

ESTUDIO DE CASO

# Transformación digital en Refinería Cienfuegos S.A.

*Digital Transformation  
in Cienfuegos Refinery S.A.*

*Alexis Gómez Domínguez*

*adominguez@refcfg.cu* • <https://orcid.org/000-0001-5806-9543>

*Mario Isiel Merino Escoto*

*mmerino@refcfg.cu* • <https://orcid.org/000-0002-7108-3144>

EMPRESA CUBAPETRÓLEO S.A., CUBA

*Recibido: 2019-05-15* • *Aceptado: 2020-03-16*

## RESUMEN

La Transformación digital es un proceso transversal a toda la empresa, impactado por los cambios asociados a las tecnologías de la información y las tecnologías de las operaciones implementadas, representando un cambio cultural importante dentro de una organización, fundamentalmente en el capital humano de la empresa y su formación. Este proceso de Transformación digital debe estar conducido por una estrategia bien definida, enfocada en los objetivos del negocio, capaz de aprovechar al máximo las oportunidades de su ecosistema digital. Es por ello que para avanzar en ese sentido es necesario contar con un indicador que permita evaluar el estado actual y futuro de la Transformación digital a fin de establecer metas, definir las prioridades e identificar los procesos donde se debe actuar para lograr un mayor impacto en la organización. En el caso que se analiza, este indicador se denomina Índice de Transformación digital y para su determinación se emplea un modelo propio que se basa en los procesos empresariales, ponderándolos según su clasificación e impacto. El presente trabajo describe el modelo mencionado, analiza los resultados de su utilización en el plan 2013-2017 y su empleo para la determinación del plan 2018-2022 en la Refinería Cienfuegos S.A.

**PALABRAS CLAVE:** *transformación digital; índice de transformación digital; tecnologías de la información; tecnologías de la operación.*

## ABSTRACT

*Digital Transformation is a transverse process to the whole organization, which is impacted by the changes associated with information and operating technologies. It also represents an important cultural change within an organization, mainly in the human resources and their capacities strengthen. This process of Digital Transformation must be guided by a well-defined strategy, focused on the business's objectives, which should be able to take full advantages of the benefits of its digital ecosystem. That's why, in order to go forward, it is necessary to have an indicator that could allow to evaluate the current and future status of the Digital Transformation, in order to establish goals and to define priorities, as well as to identify the processes it should act for better impact in the organization. In this case, the indicator is known as Digital Transformation Index, for which a model based on business processes were designed, by weighting each factor according to their classification and impact in the organization. The present paper describes the aforementioned model, analyzes the results of its use in 2013-2017 plan, and its use to establish the 2018-2022 plan, in Cienfuegos Refinery S.A.*

**KEYWORDS:** *digital transformation; digital transformation index; information technology; technologies of the operation.*

## INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de reactivación de la Refinería de Cienfuegos en el 2007, un porcentaje muy elevado de toda la inversión estuvo orientada a la modernización de las infraestructuras de TI<sup>1</sup> y TO<sup>2</sup>, fundamentalmente las últimas, lográndose así la automatización de las principales plantas de procesos y facilidades auxiliares, además de las infraestructuras de almacenamiento, procesamiento y transporte de datos. De esa manera, comenzó una transformación inmediata en el capital humano de la empresa y su formación profesional, lo que se tradujo rápidamente en el cumplimiento de los objetivos y planes de producción.

Sin embargo, transcurridos los primeros años, los avances alcanzados en materia de informatización y automatización no eran los deseados, se podían apreciar que existían elementos que afectaban su desarrollo y no se realizaba una correcta medición del avance en ese sentido.

<sup>1</sup> Se refiere a las Tecnologías de la Información, específicamente a servicios de informática y telecomunicaciones.

<sup>2</sup> Se refiere a las Tecnologías de la Operación, que agrupan las áreas de redes de control de procesos, así como la automatización e instrumentación.

Ante la situación planteada se comienza a realizar una revisión de la actividad de TI y TO a fin de determinar los principales puntos de atención y lograr una mayor organización. Se realizan intercambios de buenas prácticas con empresas con avances reconocidos en estas áreas, tanto en Cuba como en el extranjero y se revisa el estado del arte en estas materias. Como resultado se decide comenzar la utilización de ITIL<sup>3</sup>, aplicando sus recomendaciones y ajustándolas a la realidad de la empresa. Estos elementos rápidamente condujeron a la necesidad de identificar métricas e indicadores claves de rendimiento (KPI) que permitieran medir adecuadamente los niveles de informatización y automatización existentes, lo que dio origen a la creación de un modelo para cuantificar ese nivel, definiendo el estado actual en ese momento y las proyecciones de crecimiento y mejoras futuras.

El modelo creado identificó la situación real, los principales puntos de atención, contribuyó a definir las prioridades de cara a los intereses y objetivos de la organización dando origen a una proyección estratégica con planes anuales y un plan quinquenal. El modelo soporta la determinación del KPI que se denomina Índice de Transformación Digital (ITD) incluido en la planeación estratégica y constituye uno de los objetivos estratégicos de la Empresa.

En esta investigación se describe el modelo empleado, la definición de las métricas y la obtención del ITD, analizando los resultados de su implementación para el período 2013-2017, los resultados del 2018 y las proyecciones hasta el 2022 en la Refinería Cienfuegos S.A.

## METODOLOGÍA

Para la determinación del ITD se analizaron diferentes modelos de medición de ITD, de la madurez digital y otras propuestas de determinación del avance de la Transformación digital (TD), así como artículos relacionados con la TD. Entre los estudiados sobresalen (Schumacher, *et al.*, 2015), (Escalona, 2016), (CINTEL, 2018), (Castaño, 2016), (Incipy&Inesdi, 2017), (Schumacher, Nemetha & Sihn, 2018), (Issa, *et al.*, 2018), (Erol, Schumacher & Sihn, 2015), (Fernández & Sanz, 2017).

Se analizó a profundidad el modelo propuesto para la empresa cubana (Escalona, 2016) que aportó elementos importantes al presentado en este estudio.

Después de analizar varios modelos y propuestas de medición de la TD, así como definiciones y conceptos de TD (Mergel, Edelmann & Haug, 2019), (Henriette, Feki, & Boughzala, 2015), (Fernández, Sanz & Humberto, 2017), se decide implementar un modelo propio atendiendo a los siguientes criterios:

1. Varios modelos encontrados y analizados están enfocados a la perspectiva del cliente y el marketing digital lo cual no tiene un impacto a considerar en la refinería, ejemplo de esto es el modelo desarrollado por CINTEL (Castaño, 2016), (CINTEL, 2018) basado en tres perspectivas de las cuales dos se centran en aspectos como el mercado, conocimiento social, servicios al cliente, etc. Estos elementos, aunque tienen mucha vigencia y

---

<sup>3</sup> SITIL: Information Technology Infrastructure Library (según sus siglas en inglés), Biblioteca de Infraestructuras de Tecnologías de Información, es un marco de trabajo de buenas prácticas aplicables a la Gestión de Servicios de TI.

- se emplean correctamente no tienen un impacto significativo en el modelo de negocio de la refinería. Igual ocurre con el estudio del índice de madurez digital de las empresas, realizado en 2017 en España (Incipy & Inesdi, 2017).
2. En los modelos antes mencionados se le da un peso considerable a lo denominado Negocio digital, lo cual no se relaciona directamente con el modelo de negocio de la Refinería de Cienfuegos.
  3. En el modelo propuesto para la empresa cubana (Escalona, 2016) se basa en el empleo de cuatro subíndices que también se abordan en el modelo propuesto, pero no existe un enfoque de procesos empresariales, se analiza la existencia y uso de TICs que en su evolución lo podemos asociar a las tecnologías habilitadoras de la TD, pero no se aborda la integración entre las existentes, lo que consideramos puede impactar en la TD.
  4. Se requería que el modelo y la evaluación a realizar tuviera un enfoque de procesos organizados según el mapa de procesos de la empresa y que no resultara compleja su implementación. En ese sentido en el modelo propuesto por Schumacher (Schumacher *et al.*, 2015), se detalla ampliamente y aporta muchos elementos y referencias, incluido el análisis de otros modelos. Sin embargo, está orientado a evaluar la madurez de la adopción del concepto de Industria 4.0 y emplea 9 dimensiones y 62 elementos a analizar.
  5. En los modelos analizados (CINTEL, 2018), (Incipy & Inesdi, 2017), no se incluyen las TO las cuales, se consideran, tienen un gran impacto en el ITD de la refinería. Aunque en algunos existen dimensiones u otros aspectos que permitirían una adecuación a las TO (Schumacher, *et al.*, 2015), (PMG Business Improvement, 2018).

Para la determinación del ITD se desarrolla un modelo donde la evaluación está basada en los procesos empresariales definidos en el “Mapa de procesos de la Empresa”<sup>4</sup>. El modelo tiene en cuenta el impacto que tiene cada proceso y cada grupo de procesos en los resultados de la empresa y como impactan en la TD. La base del cálculo ITD es determinar el ITD de cada proceso (ITDp).

Para determinar el ITDp se deben definir las métricas a utilizar para cada uno de los procesos a evaluar, las cuales deben tener en cuenta los cinco factores siguientes: el capital humano, las regulaciones legales, la existencia de soluciones de TI y TO, el uso adecuado que se realice de los sistemas y tecnologías existentes o disponibles en la empresa y la integración entre sistemas y tecnologías.

En la tabla 1 se relacionan las métricas, definidas a partir de los factores antes indicados, y las fuentes de datos de cada una con el fin de obtener el valor de la métrica.

Mediante el análisis de los resultados obtenidos de las fuentes de cada métrica y el criterio de expertos que lideran la TD en la empresa, se determina la medida en por ciento (%) de cada métrica (M) para un proceso dado.

Además, para determinar el peso de cada métrica (Wm) en el proceso se reunió un grupo de 11 expertos que asignaron los valores, garantizando que la suma de los pesos de las cinco métricas de un proceso sea igual a 1. Posteriormente se seleccionaron los valores donde ocurría una mayor concurrencia (ver tabla 2).

---

<sup>4</sup> El mapa de procesos de la Empresa está formado por la interrelación entre los Procesos Claves (4), Estratégicos (2) y de Apoyo (16), para un total de 22 procesos.

**Tabla 1. Métricas empleadas, descripción y fuente de obtención de los datos.**

	Nombre métrica	Descripción y Fuentes de datos
<b>M1</b>	Conocimiento en materia IT-OT (Kiot)	Se refiere al conocimiento o dominio que tengan los usuarios del proceso, de los sistemas IT-OT que se emplean o que existen y pudieran emplearse. Las Fuentes son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuestas IT-OT, sistema empresarial de encuestas en línea.</li> <li>• Capacitaciones recibidas (Sistema de Capital Humano).</li> <li>• Porcentaje de incidentes y problemas reportados que no proceden (reportes técnicos, GLPI)</li> <li>• Porcentaje de incidentes y problemas reportados asociados a desconocimientos (reportes técnicos, GLPI<sup>5</sup>).</li> <li>• Entrevista a jefes de procesos y usuarios finales de servicios.</li> </ul>
<b>M2</b>	Marco Jurídico de Actuación (MJA)	Se refiere a limitaciones existentes desde el punto de vista legal para poder informatizar el proceso, donde 100% es que no hay limitaciones y 0% es una limitación total. Se incluye analizar la existencia o no de una estrategia de TD y un plan TI-TO aprobado al máximo nivel empresarial, considerando la no existencia como una limitación importante. Las Fuentes son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de la base legal existente (Sistema informático de gestión documental o SIDOC).</li> <li>• Revisión de las regulaciones internas existentes (SIDOC).</li> <li>• Entrevista a jefes de procesos y grupo de asesoría legal.</li> </ul>
<b>M3</b>	Existencia de Soluciones IT-OT (ESiot)	Se refiere a la existencia de Sistemas IT-OT disponibles que faciliten el desempeño del proceso. Se debe prestar atención al empleo de tecnologías habilitadoras de la TD (Computación en la Nube, Big Data, IoT, IIoT, Movilidad, IA, etc.), lo que se conduce con ayuda de la guía de entrevista que limita asignar la máxima puntuación ante la inexistencia de las mismas, aun cuando se considere que las soluciones existentes cubran el proceso. Las Fuentes son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Catálogo de Servicios IT-OT (Sistema de Solicitudes TI o SSTI).</li> <li>• Cumplimiento de los cronogramas del Plan IT-OT (reportes técnicos).</li> <li>• Entrevista a jefes de procesos.</li> </ul>
<b>M4</b>	Utilización de las Soluciones IT-OT (USiot)	Se refiere al % de uso relativo al % de existencia de sistemas IT-OT, donde 100% es el % indicado en Existencia de sistemas IT-OT. Ejemplo: si en Existencia se indicó un 60% y se conoce que solo se usa el 50% de lo existente, entonces el Uso de los sistemas IT-OT sería 30%. Las Fuentes son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Catálogo de Servicios IT-OT (sistemas en producción) (SSTI).</li> <li>• Cumplimiento de los cronogramas del Plan IT - OT (reportes técnicos).</li> <li>• Plan de Validación de Sistemas (GLPI).</li> <li>• Entrevista a jefes de procesos.</li> </ul>
<b>M5</b>	Integración de las Soluciones IOT (ISiot)	Se refiere a la integración entre los diferentes sistemas IT-OT que se emplean en el proceso. Las Fuentes son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Portafolio de Servicios IT-OT.</li> <li>• Plan IT-OT.</li> <li>• Plan de Validaciones de sistemas IT-OT (GLPI).</li> <li>• Entrevista a jefes de procesos y líderes de IT y OT.</li> </ul>

**Tabla 2. Asignación de pesos a las métricas realizada por los expertos.**

Métricas	Expertos											Wm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<b>M1</b>	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2
<b>M2</b>	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
<b>M3</b>	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3
<b>M4</b>	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3
<b>M5</b>	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1

<sup>5</sup> GLPI: Sistema informático empleado por el Centro de Monitoreo y Servicios como *Helpdesk* y base de datos de incidentes, problemas, eventos y solicitudes.

Una vez determinados los valores de las métricas y los pesos se calcula el Índice de Transformación Digital del Proceso (ITDp) como la sumatoria de la multiplicación de los valores de cada métrica por su peso correspondiente:

$$ITDp = \sum_{i=1}^{Qmg} (M_i \times W_{mi})$$

En la tabla 3 se muestra un ejemplo del proceso P1 *Gestión por la Dirección*, donde se obtienen los valores para cada una de sus métricas. La primera columna relaciona las cinco métricas definidas, la segunda la evaluación de cada una y la tercera la ponderación de cada métrica determinada por criterio de expertos.

Tabla 3. Evaluación de las métricas para el proceso P1.

Indicadores del proceso	Medida (Mi)	Peso (Wmi)
M1 Conocimiento IOT	80.00%	0.2
M2 Marco Jurídico de Actuación	100.00%	0.1
M3 Existencia de sistemas IOT	55.00%	0.3
M4 Uso de los sistemas IOT	44.00%	0.3
M5 Integración de los sistemas	20.00%	0.1
	ITDp =>	57.70%

De acuerdo al “Mapa de procesos de la empresa” los procesos están clasificados por el impacto que tienen en los objetivos y organización de la empresa. De esta forma los procesos están clasificados y agrupados en grupos de procesos llamados Estratégicos, Claves y de Apoyo. A cada uno de los grupos de procesos se le determina el Índice de Transformación Digital del grupo de procesos (ITDgp) a partir de los ITDp de cada proceso de ese grupo.

Por criterio de expertos y de forma similar a lo realizado con las métricas del proceso, se determina el peso de cada proceso (Wp) dentro del grupo, el cual pondera los Índices de Transformación Digital calculados de cada proceso (ITDp), es decir se determina cuál es el impacto del ITDp de cada proceso en el ITDgp del grupo al que pertenece (ver tabla 4). La suma de los pesos Wp de los procesos de un grupo tienen que sumar 1. El cálculo del ITDgp se realiza mediante la sumatoria de la multiplicación de los ITD de cada proceso del grupo por el peso del proceso en el grupo (Wp) correspondiente:

$$ITDgp = \sum_{i=1}^{Qpg} (ITD_{pi} \times W_{pi})$$

Una vez calculados los Índice de transformación digital de cada uno de los grupos de procesos (ITDgp) se ponderan mediante pesos, determinado por criterio de expertos. Los pesos de los grupos

(Wgp) sumados tienen que ser 1 e indican el impacto del ITDgp de cada grupo en el ITD de la organización. Con los ITDgp y los Wgp correspondientes a cada uno se determina el Índice de transformación Digital (ITD) de la organización, el cual es calculado realizando la sumatoria de la multiplicación de los ITD de cada grupo de procesos por el peso del grupo de procesos (Wpg) correspondiente:

$ITD = \sum_{i=1}^{Qgp} (ITD_{gpi} \times W_{gpi})$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ITD: Índice de Transformación Digital</li> <li>• ITDgp: Índice de Transformación Digital para un grupo de procesos</li> <li>• ITDp: Índice de Transformación Digital para un proceso</li> <li>• Qgp: Cantidad de grupos de procesos</li> <li>• Qpg: Cantidad de procesos dentro de un grupo de procesos</li> <li>• Qmp: Cantidad de métricas del proceso para el ITDp</li> <li>• M: Métricas del proceso asociadas al ITDp</li> <li>• Wgp: Peso asignado a cada grupo de procesos con respecto al ITD</li> <li>• Wp: Peso asignado a cada proceso con respecto al ITDgp</li> <li>• Wm: Peso asignado a cada métrica de proceso con respecto al ITDp</li> </ul>
---	---

**Tabla 4. Asignación del peso de cada proceso (Wp) dentro del grupo y asignación del peso del grupo de procesos (Wgp).**

Nombre del proceso	Código	Wp	Wgp	
Gestión por la dirección	P1	0.40	0.15	Estratégicos
Evaluación del desempeño y mejora	P6	0.60		
Comercialización	P5.1	0.25	0.65	Claves
Recepción, almacenamiento y entrega de productos combustibles	P5.2	0.25		
Refinación	P5.3	0.40		
Servicios de ingeniería	P19	0.10		
Gestión de los recursos humanos	P2	0.06	0.20	Apoyo
Adquisiciones	P3	0.10		
Mantenimiento	P4	0.10		
Servicios técnicos	P7	0.07		
Instrumentación y metrología	P8	0.07		
Gestión de las tecnologías de la información y la operación	P9	0.10		
Ingeniería de procesos	P10	0.08		
Seguridad, salud y medio ambiente	P11	0.04		
Contabilidad y finanzas	P12	0.03		
Servicios	P13	0.03		
Gestión de las inversiones	P14	0.06		
Gestión de la información documentada y la comunicación	P15	0.02		
Seguridad y protección	P16	0.06		
Gestión energética	P17	0.03		
Gestión de la innovación	P18	0.05		
Financiación y tesorería	P20	0.06		

## DESARROLLO

Aplicando la metodología antes descrita, en el año 2012 se procedió a determinar el ITD de la organización en ese momento.

Tabla 5. Estado de la TD por grupos de proceso y total al cierre del año 2012

Estado	ITD por grupos	Impacto en la empresa (Wgp)
Estratégicos	8.78%	0.15
Claves	34.20%	0.65
Apoyo	15.63%	0.2
ITD	<b>26.67%</b>	

Como se observa en la tabla 5, los resultados fueron bastante bajos, lo que representaba un reflejo de la realidad de la empresa en ese instante. A pesar de que en ese momento existía una infraestructura de hardware de TI y TO consolidada con 5 años de desarrollo, en materia de TD existían muchas brechas que se identificaron en el proceso de evaluación y levantamiento de oportunidades de mejoras. Entre las principales dificultades identificadas estaban:

- La no existencia de una estrategia de TD bien formalizada que incluyera un Plan de TI y TO enfocado en los procesos empresariales.
- Cultura digital limitada en la organización y sus directivos (fundamentalmente usos de servicios básicos, uso excesivo de ofimática como solución, la no organización de los servicios, la no visualización de las TI y TO como necesarias para el cumplimiento de los objetivos, garantizar la continuidad del negocio e impulsar la mejora continua).
- Inadecuada relación entre la capacidad existente y la demanda del servicio (amplios recursos de infraestructura de hardware y baja utilización por la no existencia de servicios TI y TO adecuados).
- Baja integración entre sistemas existentes de la infraestructura de TO.
- Desaprovechamiento de la convergencia TI-TO que estaba ocurriendo, impactando negativamente en la integración entre ambas tecnologías y afectando el manejo rápido y seguro de los datos de procesos para el apoyo a la toma de la decisión.
- La actividad de Ciberseguridad enfocada fundamentalmente en acciones de chequeo de contenidos.

En la tabla 5 además se observa que existía muy bajo ITD en los procesos estratégicos y de apoyo, notándose un poco mejor el indicador en los procesos claves. Esto responde a que el avance en TO era mayor, contando con Sistema de Control Distribuido (DCS), SCADAs, moderna instrumentación, entre otros que impactaban directamente el proceso de refinación. No obstante, los bajos niveles de integración y otros subprocesos claves no automatizados impactaron negativamente el indicador.

A partir de los resultados del indicador y su análisis con todos los responsables de procesos se consolidó una lista de oportunidades de mejoras con sus prioridades y alcances por etapas.

Con la información obtenida se elaboró una estrategia de TD que incluyó un Plan de TI-TO para los próximos cinco años. Todo esto fue respaldado administrativamente asumiéndose la estrategia de TD como una actividad de impacto empresarial y no como algo independiente de la actividad de AIT.

Principales acciones de la estrategia:

- Reestructuración de la actividad de AIT en la empresa, implicando un estudio por parte de la Gerencia de Capital Humano que permitió una mejor organización en función de las buenas prácticas de ITIL y la TD.
- Aprobación de un Plan de TI-TO con alcances acordados con los responsables de procesos y prioridades otorgadas por la gerencia general en función del impacto en la organización y en el ITD.
- Rendición de cuentas sobre la Estrategia de TD quincenalmente en el Comité de Gerencia.
- Fomentar la capacitación en materia de cultura digital a diferentes niveles, vinculándola además al despliegue de nuevos servicios, así como la capacitación en tecnologías emergentes.
- Aprovechar la convergencia TI-TO e impulsar la integración TI-TO, así como entre sistemas TO.
- Impulsar la Ciberseguridad y la Ciberseguridad Industrial logrando mayor integración con las TI y las TO.
- Adopción de ITIL como guía de buenas prácticas para la organización y la gestión de las TI y TO.
- Mantener la infraestructura de procesamiento, almacenamiento y transporte de datos existente, planificando adecuadamente su escalabilidad mediante una adecuada gestión de la capacidad y gestión de la demanda del servicio.

Todas las acciones incluidas en la Estrategia de TD y las acciones específicas del Plan TI- TO se ejecutaron con un seguimiento quincenal que en poco tiempo comenzó a transformar los procesos empresariales y la empresa en general.

Al concluir el 2017, después de 5 años de implementada la estrategia, se logró ejecutar el 95% del Plan TI-TO, atendiendo fundamentalmente a razones externas que impidieron la realización de algunas acciones que fueron sustituidas por otras surgidas en el proceso. De igual forma se procedió a evaluar la estrategia y determinar el ITD alcanzado.

**Tabla 6. Estado de la TD por grupos de proceso y total al cierre del año 2017.**

Estado	ITD por grupos	Impacto en la empresa (Wgp)
Estratégicos	60.20%	0.15
Claves	64.23%	0.65
Apoyo	60.61%	0.2
ITD	<b>62.90%</b>	

Analizando la tabla 6 se puede observar un avance significativo en materia de TD, a partir del ITD obtenido (62.9%). Estos resultados igualmente se analizaron con cada uno de los responsables de

procesos y con la gerencia general. En el análisis se usaron como herramientas la Estrategia de TD, el cumplimiento del Plan TI-TO, el ITD alcanzado y los resultados de una encuesta automatizada.

La encuesta realizada se preparó usando como referencia encuestas en línea existentes para evaluar la TD o Madurez digital de una organización. Las preguntas fueron ponderadas según un criterio de expertos al igual que en el modelo del ITD y se organizaron en los siguientes cinco grupos de preguntas: (1) Cultura digital (cultura en materia de TI y TO), (2) Organización TI-TO, (3) Tecnología, (4) Continuidad del negocio y (5) Actualidad tecnológica.

Los resultados de la encuesta arrojaron un nivel similar al ITD, 63.53%, lo que representó una forma de validar los resultados, además, permitió tener una información más directa de la percepción del usuario básico, los especialistas y técnicos y los directivos a diferentes niveles, atendiendo a que la muestra alcanzó un total de 420 participantes lo que representaba el 35% del total de trabajadores.

#### Principales dificultades detectadas 2012 – 2017

- Necesidad de mejorar la participación y aporte de los responsables de procesos y usuarios finales en las ingenierías de software y proyectos técnicos, a fin de evitar cambios de alcances y reprocesos que impactan directamente en el cumplimiento en tiempo de los planes.
- Falta de empleo constante de una metodología de trabajo para el desarrollo de los proyectos de TI-TO.
- Las oportunidades de mejoras surgen fundamentalmente de los responsables de procesos, directivos y algunos especialistas, pero es necesario involucrar más al resto del personal en función de proponer ideas o complementar las mejoras identificadas.
- No existe un mecanismo adecuado de evaluación de la calidad del software.
- Baja exposición de los procesos del negocio a través de APIs<sup>6</sup>.
- No se realiza en todos los casos un Test de interfaz de usuario.

Si se compara la tabla 3 con la tabla 4 se puede observar un avance significativo en cada uno de los grupos de procesos, lo que expone los resultados positivos de la Estrategia de TD y el cumplimiento del Plan TI-TO. Los tres grupos de procesos alcanzaron un nivel similar, destacando los procesos claves que tienen un mayor impacto en el funcionamiento de la empresa.

#### Principales resultados que impactaron positivamente en el ITD:

- Estrategia de TD y un Plan de TI y TO enfocado en los procesos empresariales con un seguimiento semanal por la máxima dirección de la empresa.
- Se eleva considerablemente la cultura digital, existiendo una percepción adecuada del impacto de las TI y TO en los procesos.
- Consolidación de varios procesos de ITIL en la gestión de las TI-TO.
- Uso eficiente de los recursos hardware existente mediante el empleo intensivo de tecnologías de virtualización y contenerización.
- Integración de todos los sistemas TO al DCS existente.
- Gran integración entre sistemas TI-TO.

<sup>6</sup> API: Interfaz de Programación de Aplicaciones, conjunto de subrutinas, funciones y procedimientos para que otros softwares puedan consumir el servicio.

- Aprovechamiento de la convergencia TI-TO tanto en los ambientes de procesos como en la obtención de datos e información para los sistemas de apoyo a la toma de decisión.
- Consolidación de la Ciberseguridad y la Ciberseguridad Industrial, adoptando buenas prácticas y uso de normas como referencia tanto en ambientes de TI con la ISO 27000 como en ambientes TO con la IEC 62443. Funcionamiento mensual de un comité de Ciberseguridad.
- Se inicia la incursión en el empleo de tecnologías antes no usadas en la empresa (Big Data, Computación en la Nube, IoT, IIoT).
- Mayor uso de las Redes Sociales y mayor presencia de la empresa en las mismas.
- Mayor movilidad (aumento de la cobertura WiFi en la empresa, aumento de los usuarios con datos móviles empresariales, desarrollo de aplicaciones APK, despliegue de tienda APK propia, orientación de los servicios a los usuarios móviles)
- Despliegue y consolidación del servicio de Firma Digital a nivel de documentos y a nivel de servicios, permitiendo la informatización de procesos más complejos y con mayores requerimientos de seguridad.
- Consolidación del Centro de Monitoreo y Servicios, abarcando toda la actividad de TI y TO.

Al igual que lo realizado en el 2012 se analizaron los resultados del indicador con todos los responsables de procesos, identificando nuevas oportunidades de mejoras con sus prioridades y alcances por etapas. De igual forma se revisó nuevamente el modelo ITD y se realizaron los ajustes correspondientes en función de los cambios en el Mapa de Procesos de la empresa y la Planeación Estratégica para el período 2018 – 2022. Además, se actualizó la Estrategia de TD para el nuevo período.

Principales acciones de la Estrategia de TD aprobadas:

- Su análisis formó parte de la Planeación estratégica de la Empresa.
- Se definió el ITD como un Objetivo estratégico de la Empresa.
- Se definieron 6 líneas principales de trabajo: (1) Cultura digital, (2) Ciberseguridad, (3) Tecnologías habilitadoras de la TD, (4) Comunicación, (5) Calidad de la gestión TI-TO, (6) Talento digital y formación.
- Se definió un Plan TI-TO para el próximo período en función de las oportunidades de mejoras identificadas y las prioridades de la empresa.
- Se proyectaron metas por año del ITD hasta el 2022.
- Se definieron los presupuestos de compras e inversiones.
- Se concibió la alianza con las universidades bajo el concepto de ciencia como servicio.
- Se concibió una mayor integración en I+D+i con otras áreas de la empresa y las universidades.

Metas definidas para el ITD hasta el 2022: 2018: 68%, 2019: 74%, 2020: 81%, 2021: 83%, 2022: 86%.

Al concluir el 2018, teniendo en cuenta que se definieron metas por año hasta el 2022 se procedió a calcular el ITD. Se logra alcanzar un ITD de 67.92% muy cercano al 68.00% planificado.

Como se observa en la tabla 7 el crecimiento en los procesos estratégicos y de apoyo fue mayor al ocurrido en los procesos claves. Esto responde a la dependencia de los procesos claves de las TO que requieren proyectos de mayor impacto y presupuesto, con resultados a más largo plazo que los otros procesos. En cambio, los procesos estratégicos y de apoyo son procesos más dependientes de TI su TD depende más del software, además los resultados de la

estrategia de TD implementada desde el 2013 impactan positivamente, puesto que la organización de AIT, el empleo de una metodología ágil para los proyectos de software, el aprovechamiento de los recursos de software creados, la reutilización de códigos y la optimización de los procesos en la actividad de TI hacen que sus resultados se alcancen con mayor rapidez. Lo anterior se observa con mayor grado de detalle en el grafo de radar de la figura 1, donde se puede comparar cómo han avanzado de forma individual cada uno de los procesos en su TD.

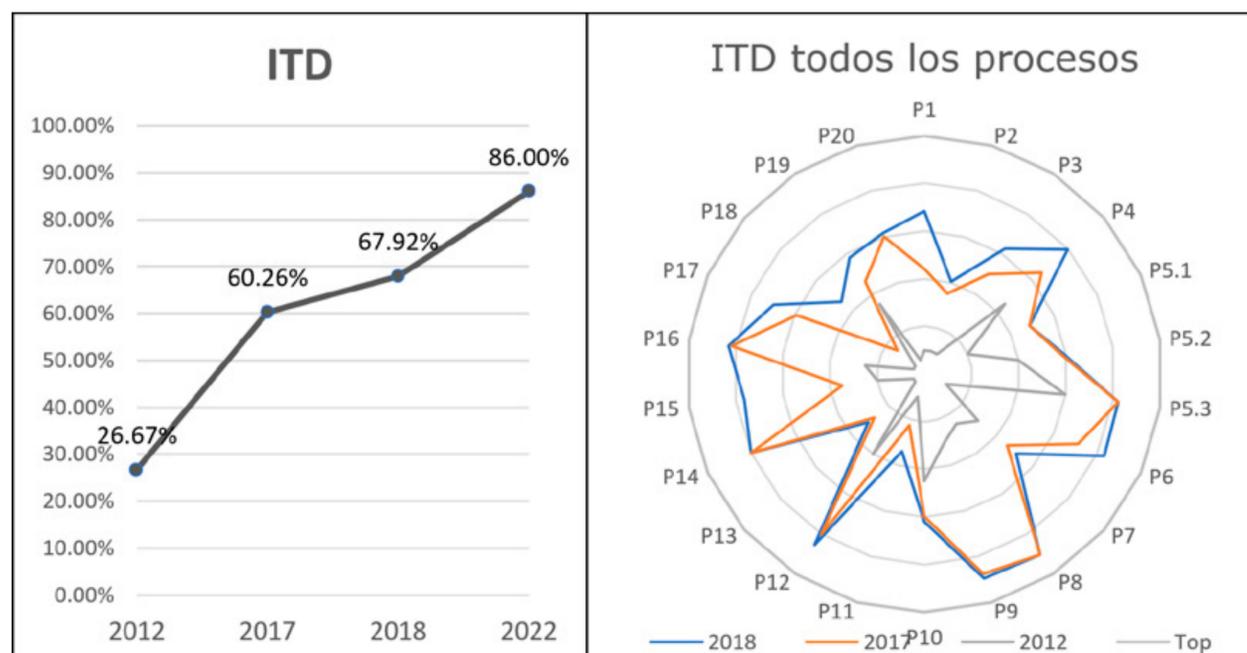
Tabla 7. Estado de la TD por grupos de proceso y total al cierre del año 2018.

Estado	ITD por grupos	Impacto en la empresa (Wgp)
Estratégicos	77.20%	0.15
Claves	65.73%	0.65
Apoyo	68.06%	0.2
ITD	<b>67.92%</b>	

De forma general al concluir el 2018 los principales logros en materia de TD están asociados a los siguientes aspectos:

- Mayor cultura digital, evidenciada en una mayor demanda por parte de directivos y usuarios en lo referido al empleo de TI y TO en sus procesos, proponiendo ideas novedosas no identificadas por los responsables de procesos o las áreas de AIT.
- Consolidación del empleo de Firma digital en varios procesos de la empresa.
- Alcance de la TD a todos los procesos empresariales.
- Mayor integración TI-TO.
- Mayor movilidad (mayor cantidad de usuarios móviles y mayor cantidad de servicios para usuarios móviles).
- Se comienzan a incorporar tecnologías como *Big data*, Computación en la Nube e IoT.
- Consolidación de la Ciberseguridad.
- Mayores resultados en la relación universidad-empresa, consolidando el concepto de ciencia como servicio.

Figura 1. ITD alcanzado en 2012, 2017, 2018 y proyección hasta 2022.



## CONCLUSIONES

La Transformación digital (TD) no es algo que ocurrió o que está por ocurrir, es algo que está ocurriendo e impactando la sociedad y la industria. La TD requiere que las organizaciones revisen y modifiquen sus modelos de negocio, sus procesos y su estrategia. Esta implica sobre todo un cambio cultural que impacta tanto a directivos como a trabajadores en general. Impulsar la TD en una organización requiere de una Estrategia de TD liderada por la alta gerencia, pero sobre todo requiere un seguimiento constante y una evaluación certera del estado de la TD. Contar con un modelo que permita medir el ITD en función de los procesos empresariales, e identificar dónde se deben enfocar los mayores esfuerzos y recursos de cara a lograr un mayor impacto, resulta una gran fortaleza. Esta afirmación se evidencia en los resultados alcanzados en Refinería Cienfuegos S.A. y sus proyecciones futuras, apreciándose sobre todo el aumento de la cultura digital y la apropiación por parte de directivos y trabajadores en general, de las TI y TO como parte indispensable de todos los procesos, llegando a definirse el ITD como un objetivo estratégico de la empresa. Como resultado de la implementación de la estrategia de TD la empresa logró aumentar su ITD global dando un salto cualitativo y cuantitativo en todos sus procesos. Está identificado el ITD de cada proceso y están previstas las acciones en los planes TI-TO para lograr las metas propuestas. Se destaca como aspecto importante del modelo su enfoque a los procesos empresariales y su ponderación en función de los resultados de la empresa, así como la integración en la determinación del ITD de tecnologías de la información y tecnologías de la operación.

## REFERENCIAS

- Ahmad, I., Bumin, H., Andreas B, Thomas B, (2018). *Industrie 4.0 roadmap: Framework for digital transformation based on the concepts of capability maturity and alignment* [Artículo]. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com>.
- Castaño, M. (2016). *Nivel de Madurez de Transformación Digital en las Empresas*, CINTEL [Presentación]. Recuperado de: <https://bit.ly/2WefFy9>.
- CINTEL (2018). *Informe Nivel de Transformación Digital en las Empresas en Colombia*. [Presentación]. Recuperado de: [https://cintel.co/wp-content/uploads/2018/12/CINTEL-Informe\\_ITD\\_Vfinal.pdf](https://cintel.co/wp-content/uploads/2018/12/CINTEL-Informe_ITD_Vfinal.pdf).
- Escalona-Guerra, C. I. (2016). *Midiendo el grado de informatización de una organización. Propuesta para la empresa cubana* [Artículo]. *Informática 2016, IV Taller Internacional Las TIC en la Gestión de las Organizaciones*. Recuperado de: <http://www.informaticahabana.cu>.
- Erol S, Schumacher A, Sihn, W. (2015) *Strategic guidance towards Industry 4.0 – a three-stage process model* [Artículo]. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/286937652>.

- Fernández José María, Sanz Humberto (2017) Transformacion Digital KPI relevantes [Trabajo de diploma]. Recuperado de: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/65367/6/jfernandezfernandez3TFG0617memoria.pdf>.
- Henriette, E., Feki, M., y Boughzala, I. (2015). The shape of digital transformation: a systematic literature review. En Ideas para la Transformacion-Digital [ebook]. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/LlusSerra1/15-ideas-para-la-transformacin-digital-de-tu-negocio> (p431). Recuperado de: <https://bit.ly/2sNGWKe>.
- InciPy, Inesdi, (2017). Índice de madurez digital de las empresas [Presentación]. Recuperado de: [https://incipy.com/ebooks/Estudio\\_Indice\\_Madurez\\_Digital.pdf](https://incipy.com/ebooks/Estudio_Indice_Madurez_Digital.pdf).
- Issa A., Hatiboglu B., Bildstein A., Bauernhansl T. (2018). Industrie 4.0 roadmap: Framework for digital transformation based on the concepts of capability maturity and alignment. *Procedia CIRP*, 72 pp. 973-978.
- Mergel, I.; Edelman, N.; Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews [Artículo]. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com>.
- Paradigma Digital, (2017). DTMA (Digital Transformation Maturity Assessment). Recuperado de: <https://dtma.paradigmadigital.com>.
- PMG Business Improvement, (2018). Índice de Transformación Digital de empresas 2018 [Presentación]. Recuperado de: <https://bit.ly/2G29Zlg>.
- Schumacher, A., Nemeth, T., & Sihn, W. (2019). Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises. *Procedia Cirp*, 79, 409-414.
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia Cirp*, 52(1), 161-166.

Copyright © 2020 Gómez-Domínguez, A., Merino-Escoto, M. I.



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional.