de diciembre. Recuperado el 20 de abril de 2022. Disponible en web, <https://www.puertocartagena.com/es/bahia-de-cartagena/canal-de-acceso-y-canal-alterno>.
2. Puerto de Cartagena (2021). Bahía de Cartagena. 27 de diciembre. Disponible en web, <https://www.puertocartagena.com/es/bahia-de-cartagena>
3. Puerto de Santa Marta (2021). Ranking de Puertos Latinoamericanos más importantes en 2020 - CEPAL. 9 de enero. Noticias Puerto de Santa Marta. Disponible en Web, <https://noticiaspuertosantamarta.com/puertos-latinoamericanos-mas-importantes-2020/>
4. Puerto de Cartagena (2021). SPRCOnline: información general. Disponible en Web, <https://www.puertocartagena.com/es/sprconline/informacion-general>.
5. CEPAL, 2021. Informe portuario 2020: el impacto de la pandemia del COVID-19 en el comercio marítimo, transbordo y throughput de los puertos de contenedores de América Latina y el Caribe. FAL. Boletín 386. Número 2. ISSN 1664-4227.
6. Torrent, J. 2019. The Smart port model at the port of Barcelona. Port de Barcelona. Disponible en Web, [https://portalcip.org/wp-content/uploads/2019/04/16\\_30\\_18\\_05\\_1\\_JORDI\\_TOREENT.pdf](https://portalcip.org/wp-content/uploads/2019/04/16_30_18_05_1_JORDI_TOREENT.pdf)
7. Banco Iberoamericano de Desarrollo, 2020. Manual de puertos inteligentes estrategia y hoja de ruta. Disponible en web, <https://publications.iadb.org/es/manual-de-puertos-inteligentes-estrategia-y-hoja-de-ruta>
8. Giménez, P. (2017). Nuevas tecnologías en los puertos del futuro. ICADE Business School. Disponible en web, <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/25012/TFM000841.pdf?sequence=1>
9. Moyano, A & Alcaide, J (2021). Los puertos inteligentes: elementos para un desarrollo sostenible. Universidad de Cádiz, España. Disponible en web, [https://www.researchgate.net/publication/351109303\\_Los\\_puertos\\_inteligentes\\_elementos\\_para\\_un\\_desarrollo\\_sostenible](https://www.researchgate.net/publication/351109303_Los_puertos_inteligentes_elementos_para_un_desarrollo_sostenible)
10. Cancelas, N. G., Serrano, B. M., Infantes, M. E., Flores, F. S., & Orive, A. C. (2020). Escenario de digitalización para el sistema portuario español. Revista Transporte y Territorio, 22. <https://doi.org/10.34096/rtt.i22.6377>
11. Puerto de Cartagena (2021). Sobre el grupo. Disponible en web, <https://www.puertocartagena.com/es/sobre-el-grupo/perfil>
12. Puerto de Cartagena (2020). Empresas de la organización- Contecar. Disponible en web, <https://www.puertocartagena.com/es/empresas-de-la-organizacion/contecar>
13. Puerto de Cartagena (2020). Empresas de la organización-otras empresas. Disponible en web, <https://www.puertocartagena.com/es/otras-empresas>
14. Puerto de Cartagena (2020). Infraestructura. Disponible en Web, <https://www.puertocartagena.com/es/ventajas-competitivas/infraestructura>
15. Agencia Nacional de Infraestructura. (2021). En el primer semestre de 2022 estarán listas las obras de adecuación de la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena (SPRC). 23 de octubre. Portal ANI. <https://www.ani.gov.co/en-el-primer-semestre-de-2022-estaran-listas-las-obras-de-adequacion-de-la-sociedad-portuaria>

16. Puerto de Cartagena (2021). Portafolio. Servicios marítimos. Disponible en web, <https://www.puertocartagena.com/es/portafolio/servicios-maritimos-portuarios>
17. Puerto de Cartagena (2021). Portafolio. Servicios a la carga. Disponible en web, <https://www.puertocartagena.com/es/portafolio/servicios-maritimos-portuarios>
18. Puerto de Cartagena (2021). Portafolio. Servicios logísticos. Disponible en web, <https://www.puertocartagena.com/es/portafolio/servicios-logisticos-y-centros-de-distribucion>
19. Puerto de Cartagena (2021). Portafolio. Servicios a cruceros. Disponible en web, <https://www.puertocartagena.com/es/terminal-de-cruceros>
20. Torre, A. (2020). Diseñando una arquitectura Big Data para procesamiento de datos de producción. Abril 29. LIS Data Solutions. <https://www.lisdatasolutions.com/blog/arquitectura-big-data-para-procesamiento-de-datos-de-produccion/>
21. Port de Barcelona (2021). IV Plan estratégico del Puerto de Barcelona 2021-2025: visión del puerto 2040. Enero. Disponible en Web, <https://www.portdebarcelona.cat/es/web/el-port/pla-estrategic>
22. Hoffmann, Jan (2000), "El potencial de los puertos pivotes en la costa del Pacífico sudamericano", en Revista de la Cepal, núm. 71, agosto, Santiago de Chile: CEPAL, Naciones Unidas.
23. Orange Business Services (2019). A walk around a next generation smart port. Futurity media. Disponible en web <https://www.futuritymedia.com/our-work/walk-around-a-smart-port/>