

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/328926168>

# INDUSTRIA 4.0 SEMINARIO INAOE

Presentation · March 2018

DOI: 10.13140/RG.2.2.17104.56327

---

CITATIONS

0

READS

792

2 authors:



A Medina -Santiago

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

49 PUBLICATIONS 41 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Alfonso Martinez-Cruz

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

12 PUBLICATIONS 21 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Application and design of error correction codes [View project](#)



Internet Object Things [View project](#)

# INDUSTRIA 4.0

SEMINARIO INAOE

Dr. A. Medina-Santiago

Dr. A. Martínez-Cruz

ENERO 2018

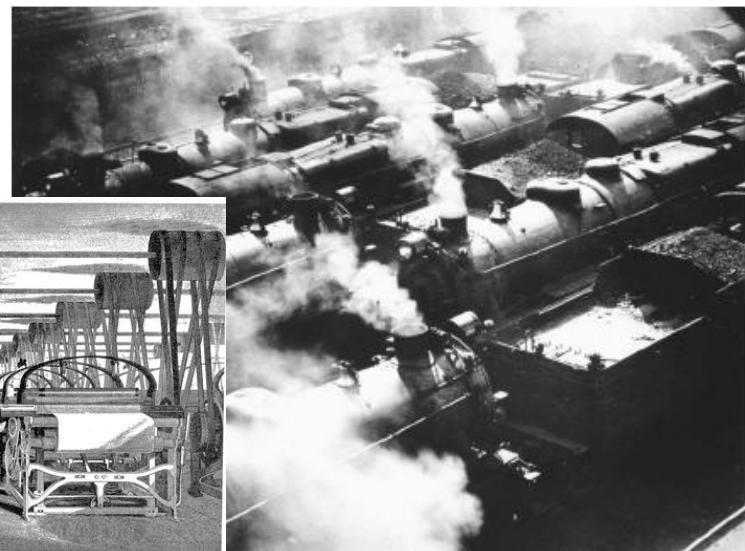
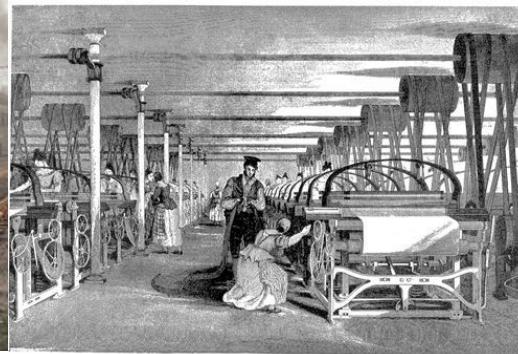
# Contenido

- Introducción
- Características de las revoluciones industriales
- Orígenes de la Industria 4.0
- Definición de Industria 4.0
- Características de la Industria 4.0
- Principios de diseño
- Casos de Aplicación
- Política Industrial
- Perspectivas de la industria de alta tecnología
- Industria 4.0 en México



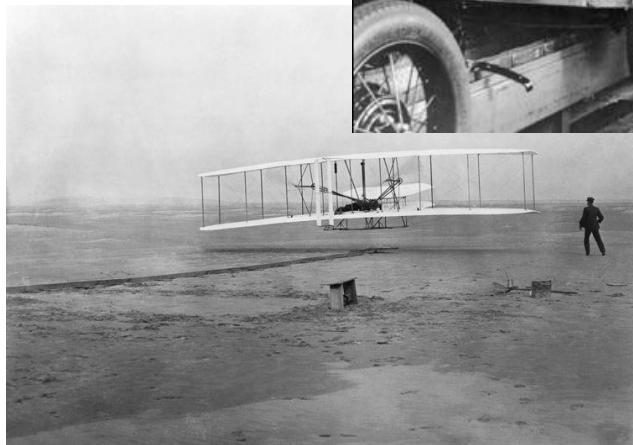
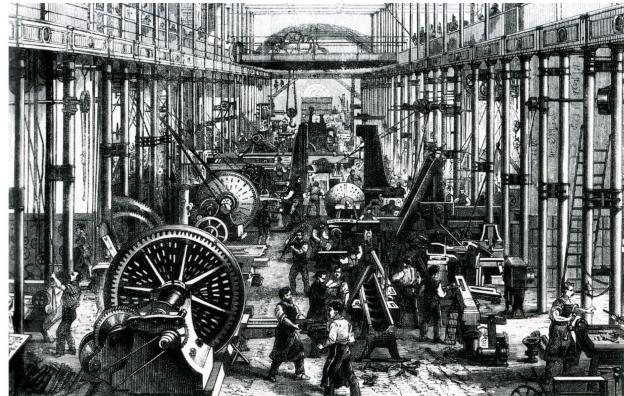
# Primera Revolución Industrial

La primera revolución industrial, que realmente fue una revolución, y, entre otros, gracias a la invención de máquinas de vapor, el uso de agua y todo tipo de otras máquinas, conduciría a la transformación industrial de la sociedad con trenes y mecanización de fabricación.



# Segunda Revolución Industrial

La segunda revolución industrial suele verse como el período en que las nuevas “invenciones” se concentraron en nuevas fuentes de energía como: La electricidad, el gas y el petróleo. La fabricación y la cadena de montaje, condujeron al área de producción en masa y, en cierta medida, a la automatización.



# Tercera Revolución Industrial

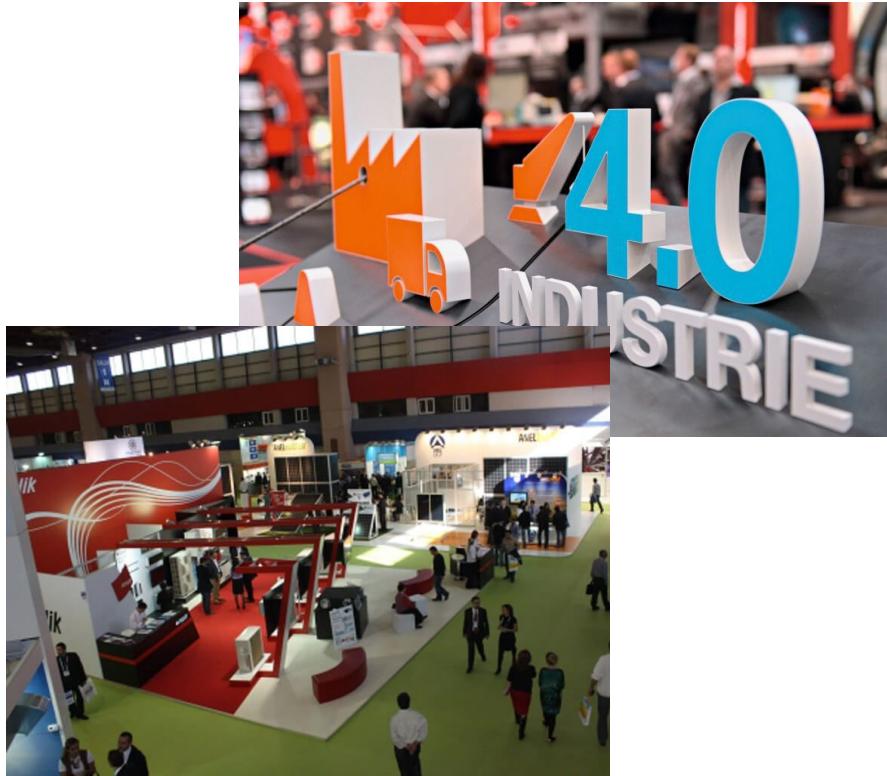
La tercera revolución industrial incluyó el auge de las computadoras, las redes informáticas (WAN, LAN, MAN, ...), el auge de la robótica en la fabricación, la conectividad y el nacimiento de Internet, ese gran cambio en la forma de la información y comunicación, así como la automatización transformaron la industria.



# Orígenes de la industria 4.0

Cuando Alemania lanzó un proyecto bajo el nombre 'Industrie 4.0' para digitalizar la fabricación en Hannover Messe en 2011, los funcionarios del gobierno, líderes de la industria y académicos que estaban trabajando en el proyecto probablemente no tenían idea de que la Industria 4.0 y específicamente esa cuarta revolución industrial podría convertirse en un concepto tan ampliamente utilizado.

Moviéndose más allá de sus raíces, la Industria 4.0 y el Internet Industrial se están reuniendo en una colaboración global hacia la transformación digital de la fabricación y otras industrias.



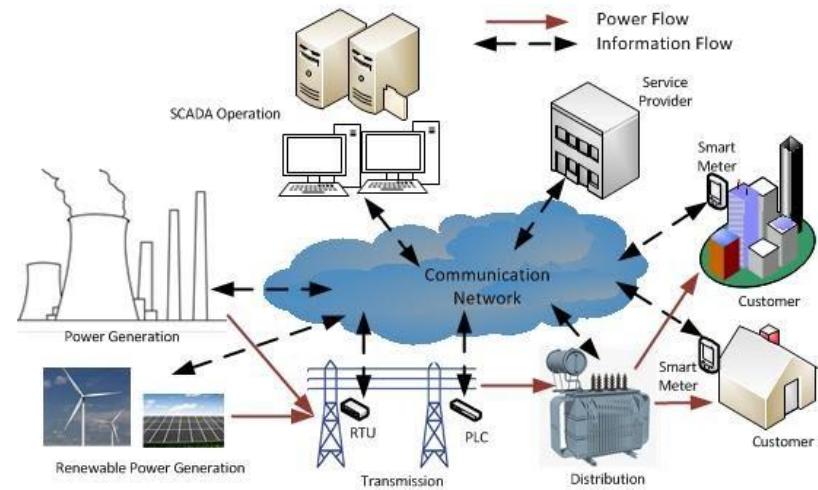
# Orígenes de la Industria 4.0

2/2

- El término "Industria 4.0" se revivió en 2011 en la Feria de Hannover. En octubre de 2012, el Grupo de Trabajo sobre Industria 4.0 presentó un conjunto de recomendaciones de implementación de Industria 4.0 al gobierno federal alemán. Los miembros del grupo de trabajo “Industry 4.0” son reconocidos como los padres fundadores y la fuerza motriz de la industria 4.0.
- La definición de Industria 4.0 propuesta en 2011 también fue bastante extensa. En un documento titulado "Industria 4.0 - Fabricacion inteligente para el futuro", GTAI (Alemania Trade and Invest) analizó las preguntas sobre qué es la industria inteligente (un sinónimo de Industry 4.0) y qué significa Industrie 4.0.

# Cuarta Revolución Industrial

4. En la cuarta revolución industrial pasamos de 'solo' Internet y el modelo cliente-servidor a la movilidad en todas partes, el puente de los entornos digitales y físicos (en la industria manufacturera conocida como Cyber Physical Systems), la convergencia de TI y OT, y las tecnologías (Internet de las cosas, Big Data, nube, etc.) con aceleradores adicionales como robótica avanzada y AI que permiten a la Industria 4.0 con automatización y optimización de maneras totalmente nuevas que conducen a amplias oportunidades para innovar y verdaderamente completamente automatizar y llevar la industria al siguiente nivel.



# Definiciones de Industria 4.0

1/2

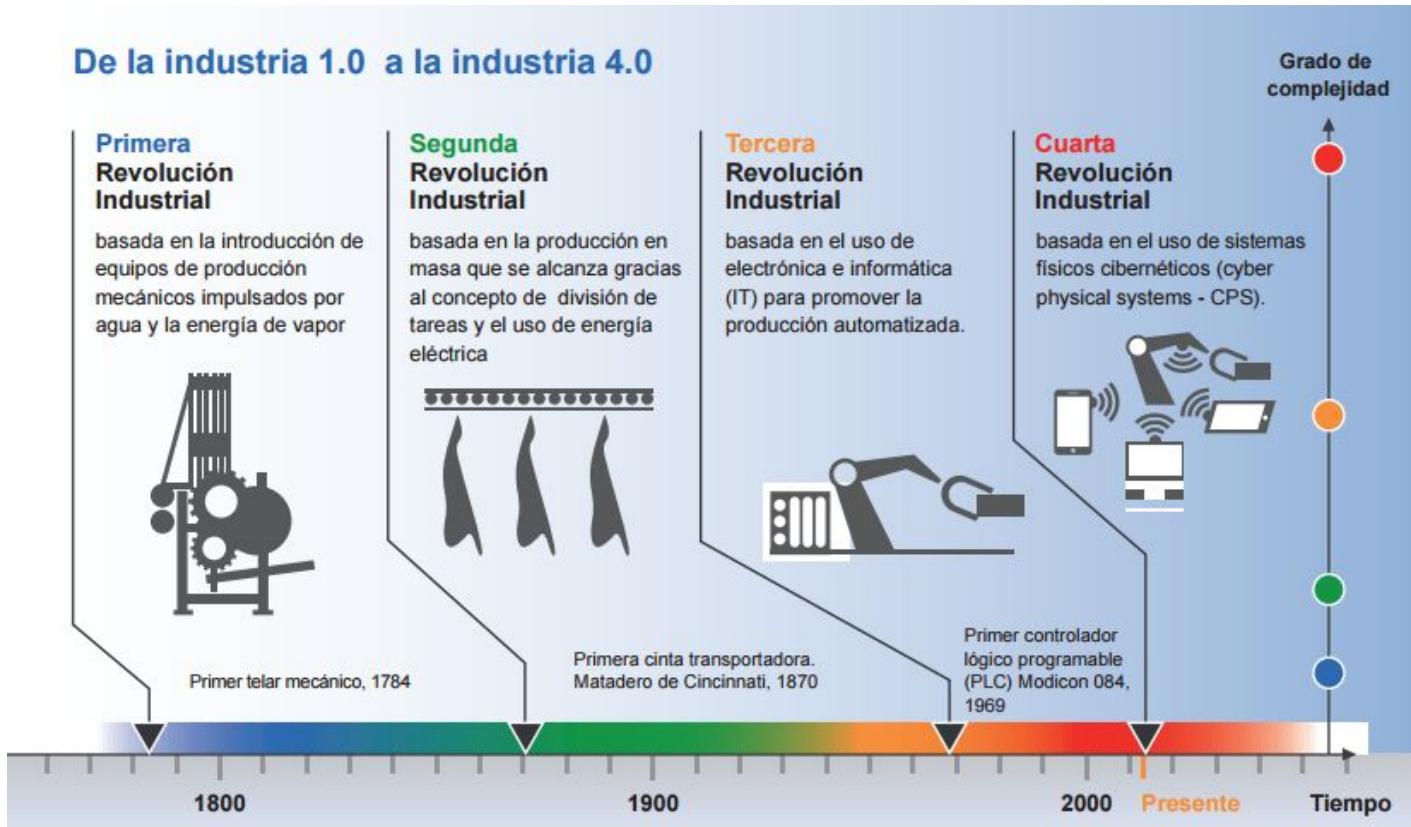
- La industria 4.0 es la transformación industrial con automatización, intercambio de datos, cómputo en la nube, sistemas físicos de ciberseguridad, robots, Big Data, Inteligencia artificial, Internet de las cosas, y técnicas industriales autónomas para realizar industria inteligente y metas de manufactura en la intersección de gente, nuevas tecnologías e innovación.
- Es un nombre para la tendencia actual de automatización e intercambio de datos en tecnologías de fabricación. Incluye sistemas ciber-físicos, Internet de las cosas, computación en la nube y computación cognitiva.
- La industria inteligente o "INDUSTRIA 4.0" se refiere a la evolución tecnológica de los sistemas integrados a los sistemas ciber-físicos y representa la cuarta revolución industrial que se aproxima en el camino hacia un Internet de las cosas, los datos y los servicios.

# Definiciones de Industria 4.0

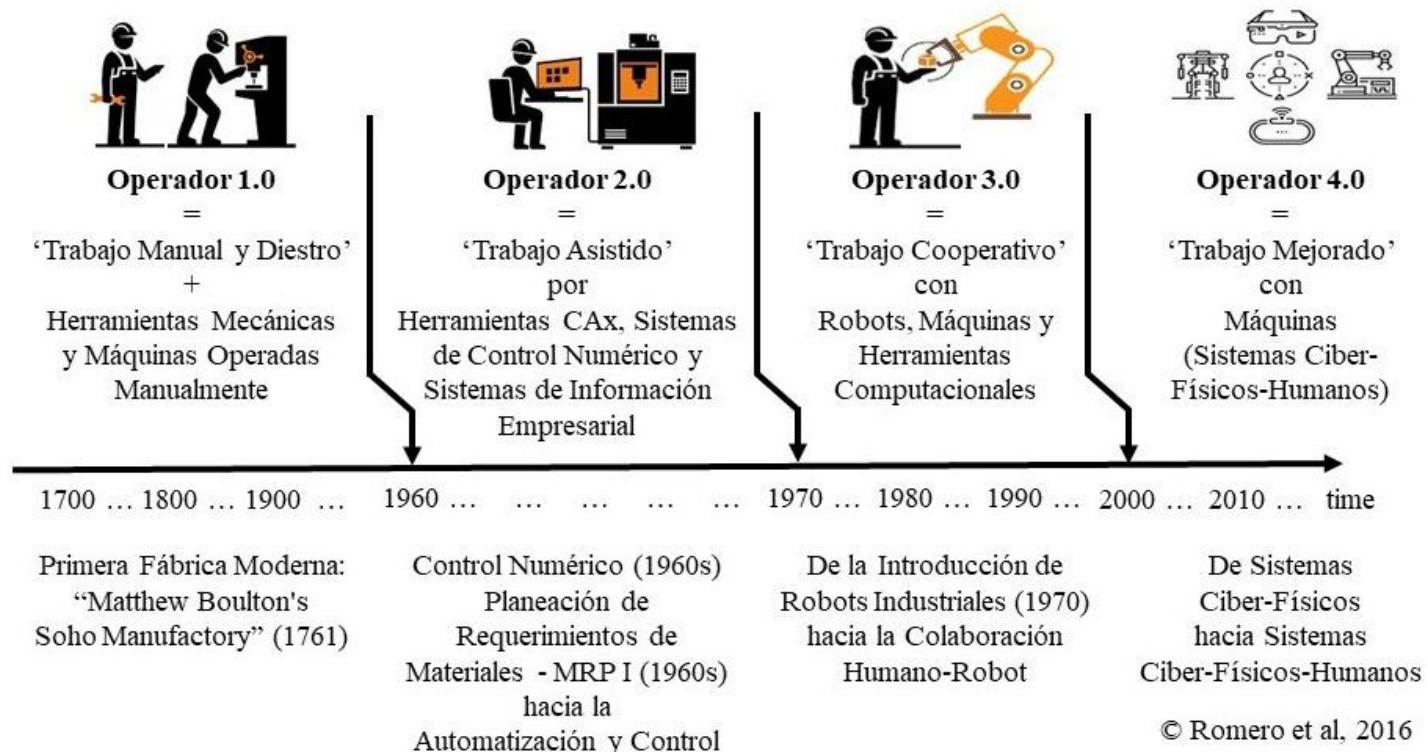
2/2

- Es la transformación digital de la fabricación, aprovechando tecnologías de tercera plataforma, como Big Data / Analytics y aceleradores de la innovación, como el Internet de las cosas (industrial); y que requiere la convergencia de TI (tecnología de la información) y OT (tecnología operativa), dispositivos de IoT, sensores y actuadores, robótica, datos, inteligencia artificial y procesos de fabricación para realizar fábricas conectadas, fabricación descentralizada inteligente, sistemas de auto-optimización y cadena digital de suministro en el entorno ciber-físico impulsado por la información de la 4<sup>a</sup> revolución industrial (a veces llamado 4IR).

# Características de la Industria 4.0



# Actividades de operadores en la industria



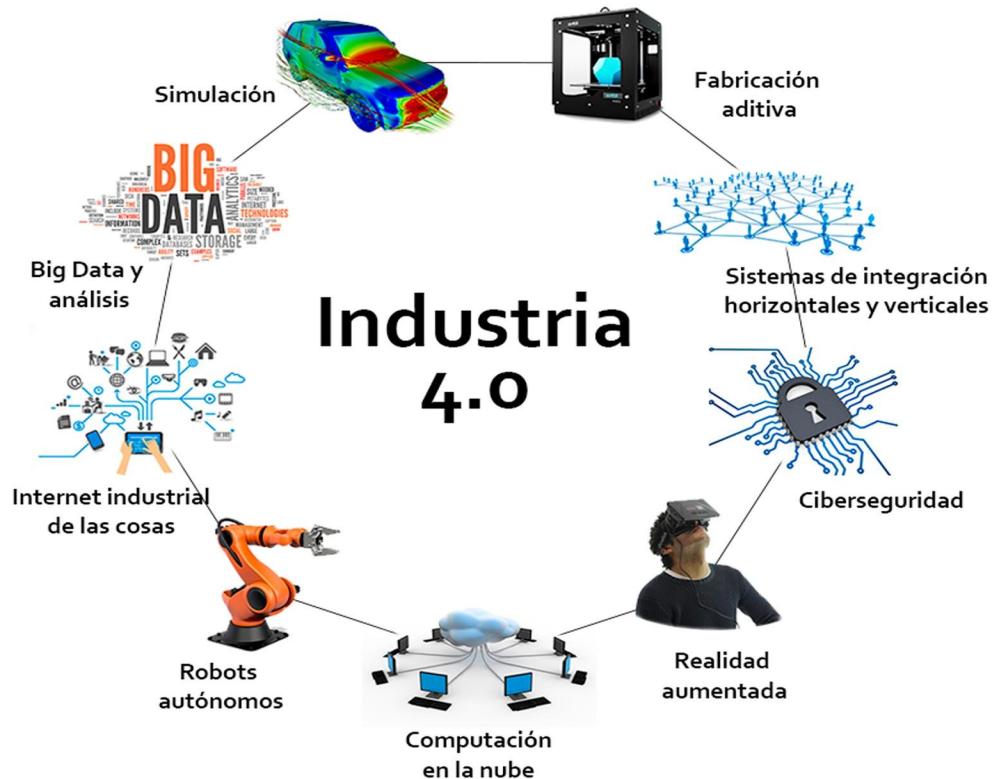
# Principales tecnologías de la industria 4.0

Industry 4.0 refers to the convergence and application of nine digital industrial technologies



Many application examples already exist for all nine technologies

# Componentes de la Industria 4.0



# Principios de diseño

1/2

**Interoperabilidad:** La capacidad de máquinas, dispositivos, sensores y personas para conectarse y comunicarse entre sí a través de “Internet of Things (IoT)” o “Internet of People (IoP)”. IoT automatizará aún más el proceso en gran medida.

**Transparencia de la información:** La capacidad de los sistemas de información para crear una copia virtual del mundo físico al enriquecer los modelos de plantas digitales con datos de sensores. Esto requiere la agregación de datos de sensor sin procesar la información de contexto de mayor valor.

# Principios de diseño

2/2

**Asistencia técnica:** Primero, la capacidad de los sistemas de asistencia para ayudar a los seres humanos al agregar y visualizar información de manera comprensible para tomar decisiones informadas y resolver problemas urgentes con poca anticipación. Segundo, la capacidad de los sistemas ciber-físicos para apoyar físicamente a los humanos mediante la realización de una serie de tareas que son desagradables, demasiado extenuantes o inseguras para sus compañeros humanos.

**Decisiones descentralizadas:** La capacidad de los sistemas ciber-físicos para tomar decisiones por sí mismos y realizar sus tareas de la manera más autónoma posible. Solo en el caso de excepciones, interferencias u objetivos en conflicto, son tareas delegadas a un nivel superior.

# Casos de aplicación: Planta Siemens en Amberg

- Los dispositivos se usan para automatizar máquinas y equipos con el fin de ahorrar tiempo y dinero y aumentar la calidad del producto.
- La planta Amberg de Siemens produce una unidad de control Simatic por segundo.
- La calidad de producción está en 99.99885 por ciento, y una serie de estaciones de prueba detectan los pocos defectos que ocurren.



- La fábrica produce 12 millones de productos Simatic por año.
- La producción está en gran parte automatizada. Las máquinas y las computadoras manejan el 75 por ciento de la cadena de valor por sí mismas.
- El cuarenta por ciento de los aumentos anuales de productividad se basan en las ideas de los empleados; 60 por ciento resultado de las inversiones en infraestructura.

# General Electric

- GE fue una de las primeras empresas industriales en adoptar Industrial Internet al emprender su propio viaje de transformación digital hace unos años.
- GE en 2016 obtuvo \$ 730 millones en ganancias de productividad mediante la implementación de su tecnología de Internet industrial.
- Esperan alcanzar \$ 1 billón en ganancias de productividad anualmente para 2020.





**THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION**



# Política industrial e Industria 4.0

Rogelio Garza Garza  
Subsecretario de Industria y Comercio



## 1. Líneas de acción SE

Con el propósito de aprovechar el impulso de las Reformas, la Secretaría de Economía ha definido 5 prioridades para enfocar sus esfuerzos

**Política industrial de fomento**  
basada en la **innovación** y en  
el fortalecimiento de las  
**cadenas de valor.**  
*Rogelio Garza Garza (SSIC)*

**Funcionamiento eficiente de**  
**los mercados para beneficio**  
**de las empresas y de los**  
**consumidores.**

*Rocío Ruiz Chávez (SSCN)*

**Política de comercio exterior**  
**y promoción de inversiones.**

*Francisco De Rosenzweig (SSCE)*  
*Francisco González (ProMéxico)*

## Prioridades

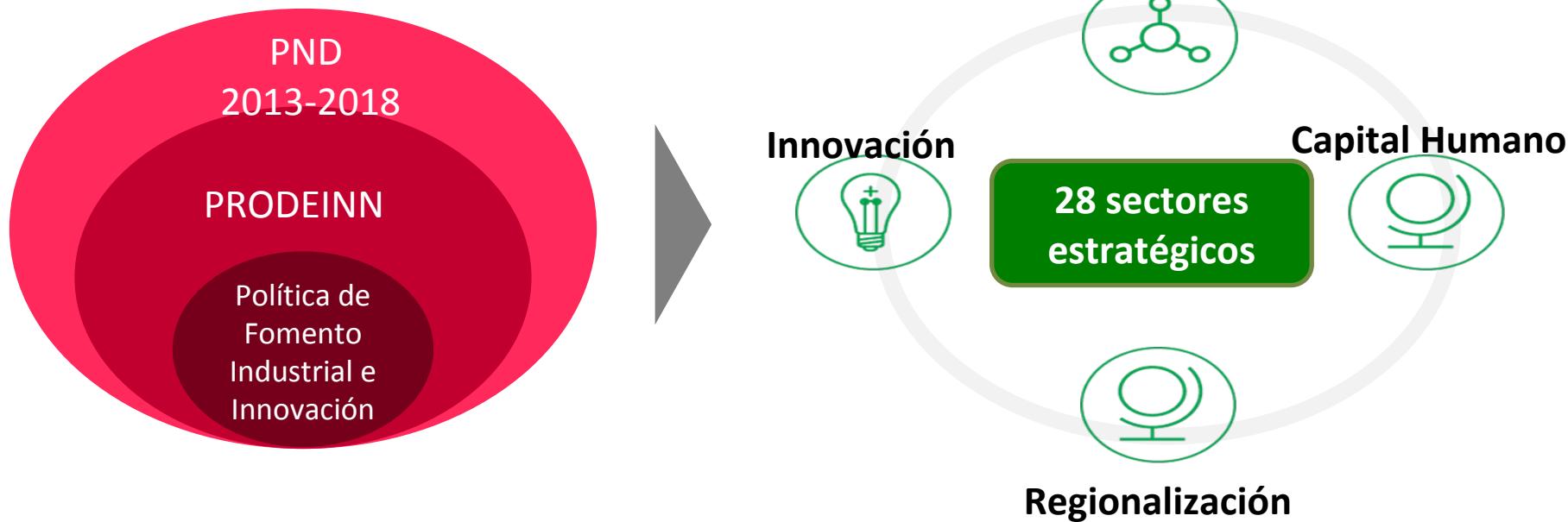
SE

**Mejorar el ambiente**  
**de negocios.**  
*Mario Emilio Gutiérrez (COFEMER)*

**Impulsar la cultura**  
**emprendedora** y fortalecer a  
**las MIPYMES.**  
*Enrique Jacob Rocha (INADEM)*

## 2. Política industrial de fomento basada en la innovación y en el fortalecimiento de las cadenas de valor (cuatro pilares).

Se han definido sectores estratégicos y programas transversales para aumentar la productividad y competitividad industrial





# 3. Industria 4.0

## Mapa de Ruta





## 4. Antecedentes de la Industria



Primer telar mecánico  
1784

**1. Revolución industrial**  
Introducción de equipamientos mecánicos impulsados por agua y vapor



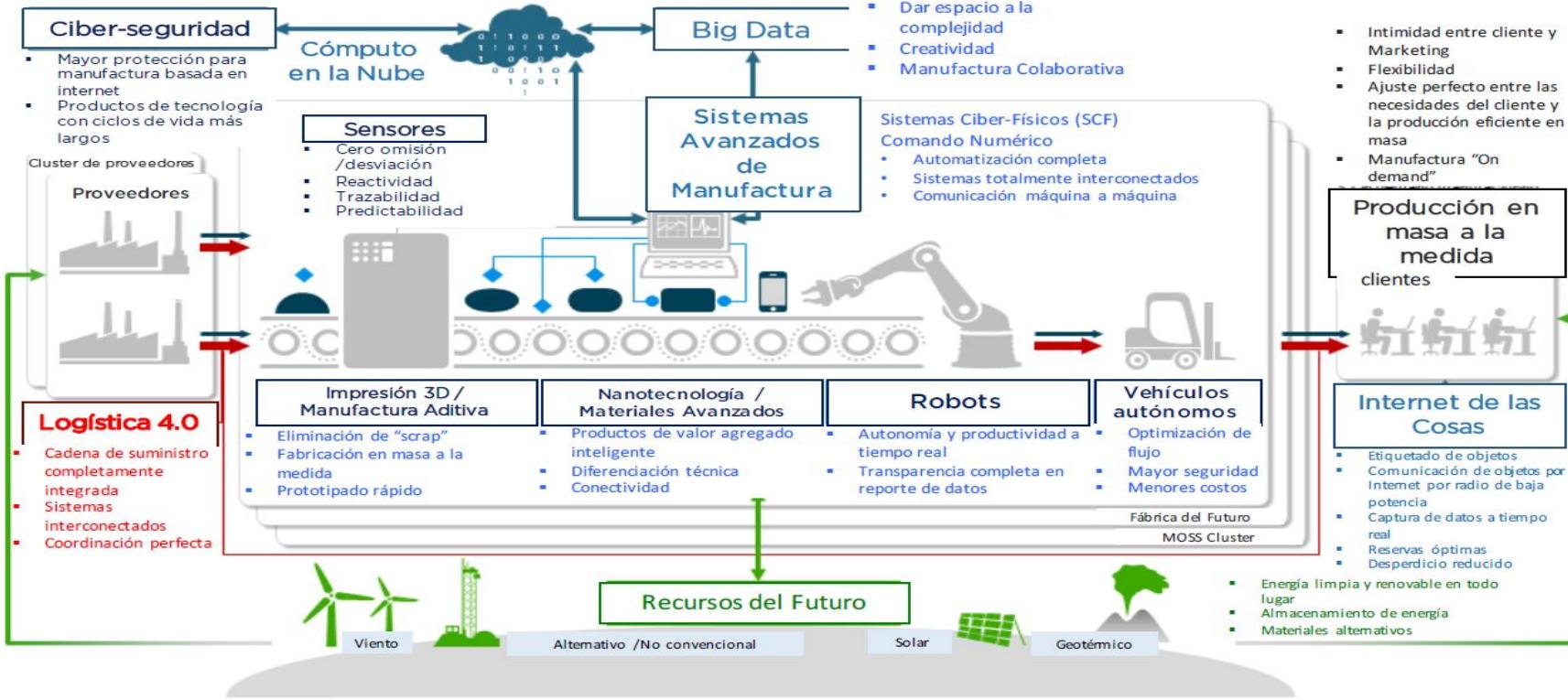
Fin del siglo XVIII

Inicio del siglo XX

Inicio de los 70s

Actualmente

## 5. Ecosistema de la industria 4.0



## 6. Componentes de la I 4.0



**Digitalización del producto** mediante la integración de sensores inteligentes, o **del servicio**, con BIG DATA para refinar de acuerdo a demanda



**Digitalización e integración de cadenas de valor horizontales y verticales.**

*Desarrollo-Manufactura-Comercialización*



**Modelos de negocios digitales** que permiten, expandir la oferta de las empresas con servicios de datos o plataformas integradas

## 7. Proceso para el desarrollo del mapa de ruta



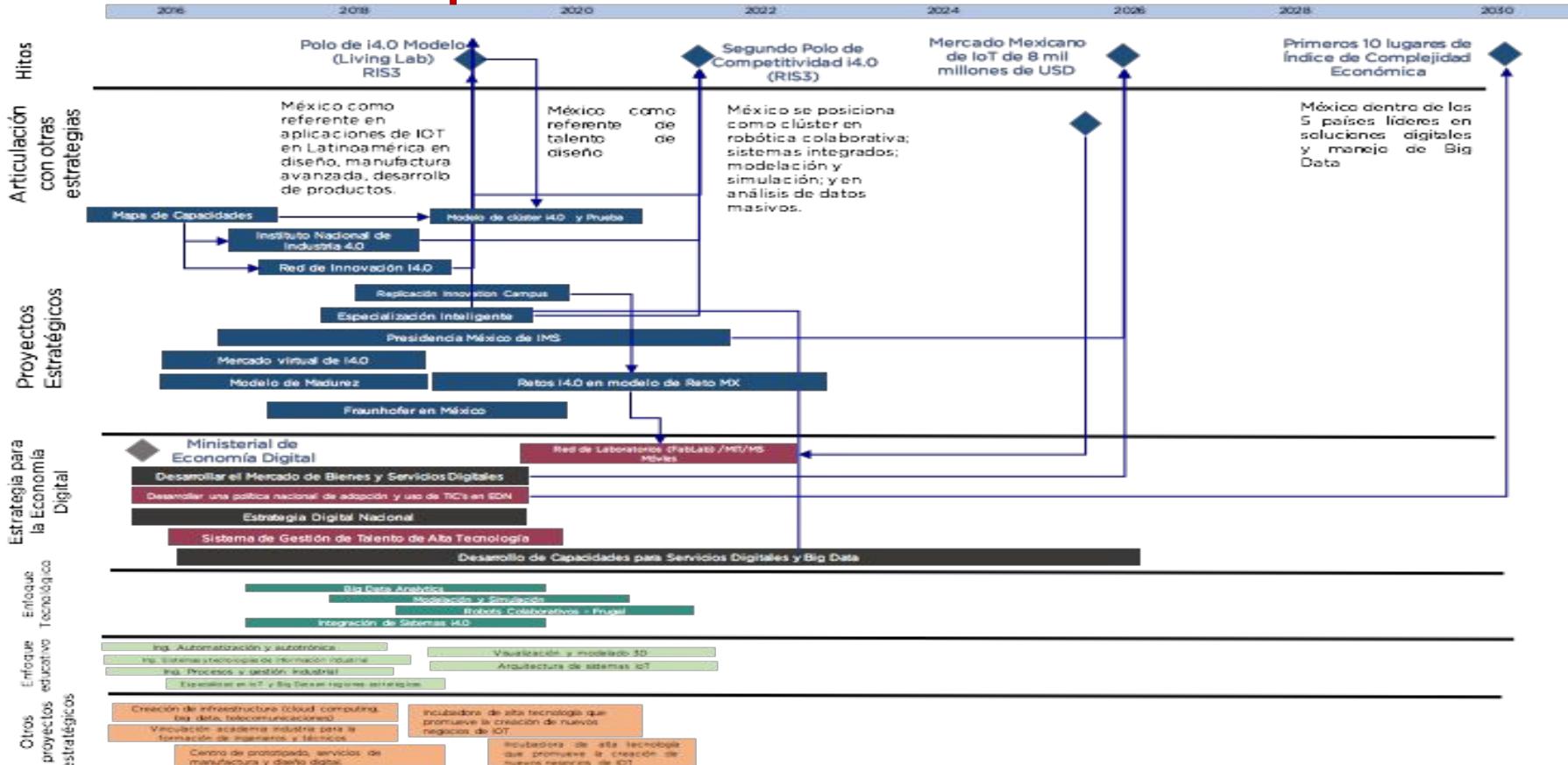
- **Importancia** del modelo I4.0 para México.
- **MRT** previos
- **Identificación** de los participantes de los grupos de confianza.
- **Ministerial** de la OCDE “Economía Digital”.
- **Presidencia** de México IMS
- **Reuniones** con grupos de confianza.
- **Análisis** e investigación de tendencias globales, países líderes en innovación tecnológica, e industrias manufactureras en México.
- **Contenido** y diseño.
- **Presentación** en foros internacionales. Ejemplo: internacional en el World Manufacturing Forum, Barcelona y WEF
- **Presentación** Nacional.
- **Integración** de las mejoras derivadas de la exposición del MRT en eventos nacionales e internacionales.

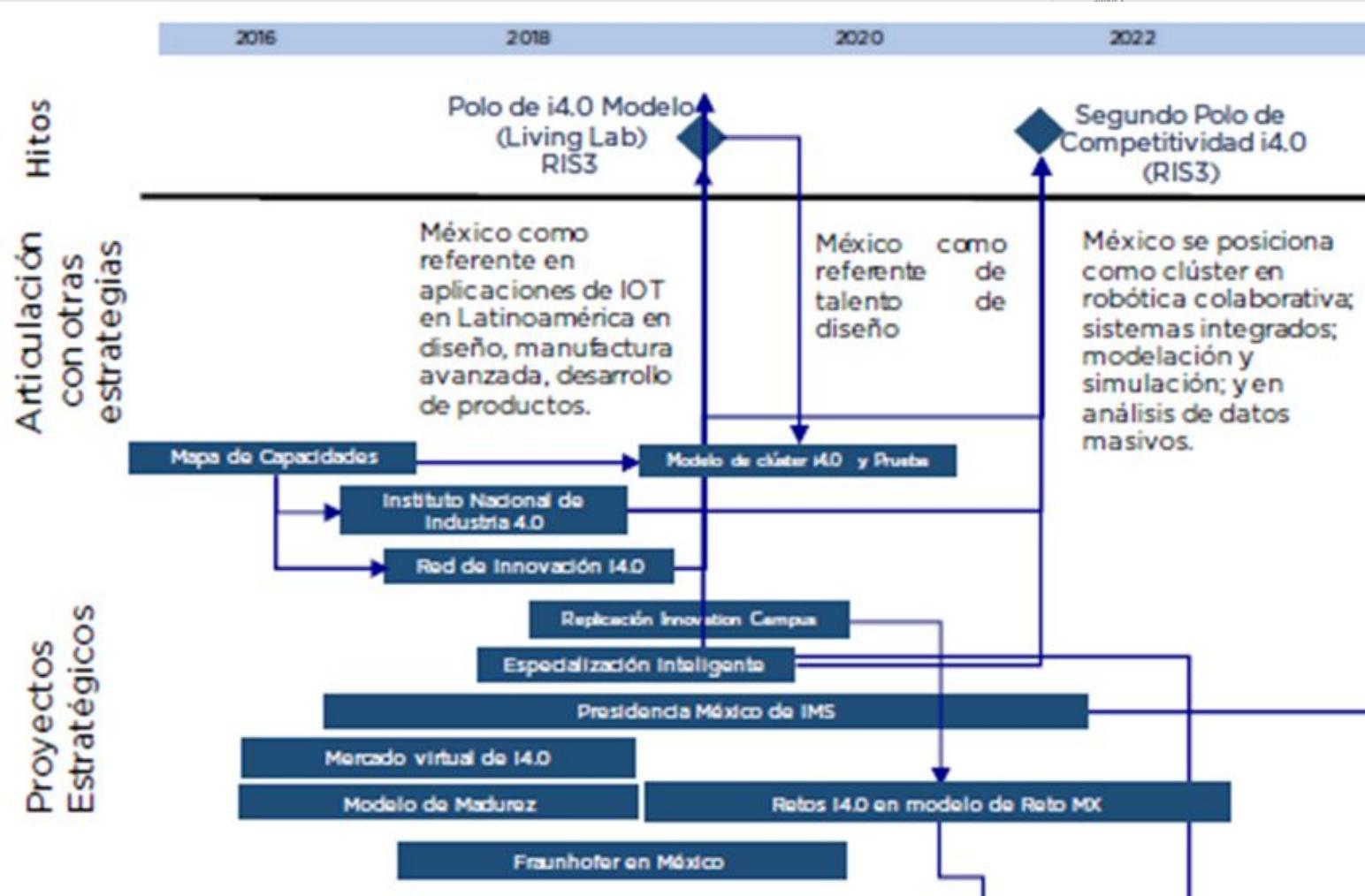
## 8. Contenido del Mapa de Ruta

### Desarrollo (Contenido del documento)

- Estrategias I4.0 en el mundo
  - Líderes en innovación tecnológica (Estados Unidos, Alemania, Japón, Canadá y Unión Europea)
  - Especializados en manufactura (República Checa, Turquía, Sudáfrica, España e India)
- Reconocimiento y análisis de las **tendencias** a nivel internacional
  - E-commerce, E-Government, Impresión 3D, Cloud Computing, Robótica, Big Data
- Características del **sector manufacturero** en México
  - Industria automotriz, aeroespacial y química (PIB, empleos, unidades económicas, etc.)
- México en el camino a la industria 4.0
  - **Recursos** que México posee para enfrentar el reto que implica I4.0 (TICs, talento, proyectos desarrollados en México para la mejora de la manufactura avanzada )
- **Mapa de Ruta**
  - Análisis FODA Industria 4.0 en México (Visión conjunta con otros Mapas de Ruta)
  - Mapeo de Hitos y proyectos estratégicos.
  - Integración con otras estrategias.

## 9. Desarrollo del Mapa de Ruta I 4.0 México





**Ministerial de Economía Digital**

Red de Laboratorios (FabLab) / MIT/ MS Móviles

Desarrollar el Mercado de Bienes y Servicios Digitales

Desarrollar una política nacional de adopción y uso de TIC's en EDN

Estrategia Digital Nacional

Sistema de Gestión de Talento de Alta Tecnología

Desarrollo de Capacidades para Servicios Digitales y Big Data

Big Data Analytics

Modelación y Simulación

Robots Colaborativos - Frugal

Integración de Sistemas i4.0

Ing. Automatización y autotrónica

Ing. Sistemas y tecnologías de información industrial

Ing. Procesos y gestión industrial

Especialidad en IoT y Big Data en regiones estratégicas

Visualización y modelado 3D

Arquitectura de sistemas IoT

Creación de infraestructura (cloud computing, big data, telecomunicaciones)

Vinculación academia industria para la formación de ingenieros y técnicos

Centro de prototipado, servicios de manufactura y diseño digital.

Incubadora de alta tecnología que promueve la creación de nuevos negocios de IOT

Incubadora de alta tecnología que promueve la creación de nuevos negocios de IOT

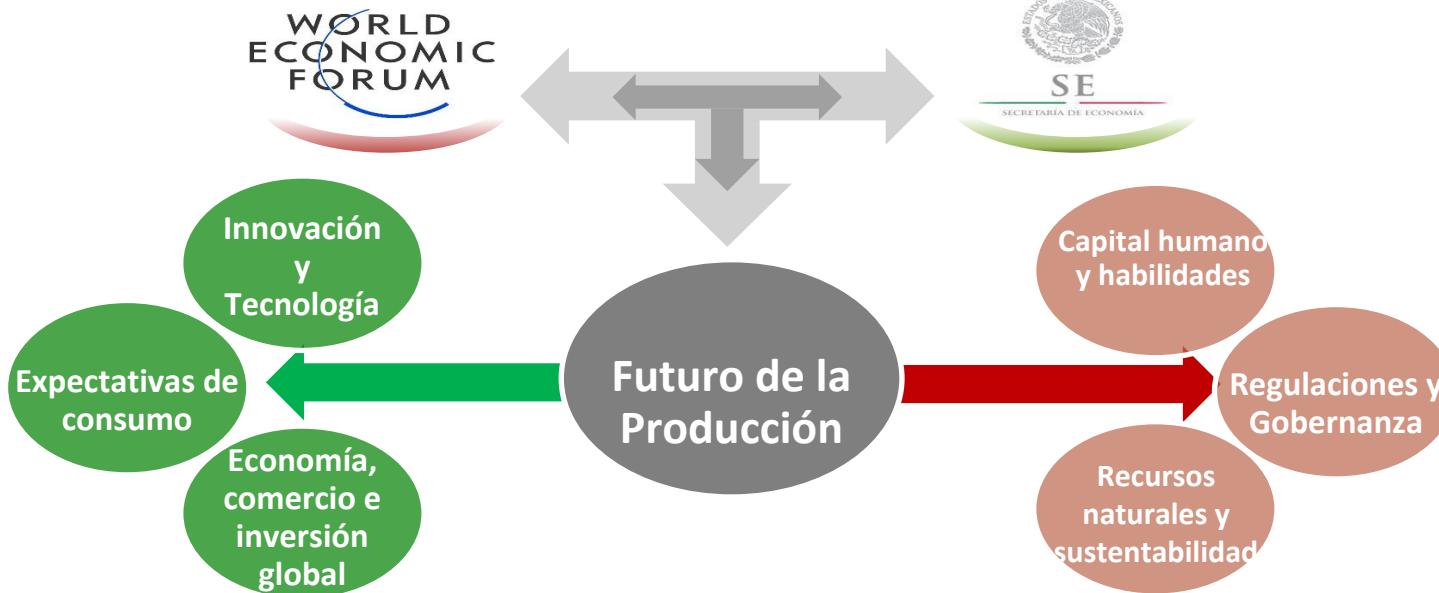
Enfoque Tecnológico

Otros proyectos estratégicos

## 10. Iniciativa WEF - Shaping the future of Production Systems

El **Foro Económico Mundial (WEF)** ha identificado factores que inciden directamente en el nuevo modelo de producción industrial.

La **Secretaría de Economía** forma del **Board Group** que está desarrollando las herramientas de política pública para propiciar el avance hacia dicho modelo.

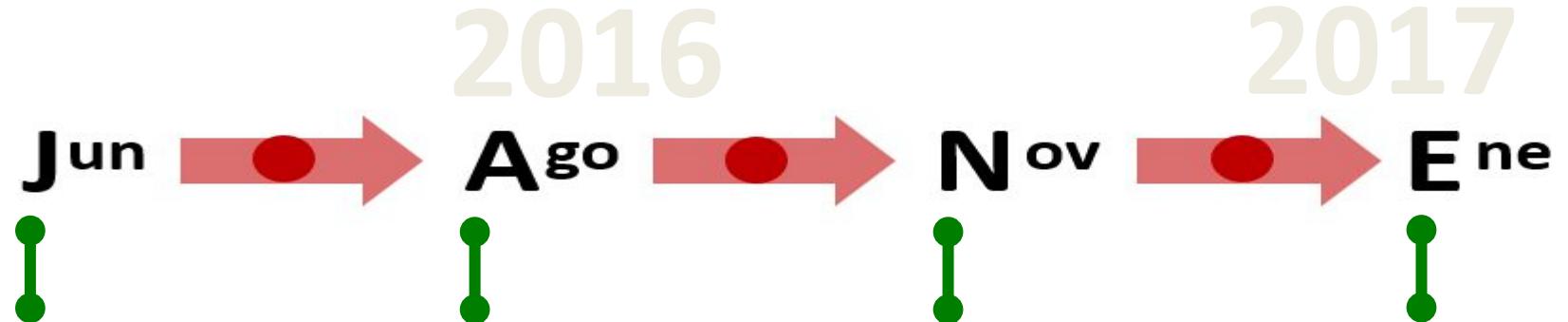




# 11. Miembros del Consejo - *Shaping the Future of Production*



## 12. Agenda de trabajo – Shaping the future of Production Systems



*WEF on Latin America*  
**Colombia**  
(16-17 Junio)

*Annual Meeting of the New Champions*  
**China**  
(26-28 Junio)

*International Business Council of the WEF Summer*  
**Meeting**

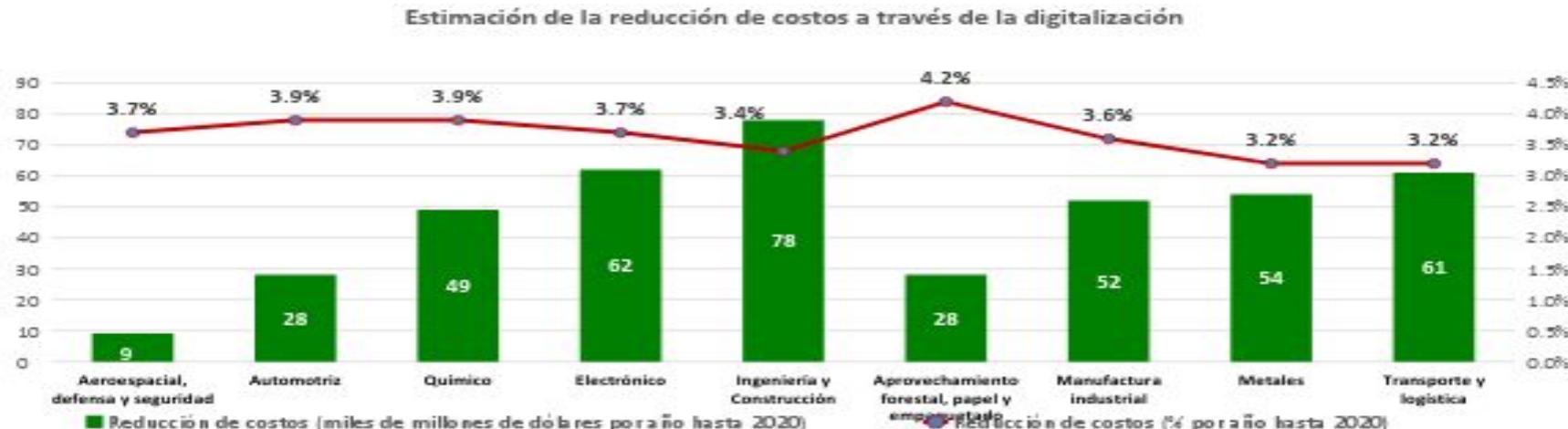
**Suiza**  
(25-26 Agosto)

*Global Future Council Summit*  
**Emiratos Árabes Unidos**  
(13-14 Nov)



## 13. Perspectiva de impacto<sup>1</sup>

Se prevé una disminución de costos por 421 mil millones de dólares (mmd) anuales mediante la digitalización de procesos en diversas industrias con un horizonte a 5 años:



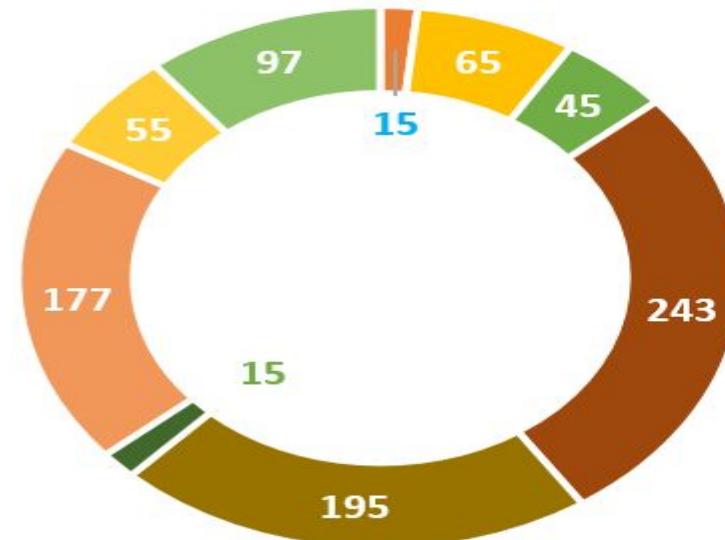
<sup>1</sup>PWC. 2016 Global Industry 4.0 Survey

## 14. Perspectiva de impacto

Adicionalmente, se espera un incremento sustancial en las inversiones para migración hacia este modelo de producción que alcance los 907 mmd anuales:

Inversión en I4.0 (mmd por año hasta 2020)

- Aeroespacial, defensa y seguridad
- Automotriz
- Químico
- Electrónico
- Ingeniería y Construcción
- Aprovechamiento forestal, papel y empaquetado
- Manufactura industrial
- Metales
- Transporte y logística



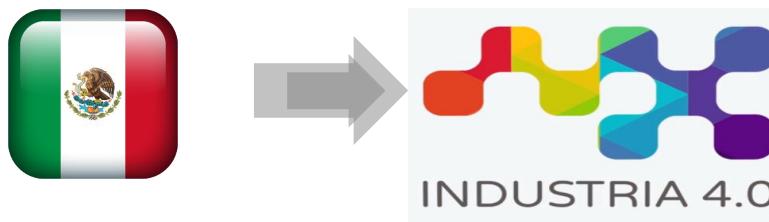
<sup>1</sup>PWC. 2016 Global Industry 4.0 Survey

## 15. Emprendimiento de agendas para la I 4.0

Diversas economías ya han emprendido políticas industriales que contemplan la asimilación de la industria 4.0:

- |   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|  | <i>New High Tech Strategy Innovations for Germany</i>  |  | <i>Průmysl 4.0</i>                                |
|  | <i>Nationwide Network for Manufacturing Innovation</i> |  | <i>National strategy for I.40 implementation</i>  |
|  | <i>Reindustrializing Europe – Horizon 2020</i>         |  | <i>Make in India</i>                              |
|  | <i>Digital Canada</i>                                  |  | <i>Digital Conversation Association of Turkey</i> |

Estrategia emprendida por México:



- a) Diagnóstico de capacidades sobre innovación
- b) Formación de modelos de clústeres de industria 4.0
- c) Generación de mercado de la I 4.0
- d) Instituciones y mecanismos de seguimiento

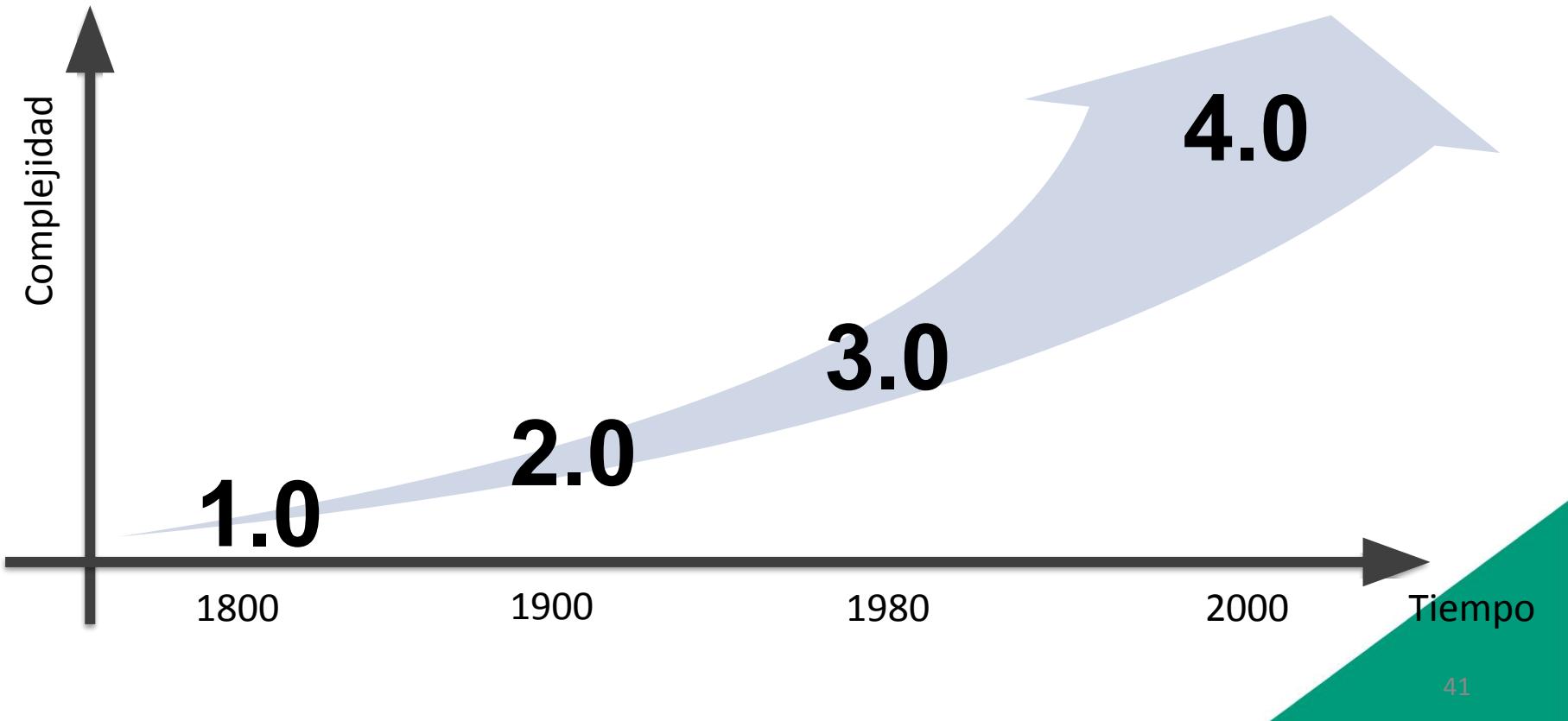




**CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA,  
DE TELECOMUNICACIONES Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

# Perspectivas de la Industria de Alta Tecnología 2016-2019

# La cuarta revolución



# Agendas 4.0

-  **Estados Unidos** – Programa de Asociación de Manufacturas Avanzadas y Red Nacional de innovación en Manufactura.
- 
-  **Alemania** – Iniciativa Industria 4.0
- 
-  **China** – Hecho en China 2025
- 
-  **Unión Europea** – Digitalización de la Industria Europea

# Industria 4.0

- Aplicación de un conjunto de tecnologías digitales a toda la cadena de valor de la industria para interconectarla de forma transversal.
- Genera cambios en la manera de hacer los negocios, se generan los productos y en los productos mismos.

# Industria 4.0

## *Ventajas*

- Mejora de la eficiencia operativa
- Mantenimiento predictivo y gerencia remota
- Nuevos ecosistemas de producción
- Innovación en plataformas, productos y servicios
- Flexibilidad en la producción
- Personalización de los productos
- Nuevos puestos y mejores oportunidades

# Industria 4.0

## Retos

- Marco legal y regulatorio adecuado
- Estrategia Nacional de Ciberseguridad
- Interoperabilidad de los sistemas
- Nuevo modelo de negocio basado en innovación
- Modelos logísticos inteligentes
- Confianza para compartir información
- Desarrollo de infraestructura física y digital

# Industria 4.0 en México

## ¿Estamos listos para impulsar la Industria 4.0?



### Reforma de Telecomunicaciones

- 6,000 mdd de inversión a la fecha
- 13,500 mdd de inversión a 2018
- Red Compartida



### 2020

- 84 millones de mexicanos conectados, 20 más que hoy
- 144 millones de dispositivos conectados a internet



### TIC

- Crecimiento promedio superior al 10% anual 2013-2015
- 23 clusters
- 1,340 empresas
- 30 parques tecnológicos



### Alta Tecnología

- 18.2% de las exportaciones del país en 2015

# Industria 4.0 en México

## *Fortalezas*

- Voluntad política
- Programas de apoyo para el desarrollo de la industria
- Octavo lugar en graduados de ingenierías y carreras técnicas
- Industria electrónica, automotriz y aeroespacial listas

# Industria 4.0 en México

## *Retos*

- Marco legal y regulatorio adecuado
- Estrategia de Ciberseguridad Nacional
- Abatimiento de la brecha digital
- Fortalecimiento de PyMEs y esquemas para que adopten y generen tecnología

# Sectores Estratégicos

Electrónica

Telecom.

Tecnologías de  
Información

Ejes Articuladores

Fortalecimiento Institucional

Desarrollo de Talento

Innovación

Internet

Estrategia Digital Nacional

Inclusión

Comunicación

**La cuarta revolución industrial  
es una realidad.**



**Innovando por México con una  
industria unida y fuerte.**

# IIOT (Internet Industrial de las Cosas) y M2M (Comunicación de Máquina a Máquina)

La interconexión en red Ethernet está bien establecida, pero como los procesadores reducen el tamaño, los ordenadores se han trasladado de mesas de escritorio para fábricas y almacenes y ahora están siendo integradas en sensores y actuadores. La incorporación de opciones de comunicación como Wi-Fi 802.11, Bluetooth o ZigBee en estos dispositivos les permite enviar y recibir mensajes. Luego, añada en IPv6, lo que aumenta enormemente el número de direcciones disponibles, y cada dispositivo conectado tiene una identidad única. Esta es la IoT.

Históricamente, los sensores utilizados en la fabricación y las industrias de proceso solo capturaron datos – temperatura, humedad, presión barométrica posiblemente — dejando una respuesta de circuito de PID o dejando la presentación para un registrador de carta. Los actuadores tenían muy pocas opciones de captura de datos, generalmente se limita a salidas de codificador. Los albores de la IT estimularon la creación de la IIoT, la versión industrial de los dispositivos conectados en red. Éstos utilizan protocolos industriales basados en Ethernet para enviar y recibir información del proceso.

El siguiente paso lógico es contar con estos dispositivos que «hablan» directamente al otro, lo que elimina la sala de control o controlador de supervisión y sacan seres humanos del circuito. Esto es lo que se conoce como comunicación «máquina a máquina». Está descentralizada la automatización.

La Industria 4.0 consolida avances en sensores y comunicaciones que ya están en marcha. Es un programa coordinado dirigido hacia el desarrollo y despliegue de dispositivos «inteligentes». Engloba conceptos como «Internet de las cosas» (IoT), «Internet Industrial de las cosas» (IIoT), comunicación de máquina a máquina (M2M), IPv6, RFID, computación en la nube y minería de datos.

# Conclusiones

La industria 4.0 introduce los sistemas ciber-físicos en el campo de la fabricación y utiliza el internet como medio fundamental para compartir y recompilar información, así como para devolver las decisiones distribuidas e inteligentes a los procesos físicos y conseguir presentar así un ecosistema inteligente.

La industria 4.0 provocará importantes cambios en los próximos años a nivel industrial permitiendo aumentar la productividad y la eficiencia de los procesos productivos.