

DIAGNÓSTICO DE DOS EMPRESAS DEL SECTOR AERONÁUTICO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA ORIENTADAS A SU TRANSFORMACIÓN A INDUSTRIA 4.0.

IDENTIFICATION OF OPPORTUNITIES OF IMPROVEMENT ORIENTED TO THE TRANSFORMATION TO THE INDUSTRY 4.0. OF AERONAUTICAL SECTOR COMPANIES

Nelson Giovanni Agudelo⁽¹⁾, Federico Clavijo López⁽²⁾, David Rodríguez Zarate⁽³⁾, Ángela Montoya Castro⁽⁴⁾, Cristina Ramírez⁽⁵⁾.

1. Ingeniero en telecomunicaciones SENNOVA, SUOMAYA, Bogotá, Centro de Gestión de Mercados Logística y TI, Servicio Nacional de Aprendizaje.
2. Ingeniero industrial de la Universidad Distrital con maestría en emprendimiento e innovación de la Universidad de Salamanca. Líder de proyectos en la Fundación Tecnia Colombia.
3. Ingeniero Químico con maestría en Ingeniería Industria de la Universidad Nacional. Líder de proyectos en la Fundación Tecnia Colombia.
4. Ingeniera en Automatización SENNOVA, SUOMAYA, Bogotá, Centro de Gestión de Mercados Logística y TI, Servicio Nacional de Aprendizaje.

RESUMEN

Durante los últimos años el entorno industria se encuentra en una transición de un modelo operativo tradicional hacia uno digital, tecnificado y apoyado con nuevas tecnologías que han venido desarrollándose en otros campos como el del entretenimiento, financiero y salud. La transformación digital es una realidad que ha permeado todos los aspectos de la industria manufacturera, hasta tal punto que se habla en términos de una nueva era: la Industria 4.0.

En el marco de este fenómeno global, la Fundación Tecnia Colombia decidió diseñar un servicio de consultoría con el cual diagnosticar a través de una encuesta, una base de datos y análisis cuantitativo - cualitativo, a una empresa manufacturera, puntualmente a una línea de producción de uno de sus productos. A través de la metodología de servicio diseñado se procura obtener como resultado, la identificación de oportunidades de mejora en la transformación digital en las áreas definidas que permiten hablar de Industria 4.0.

Finalmente, este servicio de consultoría se orienta a promover la digitalización de las cadenas de valor industriales utilizando las tecnologías emergentes, permitiendo una producción más rápida y eficiente a la vez que flexible a tendencias y comportamiento del mercado

Palabras Claves: Industria 4.0; Industria manufacturera; Servicio de consultoría; Diagnóstico de industria 4.0; Tecnologías de industria 4.0

ABSTRACT

During the last years, the industry environment is in a transition from a traditional operating model to a digital one, technified and supported with new technologies that have been developed in other fields such as entertainment, financial and health. The digital transformation is a reality that has permeated all aspects of the manufacturing industry, to such an extent that it is spoken in terms of a new era: Industry 4.0.

Within the framework of this global phenomenon, the Tecnia Colombia Foundation decided to design a consultancy service in order to diagnose and data base, through a survey and quantitative - qualitative analysis, a manufacturing company, punctually to a production line of one of its products. Through the designed service methodology, it is sought to obtain, as a result, the identification of improvement opportunities in the digital transformation in the defined areas that allow to speak of Industry 4.0.

Finally, this consulting service aims to promote the digitization of industrial value chains using emerging technologies, allowing faster and more efficient production while being flexible to trends and market behavior.

Keywords: Industry 4.0; Manufacturing industry; consulting service; Industry diagnosis 4.0; Industry 4.0 technologies, data base.

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de Industria 4.0 es relativamente reciente y se refiere a la cuarta revolución industrial que consiste en la introducción de las tecnologías de transformación digital en la industria. Estas permiten que dispositivos y sistemas interactúen entre sí, permitiendo optimizar productos, procesos y modelos de negocio, con el objetivo de integrar a los interesados (clientes, proveedores), reducir costos e incrementar ingresos [1].

Durante los últimos años, se hizo un gran esfuerzo para definir y decodificar mejor los principios de la Industria 4.0, a este respecto, en Italia la publicación de planes gubernamentales para un súper incentivo fiscal para inversiones [2]. En el trabajo titulado “Smart Factory” [3], se resalta el apoyo a la transformación digital mediante la cuarta revolución industrial. Importantes publicaciones de universidades se unen para divulgar los incentivos, aunados a los centros de investigación que ayudan enormemente a aclarar en detalle cuáles son los beneficios, las “tecnologías habilitadoras” y los límites de esta nueva revolución industrial. [4].

La expresión Industria 4.0 es la denominación de la estrategia de implementación de alta tecnología orientada a la transformación digital, [5]. También se pudo enmarcar en el concepto de red global en este caso red IP que interconecta objetos físicos valiéndose del IP protocolo de internet [6]. y la presencia de hardware especializado que permite la conectividad a Internet y la gestión de actividades en la planta de producción, sean estas remotas, repetitivas o programadas [7].

La industria 4.0 destaca así 8 características a cumplir y sobre las cuales se plantearon la existencia del servicio de consultoría:

De acuerdo a [8], dentro de la industria 4.0 se destaca la presencia de 9 tecnologías a considerar y que buscan ser oportunidades para aumentar la productividad; estas son:

1. Simulación

2. Big Data y Analítica
3. Fabricación Aditiva
4. Realidad Aumentada
5. Cloud Computing
6. Internet de las Cosas
7. Ciberseguridad
8. Integración de Sistemas
9. Robots Autónomos

Estrategias como las avanzadas por la PDP las cuales buscan aumentar la productividad y diversificar el aparato productivo colombiano hacia bienes más sofisticados, además de desarrollar instrumentos que apunten a resolver fallas de mercado, de gobierno o de articulación a nivel de la unidad productora, de los factores de producción o del entorno competitivo [9]. son muy oportunas para la transformación digital empresarial.



Figura 1: CARACTERÍSTICAS de la industria 4.0. Fuente: Elaboración propia, Información de Tecnalía. 2018.

La nueva apuesta para el desarrollo económico se basa en priorizar sectores y aumentar la productividad de las empresas. Para alcanzar tal meta, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Mincit) ha trazado una nueva ruta para poner en marcha el Plan de Desarrollo Productivo, que busca robustecer los sectores con mayor potencial económico en las regiones, generando innovación y productividad de la puerta de la empresa hacia adentro

La estrategia consiste en focalizar los productos que más impacto tienen en el mercado internacional, en el producto interno bruto (PIB), en la generación de empleo, nuevos conocimientos e innovación. De igual manera, pretende aumentar la eficiencia de los pro-

cesos de las empresas, a través de intervenciones y diagnósticos directos, capacitaciones, cofinanciación y potenciación en el comercio [10].

La estrategia planteada desde Mincomercio es incrementar la productividad para diversificar y sofisticar la oferta de bienes y servicios, de manera que nuestras empresas puedan conquistar cada vez un mayor número de mercados y profundizar la participación en aquellos en los que ya cuenta con presencia. Esto lo estamos logrando promoviendo e incentivando la formalización, la innovación y la transferencia de tecnología. [11].

La Fundación Tecnia Colombia aprovechando los recursos del SENA – Servicio Nacional de Aprendizaje, en su Convocatoria de Innovación y Competitividad Regional 2017, decide diseñar un servicio de consultoría para sectores manufactureros que permita darles el conocimiento para llevarlos a ser industria 4.0. Gracias a las recomendaciones y la identificación de oportunidades de mejora resultado de un diagnóstico (en forma de encuesta) y análisis cualitativos y cuantitativos.

Este servicio de consultoría fue realizado a dos empresas del Sector Aeronáutico en las cuales se llevó a cabo todo el proceso metodológico, visitas, análisis y conclusiones. Este artículo presentará la aplicación del Servicio de consultoría en dos empresas del Sector Aeronáutico de Colombia.

Cabe resaltar del sector aeronáutico que durante 2005-2015 Colombia tuvo una tasa de crecimiento promedio anual de 12,4%. Por su parte Brasil y México crecieron a 10,8% promedio anual durante el mismo periodo. Durante 2016 Colombia movilizó 35.7 millones de pasajeros. Colombia tuvo un crecimiento mayor al mundial y al de América Latina que en la última década fue de 5.8% y 9.4% [12].

Las características de caracterización para una empresa se pueden apreciar en la Figura 1

2. METODOLOGÍA

El servicio de consultoría que se prestó a las dos empresas del Sector Aeronáutico partió de una identi-

cación de la oferta actual nacional e internacional de diagnósticos de industria 4.0. Esta labor de reconocimiento permitió concluir que el diagnóstico en sí mismo no involucra ningún costo ni valor, más allá del estadístico y de la generación de data, almacenada y evaluada en una base de datos promedio de un sector particular. El valor crece en la medida que se puedan vender servicios adicionales de rutas para digitalizar y a su vez, participar de esa digitalización.

En sí, los autodiagnósticos como tal, solo son un abre bocas, para poder ofertar los servicios adicionales de diagnóstico, mucho más profundo y su posterior proceso de digitalización. Los informes son someros y no abarcan mayor profundidad.

El Modelo de Intervención del servicio de consultoría se prestó de acuerdo al modelo presentado en la figura 2.



Figura 2: Proceso metodológico llevado a cabo en la prestación del servicio. Fuente: Elaboración propia 2018

Este proceso partió de una actividad de sensibilización, en la cual se explicó claramente el objetivo del diagnóstico, sus fases, metodología y resultados a obtener. Seguida de un proceso de agendamiento y visita a instalaciones en el cual se habló con el gerente y luego con cada encargado de actividades dentro de la línea de producción analizada.

Este proceso fue de vital importancia para la verificación de las respuestas y evidencia visual, se procede a identificar las brechas tecnológicas que puedan ser cerradas con tecnologías de industria 4.0.

La duración de esta actividad dependió de factores tales como: el tamaño de la compañía evaluada, la cantidad de líneas de producción y sedes físicas que tenga, el alcance que se haya establecido para el diagnóstico, entre otros. Sin embargo, la duración promedio de esta visita fue de 2 días de trabajo.

Posteriormente, la labor de trabajo colectivo entre los consultores que realizaron las visitas permitió establecer un promedio de calificación por pregunta realizada, a través de la cual, el consenso permitió deter-

minar la mejor caracterización de la línea base de la empresa y su posterior recomendación.

Adicionalmente, el equipo de consultores generó un banco de posibles proyectos a desarrollar a futuro, con base en los resultados obtenidos en el diagnóstico, indicando el hallazgo que solucionaría el futuro proyecto, la descripción general del proyecto, la tecnología a aplicar, los impactos esperados y una estimación de tiempos y costos para su ejecución.

Finalmente, el servicio concluyó con la realización de una encuesta de satisfacción, a través de la cual se pretende obtener retroalimentación de diferentes aspectos del mismo, que permitan su mejoramiento continuo.

Diagnóstico del Servicio de Consultoría realizado.

La naturaleza del diagnóstico se caracterizó basados en 100 preguntas que se orientan en total a las áreas de Producción, Compras, Ventas, RRHH, Calidad, Almacén, Logística y Equipos de sistemas. Algunos de los ejemplos de las preguntas realizadas se muestran a continuación en la tabla 1:

¿Cómo identifica y gestiona la materia prima, piezas, el Stock, ubicación...?
¿Cómo se planifica la compra de materia prima?
¿Cómo se tienen en cuenta las necesidades ergonómicas de cada empleado en su puesto de trabajo?
¿Cómo se tiene en cuenta/minimizan los procesos peligrosos, sucios y tóxicos a nivel de operativa?
¿Cuál es el nivel de vigilancia de sus sistemas de información?
¿Cómo se gestionan los datos de cada máquina?
¿Cómo identifica y gestiona el producto acabado, el Stock, ubicación...?
¿Cómo se relaciona con sus partners o aliados? Acciones comerciales, acciones de compra, acciones de mejora de procesos...
Ante un problema/cambio con algún producto o servicio proporcionado por los proveedores, ¿Cómo se establece la comunicación con el proveedor para solucionar un problema? O ¿cómo se actúa para resolver el problema?
¿Cómo se actúa ante un cambio de proveedor? ¿Cómo afecta a los procesos? Tienen procesos de homologación, dependencia...
¿Cómo haces la planificación del mantenimiento? ¿Hacen paradas para mantenimiento? ¿Incorporan personal externo?

Tabla 1: Algunas de las preguntas realizadas en el diagnóstico

Dentro de respuestas que se obtuvieron en las empresas visitadas primó la presencia de puntajes bajos por cuanto todo se hace manual, siendo así 1 y 3 las respuestas más obtenidas.

En general el rango total se encuentra entre 1 y 8, donde las opciones tienen las características detalladas en la tabla 2.

Valoración Puntaje de: 1	Utilización de sistemas en papel, manuales, mediante herramientas ofimáticas...
Valoración Puntaje de: 2	Utilización de sistemas automatizados, con software de propósito específico, utilización de datos históricos, algún servicio digital...
Valoración Puntaje de: 4	Utilización de sistemas automatizados con datos en tiempo real, interconectados, simulación...
Valoración Puntaje de: 8	Utilización generalizada de analítica de datos, sistemas Big Data, predicción, sistemas que reconocen a 1 operario, servicios digitales completos, predicción...

Tabla 2: Posibilidades de respuestas dentro de los diagnósticos realizados

Tras consenso del equipo consultor en torno a cada pregunta y promedio de la valoración por pregunta se llegó a un gráfico de radar, que resume las recomendaciones y oportunidades.

A continuación, se muestra un gráfico ejemplo del resultado del análisis de las dos empresas inicialmente en la figura 3 se ilustra en radar resultado del diagnóstico de la empresa 1



figura 3: Gráfico en radar resultado del diagnóstico de la empresa 1

En la figura 4 se ilustra el gráfico en radar del resultado del diagnóstico de la empresa 2

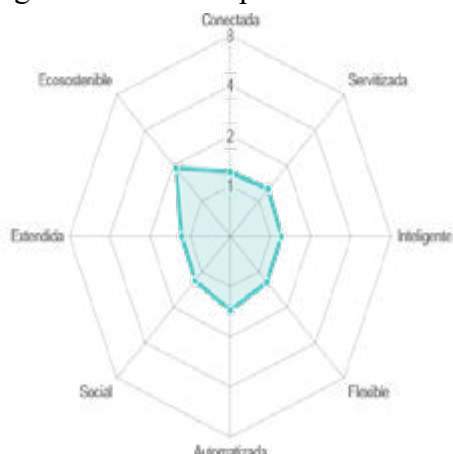


Ilustración 4: Gráfico en radar resultado del diagnóstico de la empresa 2

En cada una de las características se presentaron recomendaciones, por ejemplo, en Conectada se analizó la existencia de Identificación digital de elementos, Captura de información en tiempo real, Comunicaciones y acceso a la información, Gestión e intercambio de información entre sistemas de información, almacenamiento y seguridad de los datos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los diagnósticos realizados en las dos empresas del Sector Aeronáutico, son similares al identificar que la labor productiva a pesar de tener y utilizar máquinas de corte o soldadura, son en general bastante manuales. Con una labor donde la tecnología apoya en los procesos más importantes, pero no de manera significativa en la totalidad de la línea de producción.

Por ejemplo, las empresas en general:

No cuentan con sistemas de identificación digital, aunque el producto esta trazado desde la materia prima, pedido, referencia y número de serie. Una vez acabado el producto, se cierra la orden de producción, se genera el documento de remisión y el certificado de conformidad todo impreso, a pesar de que la naturaleza del sector así lo exige se puede pensar en la digitalización para apoyo del registro en físico.

No se recogen ni se guardan datos de las máquinas de producción y no están conectadas.

Se hace backup de la documentación técnica, pero se almacena en la misma localización. No se hacen pruebas de recovery.

Los productos no incorporan elementos digitales como sensores o conexión a Internet, esta limitante hace que difícilmente se implemente tecnologías como IoT.

No proporcionan ningún servicio digital sobre su producto.

No se toman los datos de las máquinas porque la utilización de las mismas es baja, debido a que el producto es muy específico y no se tienen gran número de pedidos simultáneos.

El canal de comunicación con los proveedores es a través de medios tradicionales como mail o teléfono. Durante los proyectos se establece una relación directa con los clientes o a través de correo, email o reuniones presenciales, no se utilizan redes sociales o extranet para el intercambio de información con los clientes.

No se tiene ningún sistema compartido con terceros ni clientes, ni proveedores.

No se proporciona ningún servicio digital sobre su producto.

No existe una herramienta o sistema que permita la planificación y control de actividades realizadas en todo el proceso de fabricación, esto es viable debido al tamaño de la empresa y al tamaño actual de los pedidos

Toda la información queda en el repositorio de información de la empresa o en papel, Aunque se analiza la calidad en cada fase de producción, toda la información es recogida en papel, no existiendo un sistema de registro de la información generada Sin embargo, y como elementos a destacar son:

La información generada en las empresas esta accesible en el Google Drive, cambiándose las contraseñas periódicamente.

Las herramientas y utillajes están ordenados, se hace una inspección visual al final de día, tanto de las herramientas como de los utensilios y se utiliza la metodología 6S en orden y limpieza.

Se utiliza el Open Project desde hace dos meses para una gestión integrada de todos los proyectos y recursos asociados.

En este sentido las oportunidades de mejora están directamente relacionados con la posibilidad de definir los activos de la organización. CNCs, Computadoras, SW, HW, routers, switches, para controlar existencias y si necesitan mecanismos de protección, actualizaciones, entre otros.

Así mismo, se recomendó tener en cuenta el cambio periódico de contraseñas, Actualizaciones de software de servidores y computadoras, pero teniendo en cuenta los efectos adversos, en entorno industrial hay que tener una marcha atrás porque dependiendo de la actualización puede afectar la producción.

Generar control de accesos de cada operario y definir las políticas de accesos y aplicarlas. Junto con una segmentación de redes entre oficina y producción, que quizás ahora no sea crítico por el tamaño de las empresas, pero es un mínimo de seguridad.

De igual forma, se recomendó en función de los análisis realizados que se haga la digitalización de ciertas partes de control de calidad, en vez de poner los datos en papel crear un software que pueda captar dicha información, software que debería estar integrado con el sistema de planificación y control para que se pueda tener integrada toda la información de un proyecto.

4. CONCLUSIONES

Para el proceso de intercambio de información se necesita una conexión a la red de 3g o 4g de lo contrario este proceso presenta latencias altas en la visualización

La red inalámbrica de monitoreo y control xbee a pesar de ser una red de bajo consumo energético presenta latencias de entre 500 milisegundos y 900

milisegundos en sincronizarse, y puede presentar una pérdida de información durante este proceso.

Después de integrar las diferentes partes del proceso y corregir los errores que se encontraron en el momento de compilar, además de los errores que fueron encontrados al realizar las pruebas se deja pendiente una prueba con una muestra perteneciente al grupo objetivo. Dentro de las conclusiones en el diagnóstico de las empresas analizadas en el Sector Aeronáutico se tiene que existen oportunidades de mejora en términos de:

Sistema de Planificación y control de actividades de producción.

Plan de Seguridad de la Información y del perímetro físico.

Sistemas de recopilación de información en el puesto de trabajo: Digitalización de la planta.

Dentro de las recomendaciones entregadas a las empresas se tiene la de la digitalización de ciertas partes de control de calidad, en vez de poner los datos en papel, crear un software que pueda captar dicha información, software que debería estar integrado con el sistema de planificación y control (open Project) para que se pueda tener integrada toda la información de un proyecto y que funcione bajo en concepto de cloud computing.

Con la posible información que podría ser digitalizada/registrada en un sistema:

Información de las revisiones dimensionales realizadas en mecanizado

Resultado de las pruebas no destructivas de terceros

Resultado de las pruebas de aceptación

De igual forma se recomendó también, el despliegue de un sistema de identificación digital de elementos, materia prima, herramientas, producto acabado y producto intermedio, bien por códigos de barras, bien por tags RFID que sustituya/complemente a la infor-

mación en papel y permita acceder a toda la información del elemento desde un soporte digital.

Finalmente, otra oportunidad de mejora se relaciona con la conexión entre las máquinas, en donde se debe definir el proceso de conexión remota por parte de personas externas (apertura y cierre de puertos, análisis de la seguridad de programas de control remota). Y establecer un mecanismo de envío de ficheros de forma segura con clientes y proveedores, al menos de aquellos ficheros que se consideren confidenciales y vitales para la empresa.

REFERENCIAS

- [1] Tecnia Colombia, «Modelo de Industria 4.0: Nuevos Servicios para el acompañamiento de empresas.», Bogotá, 2018.
- [2] Svilupo, Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.mise.gov.it/index.php/it/component/content/article?id=203581:piano-nazionale-industria-4-0-2017-2020>.
- [3] Gartner, «Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017,» 15 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/>.
- [4] L. Bassi, «Industry 4.0: Hope, hype or revolution?», de 2017 IEEE 3rd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry (RTSI), Modena, 2017.
- [5] P. d. T. Productiva-PTP, «Informe dinámicas de producción y comercio exterior de pymes manufactureras,» Bogotá, 2018.
- [6] Portafolio, «Portafolio - Innovación,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.portafolio.co/innovacion/para-un-futuro-sostenible-en-colombia-502064>.
- [7] U. A. E. A. Civil, «Reglamentos Aeronáuticos De Colombia,» 2015.
- [8] PTP, «INDUSTIAS DEL MOVIMIENTO,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.ptp.com.co/contenido/categoria.aspx?catID=778>.
- [9] PTP, «COLOMBIA MODERNA,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.ccc.org.co/file/2017/07/2.-Claudia-Bedoya-Programa-de-Transformacio%CC%81n-Productiva.pdf>.
- [10] E. Tiempo, febrero 2017. [En línea]. Available: <http://www.eltiempo.com/economia/sectores/estrategia-del-ministerio-de-comercio-para-mejorar-la-productividad-61780>.
- [11] E. Tiempo, «Lo que la ministra Lacoutore ve soplar a favor de la industria 4.0,» 2016.
- [12] S. G. Muñoz, «Desarrollo Productivo del Sector Aeronáutico,» Bogotá, 2017.