# SIMA Perú, hacia una industria naval 4.0

## SIMA Perú, towards a 4.0 naval industry

**Contralmirante César Augusto Benavides Iraola.** Egresó de la Escuela Naval del Perú en 1991 como Alférez de Fragata. Es calificado en Ingeniería Naval y Guerra de Superficie. Ha seguido los cursos de Inteligencia por Correspondencia, Básico de Estado Mayor, Comando y Estado Mayor, y el Programa de Alto Mando. Ostenta un Diplomado en Gestión Pública. Ha sido Jefe de la 3ra. División del Departamento de Ingeniería en el B.A.P. *Carvajal*, Jefe del Departamento de Ingeniería en el B.A.P. *Larrea*, Jefe de la 1ra. División de Ingeniería en el B.A.P. *Mariátegui*, Jefe del Departamento de Ingeniería en el B.A.P. *Almirante Grau*, Segundo Comandante del B.A.P. *Larrea*, Comandante del B.A.P. *Sánchez Carrión*, y Comandante del B.A.P. *Guardiamarina San Martín*. Ha sido Jefe de la Base Contraterrorista de Pucallpa en la Comandancia de la Cuarta Zona Naval, Jefe de Proyecto Sector Particular en los Servicios Industriales de la Marina, Jefe de la División de Reparaciones Navales Privado en los Servicios Industriales de la Marina – Callao, Oficial de Dotación en el Estado Mayor General de la Marina, Jefe de la División de Proyectos en los Servicios Industriales de la Marina – Callao, Jefe de la División de Logística del Departamento de Recursos Institucionales en el Estado Mayor General de la Marina, Jefe del Servicio Industrial de la Marina de Iquitos, Oficial de la 4ta División de Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas y Capitán de Puerto del Callao. El 2019, el gobierno le confiere el ascenso al grado de Contralmirante y lo nombra como Comandante de la V Zona Naval y Jefe del Distrito de Capitanías No. 5, Director de Alistamiento Naval. En el 2022 es nombrado Director Ejecutivo de los Servicios Industriales de la Marina SIMA- Perú S.A.

**Resumen:** El presente artículo explora la transición de SIMA Perú hacia la Industria Naval 4.0, enfocándose en la incorporación de tecnologías avanzadas y en su transformación digital. SIMA Perú, con una historia que se remonta a 1950 y antecedentes desde 1845, ha sido un pilar en la construcción y reparación naval en Sudamérica. La evolución de la industria naval, marcada por la innovación y el uso de nuevos materiales y técnicas, ha preparado el terreno para esta transformación. El artículo detalla cómo la Industria 4.0 no solo se centra en la adopción de nuevas tecnologías, como la realidad virtual y aumentada, big data, inteligencia artificial y gemelos digitales, sino también en una reforma cultural que requiere una adaptación en la infraestructura y en la capacitación del personal.

**Palabras clave:** Industria Naval 4.0, SIMA Perú, transformación digital, tecnología, realidad aumentada, big data, inteligencia artificial, gemelos digitales.

***Abstract:*** *This article examines SIMA Peru's transition to Industry 4.0 naval technology, focusing on the integration of advanced technologies and digital transformation. SIMA Perú has a long history, dating back to 1950 and with roots in 1845. It has been a key player in the construction and repair of naval vessels in South America. The*

*evolution of the naval industry, marked by innovation and the use of new materials and techniques, has prepared the ground for this transformation. The article goes on to explain how the Industry 4.0 concept is not only about adopting new technologies such as virtual and augmented reality, big data, artificial intelligence and digital twins, but also about implementing cultural changes that require adaptations to infrastructure and training personnel.*

***Keywords:*** *Naval industry 4.0, SIMA Perú, digital transformation, technology, augmented reality, big data, artificial intelligence, digital twins.*

## Los inicios del SIMA Perú

Servicios Industriales de la Marina S.A. (SIMA-Perú S.A.) se creó mediante el Decreto Supremo n.º 013 de fecha 14 febrero de 1950, sobre la infraestructura existente del Departamento Industrial del Arsenal Naval del Callao (Dirección de Intereses Marítimos, 2018), es así como SIMA-Perú asume la administración del dique seco y sus talleres de maestranza.

Su antecesor, la Factoría Naval de Bellavista, fue fundada el 22 de mayo de 1845, durante el primer gobierno del Mariscal Ramón Castilla, y se convirtió en uno de los principales establecimientos de su género en América del Sur (Figura 1).



SIMA Perú tiene cuatro líneas de negocio, como son la construcción naval, reparación naval, metal mecánica y armas y electrónica. Ha pasado a lo largo de su historia por diferentes etapas ligadas al desarrollo industrial, a nuestra Marina de Guerra y a los buques que fueron conformando la escuadra conforme se daban los avances tecnológicos.

**Figura 1**
*Factoría de Bellavista*




*Nota.* Tomado de https://web.facebook.com/ElCallaoQueSeNosFue/photos/a.1049613355107399/1049613381774063/

## El desarrollo de la industria naval y la Revolución Industrial

La evolución de la construcción naval ha estado siempre marcada por la innovación, el empleo de nuevos procesos y métodos de construcción, novedosas herramientas, así como la evolución de los materiales. El paso de la construcción de naves de madera y su calafateo al empleo del hierro con su proceso de remachado, para posteriormente seguir a la soldadura de las planchas de acero y la construcción modular, y, en ciertos casos, el uso de materiales compuestos, supone una adecuación de los astilleros a estas técnicas de fabricación (Figura 2).

**Figura 2**
*Escuela de Carpinteros anexa al SIMA*

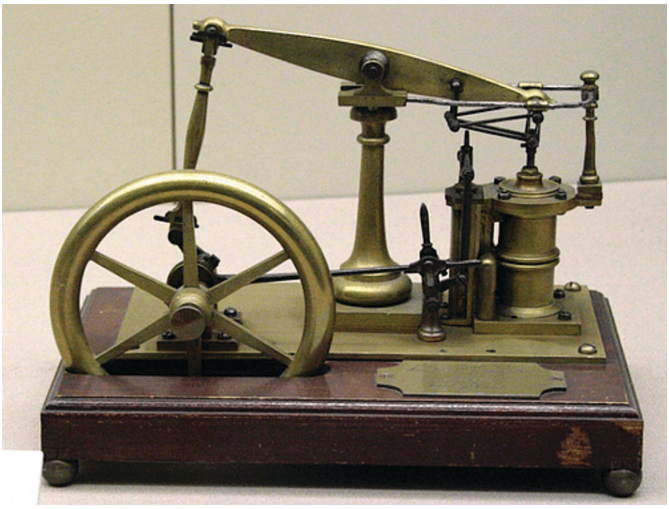



*Nota*. Tomado de https://web.facebook.com/ElCallaoQueSeNosFue

Los avances tecnológicos cambian la manera en que se producen las cosas en el mundo, como es el caso del surgimiento de las tecnologías de producción, lo cual era completamente diferente en el pasado, llamándosele Revolución Industrial, que cambió las condiciones de trabajo y estilo de vida de las personas.

La Revolución Industrial, época de transformaciones profundas (Kiss, 2024) y radicales en lo económico, social y tecnológico, que comenzó en la Europa del siglo XVIII, transformó a la sociedad pasando de ser agraria y artesanal a una moderna sociedad industrial (Fernández & Tamaro, 2004). Duró desde mediados del siglo XVIII, aproximadamente hacia el año 1760, y concluyó en la década de 1870. Esta etapa es también llamada en la actualidad la de la Industria 1.0 (Figura 3).

**Figura 3**
*Máquina de vapor de movimiento rotatorio*



*Nota.* Tomado de https://www.worldhistory.org/trans/es/1-21774/la-maquina-de-vapor-de-watt/#google_vignette



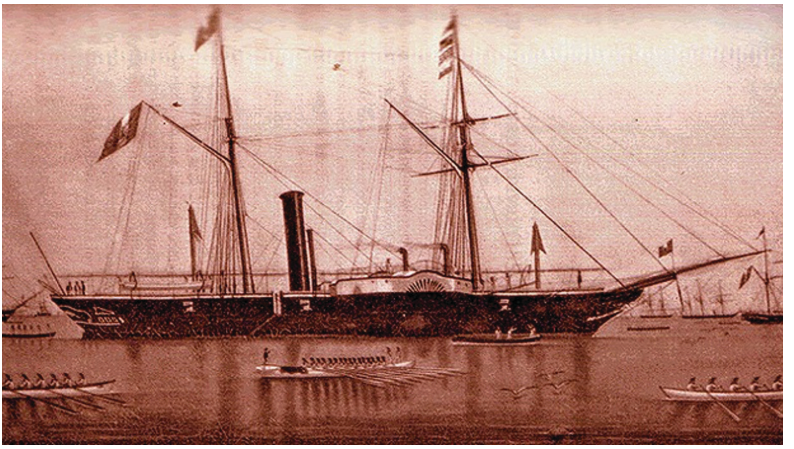
La máquina de vapor fue la base sobre la que se asentó parte del desarrollo propiciado por la Revolución Industrial, que trajo consigo al barco a vapor hacia el año de 1787. A mediados del siglo XVIII, cuando la Revolución Industrial había comenzado en Inglaterra, España envió una misión para atraer a un grupo de técnicos y mejorar los métodos de construcción naval. Los arsenales de la Marina española se fueron configurando como complejos industriales para la construcción y reparación de los buques de la Real Armada, optimizando sus instalaciones y perfeccionando sus métodos de construcción; se proyectaron entonces como centros fabriles de innovación tecnológica preindustrial (Ruiz Garcia, 2018).

En marzo de 1851, el mensaje del Presidente del Perú, Mariscal Ramón Castilla, al Congreso Nacional señalaba: "La superioridad de los de vapor respecto de los otros es una verdad tan demostrada; es tan evidente la utilidad del *Rímac*, en especial para la navegación de nuestro dilatado litoral por sur y norte; y son tan oportunos los servicios que tiene ya prestados y está prestando actualmente, que el Gobierno se resolvió a proveer la construcción de otro".

El *Rímac* fue el primer barco de guerra a vapor de la Marina de Guerra del Perú, lanzado al agua en agosto de 1847. Llegó al Callao el 27 de julio de 1848; en él sirvió como Guardiamarina en 1854, y por seis meses y medio, el Almirante Miguel Grau.

El 7 de agosto de 1861, por disposición del Presidente Juan Antonio Pezet, la Factoría Naval de Bellavista pasó a la administración de la Armada, y se dispuso la creación de la Superintendencia de la Factoría Naval, cargo que sería ejercido por un capitán de navío, y al que estarían subordinados todos los empleados y dependientes de ella, lo que mejoró de tal manera su funcionamiento. El objetivo era contar con instalaciones adecuadas para el soporte en tierra de nuestras unidades navales (Figura 4).

**Figura 4**
*Vapor* Rímac



*Nota.* Tomado de https://www.oocities.org/es/peruwarships/rimac.html

## El desarrollo industrial y la transformación digital

Las siguientes revoluciones industriales están asociadas con las llamadas Industrias 2.0 y la aparición de grandes cambios, como el invento del teléfono; los motores de combustión; nuevas fuentes de energía, como la electricidad o el petróleo; es decir, el impacto de los desarrollos derivados del vapor, la electricidad y la combustión interna, lo cual, en el ámbito naval, permitió contar con Armadas con gran movilidad (Beary, 1949). La Industria 3.0, que hace su aparición a mediados del siglo xx con las tecnologías de controladores electrónicos y las computadoras programables sumados a otros desarrollos, empezaron a reducir la participación humana; es así que, en la actualidad, se habla de una Cuarta Revolución Industrial y de la Industria 4.0, pero se diferencia de las anteriores en que no se están dando los desarrollos tecnológicos de manera previa, sino que se planea y se van dando al mismo tiempo, una visión a futuro de hacia dónde nos llevan los avances y cómo estos motivan las inversiones en investigación, innovación y desarrollo.

Un concepto importante es el de la transformación digital. En el Estado peruano se conceptúa como el "proceso continuo, disruptivo, estratégico y de cambio cultural que se sustenta en el uso intensivo de tecnologías digitales, sistematización y análisis de datos" (PCM, 2023).

La Secretaría de Gobierno y Transformación Digital de la Presidencia del Consejo de Ministros es el ente rector del Sistema Nacional de Transformación Digital, que articula al sector público, privado, la sociedad civil organizada, la academia y los ciudadanos en materia de gobierno digital, confianza digital y transformación digital del país (Gob.pe, 2024). La transformación digital debe tener en cuenta tres aspectos:

1. Debe generar una visión clara de lo que se quiere, reinventar el negocio, innovar, como parte de la mejora continua que debe permanecer como una obligación para mantenerse competitivo.
2. El empleo de tecnología debe conllevar a que los procesos y la infraestructura deben estar preparados para soportar el nuevo volumen de información y la nueva velocidad de procesamiento, pero mucho más importante que esto es contar con el recurso humano capacitado.
3. Considerar que existe una natural resistencia al cambio y jugará en contra, pero también debe quedar claramente establecido que será ineludible transformarse para mejorar la competitividad.



La transformación digital conlleva a un cambio en la manera de trabajar, y ese cambio cultural genera un desafío frente al *statu quo*.

Para el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), una de las principales instituciones dedicadas a la docencia y a la investigación en Estados Unidos, considerada como una de las mejores universidades de ciencia e ingeniería del mundo, cinco son las tecnologías que están transformando nuestra sociedad y que se han vuelto imprescindibles para una correcta adaptación al nuevo paradigma digital: *blockchain*, *cloud computing*, inteligencia artificial (IA), internet de las cosas y ciberseguridad (MIT, 2024).

En vista de lo anterior, resulta importante observar cómo se da la visión en los astilleros de clase mundial sobre el camino a seguir para llegar a considerarse una Industria 4.0; es el caso de Ingalls Shipbuilding, uno de los principales constructores para la Armada de los Estados Unidos, que centra su estrategia en las líneas de negocio para llegar a lo que llaman "el astillero del futuro" (SYOF por sus siglas en inglés) a través de la tecnología, creando una ventaja competitiva en el mercado actual, al tiempo que mantienen la seguridad y las buenas prácticas de una gestión responsable e íntegra

(Ingalls, 2024). Para ello buscan:

- Consolidar las múltiples herramientas existentes para la gestión del ciclo de vida y de diseño de los buques que construyen, considerando plataformas estandarizadas y procesos comunes que brinden la posibilidad de aprovechar las capacidades de sus recursos para múltiples clases de unidades.
- Permitir que los esfuerzos del astillero del futuro se dirijan a contar con un sistema de integración horizontal que respalda la automatización de las nuevas líneas de producción.
- Modernización del ERP, teniendo la necesidad de actualizar plataformas tecnológicas por obsolescencia. Se toma parte del *software* todavía en uso, basado en un lenguaje que corre en un *hardware* de plataforma antigua, para traducirla a lenguajes y/o plataformas más modernas.

Ingalls resalta la importancia de las tecnologías operativas (OT por sus siglas en inglés) con un rol distinto a las tecnologías de la información (IT); señalaremos que estas últimas son empleadas para el almacenamiento y procesamiento de datos, mientras que los sistemas de OT controlan los procesos y sistemas físicos. Las OT sirven para conectar, supervisar, gestionar y asegurar las operaciones industriales del astillero. Los robots, los sistemas de control industrial (ICS), los sistemas de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA), los controladores lógicos programables (PLC) y el control numérico por computadora (CNC) son ejemplos de OT (Figura 5).



**Figura 5**
*Soldadura robotizada automatizada*




*Nota*. Tomado de https://www.youtube.com/watch?v=vJUEpCQgcFc

## El camino hacia el SIMA Perú 4.0

Servicios Industriales de la Marina S.A. (SIMA-Perú S.A.) se encuentra en una época trascendental de transición y crecimiento comparable a lo ocurrido en la década de 1970 hasta los inicios de los años 80, cuando la industria naval presentó un gran impulso, que llegó a su cenit con la construcción de las fragatas misileras clase *Carvajal* B.A.P. *Montero* y B.A.P. *Mariátegui*. Las recientes construcciones de alto bordo han reverdecido las capacidades industriales del astillero, sin embargo, es necesario tomar un enfoque de renovación que genere mayor nivel de competitividad, el cual comprenda una revolución interna, que permita posicionar al astillero en un lugar privilegiado en la región, acorde con el desarrollo de una industria naval fuertemente orientada al empleo de las nuevas tecnologías.

En este sentido, tomar como referencia los recientes desarrollos de la Industria 4.0 es una necesidad para la proyección del astillero, teniendo además en consideración que desde el año 2019 se cuenta con una Política Nacional Marítima, que, en su Objetivo 3, Lineamiento 3.9, establece: "Potenciar la capacidad y competitividad de la industria de construcciones y reparaciones navales" (COMAEM, 2019); asimismo, en el año 2022 el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) conformó la "Mesa Ejecutiva para la Implementación de la Reforma de la Industria Nacional a través del Fortalecimiento de la Industria Naval en el Perú" (MEF, 2022) con el objeto de impulsar y promover la mejora y el desarrollo de diversos sectores productivos o transversales, a fin de mejorar la productividad del país, así como mejorar el funcionamiento del Estado en áreas prioritarias, en concordancia con la Política Nacional de Competitividad y Productividad, teniendo en consideración que la industria naval es una actividad estratégica que contribuye, de manera directa e indirecta, en el crecimiento, desarrollo sostenible y competitividad en la industria, impulsando la producción nacional con valor agregado, generando competitividad y puestos de trabajo.

SIMA Perú no puede ser ajeno a la necesidad de incorporar tecnologías para alcanzar la transformación digital en todos sus procesos, de manera progresiva, y con el objetivo de avanzar hacia el astillero 4.0. Para ello, debe tener como herramientas, entre otras tecnologías facilitadoras, las siguientes:

### *Realidad virtual y aumentada*

Gracias a los avances tecnológicos, la realidad virtual (VR) permite construir diferentes realidades, que aportan una percepción enriquecida y particular del entorno, escenas u objetos de apariencia real, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él (Luque, 2020).

Por otro lado, la realidad aumentada (AR) designa a una representación de la realidad, visualizada a través de un dispositivo tecnológico, con información digital añadida por este. Se combinan así elementos físicos tangibles con elementos virtuales, creándose así una realidad aumentada (Luque, 2020).

Ambas tecnologías resultan de gran importancia para facilitar las actividades en diversos procesos: diseño constructivo y de reparación, permite prever posibles interferencias, evaluar aspectos ergonómicos para la tripulación, ente otros (Figura 6).

**Figura 6**

*Realidad aumentada y realidad virtual*



*Nota.* Tomado de https://www.arsoft-company.com/noticia/la-realidad-aumentada-y-realidad-virtual-en-el-sector-naval

Los usos en la industria naval también permiten:

- Que, a bordo de los buques, la tripulación pueda reconocer fácilmente gracias a la AR las tuberías o el cableado y especificar para qué sirve cada uno.
- Asistencia de mantenimiento de maquinaria con pasos y tareas.
- Control e inspecciones, un *check-list* sin que sea necesario escribir a mano, el informe se puede realizar oralmente.
- Grabación de vídeo con AR para complementar un informe.
- Informes de video con análisis estadístico (compartido en tiempo real desde el buque a tierra).
- Asistencia remota desde tierra por departamentos técnicos.
- Formación de personal con VR utilizando instrucciones digitalizadas. La posibilidad de realizar simulaciones en la operación de equipos y

procedimientos de emergencia reducen los riesgos. El empleo de equipos de realidad virtual para la formación de soldadores es una oportunidad de contar con evaluaciones y estadísticas reduciendo costos.

### *Big data e inteligencia artificial*

Es necesario considerar a ambos conceptos y las tecnologías que conllevan de manera complementaria, por cuanto el manejo de una gran cantidad de datos sin inteligencia artificial no es una opción viable, puesto que solo así se alcanza niveles de eficiencia adecuados. El *big data* termina siendo la materia prima con la cual se puede desarrollar análisis que generen valor para un proceso.

Con la aplicación de la IA, las mejoras en el casco de un buque con monitoreo con nanotecnología, el diseño del sistema eléctrico de una embarcación que toma algún tiempo se reduce a solo un día; los mantenimientos programados y preventivos se ven cambiados por el predictivo bajo algoritmos que analizan grandes cantidades de datos para diagnosticar posibles impactos y problemas. Los proyectos de navegación autónoma, buques inteligentes que mejoran los consumos de combustible, el empleo cada vez más extendido de drones que navegan distancias considerables, la utilización de gemelos digitales, puertos inteligentes, grúas autónomas, entre otros desarrollos, están transformando todo (Marcano, 2023).



### *Gemelo digital*

Bajo el concepto de gemelo digital se integran diferentes tecnologías que contribuyen en una representación actualizada de un activo físico real en funcionamiento, reflejando su estado actual y proporcionando, además, datos históricos relevantes acerca de él (Mathworks, 2024).

El gemelo digital permite predecir su comportamiento futuro, refinar el control u optimizar el funcionamiento, pueden ser modelos de un componente, de un sistema de componentes o de un sistema de sistemas, por ejemplo, bombas, motores.

La representación no solo captura el estado actual, sino con frecuencia también el historial operativo del activo. Los gemelos digitales permiten optimizar, mejorar eficiencias, automatizar y evaluar el rendimiento futuro. Puede utilizar los modelos para otros fines, como la puesta en servicio virtual o para influir en diseños de próxima generación.

Un gemelo digital del astillero contribuirá a reducir riesgos, prevenir fallas

y planificar oportunidades de mejora en los procesos, generando un mayor nivel de competitividad.

El gemelo digital supone el desarrollo de un modelo virtual del proceso o sistema que queremos evaluar y cuya información debe obtenerse, necesariamente, de datos reales de sensores y automatismos; que pueden ser del modelo a desarrollar o de otro sistema anterior o similar, y que se ajustarán, según se avance, en el modelo en cuestión (García González, 2018).

García González también señala que en un sistema conllevaría a generar ahorros energéticos de hasta 70 % en motores de velocidad variable, un aumento en la productividad del 20 % y la reducción en casi el 50 % del tiempo de finalización de ciertos procesos.

Como uno de los principales referentes del cambio hacia la Industria 4.0, la capacidad del gemelo digital destaca por permitir crear comportamientos predictivos a partir del análisis de datos y la simulación.

Un gemelo digital debería ser capaz, dentro del proceso evolutivo de su desarrollo, de lo siguiente:



- Describir y reproducir el estado y comportamiento del sistema o proceso evaluado, de manera que ofrezca informes y alarmas avanzados que permitan al operador un manejo más eficiente.
- Predecir situaciones y comportamientos futuros de forma que no solo se pueda reconfigurar el sistema físico para aumentar la eficiencia, como, por ejemplo, con la optimización del gasto energético, sino que también se permita el mantenimiento basado en la condición o CBM, que puede suponer una reducción entre el 20% y el 70% del número de averías y costos asociados.
- Alcanzar en el futuro la virtualización tanto del producto como de los procesos en una simulación completa antes de construirlo.

***ERP***

El empleo de un ERP moderno se constituye como una herramienta clave y de una gran importancia para optimizar procesos, aumentar la productividad. En el sector naval es más que una solución tecnológica, es un enfoque integral que aborda la automatización de procesos y la integración eficaz de datos. La optimización se percibe como esencial, evidenciada por la frecuencia de términos como integración y automatización (Ayesa, 2023) (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Resumen de los beneficios clave derivados de la implementación de sistemas ERP naval*

| BENEFICIOS | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| Optimización operativa | Mejora la eficiencia y la coordinación de procesos, reduciendo tiempos y costos operativos. |
| Integración Eficiente | Facilita la integración fluida de datos, asegurando una visión unificada de la información. |
| Automatización Avanzada | Agiliza procesos mediante la automatización, liberando recursos para tareas más estratégicas. |
| Mejora de la Logística | Eleva la eficacia en la gestión logística, optimizando el flujo de bienes y servicios. |
| Innovación Continua | Fomenta un entorno propicio para la innovación constante, manteniendo la competitividad. |

*Nota.* Fuente Ayesa Company.

## Industria naval como motor del desarrollo

Los siguientes años serán decisivos para la consolidación de la industria naval en el Perú como motor de desarrollo para la industria nacional. Los hitos alcanzados en la construcción naval de los últimos buques, como las unidades multipropósito, el buque escuela a vela, las patrulleras marítimas y de interdicción deben ser el paso inicial hacia una transformación en las construcciones y reparaciones navales, buscando competitividad, incorporando gradualmente tecnología en los procesos.

El desarrollo de los próximos proyectos destinados a dotar a nuestra Marina de Guerra de unidades multirrol, patrulleras oceánicas y buques logísticos debe venir acompañado de un avance en las capacidades para contar con gemelos digitales en el astillero y en las plataformas; la capacitación del personal será primordial considerando además que las nuevas generaciones deberán contar, desde un inicio, con las competencias para una rápida adaptación a la Industria 4.0.

## Referencias


1. Ayesa. (2023). *ibermaticaindustria.com*. Obtenido de Software ERP para el sector naval: Revolucionando la gestión en la industria marítima. https://ibermaticaindustria.com/blog/software-erp-para-el-sector-naval-revolucionando-la-gestion-en-la-industria-maritima/
2. Beary, D. B. (1949). The Naval War College. *Naval War College Review*, 2(2). https://digital-commons.usnwc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=7933&context=nwc-review
3. COMAEM. (2019). *Política Nacional Marítima*. Perú. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/460914/Pol%C3%ADtica_Nacional_Mar%C3%ADtima.docx
4. Dirección de Intereses Marítimos. (2018). Marina de Guerra del Perú. *Compendio de Historia Marítima y Naval del Perú*. Callao: Fondo de Publicaciones de la Dirección de Intereses Marítimos. https://archivohistoricodemarina.mil.pe/Documentos/BIBLIOTECA/LIBROS%20Y%20MISCELANEOS/pdf/Compendio%20de%20Historia%20Maritima%20y%20naval%20del%20Peru.pdf?_t=1602622810
5. Fernández, T., & Tamaro, E. (2004). *Biografías y Vidas: La enciclopedia biográfica en línea*. Biografía y Vidas. https://www.biografiasyvidas.com/historia/revolucion_industrial.htm
6. García González, P. (2018). *Gemelo Digital: Concepto y Aplicación en la Armada Española*. https://oa.upm.es/53240/1/TFM_PABLO_GARCIA_GONZALEZ.pdf
7. Ingalls.(2024). *ingalls.huntingtoningalls.com*. Obtenido de Ingalls Shipbuilding:ingalls.huntingtoningalls.com
8. Kiss, T. (2024). *Concepto.de*. Revolución Industrial. https://concepto.de/revolucion-industrial/#ixzz8RvFomG3s
9. Luque, J. (2020). Realidad Virtual y Realidad Aumentada. *Revista Digital de ACTA*. https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/063001.pdf
10. Marcano, W. R. (2023). *Linkedin*. Obtenido de ¿La nueva industria y la IA evolucionarán el sector naval? https://www.linkedin.com/pulse/la-nueva-industria-y-ia-evolucionaran-el-sector-naval-rom%C3%A1n-marcano/
11. Mathworks. (2024). *Mathworks.com*. ¿Qué son los gemelos digitales? https://la.mathworks.com/discovery/digital-twin.html
12. MEF. (2022). Ministerio de Economía y Finanzas. *Resolución Ministerial 170-2022-EF/10*. https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2086219-1
13. MIT. (2024). *professionalprograms.mit.edu*. Top 5 Disruptive Technologies That Are Changing the World. https://professionalprograms.mit.edu/blog/technology/top-disruptive-technologies/
14. PCM. (2023). Presidencia del Consejo de Ministros. *Política Nacional de Transformación Digital*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4932850/Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Transformaci%C3%B3n%20Digital%20al%202030.pdf?v=1691014709
15. PCM. (2024). Presidencia del Consejo

de Ministros. *Gob.pe*: https://www.gob.pe/7025-presidencia-del-consejo-de-ministros-secretaria-de-gobierno-digital

16. Ruiz Garcia, V. (2018). *Blog Cátedra de Historia y Patrimonio Naval*. Los arsenales del rey y la primera revolución industrial: https://blogcatedranaval.com/2018/11/27/los-arsenales-del-rey-y-la-primera-revolucion-industrial/