

Industria 4.0 y su aplicación a escala regional. Caso parque industrial de Concepción del Uruguay, Entre Ríos.

Blanc, Rafael*; Pietroboni, Rubén Mario; Hegglin, Daniel

**Facultad Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional.*

rafaellujanblanc@yahoo.com.ar

RESUMEN.

El conjunto de actividades y tecnologías impulsan cambio hacia la industria 4.0. Esta transformación, implica, que una fábrica tenga información instantánea sobre el estado de sus máquinas o que una empresa conozca en tiempo real el uso que hacen los clientes de sus servicios. Para la implementación de estas tecnologías de producción se requiere de un cierto stock de capital humano lo cual lleva a la importancia del análisis del mismo. Los objetivos del estudio son por un lado establecer el grado de implementación de tecnologías 4.0, la calidad y nivel de los recursos humanos y si existe relación entre los recursos humanos que poseen las firmas y el grado de implementación de tecnologías 4.0. El estudio fue realizado sobre el parque industrial de Concepción del Uruguay del cual fueron encuestadas 22 empresas durante el segundo trimestre del año 2019. Se realizó un análisis descriptivo sobre las tecnologías implementadas relacionadas a la industria 4.0 a fin de lograr un primer estado de situación de las industrias del parque. La implementación por parte de las industrias de estas tecnologías en la muestra analizada es heterogénea. Dándose firmas que implementan gran cantidad de los ítems analizados como firmas que no tienen este nivel tecnológico en ninguna de las variables del estudio. Se pretende analizar el estado en cuanto a implementación de tecnologías 4.0, y el nivel de los recursos humanos y las acciones en post de su mejora en el parque industrial de la ciudad de Concepción del Uruguay. Y finalmente, si existe relación entre ambos niveles.

Palabras Claves: Industria 4.0, Competencias, Parque Industrial, Entre Ríos, Recursos Humanos.

ABSTRACT.

The set of activities and technologies drive change towards industry 4.0. This transformation implies that a factory has instantaneous information about the state of its machines or that a company knows in real time the use that customers make of its services. For the implementation of these production technologies, a certain stock of human capital is required, which leads to the importance of its analysis. The objectives of the study are, on the one hand, to establish the degree of implementation of 4.0 technologies, the quality and level of human resources and whether there is a relationship between the human resources that firms have and the degree of implementation of 4.0 technologies. The study was carried out on the industrial park of Concepción del Uruguay, of which 22 companies were surveyed during the second quarter of 2019. A descriptive analysis was carried out on the technologies implemented related to industry 4.0 in order to achieve a first status of the park industries. The implementation by the industries of these technologies in the sample analyzed is heterogeneous. Given signatures that implement a large number of the items analyzed as signatures that do not have this technological level in any of the study variables. The aim is to analyze the state in terms of the implementation of 4.0 technologies, and the level of human resources and the actions after their improvement in the industrial park of the city of Concepción del Uruguay. And finally, if there is a relationship between both levels.

Key words: Industry 4.0, Skills, Industrial Park, Entre Ríos, Human Resources.

1. INTRODUCCIÓN Y MARCO DE REFERENCIA

Actualmente un conjunto de actividades y tecnologías impulsan cambio hacia la industria 4.0 entre estas: big data, internet de las cosas, robotización, inteligencia artificial, aprendizaje automático e impresión 3D, sensores, realidad virtual y servicios en la nube, y otras. Las mismas, están impactando transversalmente en todos los sectores productivos, cambiando los modelos de producción, gestión y negocio del planeta como sucedió con las tecnologías 3.0. Este fenómeno, marcado por la digitalización y la conectividad, está cambiando la forma de producir, los modelos de negocios, el mercado laboral y las tareas que llevan adelante los trabajadores [1]. Esta transformación, implica, por ejemplo, que una fábrica tenga información instantánea sobre el estado de sus máquinas o que una empresa conozca en tiempo real el uso que hacen los clientes de sus servicios. Este tipo de industria tiene diez principios básicos y que cruzan transversalmente las nuevas tecnologías [2, 3, 4], de los cuales se analizarán cinco en el presente trabajo los cuales se definen como: A) Sistema Cyber Físicos: son integraciones del sistema de software y los procesos físicos. Las computadoras y redes integradas monitorean y controlan los procesos físicos, generalmente con circuitos de retroalimentación donde los procesos físicos afectan los cálculos y viceversa. El desarrollo de dichos sistemas se caracteriza por tres fases, primera generación incluye tecnologías de identificación como etiquetas RFID y el almacenamiento de datos de los mismos y los análisis deben proporcionarse como un servicio. La segunda está desarrollada en base a sensores y actuadores con un rango limitado de funciones. La tercera generación puede almacenar y analizar datos, están equipados con múltiples sensores y actuadores, y son compatibles con la red. B) Capacidad en tiempo real: para el control de las tareas organizativas es necesario que los datos se recopilen y analicen en tiempo real. El estado de la planta de producción se capta y se analiza permanentemente, por lo cual, la planta puede reaccionar ante una falla o cambios en la demanda en forma ágil. C) Virtualización: es una tecnología que permite la copia del mundo físico en uno digital lo que puede facilitar la realización de escenarios que podrán ser aplicados al diseño de partes, set up de máquinas, niveles de procesamiento, etc. D) Descentralización: la capacidad de los equipos de poder realizar ciertas rutinas en forma autónoma en caso de inconvenientes y la posibilidad de implementar acceder a datos e implementar órdenes de forma remota al proceso. E) Internet de las cosas (IoT): puede ser definido como la capacidad de los productos de almacenar y proveer datos de estado, uso y ubicación al fabricante, además de proveer características remotas al usuario como manejo, informes de estado, entre otros. Para la implementación de estas tecnologías de producción se requiere de un cierto stock de capital humano lo cual lleva a la importancia del análisis del mismo. Desde una perspectiva de las firmas basada en la teoría de recursos y capacidades, y la evolucionista de capacidades dinámicas analizar el papel que ha jugado, el capital humano genérico (presencia graduados universitarios, ingenieros y posgraduados) [5, 6, 7] en la implementación de tecnologías 4.0. El capital humano es relevante para alcanzar Industria 4.0 esto se debe a que la transformación requiere nuevas capacidades, tanto de las personas como de las empresas, necesarias para implementar, mantener y utilizar las nuevas tecnologías digitales. Las fábricas inteligentes y robots autónomos, entre otras tecnologías de Industria 4.0 requieren personal para su programación y para analizar la información que surge de los procesos. La lista de las capacidades que serán más demandadas en los próximos años está liderada, en primer lugar, por la ingeniería y el desarrollo del proceso de producción y, en segundo lugar, por la ciencia de datos, necesaria para poder explotar los datos recabados con tecnologías de Big Data. [8, 9, 10]. Dada la esencia digital de estas tecnologías, el manejo de la información será clave en los próximos años. Por esta razón, en los primeros lugares de esta lista también se encuentran capacidades relacionadas con el uso de datos como analítica avanzada y seguridad de datos, y roles. El aumento del trabajo virtual y los temas de trabajo flexibles también requieren nuevas formas de aprendizaje permanente [11, 12]. Además, los procesos se están volviendo más complejos, lo que conduce a un aumento de empleos con calificaciones más altas y una pérdida de empleos que requieren calificaciones más bajas [9,11]. Por lo tanto, las empresas deben calificar a sus empleados para tareas más estratégicas, de coordinación y creativas con mayores responsabilidades. La importancia de las competencias técnicas (conocimiento de áreas, conocimientos técnicos, manejo de procesos, manejo de medios virtuales, programación y seguridad informática) y competencias metodológicas (creatividad, pensamiento de negocios, resolución de problemas y conflictos, toma de decisiones, investigación y análisis de datos) ira en aumento y será requerido mayores cantidades de capacitaciones tanto por los individuos como por las empresas en estos aspectos. Estos cambios en el modelo de trabajo y en las competencias de los mismos traerán aparejados

cambios en las estructuras de las organizaciones pasando de las tradicionales organizaciones piramidales a modelos matriciales, que posean lógicas de proyectos en las cuales los trabajadores puedan responder a más de un líder dando así flexibilidad y dinamismo a la organización, esto llevara a organizaciones planas y de un grado superior de descentralización propiciado por la velocidad de avances del mercado y las nuevas tecnologías de comunicación [9,10]. A continuación, se detalla la metodología que utiliza para llevar a cabo el estudio.

2. METODOLOGIA

El presente estudio es de carácter exploratorio y corresponde con la primera fase de un proyecto de investigación que tiene como objeto relevar el estado de las industrias de los parques industriales de la provincia de Entre Ríos. Dado que aún no se cuenta con datos primarios de todos los parques evaluados por el proyecto, se realizará un análisis de datos primarios del parque industrial Concepción del Uruguay del cual fueron relevadas veintidós empresas durante el segundo trimestre del año 2019 y datos secundarios aportados por los organismos de la provincia de Entre Ríos, cámaras empresariales, etc. A partir de los mismos, se realizará un análisis descriptivo sobre las tecnologías implementadas relacionadas a la industria 4.0 a fin de lograr un primer estado de situación del parque seleccionado en cuanto al próximo estadio industrial. Los parques seleccionados para el proyecto fueron son los siguientes: Paraná, Crespo, Concordia, Concepción del Uruguay y Gualeguaychú, este trabajo representa el primer avance del proyecto en cuanto a la temática de industria 4.0 y su relación con los recursos humanos existentes en las firmas. El Parque Industrial de Concepción del Uruguay surge en el año 1974 tiene ventajas promocionales como exenciones del 100% por diez años para las empresas que se radiquen en el Parque Industrial. Dicha Ordenanza establece diez años con una exención del 100% en todas las tasas municipales que graven los actos relacionados con la instalación, construcción y funcionamiento industrial como así también de las que correspondan por inspección sanitaria, higiene, profilaxis, seguridad y la tasa general inmobiliaria. A continuación, en la Tabla 1 se exponen los principales indicadores de la condición del parque industrial

Tabla 1: *datos parque industrial Concepción del Uruguay.*

Variables parque industrial Concepción del Uruguay	
Superficie total hectáreas	87,9
Lotes	102
Hectáreas ocupadas por la industria	56,9
Hectáreas disponibles para empresas	26
Porcentaje de utilización	67,9%
Cantidad de Firmas (en el parque)	26
Cantidad de empleo directo	716
Servicios que brinda el parque	
Gas, Calles internas y accesos, Sala de usos múltiples, Internet, Áreas Verdes, Energía Eléctrica, Telefonía y Mantenimiento de áreas Comunes	

Fuente: elaboración propia.

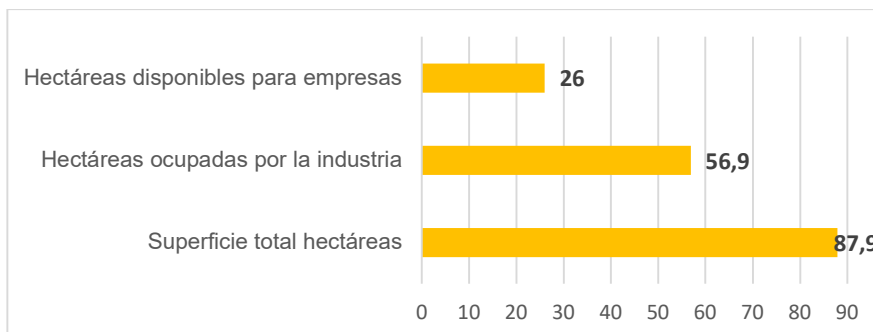


Figura 1 Estado de utilización del área del parque industrial de Concepción del Uruguay

El parque está compuesto por empresas de rubros tradicionales como son: Elaboración de productos alimenticios, Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles, Fabricación de papel y de productos de papel, Fabricación de muebles y

colchones, Fabricación de productos minerales no metálicos, Fabricación de productos de caucho y plástico, Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo, Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico, Fabricación de sustancias y productos químicos y Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques con diferente grado de implementación de tecnologías 4.0 en su modelo de producto y producción. Tal como se explicita en la introducción el objetivo de este trabajo es identificar, en forma exploratoria en qué medida las tecnologías 4.0 se está incorporado en las firmas de los parques industriales de la provincia de Entre Ríos y si hay o no relación con la formación de los recursos humanos. Con este fin se analizaron las encuestas realizadas a las firmas industriales del parque industrial concepción del Uruguay. De veintiséis se logró encuestar a veintidós. El formulario único se aplicó encuestador en forma presencial, en las firmas de mayor porte con hubo instancias auto administradas y luego con un chequeo de la información por parte de un encuestador. Se evaluaron componentes del modelo de madurez de las dimensiones: Producto, Operaciones y Tecnología. Y características relacionadas con la industria 4.0 como son: sistemas cyber físicos, análisis en tiempo real, virtualización, descentralización y Orientación al servicio (IoT). A fin de lograr los objetivos del trabajo se realizará una serie de análisis como son tablas de frecuencias, promedios y correlaciones. La conformación de las variables del estudio fueron las siguientes.

Variables del estudio

Industria: 4.0:

A) Sistemas Cyber Físicos.

- Hardware de Control (PLC, DCS, CNC, PAC, RTU)
- MDC recopilación de datos de una máquina
- PDA adquisición de datos de producción
- M2M Coordinación de equipos de producción a través de red
- MES Sistemas de Ejecución de Manufactura

B) Análisis tiempo real

- MRP Sistema de planificación de materias primas.
- ERP Sistema de planificación de recursos.
- Análisis estadístico de datos locales para toma de decisiones.
- Herramientas de análisis de datos en la nube.

C) Virtualización

- CAD Diseño asistido por computadora.
- Sistema de control avanzado (inteligencia artificial, red neuronal, etc..).
- Realidad aumentada.
- Simulación de piezas.
- Simulación de sistemas de producción o distribución.
- BPM Software.

D) Descentralización

- Herramientas de análisis de datos en la nube.
- Programas en la nube (cloud computing) como reemplazo del sistema local.
- Acceso a datos a través de telefonía celular.
- Modificación de datos a través de telefonía celular.

E) Internet de las cosas (IoT)

- Producto almacena datos de uso.
- Producto almacena datos de estado y ubicación.
- Producto comunica datos de estado y ubicación.
- Producto comunica datos de uso.

Recursos Humanos:

F) Cantidad de empleados

- Cantidad de empleados.

G) Nivel de formación de los empleados

- Técnicos.
- Ingenieros.
- Otros universitarios.
- Posgrado.

H) Acciones en post de desarrollar las capacidades de los recursos humanos y otros

Invierte en capacitación como política de empresa.

Capacitación de personal Interna.

Capacitación de personal externa.

Tiene dificultades para conseguir personal de acuerdo a sus necesidades.

Tiene dificultades para mantener su personal (rotación).

Tiene problemas con el ausentismo de su personal.

A continuación, se presentan los principales análisis y resultados preliminares del estudio.

3. RESULTADOS Y ANALISIS

Las firmas del parque industrial son de tamaño mediano de acuerdo a su media y la clasificación de la SEPYME¹, por otra parte los máximos y mínimos nos muestran la presencia de micro y grande empresas aunque las mismas no son regla de tamaño del parque.

Tabla 2: Cantidad de empleados.

Tamaño muestra	Mínimo	Media	Máximo
22	2	31,9	170

Fuente: elaboración propia en base al relevamiento en las firmas del parque industrial.

En cuanto a la formación del personal de la empresa (Tabla 3), observando o no la presencia de los mismos, el 60% posee personal de formación técnica, la presencia de ingenieros y otros universitarios supera al 50%. La formación de posgrado es la que muestra mayor nivel de escasez alcanzando el 32% de los casos.

Tabla 3: Nivel de formación de los empleados.

Nivel	Si	No
Técnicos	59,10%	40,90%
Ingenieros	50,00%	50,00%
Otros universitarios	59,10%	40,90%
Posgrado	31,80%	68,20%

Fuente: elaboración propia en base al relevamiento en las firmas del parque industrial.

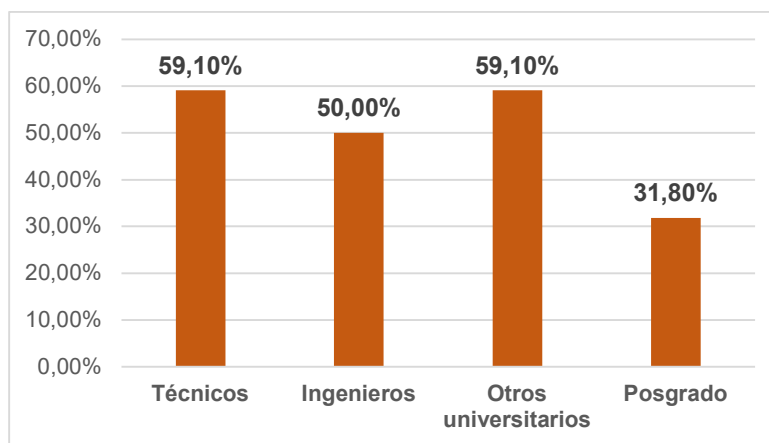


Figura 2 Frecuencia de presencia de profesionales en las firmas analizadas

El 32% de las firmas invierte en capacitación de sus empleados como política de empresa, lo cual puede tomarse como bajo dado que día a día se consolida el modelo de economía basada en conocimiento en el cual uno de sus pilares es la formación de los recursos humanos. Las

¹ Resolución (SEPYME) 220/2019, <http://www.cadime.com.ar/index.php/es/noticias-y-novedades/noticias-destacadas/1248-resolucion-sepyme-220-2019-micro-pequenas-y-medianas-empresas-categorias-y-registro-mipyme>

capacitaciones se dan en nivel similar de formas internas como externas siendo estas últimas levemente más frecuentes. Las temáticas comunes de las capacitaciones son las siguientes: Calidad, Manejo de producto, utilización de equipos, Higiene y seguridad, Sistemas de Gestión ISO, Técnicas, Idioma, Gestión empresarial, Marketing y ventas digitales, pintura, hidráulica, materiales reforzados y nuevos materiales.

Las empresas expresan que tienen dificultades para conseguir personal de acuerdo a sus necesidades en el 60% de los casos, sobre todo a nivel operativo 50% y el nivel técnico 23%, este problema disminuye a nivel administrativo y profesionales donde no alcanza el 5%.

Tabla 4: Acciones en post de desarrollar las capacidades de los recursos humanos y otros.

Variable	Si	No
Invierte en capacitación como política de empresa	31,80%	68,20%
Capacitación de personal Interna	45,50%	54,50%
Capacitación de personal externa	50,00%	50,00%
Dificultades para conseguir personal	59,10%	40,90%
Tiene dificultades para mantener su personal (rotación)	18,20%	81,80%
Tiene problemas con el ausentismo de su personal	9,10%	90,90%

Fuente: elaboración propia en base al relevamiento en las firmas del parque industrial.

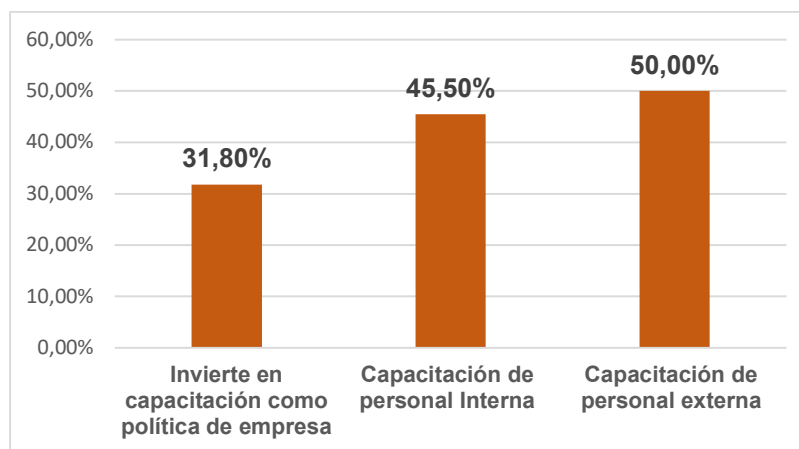


Figura 3 Frecuencia de capacitación de los recursos humanos en las firmas analizadas

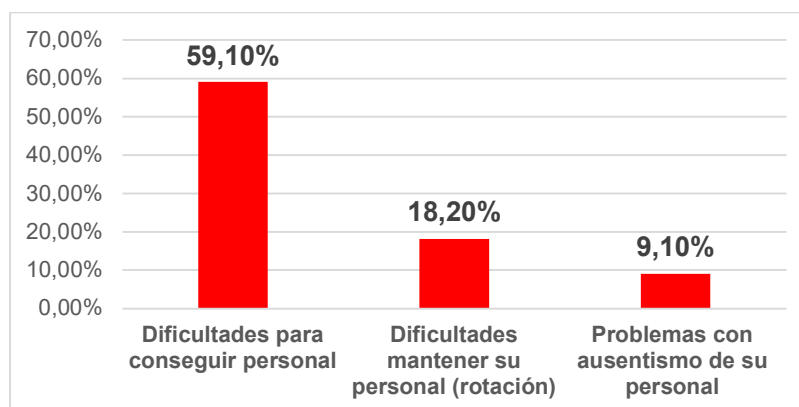


Figura 4 Dificultades para conseguir y mantener a los RR.HH.

De los datos de la Tabla 5 se aprecia la presencia de hardware de control de máquinas para automatizar las mismas, a su vez se evidencia que ese hardware no está utilizado a un nivel superior dado que MDC, PDA y M2M reducen su utilización a 27,3%, 13,6 y 18,2% respectivamente. Otros sistemas de baja implementación son los de identificación de piezas, productos en proceso y terminados Códigos de Barras y RFID.

Tabla 5: resultados dimensión Sistemas Cyber Físicos.

Sistemas Cyber Físicos	Si	No
Códigos de barras (partes y productos terminados)	13,60%	86,40%
Identificación por radiofrecuencia (RFID)	9,10%	90,90%
Hardware de Control (PLC, DCS, CNC, PAC, RTU)	50,00%	50,00%
MDC recopilación de datos de una máquina	27,30%	72,70%
PDA adquisición de datos de producción	13,60%	86,40%
M2M Coordinación de equipos de producción a través de red	18,20%	81,80%
MES Sistemas de Ejecución de Manufactura	9,10%	90,90%
Promedio Sistemas Cyber Físicos	20,10%	79,90%

Fuente: elaboración propia en base al relevamiento en las firmas del parque industrial.

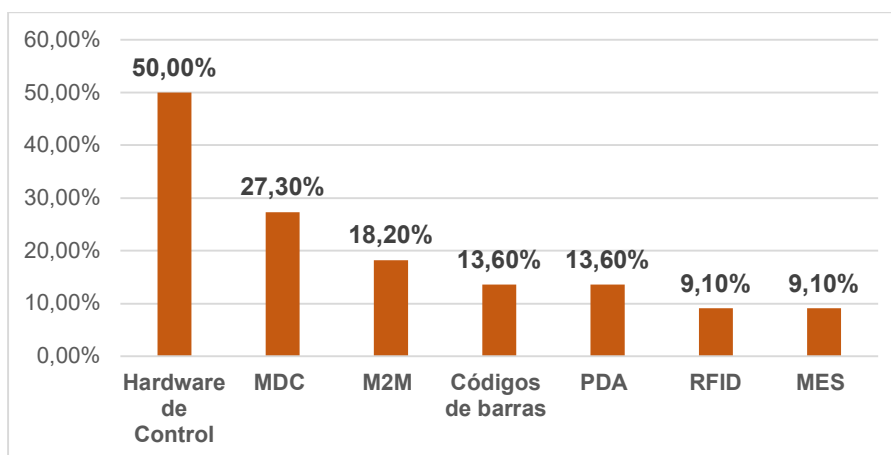


Figura 5 Nivel de implementación de dimensiones Sistema Cyber Físicos.

El análisis de datos de procesos y negocio (Tabla 6) se encuentra presente en promedio en el 17,0%, los softwares para planificación y control de recursos (MRP y ERP) y las rutinas de análisis de datos proporcionados por los mismos se realizan en pocas empresas no alcanzando un tercio de las mismas. Finalmente, pensando en la migración de datos de la firma a servidores externos (Cloud Computing) y su tratamiento vemos que solo el 4,5 de las firmas ocupa este tipo de tecnología.

Tabla 6: resultados dimensión Análisis en tiempo real.

Análisis tiempo real	Si	No
MRP Sistema de planificación de materias primas	27,30%	72,70%
ERP Sistema de planificación de recursos	18,20%	81,80%
Análisis estadístico de datos locales para toma de decisiones	18,20%	81,80%
Herramientas de análisis de datos en la nube	4,50%	95,50%
Promedio Análisis tiempo real	17,00%	83,00%

Fuente: elaboración propia en base al relevamiento en las firmas del parque industrial.

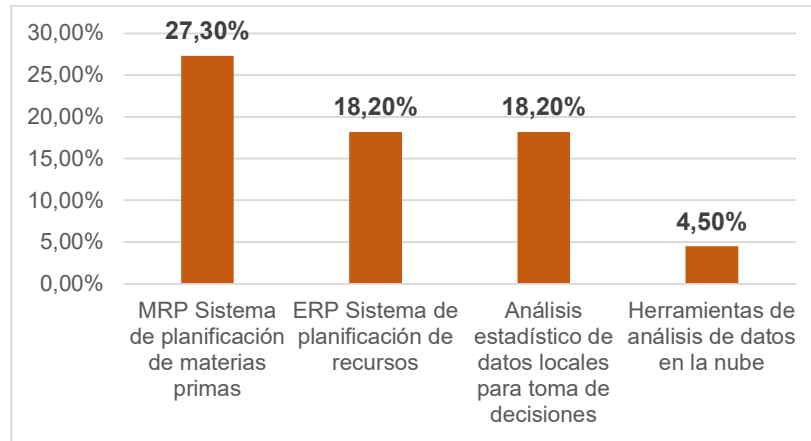


Figura 6 Nivel de implementación de dimensiones Análisis en Tiempo Real.

De la dimensión Virtualización (Tabla 7) se destaca el uso de diseño asistido por computadora con el 40,9% de los casos haciendo uso de estas tecnologías para proporcionarle datos a ciertos tipos de equipos como son pantógrafos, plegadoras y tornos entre otros. Se hace uso de simulación por computadora de piezas en el 18,2%, ya sea para verificar ensambles y movimientos como para simular cargas sobre las mismas. La presencia en procesos o utilización en otras partes del negocio de sistemas de inteligencia artificial es inexistente.

Tabla 7: resultados dimensión Virtualización.

Virtualización	Si	No
CAD Diseño asistido por computadora	40,90%	59,10%
Sistema de control avanzado (inteligencia artificial, red neuronal, etc..)	0,00%	100,00%
Realidad aumentada	9,10%	90,90%
Simulación de piezas	18,20%	81,80%
Simulación de sistemas de producción o distribución	4,50%	95,50%
BPM Software	4,50%	95,50%
Promedio Virtualización	12,90%	87,10%

Fuente: elaboración propia en base al relevamiento en las firmas del parque industrial.

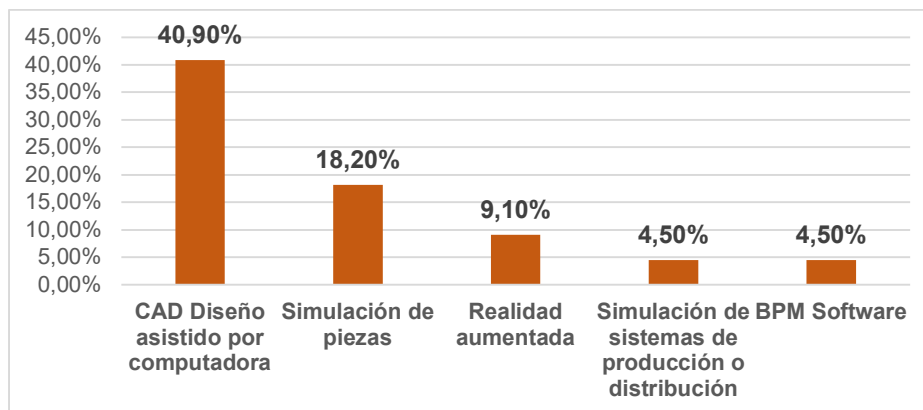


Figura 7 Nivel de implementación de dimensiones Virtualización.

La implementación de tecnologías de Cloud Computing es mínima (4,5%) y el acceso remoto a través de teléfonos móviles es inexistente (Tabla 8).

Tabla 8: resultados dimensión Descentralización.

Descentralización	Si	No
Herramientas de análisis de datos en la nube.	4,50%	95,50%
Programas en la nube como reemplazo del sistema local	4,50%	95,50%
Acceso a datos a través de telefonía celular.	0,00%	100,00%
Modificación de datos a través de telefonía celular.	0,00%	100,00%
Promedio Descentralización	2,30%	97,70%

Fuente: elaboración propia en base al relevamiento en las firmas del parque industrial.

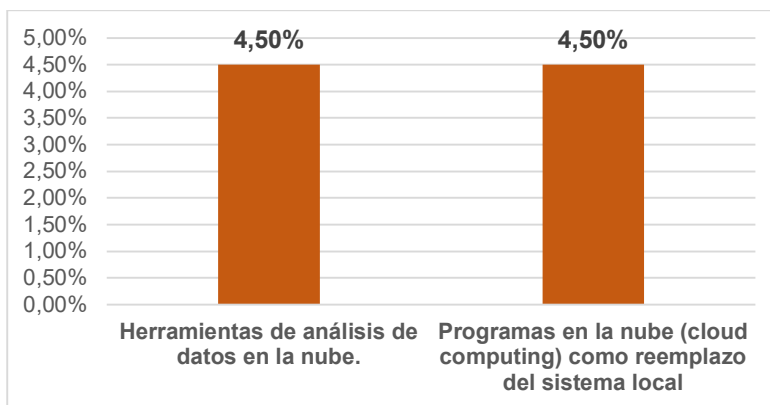


Figura 8 Nivel de implementación de dimensiones Descentralización.

Una tecnología en auge que justifica en gran parte la cuarta revolución industrial es el internet de las cosas (IoT), en cuanto a la muestra analizada se ve que su implementación es casi nula con los mejores resultados en el almacenamiento de datos de uso con el 4,5% y la comunicación de los mismos 4,5%. Por otra parte, se da una ausencia de almacenamiento y comunicación de datos de estado y ubicación, esto puede deberse los productos que pertenecen a sectores maduros y tradicionales de difícil modernización.

Tabla 9: resultados dimensión Internet de las Cosas.

Internet de las cosas (IoT)	Si	No
Producto almacena datos de uso	4,50%	95,50%
Producto almacena datos de estado y ubicación.	0,00%	100,00%
Producto comunica datos de estado y ubicación.	0,00%	100,00%
Producto comunica datos de uso	4,50%	95,50%
Internet de las cosas (IoT)	2,30%	97,70%

Fuente: elaboración propia en base al relevamiento en las firmas del parque industrial.

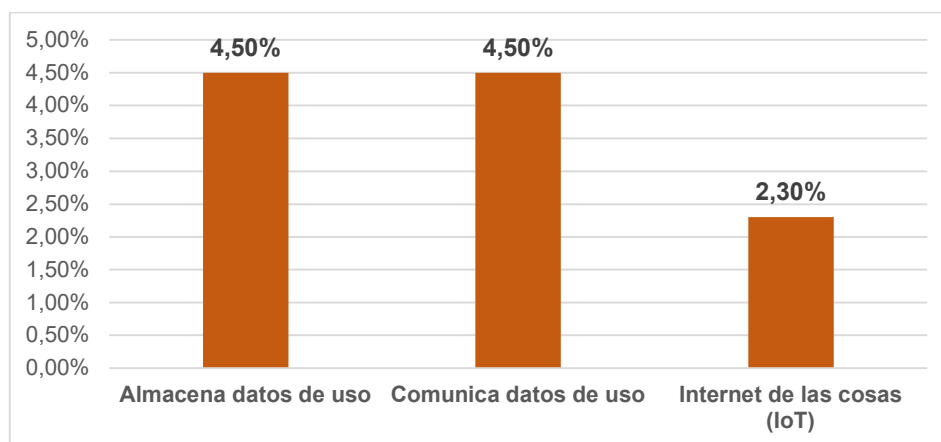


Figura 9 Nivel de implementación de dimensiones Descentralización.

En la Figura 10 se presenta el resumen de las dimensiones analizadas, siendo las de mayor implementación Sistemas Cyber Físicos, Análisis tiempo real y Promedio Virtualización, y hay una ausencia de implementación de otras dimensiones Descentralización e Internet de las cosas (IoT).

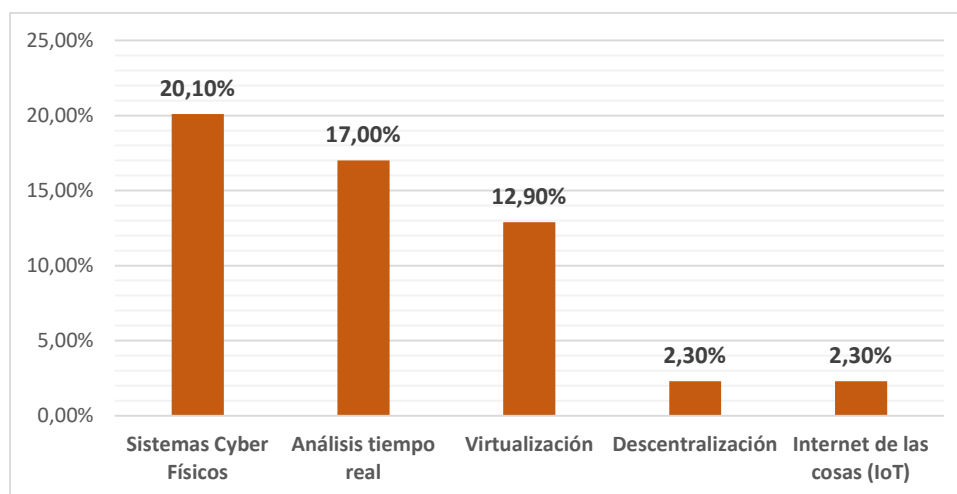


Figura 10 Nivel de implementación de las dimensiones analizadas

La Tabla 10, demuestra la falta de relación entre los niveles de formación y las dimensiones de aplicación de tecnologías 4.0, salvo para el caso de la virtualización donde la presencia de otros universitarios tiene una relación positiva. Es relevante y positiva la asociación entre los sistemas de virtualización y los niveles de análisis en tiempo real.

Tabla 10: relación entre las variables del estudio.

Correlaciones Kendall	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1)Técnicos	1	-,462*	-0,128	-0,027	-0,134	0,000	0,304	0,182	-0,262
2)Ingenieros		1	0,277	0,293	0,069	0,202	0,015	-0,218	0,218
3)Otros universitarios			1	-0,027	0,021	,412*	0,304	-0,262	0,182
4)Posgrado				1	0,134	-0,185	0,008	-0,149	-0,149
5)Sistemas Cyber Físicos ²					1	0,276	0,307	0,050	0,050
6)Virtualización						1	,389*	0,144	0,144
7)Análisis Tiempo Real							1	0,294	-0,165
8)Descentralización								1	-0,048
9)Internet de las cosas (IoT)									1

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: elaboración propia en base al relevamiento en las firmas del parque industrial.

A continuación, se abordan las conclusiones del estudio.

² Las variables: Sistemas Cyber Físicos, Virtualización, Análisis Tiempo Real, Descentralización e Internet de las cosas (IoT) son continuas y representan el promedio de presencia o no de los componentes de la dimensión para cada una de las empresas.

4. CONCLUSIONES

Del análisis de los datos de las firmas relevadas del parque industrial se observa que son de tamaño mediano, aunque hay presencia de micro y grandes empresas, aunque las mismas no son regla de tamaño.

En cuanto a la formación del personal de las empresas el 60% posee personal de formación técnica, la presencia de ingenieros y otros universitarios supera al 50%. La formación de posgrado es la que muestra mayor nivel de escasos alcanzando el 32% de los casos. El 32% de las firmas invierte en capacitación de sus empleados como política de empresa, lo cual puede tomarse como bajo dado que día a día se consolida el modelo de economía basada en conocimiento en el cual uno de sus pilares es la formación de los recursos humanos.

Las temáticas comunes de las capacitaciones son las siguientes: Calidad, Manejo de producto, utilización de equipos, Higiene y seguridad, Sistemas de Gestión ISO, Técnicas, Idioma, Gestión empresarial, Marketing y ventas digitales, pintura, hidráulica, materiales reforzados y nuevos materiales. Estas temáticas si bien son pertinentes y necesarias no abordan capacidades y competencias necesarias para la industria 4.0 por lo que se puede asumir de que no se está formando al personal en necesidades que serán claves en un futuro.

Las tecnologías asociadas a la industria 4.0 están en constante cambio encontrándose en una etapa de desarrollo que no permite que haya uniformidad en cuestiones como las dimensiones y los ítems que los componen. La implementación, por parte de las industrias, de estas tecnologías en la muestra analizada es heterogénea. Dándose firmas que implementan gran cantidad de los ítems analizados como firmas que no tienen este nivel tecnológico en ninguna de las variables del estudio.

Por otra parte, del contenido de las entrevistas se determinó la presencia de equipos de diferentes tiempos y de difícil complementación, problema estandarización que se evidencia en otros estudios a nivel internacional. Como máquinas parcialmente automatizadas y en la misma línea máquinas autónomas con capacidades de coordinación mediante redes (M2M) y de reporte a diferentes softwares de gestión de proceso y negocios.

La presencia de rubros que fabrican productos maduros y de escasa intensidad tecnológica propicia en algunos casos no tener la necesidad de mejorar a nivel tecnológico para poder competir. Se da el caso de empresas que consideraban que la demanda potencial y elevado costo de implementación de nuevas tecnologías, sumado al estado económico actual de recesión y elevadas tasas para el financiamiento de activos, hacen difícil impulsar un proceso de cambio tecnológico significativo en las mismas orientado a industria 4.0.

Las dimensiones de mayor grado de implementación en la muestra fueron los sistemas cyber físicos y la presencia de sistemas de análisis en tiempo real. Sus antagonistas fueron la descentralización del acceso y las tecnologías asociadas al internet de las cosas (IoT).

No se encontró relación entre los niveles de formación del personal y el grado de implementación en las dimensiones de las tecnologías 4.0, salvo para el caso de la virtualización donde la presencia de otros universitarios tiene una relación positiva. Además, hay una asociación relevante y positiva entre los sistemas de virtualización y los niveles de análisis en tiempo real.

Lo anterior nos lleva a pensar la necesidad upgrade tanto en cuestiones tecnológicas como de recursos humanos con el fin de posicionar las firmas del parque en el nuevo escenario mundial de la cuarta revolución industrial. Dado que si esto no sucede es probable que estas firmas tengan grandes dificultades para competir y subsistir en este escenario.

5. REFERENCIAS

- [1] AA. VV. (2019). Economía del Conocimiento ARGENTINA AL FUTURO. Publicación de difusión del Ministerio de Producción y Trabajo; Trabajo y Empleo, República Argentina.
- [2] Hermann, M.; Pentek T. & Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Koloa, HI, pp. 3928-3937.
- [3] Erwin Rauch, Thomas Stecher, Marco Unterhofer, Patrick Dallasega and Dominik T. Matt (2019) Suitability of Industry 4.0 Concepts for Small and Medium Sized Enterprises: Comparison between an Expert Survey and a User Survey. Conference: 9th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management
- [4] Sameer Mittal, Muztoba Ahmad Khan, David Romero and Thorsten Wuest (2018) A Critical Review of Smart Manufacturing & Industry 4.0 Maturity Models: Implications for Small and Medium-sized Enterprises (SMEs). Journal of Manufacturing Systems. Volume 49, October, Pages 194-214.
- [5] Dean, A., & Kretschmer, M. (2007a). Can Ideas be Capital? Factors of Production in the Postindustrial Economy: A Review and Critique. *Academy of Management Review*, 32(2), 573–594.
- [6] Martín-de-Castro, G., Delgado-Verde, M., López-Sáez, P., & Navas-López, J. E. (2010). Towards “An Intellectual Capital-Based View of the Firm”: Origins and Nature. *Journal of Business Ethics*, 98(4), 649–662.
- [7] Subramaniam, M., & Youndt, M. A. (2005). The Influence of Intellectual Capital on the Types of Innovative Capabilities. *The Academy of Management Journal*, 48(3), 450–463.
- [8] Gustavo Nieponice, Rodrigo Rivera, Alejandro Tfei y Joaquín Drewanz (2018) Acelerando el desarrollo de Industria 4.0 en Argentina. The Boston Consulting Group.
- [9] Fabian Hecklauer, Mila Galeitzka, Sebastian Flachsa, Holger Kohl (2016) Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. 6th CLF - 6th CIRP Conference on Learning Factories. *Procedia CIRP* 54 1 – 6.
- [10] Saqib Shamim, Shuang Cang, Hongnian Yu & Yun Li (2016) Management Approaches for Industry 4.0 A human resource management perspective. IEEE. 978-1-5090-0623-6
- [11] Brühl V. (2015). *Wirtschaft des 21. Jahrhunderts - Herausforderungen in der Hightech-Ökonomie*. 1st ed. Wiesbaden: Springer Fachmedien;
- [12] Gronau N, Ullrich A, Vladova G. (2015). Prozessbezogene und visionäre Weiterbildungskonzepte im Kontext Industrie 4.0. In: Meier H, editor. *Lehren und Lernen für die moderne Arbeitswelt*. Berlin: GITO mbH Verlag; p. 125–143.