

ISSUE
2021
2022

ROADMAG

EXCELENCIA OPERACIONAL CON IA

Logística de
concreto,
cemento,
áridos y
asfalto

#CHALLENGE
YOUR **PAYLOAD**
TIME FOR
SMARTER MOVES



INFORM



Fig. 1: La huella de carbono de la logística de cemento

REDUCCIÓN DE CO₂ EN LA LOGÍSTICA DE CEMENTO

¿Cuál es la actividad que emite la mayor cantidad de CO₂: fabricar una tonelada de cemento CEM II o enviar a un cliente dos cargas completas de CEM II? No es de sorprender que por cada tonelada de CEM II se emiten entre 550 y 650 kg de CO₂. Sin embargo, si haces un recorrido con 28 toneladas de carga útil con dos viajes ida y vuelta de, por ejemplo, 300 km cada uno, el tubo de escape del camión emitirá la misma cantidad de CO₂ al final del día: 564 kg.

Pozo a las ruedas

Calcular la huella de CO₂ de una carga a camión completo es relativamente fácil: todo lo que hay que hacer es multiplicar el consumo de diésel (por 100 km) por la distancia recorrida (en km) y por el factor de emisión de CO₂ específico del diésel. Divida el resultado en 100 y así obtendrá las emisiones de CO₂ de su viaje en kilogramos. El factor de emisión específico de un combustible es práctica-

mente un valor constante y el diésel es de 2.629 kg de CO₂, si es que considera únicamente la combustión real del diésel en el tanque (tanque a las ruedas). Si también se incluyen las emisiones de CO₂ generadas durante el proceso de producción del combustible, el valor sería de 3.138 kg de CO₂. En el ejemplo anterior, asumimos 35 litros/100 km para el recorrido con carga hacia el cliente de 150 km y 25 litros/100 km para el recorrido de regreso sin carga: por lo tanto, 564 kg de CO₂ por dos viajes ida y vuelta.

En el camino hacia las cero emisiones netas de carbono, ambas industrias, fabricantes de cemento y fabricantes de camiones, todavía tienen que recorrer un largo camino y desarrollar nuevas tecnologías. Además, va a ser muy emocionante ver lo que se puede lograr en la década que viene. La posible reducción de CO₂ en las emisiones de transporte, ya sea entrante o saliente, es considerablemente menor en com-

La reducción de CO₂ en la industria de cemento se enfoca principalmente en torno a los procesos de producción. Sin embargo, la logística y el transporte también son fuentes influyentes del efecto invernadero y contaminantes del aire. En el camino hacia las cero emisiones netas de carbono, las reducciones de CO₂ en la logística son una opción de fácil acceso que permite a los fabricantes de cemento mejorar su huella de carbono.

paración con las posibles tecnologías innovadoras en procesos de producción, como en la captación y el almacenamiento de carbono. Pero como se dice, cada granito cuenta y si vemos el volumen general de transporte de la industria de materiales de construcción, la logística de nuestro sector tiene una gran huella en comparación con otras industrias. En Alemania, por ejemplo, el volumen total de transporte por tierra en el año 2017 fue de 4.900 millones de toneladas. El 25 % de esto, o 1.200 millones de toneladas, fue de cemento, áridos, prefabricados, caliza, yeso, escoria, cenizas volátiles, piedras, ladrillos y otros materiales relacionados con la industria de la construcción.

Si basamos esto en la distancia con carga útil, por ejemplo, el transporte de una tonelada por un kilómetro (medido en tkm), la proporción cae a casi un 10 % (50.000 millones tkm de 541.000 millones tkm). Sin embargo, esto se debe a que los materiales de construcción

TRANSPORTES POR TIERRA (ALEMANIA)



Fuente: *Destatis **BBS (Asociación Alemana de Materiales de Construcción)

Fig. 2: Transporte por tierra en Alemania: Materiales de construcción vs. otras industrias

normalmente se envían por tierra a distancias cortas, en comparación con productos alimenticios o vehículos terminados.

Tecnología de los camiones

Entre un 5 y 6% de las emisiones de gases de invernadero en la UE provienen de vehículos pesados. El último año, se aprobaron las primeras normas de CO₂ para este tipo de vehículos. Los camiones nuevos que se vendan en 2025 tendrán que emitir 15% menos de CO₂ en comparación con los niveles de 2019; y en 2030, un tercio menos. Los fabricantes con camiones nuevos que sean más de 2% eléctricos o de hidrógeno serán recompensados con objetivos menores de CO₂. Sin embargo, hoy la tecnología de baterías sigue siendo inadecuada para recorridos de largas distancias, y mientras el hidrógeno permite una distancia mayor, la infraestructura sigue siendo insuficiente para cumplir los requisitos de la industria.

Mientras tanto, necesitamos enfoques tradicionales para reducir el combustible y, por lo tanto, el CO₂: por ejemplo, la capacitación de conductores para conducción ecológica, el monitoreo de

consumo de combustible y tendencias mediante telemática, o la reducción de tiempo inactivo (en la planta y en las obras de los clientes).

Como primer paso, todas estas medidas son buenas y necesarias, pero en todos los primeros pasos hay limitaciones sobre lo que se puede lograr sin comprometer el presupuesto. Algunas de estas medidas incluso pueden estar más allá del control del fabricante de cemento. Muchos de ellos operan una flota mixta de sus propios camiones a granel y camiones alquilados, o usan el mercado spot. En el caso de la materia prima entrante, muchos fabricantes han subcontratado terceros para todos los envíos.

El desafío de la carga útil

Si volvemos a analizar el ejemplo de la interrogante inicial de este artículo, los viajes de regreso a la planta de cemento sin cargamento tienen un impacto negativo en la huella de carbono de ese camión. Como se muestra en la figura 3, las emisiones de CO₂ (por tonelada-kilómetro) dependen en gran medida de la carga útil real, por lo que es clave incrementar la proporción de carga de sus camiones de cemento para un rendimiento ambiental mejorado.

Una buena manera de ganar carga útil es reducir el peso de la tara del camión o el peso en orden de marcha, por ejemplo, quitar los compresores integrados. Dependiendo del tamaño, las unidades integradas pueden pesar hasta 400 kg, más el peso adicional de la toma de fuerza (PTO, por sus siglas en inglés) para aprovechar el motor diésel del camión. Las obras de muchos clientes cuentan con unidades compresoras más ecológicas, las que se pueden usar para descargar el cemento en silos.

Una medida más desafiante de incrementar la proporción de carga de la flota es encontrar un "backhaul" adecuado para el trayecto de regreso a la planta de cemento, como cenizas volátiles que se encuentren en plantas de carbón cercanas. Finalmente, el mayor desafío, pero el más gratificante, es mejorar la calidad de la planificación de transporte estratégica, táctica y en tiempo real. En todos los casos, los algoritmos más modernos son parte de este juego.

Captación de carbono digital

La toma de decisiones en las operaciones de logística es compleja e intrincada. Cada decisión conlleva múltiples decisiones consiguientes que, a su vez,

dificultan la toma de decisiones futuras. Tal es el caso de la programación táctica, es decir, donde los despachadores determinan el programa de envío y la configuración de la flota para los siguientes turnos, pero también para operaciones en tiempo real. Interrupciones como averías de los vehículos, demoras por el tráfico, pedidos de último minuto o cancelaciones, etc. afectan la eficiencia de las operaciones diarias de transporte. Si no se toman medidas, todo el plan puede colapsar como una casa de naipes, con envíos atrasados y costos más altos. Lo que es peor, las decisiones que se toman en esta etapa normalmente pasan por alto los impactos ambientales de las asignaciones de pedidos/camiones. Cumplir con los pedidos es más importante que las consideraciones de carbono.

Solo se logrará un aumento considerable de velocidad y calidad de la planificación, con las herramientas de optimización que usan IA que están implementadas en una cadena de suministro digital más amplia. Estas herramientas permiten que los planificadores de transporte realicen con facilidad cálculos sumamente complejos en momentos

cruciales. Además, los algoritmos pueden considerar un mayor rango de variables y pueden procesar más datos y más rápido que la mente humana, lo que elimina eficazmente el error humano de la fórmula de envío. Esto a su vez, genera incrementos considerables en la eficiencia y, por consecuencia, reduce la huella de carbono en toda la flota. Con los algoritmos más modernos, el kilometraje sin carga se puede reducir en casi un 9%.

Sin embargo, los algoritmos son una parte integral de los sistemas inteligentes de gestión de "slots", los que se pueden usar para reducir tiempos de espera en las plantas de cemento y en las obras de los clientes. Estos sistemas se han usado con éxito en muchas industrias. Además de menos tiempo improductivo, la cantidad de envíos fallidos se puede disminuir considerablemente, por lo que se reduce la necesidad de segundos intentos de envío.

Menos en las calles

Los fabricantes que han implementado un sistema de planificación de transporte inteligente, operado por algoritmos,

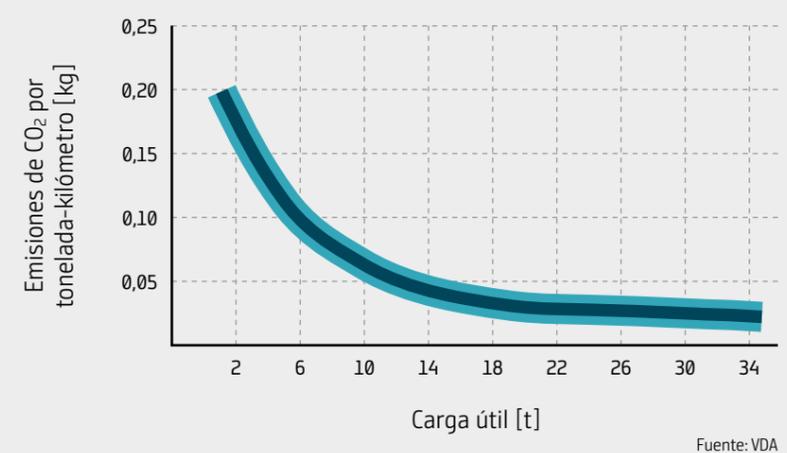
normalmente logran un incremento de las cargas por camión y por día de entre un 7 y 21% (cemento), 9 y 29% (áridos) o 10 y 37% (hormigón premezclado). Con un aumento en la productividad por camión, se necesitarán menos camiones para cumplir con el mismo volumen de pedidos, lo que reduce los costos de logística entre un 7 y 20%. Las mejores prácticas en nuestra industria nos han demostrado que la flota se puede disminuir de 100 a 86 vehículos. Eso no solo significa 14 camiones menos en las calles, también son 14 camiones menos que se tienen que fabricar, mantener, reparar y eliminar al final de su ciclo de vida.

Realizar un análisis completo del ciclo de vida (LCA, por sus siglas en inglés) de los camiones puede demandar demasiado tiempo y la exactitud puede estar limitada por la disponibilidad o calidad de la información pertinente. Además, debido a altos kilometrajes de vida útil, el período de uso predomina las emisiones durante la vida útil de los camiones pesados. Sin embargo, los estudios han demostrado que el CO₂ implícito en la producción de camiones y las actividades al término de la vida útil representan hasta el 4% del total de las emisiones de CO₂ del ciclo total de vida de un vehículo. Esto no considera la fabricación de remolques u otras maquinarias.

La carrera de cero emisiones

Lograr cero emisiones netas en la producción y logística de cemento es una inmensa labor y no hay una luz clara al final del camino para lograrlo. Sin embargo, los algoritmos han demostrado que el viejo mito de "la economía versus el medioambiente" no es correcto. La planificación inteligente con algoritmos permite ahorrar dinero y preservar (en parte) el medioambiente, pero cuidado, la carrera por la eficiencia nunca termina.

EMISIONES DE CO₂ DE ACUERDO A LA CARGA ÚTIL



Fuente: VDA

Fig. 3: Emisiones de CO₂ de acuerdo a la carga útil

HOLA ALEXA ¿DÓNDE ESTÁ MI HORMIGÓN?

La industria de la construcción se está enfrentando a un cambio importante. Las herramientas y procesos tradicionales se están mejorando o reemplazando por la inteligencia artificial (IA). Desde camiones de prefabricado autónomos hasta toma de decisiones automatizadas e incluso robots de montaje en la pared, los algoritmos están impulsando y desafiando las mentalidades tradicionales. En este artículo se analiza la tecnología que se encuentra detrás de estas herramientas.

Todos conocemos bien el sufrimiento que significa comenzar un proyecto de renovación del hogar. Acaba de volver de la ferretería con el automóvil lleno de materiales de construcción, y se da cuenta de que tiene que volver; no solo una vez, si no que muchas veces. No importa si es un amateur o un profesional de temporada, en algún punto todos compramos la pieza equivocada, olvidamos algo o simplemente no compramos lo suficiente desde el comienzo.

Lo que solía ser una actividad que requiere mucho tiempo y un posible riesgo para el plazo de su proyecto, ahora se puede hacer con un simple comando

por voz. "Alexa, has un pedido de cuatro sacos de 25 kg de CEM I 42.5N y tres sacos de gravilla de 20 mm". Gracias a un servicio de envío inmediato a la puerta de su casa, ya no tiene excusas para no terminar el proyecto a tiempo.

El experto digital que lo hace todo

Los asistentes mejorados con IA, como Siri, Alexa y Cortana se han convertido en una parte normal, si es que no fundamental, de nuestra vida. Ahora están a punto de ser parte del personal de nuestra industria. El término "Inteligencia artificial" siempre ha sido una fuente

de confusión y controversia. El tipo de IA más sobresaliente, que está acaparando la atención e inspirando situaciones catastróficas, es la llamada Inteligencia artificial general. Su finalidad es crear un robot o androide que se parezca, hable e incluso reaccione como una persona. Los asistentes mejorados de IA como Siri, Alexa o Cortana son un ejemplo inicial de este enfoque.

Sin embargo, aún no existe un experto digital que pueda superar o reemplazar a los constructores humanos, y la verdad es que todavía tiene un largo camino que recorrer. Por el contrario, la mayoría de los programas de IA que existen son

especialistas “limitados” que pueden ganarle a las personas en ajedrez o que pueden dominar tareas específicas para solucionar problemas concretos de negocio. Este tipo práctico de IA utiliza técnicas de aprendizaje automático y está generando valor a nuestra industria.

La caja de herramientas de IA

A diferencia de la finalidad de la IA general de imitar la inteligencia humana, las herramientas de aprendizaje automático usan algoritmos para aprender por repetición de datos y adaptarse a estos, lo que permite a las computadoras encontrar información oculta sin indicarles dónde buscar. Un ejemplo sencillo de esto lo podemos encontrar en la bandeja de entrada de su correo electrónico: los filtros de spam. Los filtros basados en una regla simple no son muy efectivos contra el spam, ya que los generadores de spam pueden actualizar rápidamente sus mensajes para evitarlos. Por otro lado, los filtros de spam mejorados con aprendizaje automático aprenden constantemente de una variedad de señales y se ajustan a las necesidades de correo electrónico del usuario en particular.

El campeón oculto de la IA es la investigación de operaciones (IO). Usa métodos analíticos (optimización matemática, métodos heurísticos, etc.) para analizar enormes cantidades de datos con el fin de optimizar la planificación y el control en tiempo real de los procesos de negocio. Gran parte de esta tecnología tiene sus raíces en la optimización de la cadena de suministros, y a mediados de los noventa, ingresó a nuestra industria gracias a enormes mejoras en la potencia de computación económica. Redlands en Francia (ahora LafargeHolcim) fue la primera empresa en la industria de áridos y prefabricados en usar una herramienta de planificación IO para optimizar las operaciones de su flota de camiones. Seis

años después, lo siguió Hanson Australia (parte de HeidelbergCement Group).

Desde una perspectiva clásica de investigación, la IO y IA son dos disciplinas distintas que han desarrollado de manera independiente técnicas de informática basadas en la inteligencia. Sin embargo, si tomamos la definición general de la IA, los sistemas de construcción que demuestran conductas inteligentes, IO, se pueden clasificar como parte de la IA.

El ABC del aprendizaje automático

Además de los datos, el ML genera muchos términos de moda: aprendizaje profundo, minería de datos, análisis predictivo, ingeniería de datos, ciencia de datos, aprendizaje estadístico y la lista continúa. Lo que tienen en común es que usan algoritmos para analizar datos, aprender de ellos y tomar una decisión o hacer una predicción según lo que aprendieron. Como en la escuela, hay distintos métodos de enseñanza. Algunos prefieren enseñar la teoría, mientras que otros prefieren que sus estudiantes practiquen. Analicemos tres de estos métodos: aprendizaje por refuerzo, aprendizaje sin supervisión y aprendizaje supervisado.

El aprendizaje por refuerzo es básicamente la “escuela de vida” o el aprendizaje por ensayo y error. Por ejemplo, los niños aprenden a caminar por repetición, por ejemplo: lo intentan, se caen y lo vuelven a intentar una y otra vez antes de poder hacerlo bien eventualmente. El mismo principio se puede usar para enseñarle a un robot a caminar. En vez de usar programación y simulaciones que toman tiempo, los algoritmos que aprenden por refuerzo recurren al proceso de ensayo y error, y aceleran considerablemente la curva de aprendizaje.

Similar al método educativo Montessori, donde los estudiantes están relativamente sin supervisión y aprenden usando materiales y no con una indicación directa, el aprendizaje sin supervisión es una rama del aprendizaje automático que aprende de datos de prueba que no se han etiquetado, clasificado ni categorizado. Ambos fundadores de Google fueron alumnos Montessori y, irónicamente, fue su software para jugar Go, AlphaGo Zero, el que dio un enorme paso al aprendizaje automático sin supervisión. Mientras que las computadoras ya han derrotado a campeones humanos de Go, Zero solo se programó con las reglas bá-

sicas del juego. Todo lo demás lo aprendió de cero. Comenzó con movimientos aleatorios en el tablero, pero ganó todas las veces; Zero actualizó su sistema y volvió a jugar contra sí mismo. Una y otra vez. Millones de veces.

Por el contrario, el aprendizaje supervisado se puede comparar con un tipo de clase con formato escolar donde tienes un profesor en frente de la clase. La ingeniería de datos funciona como un orientador para enseñarle al algoritmo las conclusiones que deberían obtener. El aprendizaje supervisado requiere que los resultados posibles sean conocidos y que los datos para enseñarle al algoritmo estén etiquetados con las respuestas correctas, por ejemplo, saber la diferencia entre un tornillo y un perno solo con mirar fotos.

De los bloques de Jenga a los ladrillos de una casa

A comienzos de 2019, los ingenieros en MIT desarrollaron un robot que puede jugar Jenga, un juego que consiste en sacar bloques de una torre sin que se caiga en el proceso. Aunque jugar Jenga no parece ser una habilidad fundamental para los robots, la tecnología subyacente que combina vista, sensibilidad de tacto y conocimiento es muy necesaria en la industria de la construcción, como cuando se colocan ladrillos. Si usted cree que los robots nunca podrán ser capaces de realizar dicha labor, googlee “HRP-5P”, un robot que puede instalar paneles de yeso-cartón.

Sin embargo, la IA es mucho más que tan solo robótica. Hay una infinidad de aplicaciones donde los algoritmos proporcionan músculos del cerebro a otras áreas de nuestra industria, desde la cadena de suministro y la planificación de recursos hasta un algoritmo de revisión de contratos en el departamento de asuntos legales. Del mismo modo, los científicos de I+D de un productor de hormigón, como también los ingenieros de

diseño de una empresa de construcción se pueden beneficiar de esto. El aprendizaje automático les permite explorar todas las combinaciones posibles de una solución, mientras que genera rápidamente alternativas de diseño, probando y aprendiendo de cada interacción lo que funciona y lo que no. Los ayuda a reducir la cantidad de tiempo que ocupan en tareas repetitivas y monótonas, de este modo potencia sus habilidades para solucionar problemas y su creatividad. En otras palabras, para las empresas que tienen problemas para contratar nuevos profesionales capacitados, el ML proporciona los medios para mejorar las capacidades de su personal existente y solucionar la falta de personal. Como podemos ver en el siguiente ejemplo de la industria de la logística, contratar algoritmos puede llegar a ser mucho más productivo que contratar robots o nuevos conductores.

Sin manos en el volante

Hay una enorme escasez de conductores de camiones en muchos países del mundo, no es ningún secreto, daña todas las aristas de la industria de transporte. Algunos dicen que los camiones autónomos con IA son la solución a la escasez de conductores. Todos están de acuerdo con que habrá camiones autónomos, pero no hay un consenso de cuándo llegarán a nuestras calles. Además, tendrán un conductor, al menos en un comienzo. Tardará muchos años antes de que los camiones realmente no tengan conductores. No debemos olvidar que conducir un camión es mucho más que sostener el volante. Esto se aplica particularmente a la industria de prefabricado. Mientras los conductores de camiones pronto podrían ver amenazado su título de “reyes del camino” por la IA, los despachadores de la planificación de transporte han estado colaborando exitosamente con los algoritmos por décadas. Cuando las herramientas digitales de toma de decisiones cuentan con los algoritmos más recientes,

facilitan la reducción en tamaño de la flota de camiones en un 14 por ciento, consulte la figura 3. En otras palabras, una flota con 100 camiones se puede reducir a 86; eso significa que se necesitan 14 conductores menos, ya sean personas o robots.

Alexa, construye una casa

De la edad de piedra a la IA, las herramientas han tenido un enorme impacto en la evolución del ser humano. Hasta el momento, la IA no ha sido nada más que una herramienta, como un martillo. Uno que está diseñado para trabajar con datos a medida que martilla. Sin embargo, ahora estamos entrando a una etapa de transición donde la IA pasa de ser un martillo a ser un carpintero, impulsando y desafiando nuestros límites creativos y mentalidades tradicionales. Puede sonar exagerado, pero el comando “Hola Alexa, construye una casa” podría hacerse realidad dentro de poco.



Caja de herramientas de IA

IA GENERAL

Construir sistemas que asemejan todos los aspectos de la inteligencia humana. Ejemplo inicial: Chatbots.

APRENDIZAJE AUTOMÁTICO (ML)

Usar algoritmos para aprender por repetición de datos y adaptarse a estos. Ejemplo: filtro de spam de los correos electrónicos.

INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES (IO)

Usar métodos analíticos y algoritmos para optimizar los procesos. Ejemplo: planificación de la cadena de suministro.

Fig. 2: La caja de herramientas de IA.

IA en la logística



Despachadores bien capacitados con ayuda de un sistema heredado.

Despachadores bien capacitados con ayuda de los algoritmos más recientes.



Fig. 3: IA en la logística.

DIGITALIZACIÓN EN LA LOGÍSTICA: ¿CROMADO BRILLANTE O UNA BASE SÓLIDA?



Fig. 1: Distribución de cemento: ¿Digital o deslumbrante?

La pintura es tan buena como su preparación previa. Lo mismo se aplica para los proyectos de digitalización. Aplicar una tecnología brillante y reluciente en la infraestructura de TI y los procesos de negocio existentes de una empresa, tendrá como resultado un trabajo de reparación costoso y de mala calidad. En este artículo se revisan las distintas capas de la digitalización en la logística y se analiza cómo se pueden aplicar a nuestra industria.

Cuando se trata de pintar un automóvil, todos los expertos de la industria automotriz le dirán lo mismo: todo se resume en la preparación. Ya sea que se está reparando un rayón o pintando todo el automóvil, la preparación puede facilitar o arruinar la pintura. Seleccionar y aplicar el imprimante adecuado garantiza una mejor adherencia de la pintura a la superficie, aumenta la durabilidad y proporciona una protección adicional a la carrocería del automóvil.

Cuando se trata de una transformación digital, las empresas usan con demasiada frecuencia la tecnología más reciente para tratar de remozar sus productos y servicios tradicionales. Sin embargo, si no se comprenden las diferentes capas de la transformación digital, pueden ocurrir procesos "delaminados" que no se adhieren adecuadamente o que pueden darle a todo un proyecto un acabado opaco y no deseado.

La digitalización en su forma más simple se refiere a tomar información análoga y codificarla en ceros y unos para que las computadoras puedan almacenar y procesar dicha información, por ejemplo, escanear un comprobante de entrega (POD) impreso. La digitalización en su forma más amplia consiste en hacer digitales los procesos, por ejemplo, usar aplicaciones móviles para crear un comprobante de entrega electrónico (E-POD). Al contrario, la transformación digital es muy distinta de la digitalización. Por ejemplo, se trata de usar datos de E-POD en tiempo real y alimentar herramientas de planificación de transporte con estos datos para actualizar automáticamente la planificación completa de entregas de los camiones; o proporcionar dichos datos a los clientes en tiempo real para sus procesos de optimización descendente.

La transformación digital normalmente incluye varios proyectos de digitalización, pero aquellos productores de cemento que creen que podrían equivocarse en el trabajo de preparación están

cometiendo un grave error estratégico. Para ayudarlo a hacer la preparación como un profesional, en los siguientes párrafos le daremos algunas ideas sobre las técnicas básicas, le mostraremos cómo evitar los errores más comunes y le daremos consejos exclusivos que le proporcionarán a su logística de cemento un acabado realmente digital.

Trabajo de preparación

Pulir la carrocería de un vehículo es un proceso lento y, honestamente, aburrido. Sin embargo, es una de las partes más importantes de la preparación de la pintura, por lo tanto es tiempo bien empleado. Se necesitan varias etapas de pulido para obtener una superficie lisa, uniforme y lista para aplicar la pintura.

El equivalente del pulido en la transformación digital es la administración de datos. Suena sencillo, pero muchos proyectos de transformación digital fallan porque no tienen datos de calidad. La malla diaria de entrada de datos es una actividad tediosa y propensa a errores en todas las grandes organizaciones y muchas no cuentan con los procesos e integraciones necesarios que contribuyen a una consolidación de datos robusta. Algunos departamentos almacenan o incluso acaparan información, lo que le impide el acceso al resto de la empresa. No obstante, incluso cuando se comparte la información, las personas ven las cosas desde su propia perspectiva y tienden a tomar decisiones que protegen sus propios intereses.

El pulido húmedo puede dar increíbles resultados. Lo mismo ocurre con los KPI. Los indicadores clave de rendimiento ayudan a identificar tendencias negativas en el rendimiento y los costos que conllevan y permiten que las empresas tomen medidas correctivas de manera anticipada. No hay un KPI absoluto, objetivo, correcto o incorrecto. Sin embargo, los buenos tienen algo en común: se adecuan a la finalidad y concuerdan

con los objetivos de la empresa. A esto se suma que todos los departamentos de una empresa deben tener la misma noción de un objetivo específico. Las herramientas de software más recientes hacen más fácil compartir información y mantener a todos en la misma página. Sin embargo, no crean que los software cubrirán pequeños rayones o marcas, ya que no lo harán. Antes de aplicar cualquier "capa digital", es necesario pulir perfectamente la superficie de los datos. Además, retocar y pulir sus datos y la administración de KPI es un proceso que nunca termina.

Capa de imprimante

Los imprimantes algunas veces se conocen como base, sellador, primer, promotor de adherencia. Comparados con la pintura, no tienen como finalidad ser la capa exterior duradera. En cambio, se pueden diseñar para que tengan propiedades adhesivas mejoradas con el material que cubren.

La digitalización afecta varios aspectos de la cadena de suministro. Además, según lo que se necesite lograr, hay distintos tipos de "imprimantes digitales" que se pueden personalizar para satisfacer un problema específico o para cubrir una amplia gama de objetivos, por ejemplo: planificación de rutas, sistemas telemáticos, seguimiento y localización, E-POD, aplicaciones móviles, puertas de autofacturación, pedidos en línea, gestión de patios, automatización de envíos, etc. (consulte la figura 2).

Como primer paso, todas estas medidas son buenas y necesarias, pero en todos los primeros pasos hay limitaciones sobre lo que se puede lograr. Gran parte del enfoque es en lo digital y no tanto en la transformación. Equipar los vehículos con sistemas telemáticos para permitir que los clientes hagan un seguimiento y localicen sus envíos de cemento o prefabricado se ha hecho habitual en nuestra industria y es una excelente oferta de

servicio. Si bien el seguimiento de un solo envío proporciona información temporal para un cliente y planificador de transporte, no brinda información más detallada sobre cualquier tipo de retraso que pueda haber en los pedidos de seguimiento del cliente, y mucho menos el impacto que puede tener un retraso en los pedidos de otros clientes o en la planificación de envíos de toda una flota de camiones. Lo que es peor, el seguimiento de pedidos sin información más detallada puede hacer que pierda tiempo con llamadas de clientes ansiosos cuando ven que sus pedidos se quedaron atascados en el tráfico.

Ser un planificador de transporte genera una enorme cantidad de presión y estrés, incluso más que en otros trabajos. Además, cuando se trata de actualizar la planificación de envíos completa en tiempo real, al mismo tiempo que se hacen malabares con los pedidos que van surgiendo, las herramientas de la capa imprimante no son suficientes para respaldar el proceso de decisiones.

Capa de optimización

La pintura para automóviles debe soportar condiciones extremas durante su vida útil. Tiene que soportar rayones, gravilla, excremento de pájaros, radiación UV, sal, granizo, calor y frío. Para garantizar que la pintura resista este nivel de estrés, los fabricantes de pintura tienen que optimizar y estandarizar sus fórmulas.

En la logística de cemento, la optimización no es ni un proceso estandarizado ni una constante. Al analizar el bote de pintura se revela que los proveedores de software de logística normalmente usan tres tipos diferentes de aditivos para mejorar el rendimiento: macros de hojas de cálculo, reglas de negocio predefinidas y algoritmos de IA.

Las macros son suficientes para respaldar el proceso de decisiones de la planificación de transporte con menos complejidad y siendo menos impredecible. A medida que aparecen complejidades, las reglas de negocio predefinidas

proporcionan mejores resultados. Sin embargo, solo se logrará un aumento de velocidad y calidad con las herramientas de optimización con IA que están implementadas en una cadena de suministro digital más amplia. Estas herramientas permiten que los planificadores de transporte realicen con facilidad cálculos sumamente complejos en momentos cruciales. Lo que es más, los algoritmos pueden procesar una mayor cantidad de variables, por ejemplo: rentabilidad del contrato/cliente, directiva de tiempo de trabajo (WTD), objetivos de volumen del producto o contratos de los transportistas.

Nuevamente, la digitalización es usar la telemática para recopilar datos de HOS de un conductor; la transformación digital es alimentar la herramienta de optimización con estos datos para mejorar la calidad de la planificación de envíos completa y para proporcionar un medio para cumplir con los requerimientos legales.

La digitalización es usar una plataforma en línea para asignar trabajos a transportistas en vez de usar el teléfono o fax. La transformación digital es conectar dicha plataforma a la herramienta de optimización para seleccionar automáticamente el mejor transportista para un trabajo según una infinidad de criterios distintos.

La digitalización es usar la gestión de patio y la automatización de envíos para controlar el flujo de entrada y salida de camiones y mercancías de una planta de producción. La transformación digital es usar las horas de registro de las puertas, básculas y estaciones de carga para optimizar el uso de todos los activos logísticos dentro y fuera de la planta.

Capa de cromo

Los acabados y accesorios cromados hacen llamativos a los camiones. Son muy decorativos, pero también son extremadamente resistentes al desgaste y la corrosión. La pintura en aerosol cromada se usa normalmente para dar a los vehículos un acabado cromado de fantasía.

03 Capa de cromo:
Aprendizaje automático (ML)
Fijación dinámica de precios
Análisis predictivo

02 Capa de optimización:
Planificación de transporte respaldada con algoritmos (estratégica, táctica, en tiempo real), programación y planificación automatizadas

01 Capa de imprimante:
Planificación de rutas, telemática, seguimiento y localización, E-POD, aplicaciones móviles, autofacturación, pedidos en línea, gestión de patio, automatización de envío, sistemas ERP



Fig. 2: Las tres capas de la transformación digital en la logística de cemento.



Fig. 3: La fórmula para el fracaso en la digitalización.

Los proveedores de software ofrecen otras herramientas digitales que pueden mejorar aún más la calidad de los procesos de optimización logística. Sin embargo, al igual que el cromado de fantasía, algunas herramientas agregan muy poco valor. No obstante, hay otras que pueden proporcionar un acabado realmente digital a la distribución de cemento.

Una plataforma de aprendizaje automático (ML) se puede conectar al proceso de optimización para mejorar aún más la calidad de toma de decisiones del sistema. Gracias a que analizan enormes cantidades de datos antiguos, la ML puede analizar el comportamiento del pedido de cada cliente y puede identificar patrones: ¿cuándo y en qué momento el cliente confirmó o canceló el pedido?, ¿cuánto fue el volumen adicional que pidió el cliente?, ¿cuál es la probabilidad de cancelación y cuál es el plazo habitual antes de la cancelación? El objetivo general de este ejercicio es ajustar la planificación (planificación previa) de la capacidad de los camiones para los próximos turnos y próximos días: ¿en qué plantas necesito más camiones?, ¿dónde debería disminuir la capacidad de flota? Esto evita tener camiones sin uso y retrasos excesivos producto de la falta de capacidad de los recursos.

PA + TN = PAC

proceso antiguo + tecnología nueva = proceso antiguo costoso

Los algoritmos también forman la columna vertebral de toda estructura de fijación dinámica de precios. La fijación dinámica de precios es una estrategia donde los negocios establecen precios flexibles para los productos y servicios de acuerdo con la demanda actual del mercado. Los precios pueden considerarse la oferta y la demanda, los precios de la competencia, entre otros factores externos en el mercado. Cada industria utiliza un enfoque algo distinto según sus necesidades y la demanda de un producto. Normalmente un enfoque consiste en aumentar las ganancias que genera un cliente en particular. Sin embargo, optimizar el uso de capacidades y activos logísticos es un objetivo más relevante para nuestra industria. En pocas palabras: aumentar los precios cuando la demanda es mayor que la capacidad de carga (por ejemplo, largas filas de camiones frente a la puerta) o usar incentivos para aumentar la demanda cuando el uso de la capacidad de carga es bajo (por ejemplo, estaciones de carga sin uso). En definitiva, es terminar con el viejo dilema entre mejorar las plantas para tener la capacidad de afrontar demandas mayores o enfrentar las quejas de los clientes por un servicio deficiente.

Pintura automatizada

La pintura automatizada es una práctica estandarizada en la industria automotriz. Los robots de pintura industrial son capaces de realizar un acabado de pintura de alta calidad a la perfección y sistemáticamente. Sin embargo, para garantizar su uso eficaz, la mano humana, y la mente, siguen siendo necesarias.

Lo mismo ocurre con la logística de cemento. Cuando los despachadores tienen el respaldo de un software de IA o algoritmos, generan resultados de mejor calidad, en comparación a lo que podrían lograr trabajando solos. Este proceso no se trata tanto sobre la tecnología: la transformación digital real requiere un cambio a un nivel más profundo. Se trata más sobre comprender cómo usar e interpretar los datos y la tecnología, de tal manera que se cambie cada capa de la empresa.

Como se señaló anteriormente, rociar una tecnología brillante y reluciente en la infraestructura de TI y los procesos de negocio existentes de una empresa tendrá como resultado un trabajo de reparación costoso y de mala calidad. La fórmula simple que aparece en la figura 3 resume esto.

UN CAMBIO EN LA DINÁMICA DE LA ADMINISTRACIÓN DE PERSONAL

Thomas Bergmans & Dirk Schlemper, INFORM GmbH



Fig. 1: Un cambio en la dinámica de la administración de personal

Los algoritmos son un importante impulsor de la eficiencia para los recursos logísticos en la industria del cemento. Sin embargo, muchos productores siguen perdiendo fuerza cuando se trata de crear horarios de turno óptimos para su capital humano. En este artículo, se indagará en los avances y la tecnología más recientes de la gestión de personal y se analizará cómo se pueden aplicar a nuestra industria.

Antiguamente, cambiar la marcha era un trabajo difícil. Los camiones comerciales venían con transmisiones manuales no sincronizadas y los conductores tenían que usar un método llamado “doble embrague” para evitar que se dañara la caja de cambios del vehículo durante el cambio de marcha. Se necesitaba coordinación y práctica, además era a costa del esfuerzo adicional de la pierna izquierda. En la actualidad, las cajas de cambio automáticas son habituales en camiones pesados y cambiar la marcha prácticamente no implica esfuerzo del conductor. Sin embargo, cuando se trata de gestionar los trabajos por turno, muchas empresas de manufactura siguen usando tecnología que no es apta para sincronizar los intereses opuestos entre las necesidades de los empleados y los objetivos operacionales; tampoco es apta para proporcionar la lógica de planificación cómoda e intuitiva de las herramientas de administración de personal más recientes. Esto normalmente genera horas extraordinarias, períodos de “idling” no productivos, bajo nivel de moral en los empleados, mal servicio al cliente y, en el peor de los casos, pérdida de producción. No poder organizar adecuadamente el horario del personal puede resultar extremadamente costoso a la larga. Antes de analizar posibles áreas de aplicación y beneficios en la industria del cemento, demos un vistazo bajo la cubierta para explorar la tecnología básica con la que funcionan las herramientas de administración de personal más recientes.

Tecnología de ID

No todas las cajas de cambio están hechas de la misma manera, por esta razón existe una infinidad de distintos nombres de marcas que a veces son confusos. Lo mismo se aplica a la administración de personal: Asignación de tareas, planificación de personal, logística de empleados, planificación de turnos, planificación de recursos, casi todas las organizaciones tienen un término y enfoque distinto.

Sin embargo, la logística de empleados es un término bastante adecuado, ya que las herramientas de administración de personal más recientes están basadas en la misma tecnología que se ha implementado en la industria de materiales de construcción por más de dos décadas y media para optimizar el uso de recursos logísticos: investigación de operaciones (IO) y algoritmos. A mediados de los años noventa, Redlands en Francia (ahora llamado LafargeHolcim) fue uno de los pioneros en el negocio de los áridos y prefabricados. Seis años después, lo siguió Hanson Australia (parte de Heidelberg-Cement Group). Desde entonces, ambos han estado usando algoritmos, información en tiempo real y toma de decisiones automatizada, para manejar sus flotas de camiones.

Sin embargo, incluso si hay una gran cantidad de fanáticos de los automóviles entre su personal, las especificaciones de las personas son algo distintas, comparadas con los camiones y otros recur-

sos logísticos. Mientras los procesos logísticos de un productor de cemento se programan normalmente en el software de optimización de transporte, las herramientas de administración de personal tienen que ser más flexibles para adaptarse a los requisitos del capital humano. Con la denominada inteligencia deductiva (ID), la lógica y estructura representables permanecen flexibles. Esto permite a los expertos formular fácilmente requisitos sin tocar el nivel de programación.

La deducción es un área importante de la inteligencia artificial y muchos sistemas de IA dependen de la deducción para solucionar problemas. Con esta lógica vertical, las conclusiones se obtienen mediante la aplicación de reglas generales a las observaciones; o como diría el filósofo griego Aristóteles, considerado por muchos como el padre del razonamiento deductivo: “Todos los autos con transmisión manual tienen una palanca de cambios. Mi auto tiene una palanca de cambios, por lo tanto, mi auto tiene una transmisión manual”. Las herramientas de administración de personal equipadas con tecnología de ID permiten a los planificadores ponderar los factores fácilmente según sus propiedades, por ejemplo: por costos, nivel de servicio, ergonomía de los turnos o satisfacción de los empleados.

Con esta exclusiva tecnología en mente, revisemos algunas de las posibles áreas de aplicación y beneficios en la industria del cemento.



Fig. 2: Tecnología de ID para la administración de personal

Turnos centrales

Una unidad de control de la transmisión es un dispositivo que controla las transmisiones automáticas electrónicas modernas. Recopila principalmente datos del vehículo y evalúa la información sobre velocidad, aceleración, pendiente de la ruta y demanda de torque para aplicar una extrema precisión a cada cambio. Por el contrario, la programación del horario del personal en la industria del cemento normalmente la manejan equipos locales y dentro de sus departamentos específicos, como Logística, Fabricación, Mantenimiento, I+D, etc. Algunos son afortunados de tener un sistema ERP que los ayude, pero muchos aún dependen de MS Excel o, admitámoslo, de papel y lápiz. Este enfoque de silos tiene sus limitaciones, incluso el hecho de que los líderes de turno son expertos en su área de especialización, pero normalmente no tienen el tiempo ni las competencias para crear horarios de turno. Una herramienta centralizada equipada con tecnología de ID puede analizar un rango de variables más grande que la mente humana, lo que da como resultado una mejor calidad general de decisiones. Lo que es más, encuentra el mejor equilibrio posible para todos los requisitos le-

gales, operacionales y personales.

Sin embargo, la planificación centralizada de horarios no se detiene en la entrada. Puede abarcar varias plantas de cemento, canteras, depósitos, terminales y puede integrar otras verticales como las plantas de almacenaje de hormigón. Nuevamente, la planificación del transporte en nuestra industria puede servir de ejemplo: la planificación centralizada ha sido una parte integral de los casos de optimización de flotas de camiones mencionados anteriormente, esto mediante la generación de sinergias y valor en todas las aristas del negocio.

Turnos flexibles

Es más lento acelerar camiones completamente cargados que los automóviles, usan más espacio para maniobrar y necesitan más tiempo para detenerse. La misma regla se aplica en el mundo corporativo: mientras más grande el negocio, más lento el movimiento. Tradicionalmente, muchos productores de cemento usan turnos rígidos y patrones de rotación simples, por ejemplo: semana uno, turno de mañana; semana dos, turno de medio día; semana tres, turno de noche. Los turnos rotativos son populares entre los ad-

ministradores de turno, ya que se pueden manejar fácilmente con herramientas de hojas de cálculo. Sin embargo, no satisfacen las necesidades de turno de una generación de personal más joven (consulte Global Cement, sept. 2017, "Born digital"). Para el 2025, los milenials constituirán el 75 % de la mano de obra a nivel mundial y nuestra industria necesita encontrar maneras de ser atractivos para esta generación experta en el área digital. Una cosa que dan por hecho son los horarios flexibles que los ayudan a conseguir un equilibrio saludable entre el trabajo y la vida personal.

Los turnos flexibles son una pesadilla para cualquier planificador de turnos, pero con herramientas de software basadas en IO y algoritmos, se pueden asignar horas de inicio, descanso y término más detalladas a cada trabajador, al mismo tiempo que se mantiene una dotación de personal general en un nivel optimizado y sincronizada con los objetivos de producción establecidos.

Turnos estacionales

En climas fríos, el esfuerzo necesario para cambiar las marchas puede aumentar producto de una mayor viscosidad del

líquido de transmisión. Esto puede generar mayor desgaste de los componentes. Cuando las temperaturas descienden, los productores de cemento se enfrentan a la posibilidad de tiempo perdido producto de empleados que se ausentan por enfermedad. No obstante, los climas cálidos también presentan dificultades para el proceso de planificación de personal. Es difícil encontrar una programación en vacaciones de verano con la que todos puedan vivir. La postura legal sobre esto es clara. En la mayoría de los países, los productores de cemento tienen derecho a restringir legalmente las vacaciones anuales para su personal, como en períodos de temporada alta. Además, también pueden decirles a sus empleados que se tomen sus vacaciones en ciertos períodos, como un cierre programado de horno o planta. Más allá de estas pautas legales, la prioridad clave para cualquier empleador debería ser garantizar que encuentren una solución justa y coherente para todos los involucrados que también cumpla con los requisitos de dotación y las demandas de turno.

El dilema comienza por llegar a un consenso sobre los criterios con que se aprobarán o rechazarán las solicitudes de vacaciones. Un clásico ejemplo es la "antigüedad", donde los empleados más antiguos escogen primero los días o semanas más solicitados. Por otro lado, los empleados con hijos en edad escolar pueden tener una mayor prioridad durante las vacaciones de verano oficiales. No se puede complacer a todo el mundo, pero las herramientas de software que funcionan con algoritmos le permiten agregar más restricciones al cálculo, como factores sociales, y al mismo tiempo proporcionar un mayor nivel de transparencia.

Evaluación de turnos

Un dispositivo de registro electrónico, también conocido como E-log, es un hardware que se instala en un motor para registrar las horas de servicio (HoS) del



Fig. 3: Cómo evitar frustrar el proceso de planificación de personal

conductor de un camión. Un E-log no se puede alterar y proporciona transparencia total entre conductores, transportistas y consignadores. En entornos de fabricación, los sistemas de marcaje de horas y asistencia se usan para hacer un seguimiento de cuándo los empleados inician o finalizan su trabajo o se toman un descanso. Algunos sistemas permiten registrar el tipo de trabajo que se realiza. Los datos de registro de tiempos se pueden administrar y evaluar para procesar la nómina. Sin embargo, los trabajos por turno, con su gran cantidad de retribuciones y bonificaciones diferentes, tienden a ser imprecisos. Agrégueles compensaciones por horas extras o tiempo libre remunerado y tenemos suficientes motivos para que los trabajadores frustren la elaboración de la nómina de compensaciones.

Arreglar los errores de la nómina de compensaciones puede suponer una gran cantidad de tiempo y dinero. Lo que es más, tan solo un error puede deteriorar la confianza. Integrar una herramienta de administración de personal y un software de gestión de nómina ayuda a reducir la cantidad de trabajo necesario para el proceso de evaluación de horas. Este enfoque permite evaluar y corregir automáticamente diferencias que entran dentro de un determinado rango de tolerancia. Solo los casos que están fuera de este rango de tolerancia los tiene que evaluar el con-

tador de nómina, mientras que el sistema se encarga del trabajo de rutina.

Cambios en la tecnología

Más de treinta años después de su debut, Excel sigue siendo un importante eslabón en la cadena de muchos productores de cemento. Además, es sabido que los planificadores de personal y los profesionales de la contabilidad están dentro de los usuarios más leales del icónico programa de hojas de cálculo, sobre todo porque es fácil de configurar. Sin embargo, la tecnología ha evolucionado drásticamente a lo largo de los años y cuando se trata de crear horarios de turno complejos, incluso la mejor macro no puede competir con un motor de optimización que funciona con algoritmos.

En vez de aferrarse a procesos y herramientas obsoletas, la transformación es necesaria para que los productores de cemento sobrevivan en un mundo de la IoT y la industria 4.0. Los productores que están conformes con su situación y dudan si invertir en las herramientas digitales de planificación más recientes pueden seguir el consejo de Henry Ford, quien modificó la marcha de la revolución industrial de Estados Unidos: "Si necesita una máquina y no la compra, al final se dará cuenta de que pagó por ella, pero no la tiene".

PLANIFICACIÓN DE CARGA Y RUTAS CON AI PARA LA ENTREGA DE PRODUCTOS ESPECIALIZADOS

Más información: www.inform-latinoamerica.com



INFORM Software SpA
María Luisa Santander 468, Of. 210, Santiago, Chile
inform-latinoamerica.com