

Analítica Avanzada para la Industria 4.0

El dato como palanca de mejora en el
ámbito de la fabricación



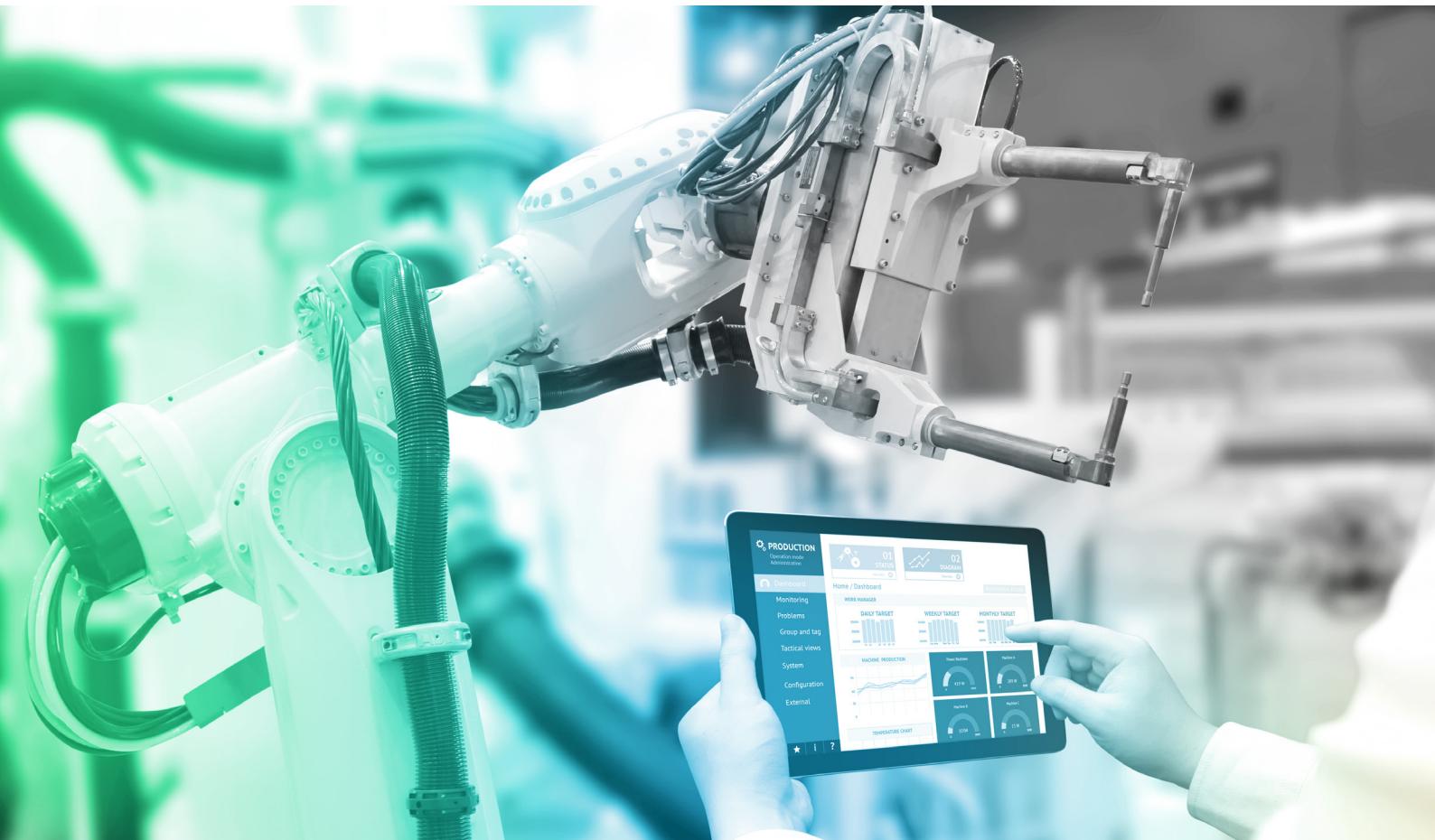
Resumen Ejecutivo

Una de las expresiones más comunes que surge actualmente en nuestras conversaciones es: **“¿Cómo podíamos vivir sin esto?”**. En muchos casos, ese “esto”, es un sofisticado aparato que nos hace la vida mucho más fácil.

Recientemente, el mundo de la industria ha iniciado un camino que nos llevará irremediablemente a hacernos una pregunta similar dentro de unas décadas: **“¿Cómo era posible fabricar y competir en el mercado industrial sin “analytics”?** Y es que la analítica avanzada cada vez tiene más presencia en el ámbito industrial y se postula como **una de las herramientas más potentes para las empresas**. Una herramienta que, dentro de poco, formará parte del kit básico que toda compañía industrial necesitará para ser diferencial.

Desde Minsait ya hemos comenzado a construir camino hacia un portfolio de soluciones pioneras de analítica avanzada enfocadas hacia el mundo de la industria. Un **ejemplo** de este abanico de soluciones es nuestro producto Secuenciador 360°

El tratamiento avanzado de la información se ha convertido en una característica intrínseca a las compañías industriales disruptivas



Introducción

Dentro de la multitud de aplicaciones englobadas debajo del paraguas de Industria 4.0 (robótica, impresión 3D, automatización, sincronización de cadenas de suministro en tiempo real, etc.) la Analítica Avanzada es una de las aplicaciones que más recorrido, aplicación e impacto tiene.

Hace pocos años era impensable concebir a la algoritmia compleja y a la analítica en general como pilar fundamental de las empresas de transformación digital. Sin embargo, hoy, gracias al aumento de disponibilidad de datos a lo largo de toda la cadena de valor de la industria, el incremento de las capacidades de almacenamiento y las nuevas posibilidades de análisis y el procesado de datos mediante algoritmos más potentes y complejos; surgen múltiples oportunidades de aplicaciones con gran impacto en diferentes sectores como, por ejemplo, en el área de fabricación/manufactura. Esta área, únicamente ha conseguido capturar entre el **20 y el 30% del potencial** estimado para la misma en 2011¹, lo que significa que aún existen grandes oportunidades para el despliegue de analítica en la industria. En Minsait se añan capacidades tanto en el ámbito de la fabricación como en el de la analítica para ofrecer soluciones diferenciales en el mundo de la manufactura.

Generalmente las aplicaciones de “analytics” se suelen dividir en tres campos: analítica **descriptiva**, analítica **predictiva** y analítica **prescriptiva**. En **Smart Industry** en Minsait, además se incluye la **optimización** como campo adicional por su propia

entidad dentro de la industria. Estas aplicaciones cristalizan en diferentes casos de uso según el paso de la cadena de valor industrial (p.ej.: optimización de diseño de productos, optimización de la planificación, mantenimiento predictivo, etc.).

Cada uno de los sectores industriales tienen una preferencia determinada por los distintos casos de uso de analítica. En este artículo se priorizan los sectores con mayor potencial en aplicaciones de analítica avanzada: industria química, industria farmacéutica y biotecnológica, industria automoción, industria alimentación y bebidas, industria metalúrgica, industria aeronáutica, industria paquetera e industria médica.

Actualmente, en **Minsait Soluciones Digitales**, se están desarrollando aplicaciones de analítica avanzada en **ámbitos clave** para las industrias que más se pueden beneficiar (p.ej. optimización de planificación, identificación de anomalías utilizando algoritmos de autoaprendizaje, calidad predictiva, identificación de defectos y mantenimiento predictivo-prescriptivo).

La **necesidad** de analítica avanzada en la industria es evidente. Actualmente en España hay diversidad de empresas de nicho, pero ninguna que pueda abarcar tantos ámbitos y con tanta profundidad como puede hacerlo Minsait. Las **oportunidades** dentro del ámbito de la analítica industrial para Minsait, que cuenta con el respaldo de un gigante tecnológico como Indra, son numerosas e interesantes.

¹ McKinsey Global Institute. **The age of analytics: competing in a data-driven world**, [online], December 2016.

01 Aplicaciones de analítica avanzada

La analítica avanzada es un recurso muy en boga en el ámbito industrial a día de hoy. Su evolución y conquista de los mercados es imparable, al igual que su incremento de presencia como herramienta fundamental en la industria.

La analítica avanzada es un recurso muy en boga en el ámbito industrial a día de hoy. Su evolución y conquista de los mercados es imparable, al igual que su incremento de presencia como **herramienta fundamental** en la industria. Las distintas aplicaciones fundamentadas sobre la analítica avanzada se pueden agrupar en tres principales focos:

1.1 Analítica descriptiva

Su función consiste en **describir, diagnosticar y descubrir** qué tendencias y patrones están ocurriendo en un proceso determinado a partir del estudio de datos históricos o en tiempo real. Las aplicaciones más importantes de la analítica descriptiva son:

- Visualización en tiempo real de datos.
- Visualización avanzada de información (p.ej. Creación de tablas comparativas con flexibilidad de variables y generación de reportes Ad hoc).
- Estadística descriptiva de procesos y detección por medio de PCA (p.ej. detección de anomalías en la producción).

1. 2 Analítica predictiva

Está basada en métodos matemáticos más avanzados que incluyen análisis estadísticos, minería de datos, modelados predictivos, aprendizaje de una máquina, entre otros. Su función consiste en **pronosticar eventos** que ocurrirán en el futuro gracias al desarrollo de un modelo de predicción. Las aplicaciones más importantes de la analítica predictiva son:

- Predicción de fallos y alarmas.
- Estimación de demanda.
- Predicción de resultados de procesos según los valores de las variables (p.ej. modelo de detección de anomalías en la calidad de un producto).

1. 3 Analítica prescriptiva

Su función consiste en **definir qué acciones** tomar para obtener los mejores resultados en un proceso. Se apoya en modelos predictivos, simulación de escenarios, reglas localizadas y técnicas de optimización para poder transformar datos en recomendación de acciones para llegar a un resultado deseado. Este nivel de analítica es el más completo y robusto. Se sirve de técnicas como procesamiento de eventos complejos, redes neuronales, aprendizaje heurístico, "machine learning", entre otras.

Esta área, además, tiene un potencial de crecimiento enorme (21% incremento del CAGR entre 2016-2021).² Las aplicaciones más importantes de la analítica prescriptiva son:

- Creación de escenarios para la recomendación de acciones.
- Identificación de mejores resultados de manera autónoma.
- Actualización proactiva de las recomendaciones de acciones debido a variación de sucesos.

² Gartner. **Market Opportunity Map: Analytics and Business Intelligence, Worldwide**, June 2017

1.4 Optimización

La optimización es una categoría adicional dentro de la oferta de analítica industrial de Minsait debido a su relevancia en manufactura (junto con las otras tres áreas de aplicación de analítica avanzada típicas).

Consiste en buscar, analizar, y **definir la configuración** en la que productos, máquinas, procesos y sistemas tienen el **mejor rendimiento**. Las aplicaciones más importantes de la optimización son:

- Simulación de procesos y escenarios.
- Análisis de evolución y búsqueda de máximos y mínimos de valores clave.

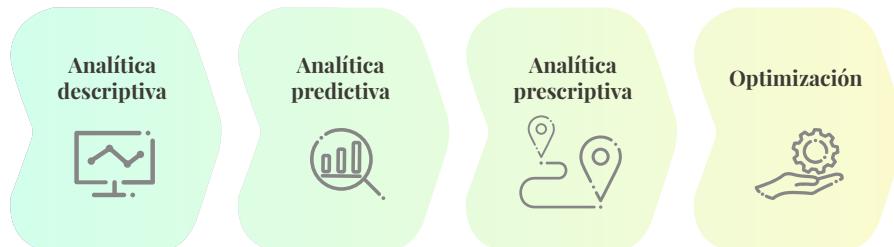


Ilustración 1. Estadios de las aplicaciones de analítica avanzada

Debido a la amplitud y a la complejidad del mundo de la industria, existe una batería muy diversa de aplicaciones de analítica. Es importante proyectar todas estas aplicaciones dentro de un marco a lo largo de la cadena de valor industrial para poder visualizarlas adecuadamente.

La siguiente tabla³ muestra el **mapeo** de ejemplos de **soluciones** de analítica avanzada de gran impacto en cada una de las verticales de la cadena de valor industrial (excluyendo procesos de supply chain como cadena de suministro y optimización de rutas):

	Diseño	Ingeniería de proceso/producción	Producción	Calidad	Mantenimiento
Descripción	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de garantías y datos de usuario para mejora del diseño	<ul style="list-style-type: none">• Analítica de líneas existentes para diseño de líneas nuevas	<ul style="list-style-type: none">• Analítica básica para mejora de la producción• Statistical Process Control (SPC)	<ul style="list-style-type: none">• Analítica para investigación de causas raíces• Identificación de anomalías	<ul style="list-style-type: none">• Analítica para fiabilidad• Identificación de anomalías
Predicción, prescripción	<ul style="list-style-type: none">• No aplica	<ul style="list-style-type: none">• No aplica	<ul style="list-style-type: none">• Prescripción de acciones ante problemas de producción	<ul style="list-style-type: none">• Calidad predictiva• Prescripción de soluciones a problemas de calidad	<ul style="list-style-type: none">• Mantenimiento predictivo• Prescripción de intervenciones
Optimización	<ul style="list-style-type: none">• Optimización del diseño mediante la unión de CAE y nuevos algoritmos• Computer Aided Engineering (CAE)	<ul style="list-style-type: none">• Optimización de procesos (set point)• Optimización durante el diseño de líneas• Simulación de procesos (capacidad, negocio)• Computer Aided Engineering (CAE)	<ul style="list-style-type: none">• Optimización de la planificación	<ul style="list-style-type: none">• Optimización de procesos (set point)• Optimización durante el diseño de líneas• Simulación de procesos (características físicas)- CAE	

Ilustración 2. Mapeo de soluciones de analítica por verticales de la cadena de valor industrial

³ No exhaustiva.

Además de estar sujetas a las verticales donde se implanten, las aplicaciones de analítica avanzada en el ámbito industrial también dependen de la **madurez de la organización** y de la **cantidad de datos disponibles** para el análisis en cada caso. La siguiente tabla recoge la relación de estas variables (madurez y datos) con el grado de penetración y el impacto que pueden alcanzar las soluciones de analítica avanzada en la industria:

Niveles de madurez de las soluciones de analítica

	Básico	Medio	Avanzado
Características de la empresa			
Datos disponibles	<ul style="list-style-type: none"> Pocos, recogida semi-automática 	<ul style="list-style-type: none"> Pocos, recogida semi-automática 	<ul style="list-style-type: none"> Muchos, mapeados y con históricos y completos
Madurez digital de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> Poca experiencia en uso de datos (manejo de KPIs de manera puntual cálculos sencillos) 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización habitual de KPIs Uso de algunas herramientas de analytics 	<ul style="list-style-type: none"> Uso masivo de KPIs para medir el efecto de las acciones Utilización de algunas herramientas digitales avanzadas
Aplicaciones de analytics posibles			
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> Visualización de KPIs Paquetes de estadística básica para: <ul style="list-style-type: none"> Mejoras de calidad/mejora continua/producción Ánalisis de malos actores (fiabilidad) Ánalisis de garantías 	<ul style="list-style-type: none"> Paquetes de estadística avanzada Statistical Process Control (SPC) 	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de anomalías (mantenimiento / calidad) SPC avanzado (Principal Component Analysis)
Predicción, prescripción	<ul style="list-style-type: none"> No aplica 	<ul style="list-style-type: none"> No aplica 	<ul style="list-style-type: none"> Calidad y mantenimiento predictivo Prescripción de intervenciones: <ul style="list-style-type: none"> Órdenes de mantenimiento Cambios de set-point para mejorar calidad Resolución de problemas de producción
Optimización	<ul style="list-style-type: none"> Optimización del diseño mediante la unión de CAE y nuevos algoritmos Computer Aided Engineering (CAE) 	<ul style="list-style-type: none"> Computer Aided Engineering (CAE) básico (CAD, FEM) Simulación de procesos productivos (Montecarlo,...) Reglas para procesos 	<ul style="list-style-type: none"> Algoritmos avanzados para procesos (heurísticos, constraint programming, etc.) CAE + optimización Simulaciones avanzadas (proceso + entorno)

Ilustración 3. Ejemplos de soluciones de analítica industrial en función de la complejidad

La ausencia de aplicaciones de nivel básico y medio para las capacidades de analítica predictiva y prescriptiva se debe a la naturaleza intrínseca a estas aplicaciones de analítica. La

complejidad de la algoritmia y los sistemas IT que conforman este tipo de soluciones exigen un grado de desarrollo avanzado para cualquier tipo de iniciativa.

02 Análisis del potencial de la analítica avanzada en la industria

La industria es uno de los sectores que más está viendo crecer las aplicaciones de analítica avanzada debido a la versatilidad que ofrecen y el gran abanico de oportunidades y sectores industriales en los que encajan.

Otra palanca importante a favor de la implantación de la analítica en la industria ha sido la llegada de la **alta capacidad de computación** como activo al alcance de todos. Esta capacidad permite desentrañar conocimiento de ingestas masivas de datos de sensórica y de nuevas fuentes de datos no estructurados (imágenes, texto, vídeo, etc.). Todas estas nuevas funcionalidades tienen un encaje perfecto en un sector con unas necesidades tan variadas como lo es la industria.

Los distintos tipos de industria tienen una aptitud diferente por las diferentes soluciones debido a su idiosincrasia. El atractivo de las diversas aplicaciones depende, en gran medida, de la **disponibilidad de datos** en el entorno industrial y de los **factores críticos de negocio** presentes en cada uno de los sectores.

1. Conseguir un “data lake” suficientemente extenso es de vital importancia para garantizar la potencia y el impacto de la solución de analítica. Por medio de la sensorización de activos es posible ampliar (o crear) el histórico de datos que requieren soluciones de tipo predictivo/prescriptivo o de visualización.
2. De igual manera, es importante conocer la criticidad de los distintos ámbitos que afectan a cada sector (p.ej.: el ámbito de control de calidad no será igual de relevante para una empresa farmacéutica que para una empresa de materia prima como una maderera o minera).

Realizar un análisis de los sectores más importantes dentro del ámbito industrial y su potencial adopción de soluciones de analítica avanzada es vital para poder definir una **estrategia de oferta** en soluciones. El siguiente gráfico muestra la disponibilidad de datos y las distintas áreas críticas en algunos de estos sectores industriales:

Análisis sectorial de capacidades en analítica industrial

	Disponibilidad de datos				Factores críticos de negocios	Aplicaciones con más atractivo
	Ingeniería	Producción	Assets	Calidad/ Garantías		
Automoción (OEM)	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕	⊕⊕⊕	<ul style="list-style-type: none"> Gestión del coste (60-80% proveedores) Diseño de producto 	<ul style="list-style-type: none"> Optimización diseño y líneas producción Ánalisis de garantías / datos usuario
Automoción (proveedores)	⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕	⊕	<ul style="list-style-type: none"> Gestión del coste Optimización de recursos y procesos 	<ul style="list-style-type: none"> Visualización y control de la producción Planificadores avanzados Optimización de procesos
Aeronáutica (defensa)	⊕⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕⊕	<ul style="list-style-type: none"> Diseño de producto Control de producción / calidad / garantías 	<ul style="list-style-type: none"> Optimización de diseño Simulación de procesos (casos físicos)
Dispositivos médicos	⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕⊕	<ul style="list-style-type: none"> Diseño de producto Control de producción / calidad / garantías 	<ul style="list-style-type: none"> Optimización diseño
Químicas	⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕	<ul style="list-style-type: none"> Costes de producción Calidad 	<ul style="list-style-type: none"> Mto. y calidad predictiva Identificación de anomalías Optimización de procesos
Consumer packadge goods	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	<ul style="list-style-type: none"> Costes de producción 	<ul style="list-style-type: none"> Planificadores avanzados Visualización y control de la producción
Alimentación y bebidas	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	<ul style="list-style-type: none"> Costes de producción Calidad y seguridad alimentaria 	<ul style="list-style-type: none"> Visualización y control de producción Planificación avanzada Mto. y calidad predictiva
Farmacéuticas / biotecnología	⊕⊕⊕	⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	<ul style="list-style-type: none"> Calidad y seguridad producto Maximizar capacidad 	<ul style="list-style-type: none"> Calidad predictiva Optimización de procesos
Metalúrgicas	⊕	⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	<ul style="list-style-type: none"> Costes de producción 	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento y calidad predictiva Visualización y control de producción

Ilustración 4. Análisis sectorial de capacidades en analítica industrial

Con un análisis del potencial de mercado de los diferentes sectores, es posible determinar que las soluciones con **mayor proyección** dentro de cada sector de la industria son las que siguen:

- Industria química (y energía):** mantenimiento y calidad predictiva, identificación de anomalías, optimización de procesos.
- Farmacéuticas / biotecnología:** calidad predictiva, optimización de procesos.
- Automoción (proveedores):** visualización y control de producción, planificadores avanzados, optimización de procesos.
- Alimentación y bebidas:** visualización y control de producción, mantenimiento y calidad predictiva.

- Metalúrgicas:** visualización y control de producción, mantenimiento y calidad predictiva.

Algunos sectores son más propensos a adaptar estas soluciones a gran escala que otros. Los principales candidatos a desarrollar una mayor velocidad de implantación durante los próximos años son los sectores de la industria de automoción, industria química e industria farmacéutica y biotecnológica. Esto se debe, principalmente, a la presencia de **áreas críticas de su negocio que pueden ser cubiertas con soluciones de analítica.**

03 Capacidades de Minsait

Minsait tiene una oportunidad excepcional gracias a su amplia cobertura en capacidades de análisis de datos, algoritmia, consultoría tecnológica y estratégica por medio de equipos punteros multidisciplinares.

Además, Minsait cuenta con **características** concretas que le convierten en un candidato interesante de cara a ser el proveedor preferente de soluciones de analítica para la industria:

- Disponibilidad de una **plataforma IoT propia** (Sofia2) sobre la que implementar las soluciones conectando el mundo físico y el mundo digital.
- Capacidad para desarrollar estrategias de datos especializadas para cada tipo de negocio y sector.
- Enfoque experto en **ciberseguridad** para el tratamiento de datos in-Cloud.
- **Productos 4.0 diferenciales** con aplicaciones concretas (mantenimiento y calidad predictivas, programador de producción 360º) capaces de escalar fácilmente a distintos sectores industriales en poco tiempo.
- Política de **ecosistema abierto** que fomenta la colaboración con los mejores expertos externos en cada materia (optimización, redes neuronales, etc.) que permite aumentar la velocidad y mayor calidad de las soluciones a la par que aumenta el conocimiento y capacidades internas.



3.1 Secuenciador 360º

Gran parte de las capacidades con las que cuenta minsait, se han puesto en práctica a la hora de desarrollar junto con un cliente flagship el producto **Secuenciador 360º**. Durante el desarrollo se ha seguido un camino que ha comenzado con la búsqueda de un área con gran potencial de impacto para el negocio, que se consigue capturar con una solución analítica avanzada: En un diagnóstico preliminar en la planta de producción del cliente se detecta un área con una programación complicada, manual e ineficiente, generando stocks, consumos de energía no óptimos y potenciales ahorros en otras áreas. Después de realizar un estudio de posibles soluciones, se propone realizar la programación del área de manera automática, empleando algoritmos avanzados que tengan un doble objetivo: **cumplir con las entregas y optimizar los costes**. La propuesta se encuentra entre las iniciativas prioritarias y se planifica el desarrollo de la misma.

Se plantea una aproximación en fases:

1. Entendimiento del problema con el cliente.
2. Piloto de algoritmo para realizar prueba de valor utilizando algoritmos exactos de programación mixta lineal y entera, en colaboración con los especialistas del Mercado de Energía y herramientas licenciadas Cplex.
3. Desarrollo interno de algoritmo utilizando solvers open source.
4. Pruebas e integración en Planificador 360º sobre plataforma Sofia2.

Durante el desarrollo interno del algoritmo (usando solvers open source) se detectó que el problema era demasiado denso como para resolverlo por medio de programación lineal entera (usada en la solución piloto). Dada la complejidad del problema, se obtenía un rendimiento en tiempo de solución inadecuado. Reaccionando ante este imprevisto se decide tomar un **camino doble** poniendo en práctica dos de las mejores capacidades de Minsait:

- Desarrollar internamente un algoritmo más sencillo por reglas de secuenciación que cumpla con las entregas y optimice de manera simple consumo y utilización de máquinas.
- Lanzar el desarrollo de un algoritmo meta-heurístico que pueda, sobre un solver open source, realizar una optimización más compleja y completa (entregas máximas, optimización de costes de: energía, utilización, mano de obra, stocks...) con un tiempo de procesamiento razonable.

Así, en estos momentos, el Secuenciador 360º está integrado sobre Sofia2 y será una solución que podrá utilizar diferentes tipos de algoritmos para realizar planificaciones, a la par que incrementar el **conocimiento interno** en algoritmos de planificación.



Bibliografía

General

Gartner. Market Opportunity Map: Analytics and Business Intelligence, Worldwide, June 2017.

McKinsey Global Institute. The age of analytics: competing in a data-driven world, [online], December 2016.

<<https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Analytics/Our%20Insights/The%20age%20of%20analytics%20Competing%20in%20a%20data%20driven%20world/MGI-The-Age-of-Analytics-Full-report.ashx>> [Consulted: 20/2/2018].

IBM Software. Descriptive, predictive, prescriptive: Transforming asset and facilities management with analytics [online], October 2013.

<<https://static.ibmserviceengage.com/TIW14162USEN.PDF>> [Consulted: 20/2/2018].

Autores

Jorge Torres Ciruelo

Senior Manager de Smart Industry en Empower

Javier Hervás Siernes

Analista de Smart Industry en Empower

Colaboradores equipo de datos y algoritmos

José Antonio Rubio Blanco

Director Técnico de Datos y Algoritmos

Adrián Sánchez Morales

Consultor de Datos y Algoritmos

Minsait es la unidad de negocio de Indra que da respuesta a los retos que la transformación digital plantea a empresas e instituciones.

Indra es una de las principales empresas globales de consultoría y tecnología y el socio tecnológico para los negocios clave de sus clientes en todo el mundo.

minsait
by **Indra**

impact to go

minsait.com