



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS EN LA ERA DIGITAL

CONVERGENCIA DE LA INDUSTRIA 4.0 CON LA SMART MANUFACTURING

John Henry Ávila, Richard Gil H.

Universidad Americana de Europa

Resumen

A nivel mundial, se están presentando cambios acelerados en los procesos de manufactura y prestación de servicios. Estos cambios están basados en la introducción de Internet de las cosas (IoT) entre otros grupos de conceptos asociados a las TICs que conllevan a sistemas de producción más robustos e integrados. Para apoyar a la industria manufacturera en este proceso de conversión y mejorara de la productividad y la competitividad, varios países han establecido esquemas de investigación y transferencia de tecnología. Alemania ha promulgado su programa Industria 4.0, que está influyendo cada vez más la política europea, mientras que Estados Unidos se enfoca en un enfoque denominado el movimiento Smart Manufacturing (fabricación inteligente). El objetivo de este documento es proporcionar una visión general de la Industrie 4.0 y Smart Manufacturing, en el cual se validarán los componentes de cada una de estas vertientes y validar los alcances potenciales que se desea alcanzar a través de éstos, en las empresas.

Palabras clave: la industria 4.0; smart manufacturing; Tecnología de Información y Comunicación (TIC)

Abstract

Globally, accelerated changes are occurring in manufacturing processes and service provision. These changes are based on the introduction of the Internet of Things (IoT), among another groups of concepts associated to the TIC that lead to more robust and integrated production systems. To support the manufacturing industry in this conversion process and improve productivity and competitiveness, several countries have established research and technology transfer schemes. Germany has enacted its Industry 4.0 program, which is increasingly has influence in the European policy, instead of the United States focuses on Smart Manufacturing movement. The objective of this document is to provide an overview of the Industrie 4.0 and Smart Manufacturing, in which the

components of each of these aspects and the potential scope to be achieved in the companies will be validated.

Keywords: *industry 4.0; smart manufacturing; Information and Communication Technology (ICT)*

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de los mercados en las naciones industrializadas ha permitido que la tecnología actual en algunos países en vía de desarrollo quede parcialmente obsoleta ante dicho crecimiento, Silva (2008, p. 2). Sin embargo, hoy por hoy la implementación de nuevas tecnologías se ha convertido en una necesidad fundamental de las empresas con el objeto de ser más competitivas tanto en el mercado nacional como internacional.

Teniendo en cuenta lo anterior y tomando como referencia lo indicado por López (2016), en los últimos años se han venido presentando sucesos que pueden indicar la llegada de nuevos sistemas de manufactura, en los cuales los objetos presentes en una fábrica comienzan a transformarse en "objetos inteligentes", con capacidades de interactuar entre ellos, comunicar datos sobre el estado de la cadena de abastecimiento y en especial, el eslabón de la producción.

Del Val Román (2106) sostiene que muchos países han planeado estrategias para situar sus industrias en un nivel que les permita competir globalmente. Dentro de los países que tienen mayores tendencias al crecimiento está Alemania, cuya iniciativa es denominada "Industria 4.0", y en Estados Unidos se ha iniciado el concepto de Smart Manufacturing. Estas dos vertientes de manufactura inteligente están referidas a una familia de actividades que dependen del uso y la coordinación de información, automatización, computación, la internet, software, redes, y uso de materiales de vanguardia, entre otros factores.

1.1 OBJETIVOS

General

Establecer una descripción conceptual holística de la Industria 4.0 y de Smart Manufacturing en el cual se validen los componentes de cada una de estas vertientes y los logros potenciales que se pretenden alcanzar con su aplicación en y por las empresas.

Específicos

Realizar una exploración del contexto y de los mecanismos operacionales de la Industria 4.0 y de Smart Manufacturing.

Establecer por comparación y/o contraste, la convergencia de las principales características y componentes de la Industria 4.0 y la del Smart Manufacturing.

2. CONTEXTO DE LA INCURSIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 Y SMART MANUFACTURING

Para iniciar el contexto de la Industria 4.0 y de Smart Manufacturing, así como de la acogida de estas metodologías en diferentes países, se hará una revisión general del surgimiento, y de los enfoques generales de cada una de estas vertientes.

Como posible problema que puede estar surgiendo para algunos países en vía de desarrollo, es el surgimiento reciente de las aplicaciones basadas en la Tecnología de Información y Comunicación (TIC), soportadas en la internet que han producido un impacto radical en la economía y en la sociedad, Del Val Román (2106), lo cual se ha venido trabajando con el nombre de Industria 4.0 en Europa y con el nombre de Smart manufacturing en Estados Unidos.

Hermann, et al. (2015) manifiestan que el gobierno federal alemán a partir de 2011 inicia el apoyo a la iniciativa denominada "Industrie 4.0" la cual fue expuesta por una asociación de representantes de empresas, política y academia. Esta estrategia promovía el fortalecimiento de la competitividad de la industria manufacturera alemana. Con esta iniciativa el gobierno federal alemán manifestó que "Industrie 4.0" será parte integral de su "Estrategia de Alta Tecnología 2020 para Alemania". Como resultado el "Grupo de trabajo Industrie 4.0" desarrolló las primeras recomendaciones para la implementación de dicha estrategia publicadas en abril de 2013. Este documento se denominó "Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0". Su traducción en español pudiese ser connotado como "Recomendaciones de implementación para el futuro proyecto Industria 4.0", Kagermann, et al (2013).

Por otro lado, Thoben, et al.(2017) menciona que mientras el gobierno alemán promueve la informatización de las industrias manufactureras en su programa Industrie 4.0, los Estados Unidos genera iniciativas de fabricación inteligente, la cual es denominada Smart Manufacturing. Dicho término ha sido acuñado por varias agencias como el Departamento de Energía (DoE) y el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) en los Estados Unidos.

Esta iniciativa de Smart Manufacturing fue promovida por Smart Manufacturing Leadership Coalition (SMLC) en el 2011. Ésta es una organización de profesionales de la industria, empresas de tecnología, consorcios de fabricación, universidades y laboratorios gubernamentales comprometidos con los objetivos de Smart Manufacturing. La coalición ha desarrollado una hoja de ruta empresarial para desarrollar e implementar capacidades de Fabricación Inteligente que permitirán el rendimiento y la competitividad de la próxima generación de economía, energía, sostenibilidad, ambiente, salud y seguridad. SMLC (2011).

3. DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0

Como se mencionó, la Industria 4.0 se originó en un proyecto de estrategia de alta tecnología del gobierno alemán en el 2011. Esta estrategia permite un cambio de paradigma de la producción en el cual los productos tienden a controlar su propio procesamiento de fabricación. Una parte importante es que la Industria 4.0 se centra en la optimización de toda la cadena de abastecimiento

mediante la producción dinámica y autónomamente controlada, lo que automatiza las industrias mediante el intercambio de datos entre los eslabones de la cadena de suministro. Blanco, et. al (2007).

La Industria 4.0, está determinada en la aplicación de la tecnología de la información en los procesos presentes en las organizaciones (enfoque basada en procesos). Como lo menciona Zheng, et al. (2018), la tecnología de la información y la comunicación está experimentando un desarrollo súbito en el que han surgido muchas tecnologías, como la computación en la nube, el Internet de las cosas, el big data, Integración de procesos, las simulaciones y la inteligencia artificial. Estos nuevos avances tecnológicos, están penetrando en la industria manufacturera y permiten la fusión de mundos físico y virtual a través de Sistemas Ciberfísicos (CPS), que marcan los escenarios de la Industria 4.0. Con la ayuda de Internet, los CPS en la Industria 4.0, conlleva a lo que se viene denominado como Internet of Things (IoT) y el Internet de servicios (IoS).

Kagermann, et al. (2013), menciona que el planteamiento de la Industria 4.0 está enfocado a que las empresas creen su propia maquinaria, construyan sistemas de almacenamiento e instalaciones de producción capaces de intercambiar información de forma autónoma, desencadenar acciones y aplicar control entre sí de forma independiente, todo esto por medio de los Sistemas Ciberfísicos. Los temas que mencionan dichos autores en el mapeo del entorno de la Industria 4.0 son: Cloud-based big data analytics, Enterprise Resource Planning (ERP), Machine Learning, Manufacturing Execution Systems (MES), IoT, The Wireless Sensor Network (WSN), Realidad virtual (VR) y realidad aumentada (AR), Interfaz Hombre-Máquina (HMI), simulación, entre otros.

Otros autores como Hermann, et al. (2015) han establecido, con base en revisión bibliográfica, algunos términos que tienen relación con la Industria 4.0, entre ellos están: Sistemas Ciberfísicos (CPS), Internet de las cosas (IoT), Internet de los servicios (IoS), fabricación inteligente, producto inteligente, Máquina a máquina (M2M), Big Data y Cloud computing. Por otro lado, Blanchet, et al. (2014), agregan otros términos a los ya mencionados, como son la robotización, la conectividad, la eficiencia energética y los de descentralización, industrialización virtual y Ciberseguridad.

De acuerdo a lo mencionado por Kagermann, et al. (2013), parte de lo que se espera de la aplicabilidad de la Industria 4.0 es:

- Individualización de los requisitos del cliente, es decir, considerar los requisitos específicos del cliente incluso la producción de piezas individuales y cantidades muy pequeñas (tamaño de lote 1).
- Flexibilidad de los procesos tomando dimensiones como: calidad, tiempo, riesgo, solidez, precio, compatibilidad ambiental, etc.
- Ser capaz de tomar las decisiones correctas, incluso a corto plazo para adaptarse a la flexibilidad
- Productividad y eficiencia de los recursos: Buscar el mayor rendimiento posible de productos para determinados recursos (productividad de recursos).
- Potencial de valor agregado a través de nuevos servicios, tomando como posible referencia el análisis de datos (big data).

- Diseño de trabajo acorde a la organización: buscar la mejor interacción entre las personas y las maquinas en el que se combinen el diseño del trabajo y el desarrollo de habilidades.
- Equilibrio trabajo-vida: busca mayor flexibilidad en la organización del trabajo en el que se permita satisfacer las necesidades de los trabajadores en el trabajo y en el hogar, así como el desarrollo personal y el desarrollo profesional.
- La competitividad como un espacio para altos salarios. Convertirse en el mercado líder de soluciones Industria 4.0.

Elkaseer, et al. (2018), argumentan que algunos de los beneficios y cambios de la Industria 4.0 son:

Beneficios.

- Diseño virtual y validación previa a la fabricación.
- Acciones correctivas del proceso de fabricación.
- Auto-decisión y análisis de big-data.

Cambios.

- Garantizar la integración de personas, maquinas e infraestructura- comunicación de los subsistemas para que funcionen en sincronización.
- Garantizar la seguridad de información - seguridad y protección de datos.
- En el Consumo de energía, adaptación de la empresa- La generación de un diseño óptimo para reducir el consumo de energía sin afectar el rendimiento del trabajo.

4. DESCRIPCIÓN DE SMART MANUFACTURING

En el contexto de Smart Manufacturing, según Davis, et al. (2012), contempla la visión de que los procesos de fabricación, las actividades y tareas, maquinaria y equipo, los proveedores y los productos que se relacionan a través de la cadena de abastecimiento, se pueden acoplar en datos y modelos como nodos en una red segura. Como lo señalan Lu, et al. (2012, p. 4) el Smart Manufacturing Systems presenta tres dimensiones en las que se involucra. Existe la dimensión del producto, el sistema de proceso de producción y el negocio. Los temas que mencionan dichos autores en el mapeo del entorno de trabajo de Smart Manufacturing Systems son: Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Engineering (CAE), Computer Aided Manufacturing (CAM), simulation, Flexible Manufacturing System (FMS), Manufacturing operations management (MOM), Design for Manufacturing and Assembly (DFMA), Design for supply Chain Management (DFSCM), Continuous Process Improvement (CPI), Continuous Commissioning (CCX), supply Chain Management (SCM), Enterprise Resource Planning (ERP), Interfaz Hombre-Máquina (HMI), operation & maintenance (O&M) y Quality Management System (QMS), entre otros términos.

Al igual que en la Industria 4.0, el SMLC (2011) ha centrado su agenda de acción en actividades que propendan por la manufactura colaborativa facilitada por una Plataforma Smart Manufacturing con capacidad compartida y que procure:

- Reducir sustancialmente los costos de desarrollo e implementación de procesos de simulación y modelado orientado a la manufactura
- Reducir los costos para la infraestructura de Tecnologías de la Información
- Acceso a 'App' de Smart Manufacturing y nuevos modelos para la innovación
- Un sistema digital empresarial para la manufactura inteligente aplicada y que permita la obtención de métricas de desempeño de dichos procesos.
- Implementación de bancos de pruebas
- Participación dinámica de pequeñas, medianas y grandes las empresas

5. RELACIÓN ENTRE LA INDUSTRIA 4.0 Y LA DEL SMART MANUFACTURING

Tomando como referencia lo expuesto, en la Tabla 1 se hace una síntesis de los conceptos asociados a cada vertiente.

Por su parte, en La Tabla 2 establece los alcances planteados que pueden ser tomados en cuenta por las dos vertientes, la Industria 4.0 y Smart Manufacturing

Tabla 1 Síntesis de conceptos Industria 4.0 y Smart Manufacturing

SMART MANUFACTURING	INDUSTRIA 4.0
SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (SCM)	COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING (CIM)
COMPUTER AIDED DESIGN (CAD)	ROBOTIZACIÓN
COMPUTER AIDED ENGINEERING (CAE)	INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA (HMI)
COMPUTER AIDED MANUFACTURING (CAM)	ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP),
ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP),	CONECTIVIDAD
INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA (HMI),	EFICIENCIA ENERGÉTICA
QUALITY MANAGEMENT SYSTEM (QMS)	CIBERSEGURIDAD
OPERATION & MAINTENANCE (O&M)	SIMULACIÓN
SIMULATION	MANUFACTURING EXECUTION SYSTEMS (MES)
FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEM (FMS),	MÁQUINA A MÁQUINA (M2M),
MANUFACTURING OPERATIONS MANAGEMENT (MOM)	INDUSTRIALIZACIÓN VIRTUAL
DESIGN FOR MANUFACTURING AND ASSEMBLY (DFMA)	REALIDAD VIRTUAL (VR)
DESIGN FOR SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (DFSCM)	REALIDAD AUMENTADA (AR)
CONTINUOUS PROCESS IMPROVEMENT (CPI)	SISTEMAS CIBERFÍSICOS (CPS)
CONTINUOUS COMMISSIONING (CCX)	INTERNET OF THINGS (IOT)
	INTERNET DE SERVICIOS (IOS).
	CLOUD-BASED BIG DATA ANALYTICS
	MACHINE LEARNING
	THE WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN)

Tabla 2 Descripción de alcances unificados de Industria 4.0 y Smart Manufacturing

1	INDIVIDUALIZACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CLIENTE	16	FLEXIBILIDAD DE LOS PROCESOS
2	INTEGRACIÓN DE ACTIVIDADES PARA ABORDAR PROBLEMAS DIFÍCILES DE MANERA COORDINADA CON LOS PROVEEDORES Y DEMÁS PARTES INTERESADAS	17	SINCRONIZACIÓN EN TIEMPO REAL DE MODELOS VIRTUALES Y OPERACIONES FÍSICAS
3	PARTICIPACIÓN DINÁMICA DE PEQUEÑAS, MEDIANAS Y GRANDES LAS EMPRESAS	18	GENERAR TRAZABILIDAD PERMANENTE DE LOS PRODUCTOS
4	LA GENERACIÓN DE UN DISEÑO ÓPTIMO	19	ACCIONES CORRECTIVAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN
5	DISEÑO VIRTUAL Y VALIDACIÓN PREVIA A LA FABRICACIÓN	20	FUERZA LABORAL INTEGRADA
6	DISEÑO DE TRABAJO ACORDE A LA ORGANIZACIÓN	21	EQUILIBRIO TRABAJO-VIDA DE LAS PERSONAS
7	INGENIERÍA DE MATERIALES	22	GENERAR MÉTRICAS DE DESEMPEÑO QUE CONLLEVE A MINIMIZAR RIESGOS
8	ACCESO A 'APP' DE SMART MANUFACTURING Y NUEVOS MODELOS PARA LA INNOVACIÓN	23	INTEGRACIÓN DE LOS DATOS EMPRESARIALES, CONTROL, AUTOMATIZACIÓN, DIRECCIONAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA
9	MODELADO Y LA SIMULACIÓN APLICADOS DE MANERA GENERALIZADA EN LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN	24	AUTO-DECISIÓN Y ANÁLISIS DE BIG DATA
10	REDUCIR SUSTANCIALMENTE LOS COSTOS DE DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS DE SIMULACIÓN Y MODELADO ORIENTADO A LA MANUFACTURA	25	GARANTIZAR LA SEGURIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS
11	CADENA DE SUMINISTRO CON SITIOS DE DEMOSTRACIÓN DE INTELIGENCIA DE FABRICACIÓN APLICADA	26	INTERCAMBIAR INFORMACIÓN DE FORMA AUTÓNOMA
12	GARANTIZAR LA INTEGRACIÓN DE PERSONAS, MAQUINAS E INFRAESTRUCTURA	27	INTEROPERAR A TRAVÉS DEL INTERCAMBIO SELECTIVO DE INFORMACIÓN EN RED
13	UN SISTEMA DIGITAL EMPRESARIAL PARA LA MANUFACTURA INTELIGENTE APLICADA Y QUE PERMITA LA OBTENCIÓN DE MÉTRICAS DE DESEMPEÑO DE DICHS PROCESOS	28	REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA
14	EFICIENCIA DE LOS RECURSOS	29	DIRECCIONAMIENTO Y TOMA DE DECISIONES
15	DEFINEN ÁREAS DE FABRICACIÓN COLABORATIVA	30	SER CAPAZ DE TOMAR LAS DECISIONES CORRECTAS

En la Tabla 3, se desarrolla en este trabajo, la síntesis de la relación entre términos y alcances de Industria 4.0 y Smart Manufacturing. Adicionalmente, se deja entrever que existe una integración enfocada a las partes interesadas de la organización, se tiene un manejo general del diseño del producto y de los procesos, se hace hincapié en la gestión de la cadena de abastecimiento, se permean los sistemas de gestión de calidad enfocados tanto en la gestión como el control de la calidad, se tiene un enfoque a proteger y salvaguardar el bienestar del personal. Asimismo, se tiene un buen escenario para la gestión de información documentada y gestión de datos, se hace refuerzo en la minimización del consumo de energía, y por último, refuerza el enfoque a la toma de decisiones basada en la evidencia.

Tabla 3 Relación de términos y alcances de Industria 4.0 y Smart Manufacturing

Alcance / Término	Relación partes interesadas			Diseño y modelado de productos y procesos						Procesos cadena de abastecimiento							Calidad		Personal		Manejo de información							Energía		Toma de decisiones y Mejora	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Big -Data																															
Sistemas Ciberfísicos																															
Internet de las Cosas																															
Internet delos servicios																															
La nube																															
Comunicación máquina a máquina																															
Planeación de recursos de la empresa																															
Interfaz hombre-máquina (IHM)																															
Diseño asistido por computadora																															
Ingeniería asistida por computadora																															
Manufactura asistida por computadora																															
Simulación																															
Sistema de Manufactura Flexible																															
Gestión de las operaciones de manufactura																															
Diseño para la manufactura y ensamble																															
Diseño para gestión de la cadena de abastecimiento																															
Mejora continua de procesos																															
Puesta en marcha de manera continua																															
Operación y mantenimiento																															
Sistema de gestión de la calidad																															

6. CONCLUSIONES

En el proceso de emprender la revisión bibliográfica, se inicia con la información emitida por “movimientos precursores” que dieron origen a dichos enfoques entre 2011 y 2013. No obstante, se puede evidenciar que dichos movimientos presentan similitud en sus alcances y términos. Claro está, que varios de los términos usados, difieren en los títulos, pero no en su significado.

Haciendo una abstracción en relación a lo que la Industria 4.0 y el Smart Manufacturing están planteando, se puede inferir que las etapas para el ciclo de vida el producto, desde la gestación de la idea de producto o servicio al interior de la empresa hasta la identificación de la satisfacción del cliente y la logística inversa, siguen intactas. Destacan en común que, estos dos enfoques están direccionando los procesos a la optimización de los recursos y el aumento de la productividad, haciendo uso de las nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). Se perfila la posibilidad de nuevas mediciones con estas tecnologías que se vienen incorporando a los procesos

(productos y servicios), lo que permitirá métricas e indicadores adicionales de productividad que se desconocían y que emergerán paulatinamente con las crecientes aplicaciones por parte de las empresas.

REFERENCIAS

- Blanchet, M., Rinn, T., Von Thaden, G., & De Thieulloy, G. (2014). *Industry 4.0: The new industrial revolution How Europe will succeed*. Roland Berger Strategy Consultants GmbH. München.
- Blanco, M. J. and González, K. T. and Rodríguez, J. I. (2017) "Propuesta de una arquitectura de la industria 4.0 en la cadena de suministro desde la perspectiva de la ingeniería industrial", *Ingeniería Solidaria*, vol. 13, n.º 23, pp. 77-90.
- Davis, J., Edgar, T., Porter, J., Bernaden, J., & Sarli, M. (2012). *Smart manufacturing, manufacturing intelligence and demand-dynamic performance*. *Computers & Chemical Engineering*, 47, pp. 145–156.
- Del Val Román, J. L. , (2016). *Industria 4.0: la transformación digital de la industria – Codiinforme- conferencia de directores y decanos de ingeniería informática*.
- Elkaseer, A. and Ali, H. and Scholz, S. and Salama, M. (2018) "Approaches to a Practical Implementation of Industry 4.0" *ACHI* , pp. 141–146
- Hermann, M., and Pentek, T., and Otto, B. (2015). *Design principles for Industrie 4.0 scenarios: a literature review*. Technische Universität Dortmund, Dortmund.
- Kagermann, H. and Helbig, J. and Hellinger, A. and Wahlster, W. (2013) "Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern; Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0," *Forschungsunion; Geschäftsstelle der Plattform Industrie 4.0*, Berlin, Frankfurt/Main.
- López, D. and Pintor, M. (2016) *Análisis de Casos de Estudio sobre Industria 4.0 y Clasificación según Sectores de actividad y Departamentos empresariales*.
- Zheng, P. and Wang, H., and Sang, Z. (2018) "Smart manufacturing systems for Industry 4.0: Conceptual framework, scenarios, and future perspectives", *Front. Mech. Eng.*
- Silva, A. (2008). *La globalización cultural y las tecnologías de información comunicación en la cibersociedad Razón y Palabra*, vol. 13, núm. 64.
- Smart Manufacturing Leadership Coalition, *Implementing 21st Century Smart Manufacturing: Workshop Summary Report*, Washington D.C., 2011.
- Thoben, K. Wiesner, S. and Wuest, T. (2017). "Industrie 4.0" and Smart Manufacturing – A Review of Research Issues and Application Examples," *Int. J. Automation Technol.*, Vol.11, No.1, pp. 4-16.
- Lu, Y. and Morris. K. and Frechette, S. (2016), *Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems*, National Institute of Standards and Technology.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)