

# Administración logística de la cadena de abastecimiento basada en DDMRP

Exleider Ospina Vasco  
[xleider-18@hotmail.com](mailto:xleider-18@hotmail.com)

## Resumen

Las cadenas de abastecimiento tienen múltiples factores que afectan su correcto desempeño debido a que la demanda es hoy más impredecible y exigente. Además, los altos niveles de inventario se han convertido en un mecanismo de defensa irracional por parte de algunas empresas para afrontar las incertidumbres propias del mercado. Es por ello que este artículo busca explicar de manera sencilla la operacionalización del modelo de Planificación de Requisitos de Materia Prima basada en la Demanda (DDMRP, por sus siglas en inglés) a través de un análisis cualitativo de fuentes secundarias y ejemplificación de forma sencilla del paso a paso de cada uno de los componentes del modelo, logrando así demostrar como una mejor planeación y gestión de inventarios puede reducir la incertidumbre del mercado a través de una producción alineada con la demanda real, la visibilidad y la cooperación en la cadena de abastecimiento y, a su vez, mejorar las tasas de retorno sobre la inversión y disminuir los costos de operación a través de la reducción de los tiempos de entrega y de los niveles de inventario.

**Palabras clave:** planificación de la demanda, inversión, cadena de abastecimiento.

## Abstract

Supply chains have multiple factors that affect their correct performance because demand is more unpredictable and demanding today. In addition, high levels of inventory have become an irrational defense mechanism for some companies to deal with market uncertainties. That is why this article seeks to explain in a simple way the operationalization of the Demand Based Raw Material Requirements Planning (DDMRP) model through its qualitative analysis of secondary sources and exemplification in a simple way of the step by step of each of the components of the model, thus demonstrating how better planning and inventory management can minimize market uncertainty through production aligned with real demand, visibility and cooperation in the chain of supply and, in turn, improve rates of return on investment and decrease operating costs through the reduction of delivery times and inventory levels.

**Keywords:** demand planning, investment, supply chain.

## Introducción

La logística internacional se refiere a la organización de las materias primas para permitir el flujo y transferencia de productos intermedios y productos terminados entre países (Li & Wang, 2018). Así mismo, para Lyu & Jing (2015) es el puente que posibilita el comercio

internacional y además ofrece la garantía para que el comercio global se desarrolle. En este entorno de comercio global, determinado principalmente por la adecuada gestión de la logística internacional, las cadenas de abastecimiento son redes altamente interconectadas, complejas y dinámicas (Fink & Benz, 2019). Esa complejidad escapa a todo intento de control exacto y por tanto los pronósticos suelen desviarse de lo que revela finalmente la realidad.

Por ello, en un entorno logístico global, cada vez más volátil e incierto, los integrantes de la cadena de abastecimiento se ven impactados, en mayor o menor medida, por el efecto látigo. Este efecto se refiere a la mayor dificultad de gestionar la demanda como consecuencia de las variaciones que se presentan cuando se asciende a lo largo de la cadena de abastecimiento alejándose cada vez más del mercado (Villamizar, León & Jaimes, 2013). En consecuencia, los gerentes de logística internacional deben estar atentos a las señales de una demanda cambiante y a veces difícil de identificar, al aumento del número de referencias de productos y a los plazos de entrega cada vez más cortos y con mayor personalización.

Estos, entre otros, son algunos de los elementos con los cuales las empresas del siglo XXI deben convivir para no perder participación en la industria debido a productos agotados o, en su defecto, a una deficiente planificación financiera que implique tener altos niveles de inventario que pueden llegar a afectar el capital de trabajo y el crecimiento de la empresa. Esto es vital toda vez que las empresas del siglo XXI son globales (Renaud, Hoskins & von Solms, 2015) y están, por tanto, insertas en mercados abiertos en los que, según Cardoso, Júnior, Bertosse, Bassi & Ponciano (2017) deben producir más y a un menor precio, lo cual hace que la gestión de la cadena de abastecimiento sea un factor clave.

En general la cadena de abastecimiento es una fuente de competitividad para las empresas (Tate, Bals & Ellram, 2018; Marche, Boly, Morel, Mayer & Ortt, 2019; Parella, 2019) y lleva asociados algunos riesgos entre los que se destacan, según Parella (2019), la disrupción de la producción, los retrasos en la producción y los procesos deficientes de control de calidad. Así mismo, según Hussain, Jusoh, Sarfraz & Wahla (2018), cuando la cadena de abastecimiento es gestionada de manera eficiente se convierte en el camino seguro para mantenerse competitivo en el mercado y mejorar el desempeño de la empresa. Por lo tanto, es necesario y además, conveniente, prestar atención a todos los eslabones de la cadena y a sus procesos asociados, entre ellos, la gestión de inventarios. De hecho, la gestión de inventarios es un asunto crítico en la administración de la cadena de abastecimiento (Tsao, Chang, Lee & Chang, 2018).

De acuerdo a Nkuna, Belangany & Badibanga (2018) la gestión de inventarios es un asunto crucial al que se enfrentan las empresas dedicadas a distintas actividades como la agricultura, el comercio o la producción industrial. Para Faro (2015) la gestión de inventarios es el proceso que involucra la elección del material, su almacenamiento, su manipulación y su organización periódica. Así mismo, para Kuzin (2015) la gestión de inventarios hace referencia a la optimización de la distribución física de productos en bodega de forma tal que se minimicen los gastos de manipulación de materias primas y se maximice la utilización del espacio disponible. Por estas razones las empresas que se dedican a la manufactura o al

ensamblaje de productos dependen en gran medida de una adecuada gestión de inventarios (Medeiros, Oliveira, Oliveira & Verneck, 2018).

Con base en lo anterior, modelos como el DDMRP (*Demand Driven Material Requirements Planning*) se convierten en una útil herramienta de planificación de inventarios para tener una producción alineada con la demanda real del mercado, facilitando una eficiente toma de decisiones tanto a nivel de planificación como de ejecución. Además, permiten minimizar las dificultades asociadas a la gestión de inventarios. Particularmente, cabe destacar que el modelo DDMRP se basa en la conexión entre creación, protección y aceleración del flujo de materia prima e información relevante (Ptak & Smith, 2016), creando conciencia sobre la importancia de los tiempos de entrega y la necesidad de que los inventarios generen retorno sobre la inversión (ROI, por sus siglas en inglés).

En concreto, el ROI es un concepto relacionado con el desempeño o eficiencia de una inversión (Zamfir, Manea & Ionescu, 2016; Crawley-Stout, Ward, See & Randolph, 2016). Para Magdalena (2017) es una herramienta que mide la capacidad general de la empresa para generar ganancias a través de los activos disponibles que posee. Esto implica, por ejemplo, que el ROI debe ser superior a los intereses que la empresa debe pagarle al banco por el préstamo que le ha otorgado (Yan, 2016). En otras palabras, y de acuerdo a Priya, Balasundaram & Pratheepan (2015), si el ROI es mayor que el costo de la deuda (pago de intereses) entonces la empresa podría implementar una estructura financiera en la que se financie a través de deuda con intereses fijos, lo cual podría aumentar la valoración de la empresa en el mercado. Por el contrario, si el ROI es menor que el interés de colocación<sup>1</sup>, entonces la empresa tendrá dificultades para mantener su estabilidad financiera y por lo tanto, como lo señalan Wang & Sun (2018), pocos inversores estarán dispuestos a prestarle recursos.

Considerando lo expuesto y además teniendo en cuenta que en la revisión de la literatura sobre el modelo DDMRP en el ámbito logístico es notable la ausencia de trabajos que presenten de forma secuencial su aplicación, el objetivo de este artículo es explicar de manera sencilla la operacionalización de este modelo, el cual actúa como herramienta de enlace entre la gestión de inventarios (dentro de la cadena de abastecimiento) y la maximización del ROI.

Este artículo tiene la siguiente estructura. En primer lugar, y después de esta introducción, se presenta el marco conceptual. En segundo lugar, se indican las consideraciones metodológicas. En tercer lugar, se explican la planificación y ejecución del modelo DDMRP. En cuarto lugar, se propone un caso práctico de aplicación del modelo DDMRP. En quinto lugar, se presentan las conclusiones. En sexto lugar, se destacan las limitaciones de este trabajo. Finalmente se incluyen las referencias consultadas.

## **1. Marco conceptual**

### ***1.1. Planificación de la demanda***

---

<sup>1</sup> El interés de colocación es el que cobran las entidades financieras cuando prestan (colocan) dinero en poder de personas naturales y/o jurídicas.

Para referirse a la planificación de la demanda debe hacerse alusión al impulso de la demanda. Según Ashayeri & Kampstra (2005) el impulso de la demanda (*demand driven*) puede ser relacionado con la focalización en los clientes, es decir, con el ajuste de la empresa a la demanda. Para Barrett (2007) el impulso de la demanda es un sistema que comprende los procesos, la tecnología y la organización de las respuestas de los empleados, proveedores y clientes. En la misma línea, Netti (2007) lo entiende como la capacidad de la empresa para captar de manera inteligente todas las señales que provienen del mercado.

Por su parte, Ayers & Malmberg (2002) plantean que el impulso de la demanda es un atributo de la empresa que le permite enfocarse más en la construcción de la disciplina y el orden y no tanto en los pronósticos, es decir, es lo que hace posible que las decisiones de producción e inventarios no estén basadas en pronósticos, por muy potentes que estos sean, sino en las señales de la demanda del mercado en tiempo real. Así mismo, Bozutti & Esposito (2019) consideran que el impulso de la demanda es una nueva forma de comprender el mercado y es, además, una nueva forma de percibir y de satisfacer los requerimientos de los clientes.

La planeación de la demanda es fundamental en el buen desarrollo de todo proceso logístico, y su fortalecimiento es la base de las demás operaciones logísticas. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que planear la demanda resulta cada vez más complejo puesto que es impredecible, esto debido a que depende de factores sociales, políticos, económicos y comportamentales. Es por ello que la planeación de la demanda ha trascendido la visión reduccionista de considerar al cliente como la base de su ejecución y ha recurrido al análisis de la gestión de la cadena de abastecimiento como el factor clave para atender la demanda del mercado.

Por otra parte, la planificación de materia prima requerida (*Material Requirements Planning*) tiene como principal objetivo garantizar la disponibilidad del material necesario para producir las unidades dentro de los tiempos requeridos, satisfaciendo tanto los propósitos internos como las necesidades reales de distribución y venta (Prostean, Vasar & Badea, 2016). Para Kurbel (2013) es un proceso basado en requerimientos de partes y componentes que tiene en cuenta los niveles de inventario actuales y los programados. Así mismo, para Tekin & Konina (2017) es un sistema básico orientado a la planificación de las necesidades de materia prima.

Múltiples empresas, especialmente las pertenecientes a la industria manufacturera, usan la planificación de materia prima requerida para hacer una adecuada gestión de inventarios y planificar, incluso pronosticar, el volumen de partes y componentes demandados para la producción (Widmer, Klein, Wachter & Meyl, 2019). La planificación de materia prima requerida apareció, según Allaoui, Guo & Sarkis (2019), en la década de los 60's del siglo pasado como resultado de la evolución de los sistemas de planificación para ajustarse a las necesidades de las empresas y mejorar los niveles de competitividad.

Además, la planificación de materia prima requerida fue concebida en ese entonces para un mercado con exceso de demanda y centrado en la productividad, donde el modelo de producción para el inventario (MTS, por sus siglas en inglés) se basaba en la producción de artículos para ayudar a facilitar la producción de otros, sin importar el costo, ni el lucro cesante (Arreola & DeCroix, 1998). No obstante, las respuestas a los retos que proponen los

nuevos mercados, donde las cantidades ofertadas superan a las cantidades demandadas, han marcado una nueva era en la cual la flexibilidad para sincronizar la oferta y la planeación de la demanda es crucial (Pekarciková, Trebuna, Kliment & Trojan, 2019).

Así, y considerando que los elementos previamente expuestos hacen parte del modelo DDMRP, debe resaltarse la pertinencia de este modelo para ser utilizado por aquellas empresas que buscan una adecuada gestión de inventarios, lo cual tiene, además, efectos positivos en cuanto a la maximización del ROI.

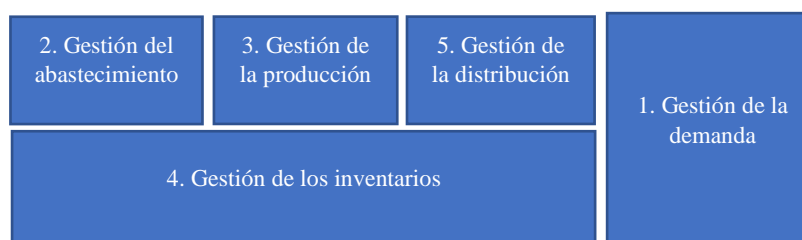
## 1.2. El modelo DDMRP

El DDMRP es un nuevo modelo de planeación y ejecución, planteado por primera vez en el libro Orlicky's Material Requirements Planning, que se basa fundamentalmente en la conexión entre creación, protección y aceleración del flujo de materia prima, la información relevante y el retorno sobre la inversión (Ptak & Smith, 2016). Este modelo permite la planificación de inventarios en las organizaciones para tener una producción alineada con la demanda real del mercado, facilitando una mejor y más rápida toma de decisiones, tanto a nivel de planificación como de ejecución.

La aplicación del modelo DDMRP está basada en los inventarios de seguridad (*buffers*) en la cadena de abastecimiento. Estos son niveles de inventarios posicionados estratégicamente para absorber la incertidumbre de la demanda, generando mayor visibilidad de los inventarios y disminuyendo los costos de operación a través de la reducción de los tiempos de entrega, identificando los puntos claves de abastecimiento y mejorando las tasas de retorno de la inversión (Fisher, 1997).

En este contexto, y como se explicó anteriormente, el efecto látigo se refiere a la variación de los requerimientos de las compras y/o ventas de materia prima durante toda la cadena de abastecimiento a causa de la fluctuación en las ventas cuando no se tiene claridad sobre la demanda real y futura (Lee, Padmanabhan, & Seungjin, 1997). Ahora bien, como lo plantean Kaipia, Holmström, Småros & Rajala (2017), una eficiente planeación de la demanda requiere la cooperación y el intercambio de información entre los participantes de la cadena de abastecimiento. Por lo tanto, la planeación de la demanda implica la articulación entre la gestión de abastecimiento, la gestión de la producción, la gestión de los inventarios y la distribución (Mazo, Molina & Guisao, 2011), tal y como se observa en el Gráfico 1.

Gráfico 1. Planeación de la demanda en la cadena de abastecimiento



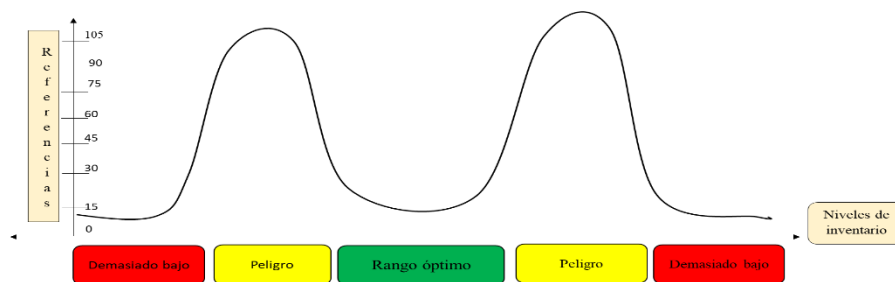
Fuente: elaboración propia con base en GS1 Colombia

Ahora bien, debe señalarse que en la actualidad la aplicación del modelo DDMRP se encuentra alineado con el avance tecnológico. Así, por ejemplo, hoy es notable la importancia que tienen la gestión y la planeación de la demanda en el contexto de la Industria 4.0 dado su potencial generador de información para el desarrollo de la cadena de abastecimiento y la satisfacción del consumidor final. Según Blos, Cortes & da Silva (2018) la Industria 4.0 es un término introducido por la empresa Siemens y hace referencia a la integración de sistemas interconectados en una industria específica.

En efecto, la Industria 4.0 representa para las empresas una oportunidad, pero también un reto, porque es en sí misma un examen para muchas de ellas (Zhou & Le Cardinal, 2019). Es un examen en la medida en que exige la adaptación de nuevas formas de procesos y la integración de éstos de maneras novedosas. Así mismo, la Industria 4.0 representa una transformación integral de la producción en las industrias basada la incorporación de la tecnología digital y el internet a la industria convencional (Setiawan, 2019). Por tanto, en un entorno de logística internacional determinado por la Industria 4.0 resultan necesarios nuevos modelos de planificación de la demanda que sean capaces de marcar una diferencia frente a los modelos tradicionales, en los que la gestión de inventarios no era prioridad y la alineación de la producción y las materias primas se fundamentaban en las salidas, lo cual, según Pekarciková, Trebuna, Kliment & Trojan (2019) es un error si se tiene en cuenta que esto no es realista en términos de tiempo, capacidad y disponibilidad del inventario.

La nueva visión de la demanda supone la integración de modelos administrativos como la planificación de requerimientos de material, la planificación de requerimientos de la demanda, la planificación de ventas y producción, la teoría de restricciones, la filosofía *Lean*<sup>2</sup> y planeación, los pronósticos y el reabastecimiento colaborativo para transformarse en lo que hoy se conoce como modelo DDMRP. Este modelo se basa en un inventario de distribución bi-modal (Ver Gráfico 2) que no es más que la ejemplificación del nerviosismo sistémico del efecto látigo que comúnmente se vive en las empresas por tener bajos o altos niveles de inventario para atender la demanda.

Gráfico 2. Efecto bi-modal de la distribución del inventario



Fuente: elaboración propia con base en Pekarciková et.al., (2019)

<sup>2</sup> La Filosofía Lean consiste en la eliminación de desperdicios a actividades que no agregan valor, lo cual permite alcanzar mayores niveles de eficiencia productiva sin incurrir en nuevas inversiones en maquinaria, personal y/o tecnología.

Por su parte, el objetivo principal del modelo DDMRP es eliminar la influencia del efecto bimodal para transformar el abastecimiento de la fabricación (basado en el pronóstico de la demanda proyectada) en un abastecimiento basado en la necesidad del consumidor. Es decir, este modelo implica cambiar la mentalidad de las empresas para que puedan migrar de una producción basada en el inventario a una producción basada en las necesidades específicas del cliente.

Además, al momento de aplicar el modelo DDMRP es importante tener presente que las cadenas de abastecimiento son, según Sander (2014), sistemas adaptativos complejos (CAS, por sus siglas en inglés) puesto que (1) son dinámicas: no permanecen estables por largos períodos de tiempo, (2) son racionales: la interacción constante entre los actores de la cadena ayuda a obtener mayor experiencia y conocimiento de las partes, (3) tienen un comportamiento no lineal: se encuentran expuestas a constantes variaciones y, (4) son adaptables y auto-regulables: se encuentran en constante evolución.

En línea con lo anterior, si se entiende a la cadena de abastecimiento como un CAS, resulta clave considerar el comportamiento no lineal como el principal factor de afectación y por ello se hace necesario establecer un punto de control y alerta en la cadena. Esto implica que se requieren inventarios de seguridad aceptables de niveles mínimos, medios y máximos a lo largo de la cadena que estén desacoplados, es decir, que tengan una ubicación estratégica a lo largo de la cadena de abastecimiento y no que estén ubicados de forma estática como lo plantean algunos métodos de inventario tradicionales. Dichos inventarios de seguridad, según (Ptak & Smith, 2016), permiten que el inventario sea correcto, en el lugar correcto y en el tiempo correcto.

En ese orden de ideas, el DDMRP se fundamenta en (1) separar la demanda dependiente de la demanda independiente en la cadena de abastecimiento, buscando así maximizar el ROI de los inventarios y (2) establecer inventarios de seguridad en puntos estratégicos que provean información relevante en tiempo real de la demanda y sus cambios. Adicionalmente, para entender el proceso del DDMRP se debe realizar una diferenciación entre su planificación y su ejecución. La primera se considera como el proceso generador de requerimientos de pedidos de suministro a través del flujo de información y la segunda como la gestión de las órdenes de suministro contra los criterios de cantidades mínimas y máximas a comprar, niveles de servicio, tiempo de entrega y costo del inventario (Ptak & Smith, 2016).

## **2. Consideraciones metodológicas**

Este artículo de investigación es de carácter explicativo. Como se indicó en la introducción, la revisión de la literatura sobre el modelo DDMRP revela que son pocos los trabajos que se destacan por explicar de manera clara la aplicación del modelo en el contexto de la logística internacional. Por tanto, la metodología en la que está basada este artículo está orientada hacia la ejemplificación y no tanto hacia la discusión teórica del modelo presentado.

Por otra parte, este trabajo se ha desarrollado de forma tal que pueda ser leído por distintos auditorios, entre ellos, docentes, investigadores y miembros de empresas, especialmente gerentes de logística. Muchos de los artículos que se publican en revistas académicas se

caracterizan por estar escritos en términos que normalmente sólo son comprensibles por un público muy especializado. Teniendo en cuenta este factor, este trabajo buscó alejarse de esa tendencia para intentar, efectivamente, que la explicación del modelo DDMRP que aquí se presenta sea realmente sencilla y entendible.

En este artículo, a modo de ejemplo, se propone un caso de estudio hipotético. La ventaja de los casos de estudio es que permiten identificar las particularidades del fenómeno abordado. Es decir, a diferencia de investigaciones en las que se estudian múltiples casos buscando la generalización o extrapolación de los hallazgos, en los trabajos basados en un único caso lo que se busca es resaltar las características únicas de ese caso particular. Adicionalmente, en este trabajo no se llega propiamente a determinados hallazgos, sino a conclusiones. Por eso el carácter de este artículo no busca la generalización.

Las fuentes de información que se usaron para la construcción de este artículo son secundarias. Esencialmente se trata de trabajos de investigación, como artículos y libros, que abordan algunos de los distintos aspectos tratados en este trabajo. En cuanto al proceso seguido para acceder a dicho material bibliográfico es de resaltar que se realizó una búsqueda de literatura en tres fuentes principales: *Web of Science*, *Scopus* y *Google Scholar*. La búsqueda de los trabajos no se restringió a una temporalidad específica, aunque se dio prioridad a trabajos de reciente publicación como puede constatarse en el apartado Referencias al final de este trabajo.

Atendiendo a las consideraciones metodológicas presentadas, puede decirse que este trabajo se enmarca dentro la metodología cualitativa, aunque la naturaleza del modelo presentado sea de carácter cuantitativo por estar asociado a la gestión de inventarios y la demanda de productos. Es cualitativo, además, porque tiene como fin último ejemplificar de manera sencilla, a modo de paso a paso, la aplicación de un modelo de gestión de inventarios que puede ser usado por empresas de distintos sectores económicos y de diferentes tamaños, sin requerir destreza alguna en la manipulación estadística o matemática de datos.

### **3. Modelo DDMRP: planificación y ejecución**

#### **3.1. Planificación del modelo DDMRP**

El modelo DDMRP está conformado por cinco componentes secuenciales que se deben desarrollar paso a paso para obtener mejores prácticas, minimizar debilidades e integrar la producción directamente con las necesidades específicas del consumidor, creando así una herramienta que integra a toda la cadena de abastecimiento, incluyendo al cliente y a los proveedores, tal y como se observa en la tabla 1.

Cabe destacar que el modelo DDMRP usa la lista de materiales<sup>3</sup>(*Bill of materials* o BOM, por sus siglas en inglés) desde el sistema MRP (*Material Requirement Planning*) como base fundamental para la determinación de la cantidad de inventarios correctos y posicionamiento estratégico de los inventarios de seguridad a través de la cadena de abastecimiento, dado que

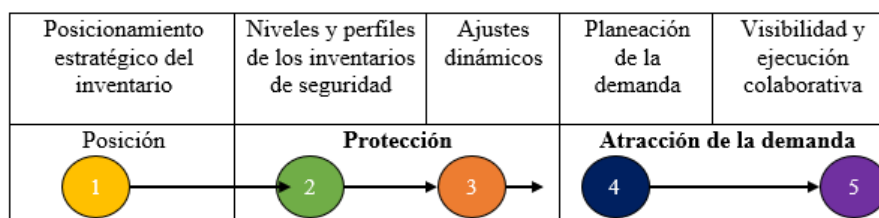
---

<sup>3</sup> Una lista de materiales es una lista de materias primas, piezas y cantidades necesarias para fabricar un producto final.



es la mejor forma de absorber las fluctuaciones de la demanda y variabilidad en la cadena de abastecimiento (Ptak & Smith, 2016)

Tabla 1. Componentes del modelo DDMRP



Fuente: elaboración propia con base en Ptak & Smith (2016)

### *Posicionamiento estratégico del inventario*

La mayoría de las empresas se encuentran, por lo general, poco preparadas para hacer frente al posicionamiento estratégico de los inventarios, dado que esto implica responder preguntas del tipo cuánto y cuándo. La primera pregunta hace referencia a la cantidad y la segunda al tiempo, y en muchas ocasiones la empresa no cuenta con el suficiente conocimiento o capacidad para responderlas de manera adecuada.

Adicionalmente, la clave para proteger y promover el flujo de información relevante es identificar dónde deben instalarse los puntos de desacople y sus respectivos inventarios de seguridad para mitigar la distorsión de la señal de la demanda, lo cual a su vez se convierte en una decisión estratégica que afecta a la cadena de abastecimiento en aspectos como el servicio, el capital de trabajo, el flujo de caja y el ROI (Ptak & Smith, 2016).

Así, para dar respuesta al interrogante dónde, la empresa puede considerar seis factores claves en aras de alcanzar una correcta elaboración del desacoplamiento de los elementos de la cadena de abastecimiento. Estos factores se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Seis factores claves para el desacoplamiento en la cadena de abastecimiento

<b>Factores clave</b>	<b>Descripción</b>
Tiempo de tolerancia del cliente	Tiempo que está dispuesto el cliente interno o externo a esperar antes de buscar una fuente alternativa.
Tiempo de entrega potencial del mercado	Es el tiempo que prefiere el cliente interno o externo.
Horizonte de visibilidad del pedido de ventas	Se refiere a la visibilidad de las ventas futuras en el tiempo.
Variabilidad externa	Desde la demanda: conocer si se tiene visibilidad de los pedidos dentro de la tolerancia del cliente. Desde el abastecimiento: conocer la disrupción del proveedor, es decir, la calidad y confiabilidad en las entregas.
Apalancamiento de inventarios y flexibilidad	Identificación del inventario clave y común en la cadena de abastecimiento.
Protección de operación crítica	Identificar las áreas con capacidad limitada (cuellos de botella).

Fuente: elaboración propia con base en Ptak & Smith (2016)

Estos factores deben aplicarse de forma sistemática para determinar las mejores posiciones de desacoplamiento para comprar, fabricar, almacenar, proteger y promover el flujo de

información e impulsar el rendimiento de la inversión. Es decir, se debe realizar el levantamiento de datos sobre cada uno de los componentes de la cadena de abastecimiento teniendo en cuenta los seis factores mencionados y crear una matriz que permita su clasificación ponderada.

#### *Niveles y perfiles del inventario de seguridad*

La dimensión de los inventarios de seguridad solo puede ser determinada después de su posicionamiento estratégico y no será más que el nivel de inventario que es cuidadosamente dimensionado y mantenido a lo largo de toda la cadena de abastecimiento para cumplir con tres principios:

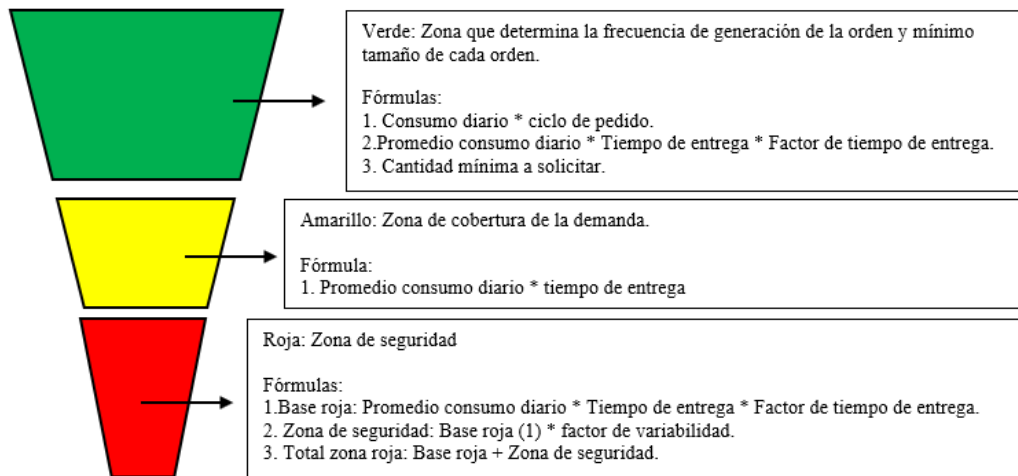
- Absorción del impacto: reducir los niveles de artículos con estado de agotado en caso de que se genere una mayor demanda.
- Comprensión del plazo de entrega: tener una visibilidad completa de las entregas considerando el tiempo desde la generación del pedido hasta su entrega.
- Generación de pedidos de suministro: crear alertas que les permita a las áreas encargadas (compras, planeación y/o producción) realizar las solicitudes de materia prima necesaria para su gestión.

Cabe destacar que el nivel o cantidad de inventario se debe calcular considerando los tiempos de entrega y el promedio de consumo diario, lo cual asegurará el nivel necesario de inventario. Además, los inventarios de seguridad están dimensionados según Ptak & Smith (2016) así:

- Zona verde: es el corazón del proceso de generación de pedidos de suministro integrado dado que determina la frecuencia de pedido promedio y el tamaño de pedido típico, siendo la visión más conservadora con respecto a la frecuencia de pedido recomendada y media.
- Zona amarilla: es el corazón de la cobertura de inventario y se calcula como el 100% del uso diario promedio por el tiempo de entrega esperado.
- Zona roja: considerada la zona de seguridad es la zona que presenta mayor afectación al cambio. Es por ello que entre mayor sea la variabilidad del número de referencias (*SKU*, por sus siglas en inglés), mayor será la zona roja.

A continuación, en el Gráfico 3, se presenta un ejemplo de los perfiles, niveles y fórmulas para el cálculo de los inventarios de seguridad.

Gráfico 3. Perfiles, niveles y fórmulas para el cálculo de los inventarios de seguridad



Fuente: elaboración propia con base en Ptak & Smith (2016)

Para obtener el perfil y nivel del inventario de seguridad se debe considerar que cada nivel cumple una función diferente, que su tamaño no se divide en tercios iguales y que se requiere la elaboración de varios cálculos matemáticos. En aras de realizar el cálculo se deben tener en cuenta tres factores:

- Tipo de artículo: hace alusión al posicionamiento del artículo al interior de la cadena de abastecimiento, es decir, si se trata de un artículo para manufactura, compra o distribución.
- Tiempo de entrega: según Ptak & Smith (2016) los tiempos de entrega se pueden estandarizar de acuerdo al tipo de artículo, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Tiempos de entrega según artículo

Tiempo de entrega	Manufactura	Compras	Factor de entrega
Corto plazo	0 – 4 días	0 – 10 días	61% – 100 %
Mediano plazo	5 – 9 días	11 – 25 días	41% - 60 %
Largo plazo	10 días en adelante	26 días en adelante	20% - 40%

Fuente: elaboración propia con base en Ptak & Smith (2016)

- Variabilidad: hace alusión a la disrupción que se puede presentar en la demanda y abastecimiento. Al igual que el tiempo de entrega, se clasifica según Ptak & Smith (2016) en tres tipos de factores como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Tipo de variabilidad

Tipo de variabilidad	Demanda	Abastecimiento
Alta	61% – 100 %	61% – 100 %
Media	41% - 60 %	41% - 60 %
Baja	20% - 40%	20% - 40%

Fuente: elaboración propia con base en Ptak & Smith (2016)

Luego de analizar cada uno de los factores, se procede con la realización del cálculo de los inventarios de seguridad, teniendo en cuenta las fórmulas indicadas y la información sobre el promedio de consumo diario, las cantidades mínimas, el número promedio de días entre pedidos y el tiempo de entrega entre pedidos.

#### *Ajustes dinámicos*

La demanda es una variable que se encuentra en constante cambio, por lo tanto, el dinamismo del mercado hace necesario actualizar constantemente los atributos y posicionamientos de los inventarios de seguridad en la cadena de abastecimiento, puesto que el objetivo principal del modelo DDMRP es la continua optimización de los inventarios y, por ende, del ROI.

Existen tres factores generadores de variaciones y ajustes:

- Variabilidad del consumo promedio diario: los consumos diarios no son constantes, se presentan aleatoriamente tanto en cantidad como en tiempo.
- Estacionalidad de la demanda: las empresas tienen productos con elevaciones y canales estacionales que generan un reto a la memoria de los inventarios si no se abordan correctamente.
- Campañas promocionales: pueden derivar en mayores ventas que no se contemplaron durante el desarrollo del inventario generando fluctuaciones.

#### *Planeación de la demanda*

La planeación de la demanda es un método de generación de pedidos de suministro. Constituye un punto focal para crear, promover, proteger y determinar la información y la materia prima relevante y generar pedidos de suministro. Este método depende, según Ptak & Smith (2016), del correcto análisis de la ecuación de flujo neto:

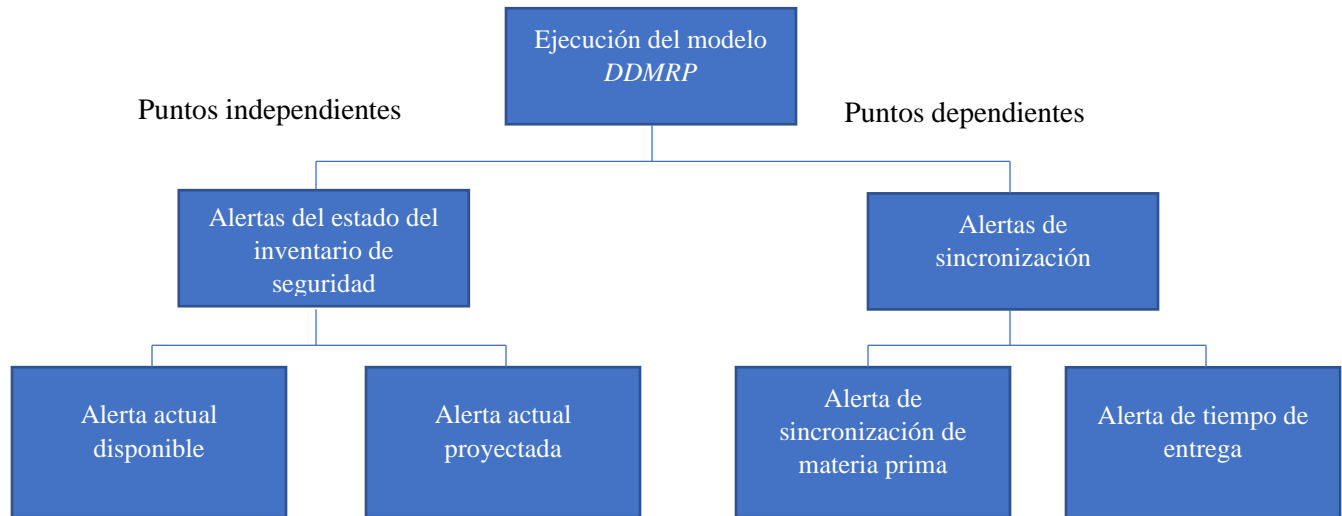
$$\text{Flujo neto: } \text{Inventario en bodega} + \text{Inventario en tránsito} - \text{Ventas demandadas}$$

Esta ecuación permite controlar el número de unidades o servicios a solicitar durante la explosión de materia prima en cada uno de los inventarios de seguridad instalados a lo largo de la cadena de abastecimiento y transforma las disminuciones del tiempo de entrega en capital de trabajo.

### **3.2. Ejecución del modelo DDMRP**

De acuerdo a Ptak & Smith (2016) la ejecución del modelo DDMRP permite la administración y gestión de las órdenes de suministro abiertas, así como la aplicación de diferentes tipos de alertas respecto a las existencias de desacoplamiento dependiente e independiente. Es decir, prioriza las órdenes abiertas ya generadas para monitorear el agotamiento de inventarios en cada ubicación estratégica y detecta posibles problemas a lo largo de la cadena de abastecimiento, teniendo como base el estado de los inventarios y las órdenes de compra, como se ilustra en el Gráfico 4.

Gráfico 4. Ejecución del modelo DDMRP



Fuente: elaboración propia con base en Ptak & Smith (2016)

En la ejecución del modelo DDMRP la demanda independiente se entiende como aquellos requerimientos ajenos a la empresa y que están sujetos a las condiciones del mercado y no a la demanda de elementos inventariados o producidos internamente. Es decir, la demanda de productos terminados es un factor externo a las empresas en el sentido de que las decisiones de los clientes no pueden ser predecibles por éstas. Por su parte, la demanda dependiente se refiere a todos aquellos requerimientos y decisiones que se derivan directamente de otros elementos inventariados o producidos por la empresa (Bustos & Chacón, 2007).

Cabe destacar que alinear los planes de los proveedores con los requerimientos de los clientes presenta un problema para la priorización de las órdenes de compra cuando la prioridad se basa en el tiempo de entrega. Por ello, la ejecución del modelo DDMRP usa dos alertas:

- Alertas de los inventarios de seguridad.
- Sincronización de las alertas.

Ambas alertas, según Ptak & Smith (2016), están centradas en la integridad de la memoria intermedia del punto de desacoplamiento actual y proyectado de la demanda, cuyo objetivo es la sincronización, promoción y protección del flujo de la información relevante. Estas alertas se explican a continuación.

#### ***Alertas de los inventarios de seguridad:***

##### **1. Alerta actual disponible**

Está diseñada para mostrar al personal de compras y producción lo que debe ser prioridad, es decir, a los departamentos de compras lo que requiere comprarse con urgencia para

abastecer el inventario y a los departamentos de producción lo que debe fabricarse para abastecer la demanda.

## 2. Alerta de inventario disponible proyectado

Si bien la demanda es impredecible, la oportunidad de realizar proyecciones siempre promueve una rápida e intuitiva forma de alinear los esfuerzos para mejorar la protección del inventario. Un ejemplo de ello es la alerta del inventario disponible proyectado, cuyo objetivo es calcular la penetración de zona roja en el futuro cercano para advertir al personal de la cadena de abastecimiento sobre los problemas inminentes de tiempo y cantidad, y así poder informar al proveedor o al cliente sobre el estado actual del inventario.

### ***Sincronización de las alertas:***

#### 1. Sincronización de material

Los inventarios de seguridad se deben establecer en los puntos de mayor importancia para la empresa, por lo cual no todos los artículos van a tener uno. Es aquí donde la sincronización de materia prima tiene importancia, dado que su objetivo es validar todos los inventarios de seguridad a través de la cadena de abastecimiento en relación con aquellos que no lo tienen. Esto permite identificar las afectaciones y tomar opciones de sincronización que se basan fundamentalmente en el establecimiento de alertas de inventario disponible.

#### 2. Alerta de tiempo de entrega

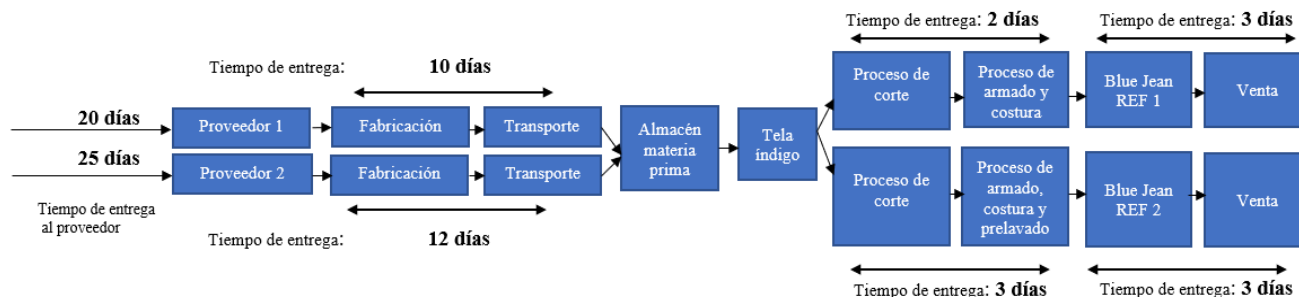
Es una alerta de ejecución para elementos estratégicos sin inventario de seguridad que puede provenir de un proveedor cuyos tiempos de entrega no son confiables. Se utiliza para solicitar al personal la verificación del estado de los artículos críticos sin inventario de seguridad antes de que se conviertan en un problema. Es decir, se realiza un seguimiento de los pedidos de suministro gestionados por el tiempo de entrega y, según Ptak & Smith (2016), se debe enfocar en el último 33,33% del tiempo total de la entrega, tiempo que recibe el nombre de horizonte de alerta de tiempo de entrega.

## **4. Caso práctico: aplicación del modelo DDMRP**

Para la aplicación del modelo DDMRP existen diversas herramientas informáticas que realizan el análisis de la información y que facilitan la utilización del mismo. No obstante, como se ha planteado durante el desarrollo de este artículo, el objetivo principal es explicar de manera sencilla su operacionalización. Para ello se desarrolla a continuación un ejemplo hipotético de una empresa colombiana importadora de materia prima para la confección y venta de dos referencias de *blue jeans*.

Así, si la empresa importadora de materia prima desea realizar la aplicación del modelo para dos de sus referencias (Blue jean REF1 y blue jean REF2), deberá iniciar con el posicionamiento estratégico del inventario. En tal caso la recomendación es graficar la cadena de abastecimiento actual (Ver Gráfico 5).

Gráfico 5. Cadena de abastecimiento actual



Fuente: elaboración propia

Una vez realizada la gráfica de la cadena de abastecimiento, se aplican los seis factores claves para un correcto desacoplamiento, como se muestra en la Tabla 5.

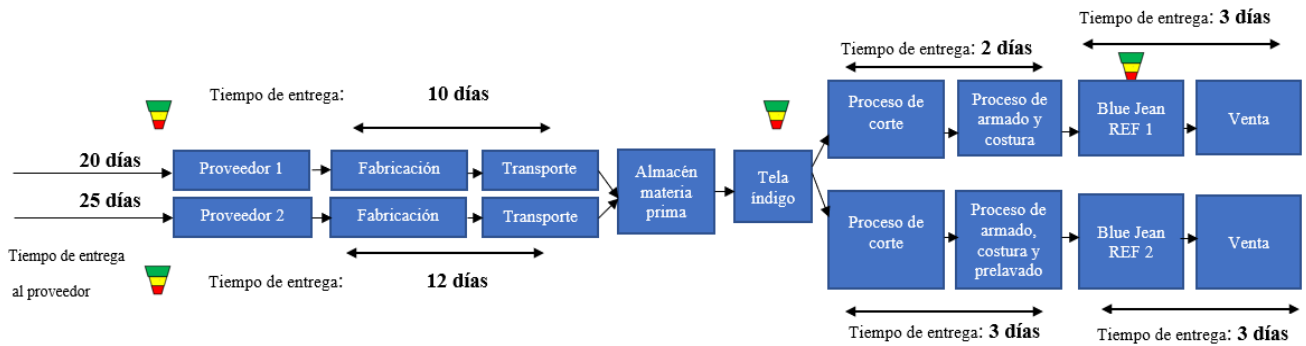
Tabla 5. Aplicación de los seis factores claves

Factores clave	Respuesta
Tiempo de tolerancia del cliente	3 días para cada una de las referencias de <i>blue jeans</i> , ya que se considera el tiempo de entrega mayor como la base de la cadena de abastecimiento.
Tiempo de entrega potencial del mercado	El <i>blue jean</i> REF1 tiene un día de entrega menos que la referencia 2, es decir, se puede contar con disponibilidad mucho más rápido.
Horizonte de visibilidad del pedido de ventas	3 días para recibir nuevas solicitudes de compra.
Variabilidad externa	Desde la demanda: los pedidos grandes generalmente se conocen con suficiente antelación. Desde la variabilidad: los proveedores 1 y 2 tienen una fiabilidad aceptable, aunque con tiempos de entrega diferentes.
Apalancamiento de inventarios y flexibilidad	La tela índigo es la materia prima y componente común para ambas referencias de <i>blue jeans</i> .
Protección de operación crítica	La tela índigo se requiere en ambos procesos de fabricación para completar el producto y por ende se convierte en un punto de abastecimiento crítico que no puede faltar.

Fuente: elaboración propia

Luego de contar con la respuesta a cada uno de los seis factores y el impacto de cada uno de los criterios, se instalan de los inventarios de seguridad en aquellos puntos que son críticos, tanto por la disrupción que se puede presentar en el tiempo de entrega, como por el tiempo de respuesta al cliente, la afectación a los ingresos y la rentabilidad de la empresa. Para este caso el tiempo de entrega de los proveedores, la disponibilidad de la tela índigo y la rapidez de la venta del *blue jean* REF1 son los más críticos durante la cadena de abastecimiento (Ver Gráfico 6).

Gráfico 6. Instalación de inventarios de seguridad



Fuente: elaboración propia

Una vez posicionados los inventarios de seguridad en la cadena de abastecimiento se procede a la selección del punto de desacoplamiento y al cálculo de dichos inventarios. Considerando que la tela índigo es uno de los suministros más importantes dentro de la cadena de abastecimiento, se tomará como base para la realización y ejemplificación de los cálculos en aras de establecer los niveles de inventario óptimos.

Es importante destacar que para el cálculo de los inventarios de seguridad se debe contar, como se explicó previamente, con información básica sobre los mismos (Ver Tabla 6).

Tabla 6. Información para el cálculo de los inventarios de seguridad

Datos para el ejemplo	Valor
Consumo diario promedio	10 metros
Perfil del inventario de seguridad	Tipo de sector: compras Variabilidad: baja (0.33) Tiempo de entrega: mediano plazo (0.50)
Cantidad mínima por políticas	50 metros
Promedio entre pedidos	7 días
Tiempo de entrega	12 días

Fuente: elaboración propia

Finalmente, luego de tener los datos señalados, se procede con el cálculo teniendo en cuenta la siguiente información para cada zona:

- Zona verde: se considera teniendo en cuenta el resultado mayor de tres factores, así:
  - a. Ciclo de pedido mínimo impuesto o deseado: su fórmula corresponde a la multiplicación del consumo diario por el ciclo de pedido. Para este caso sería el resultado de multiplicar  $10 \times 7 = 70$ .
  - b. Cantidad mínima requerida: se encuentra vinculada 100% con las políticas de mínimos y máximos<sup>4</sup> de la empresa. Para el ejemplo sería 50.

<sup>4</sup> Las políticas de mínimos y máximos en los inventarios son las cantidades mínimas y máximas que una empresa decide tener de un producto en su inventario.



- c. Factor de tiempo de entrega: éste se encuentra determinado por la fórmula del promedio de consumo diario por tiempo de entrega por factor de tiempo de entrega. Sería el resultado de multiplicar  $10 \times 12 \times 0.5=60$ .
- Zona amarilla: como se mencionó anteriormente es la zona de cobertura del inventario. Es la multiplicación del consumo promedio por el tiempo de entrega, es decir,  $10 \times 12=120$ .
- Zona roja: considerada la zona de seguridad. Al igual que la zona verde tiene que considerar tres factores, donde el mayor será el usado para el inventario de seguridad, así:
  - a. Base roja: al igual que en la zona verde, este factor es determinado por la fórmula del promedio de consumo diario por tiempo de entrega por factor de tiempo de entrega, es decir, sería el resultado de multiplicar  $10 \times 12 \times 0.5=60$ .
  - b. Seguridad roja: implica multiplicar la base roja por el factor de variabilidad, es decir,  $60 \times 0.33=20$ .
  - c. Base total zona roja: es la suma de la base roja y la seguridad roja, en este caso, 80.

Como se puede observar en la Tabla 7, la principal función del inventario de seguridad es identificar los puntos de reorden a través de una mayor visibilidad de la información con las zonas de color verde, amarilla y roja. Estos puntos de reorden constituyen, además, un mecanismo de mejora continua y se encuentran sujetos a ciertos ajustes por variabilidades, estacionalidades y campañas promocionales.

Tabla 7. Inventario de seguridad y puntos de reorden

<b>Promedio consumo diario</b>	10	<b>Zona Verde</b>	1. Promedio consumo diario (10) * ciclo de pedido (7): 70	70
<b>Perfil del inventario de seguridad</b>	C, B (0.33), M (0.50)		2. Promedio consumo diario (10) * Tiempo de entrega (12) * Factor de tiempo de entrega (0.5): 60	
<b>Cantidad mínima</b>	50		3. Cantidad mínima: 50	
<b>Promedio entre pedidos</b>	7 días	<b>Zona Amarilla</b>	1. Promedio consumo diario (10) * Tiempo de entrega (12): 120	120
<b>Tiempo de entrega</b>	12 días	<b>Zona Roja</b>	1. Base roja: Promedio consumo diario (10) * Tiempo de entrega (12) * Factor de tiempo de entrega (0.5): 60	80
			2. Zona de seguridad: Base roja (60) * Factor de variabilidad (0.33): 20	
			3. Total zona roja: Base roja (60) + Zona de seguridad (30): 80	

Fuente: elaboración propia

Ahora bien, como se puede observar en el Gráfico 7, el cálculo de los inventarios con los datos de la Tabla 6 está indicando que el total de inventario de tela índigo que debe tener la empresa importadora es 270 metros, lo cual es el resultado de sumar los valores de la zona roja, amarilla y verde.

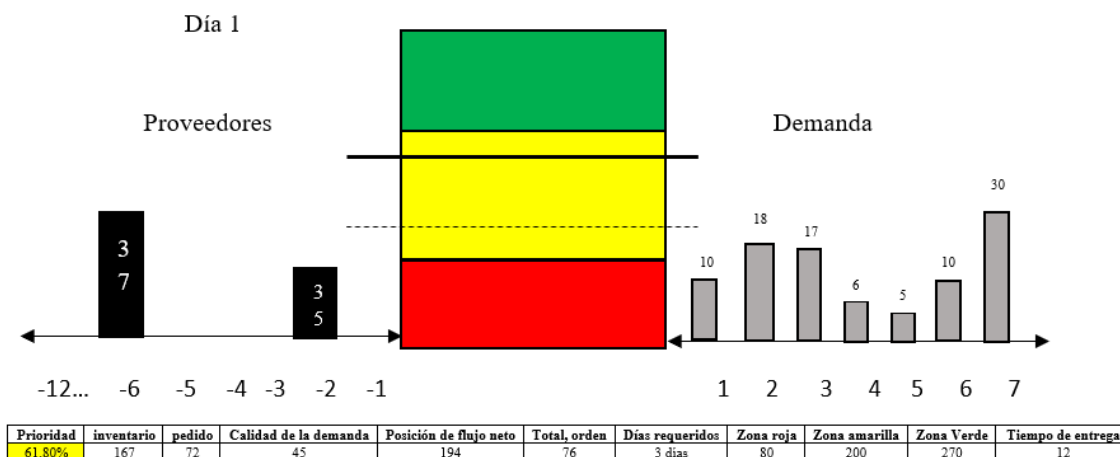
No obstante, para entender este proceso se debe aclarar, en primer lugar, que el establecimiento de los niveles y perfiles de los inventarios de seguridad se ejecuta de manera

independiente a la planificación de la demanda y, en segundo lugar, que el proceso de reabastecimiento se realiza teniendo en cuenta los siguientes factores: (1) el flujo neto<sup>5</sup> del inventario se debe encontrar en su mayor proporción en la zona verde, (2) el inventario disponible se encuentra ubicado en la zona amarilla, puesto que tener “sobre inventario” afecta el capital de trabajo, (3) se debe tener la visibilidad de los pedidos en tránsito y la demanda requerida. Este último factor permite determinar la cantidad a solicitar, tal y como se aprecia en el Gráfico 7.

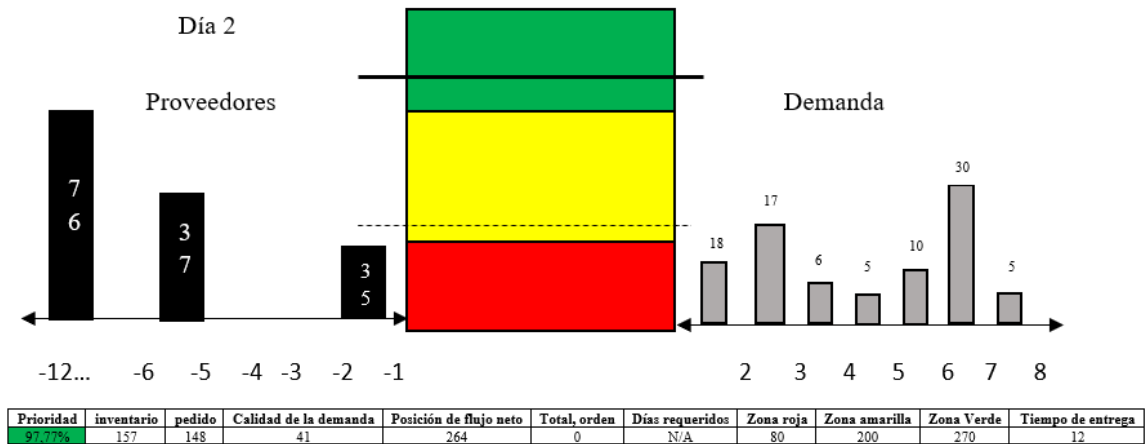
No obstante, se deben realizar las siguientes precisiones a la hora de calcular los niveles y perfiles de los niveles de inventario de seguridad:

- El valor de metros que se establecen en las zonas es acumulativo, es decir, la zona verde es el resultado de sumar los niveles de inventario de las tres zonas (roja, amarilla y verde).
- La prioridad es el resultado de dividir el inventario disponible sobre el total de la zona verde y multiplicar por 100%.
- El inventario equivale al inventario disponible para la venta.
- El pedido equivale al inventario en tránsito desde el proveedor hacia el almacén de materias prima.
- La calidad de la demanda corresponde a la demanda real en los próximos días, es decir, corresponde a las ventas del horizonte de visibilidad del pedido, que para efectos de este caso es 3 días.
- La posición de flujo neto equivale a la realización de cálculo de flujo neto.
- El total de la orden es la cantidad de inventario óptimo que se debe solicitar.

Gráfico 7. Niveles y perfiles de los inventarios de seguridad



<sup>5</sup> Flujo neto: Inventario en bodega + Inventario en tránsito – Ventas demandadas



Fuente: elaboración propia

Como se puede observar, durante el “Día 1” considerando el estado actual del inventario de seguridad la solicitud de compra óptima fue de 76 metros de tela índigo, mientras que durante el “Día 2” no se ha requerido ninguna cantidad. Es decir, la planeación dirigida por la demanda busca generar una visualización global del inventario a lo largo de la cadena de abastecimiento desde el proveedor y generar solicitudes de reabastecimiento de las cantidades correctas, con la premisa de disminuir la frecuencia del tiempo de entrega entre cada solicitud de reabastecimiento y maximizar el capital de trabajo disponible.

Ahora bien, para calcular las alertas de materia prima disponible se realiza un proceso simple, teniendo en cuenta el inventario actual y el máximo valor de la zona roja (TOR, por sus siglas en inglés). A partir de allí, según Ptak & Smith (2016), se calcula la alerta considerando el 50% de la zona TOR y se calcula el estado del inventario teniendo como base que el que se encuentre por debajo de la alerta de inventario disponible será de color rojo, es decir, inferior a 40. Los demás estados estarán ligados a los cálculos de los inventarios de seguridad realizados inicialmente para la zona amarilla y verde, como se observa en la Tabla 8.

Tabla 8. Ejemplo de alerta del inventario de seguridad

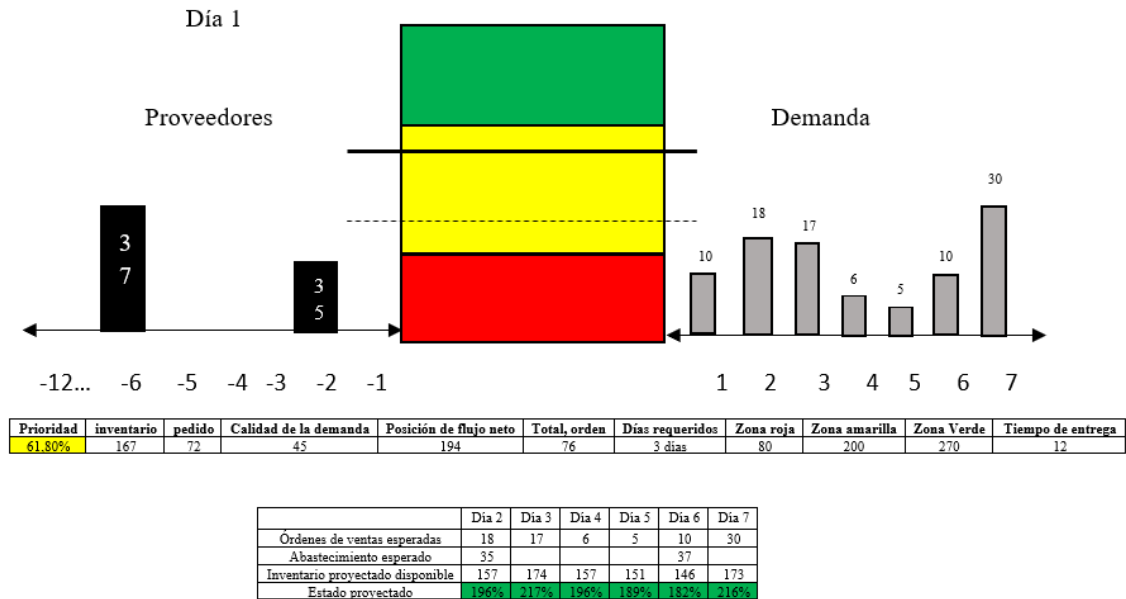
Día	En inventario	Máximo de la zona roja	Alerta de inventario	Estado
1	167	80	40	Verde – 209%
2	157	80	40	Verde – 196%
3	139	80	40	Verde – 174%

Fuente: elaboración propia

En otras palabras, la alerta del inventario disponible se calcula dividiendo el inventario disponible sobre la TOR. Por ejemplo, para la Tabla 8 sería el resultado de dividir 167 unidades en inventario sobre 80 unidades que fueron las establecidas como la zona de seguridad y, posteriormente, multiplicar por 100% para obtener el resultado de 209% (Zona Verde). Este valor estará en constante fluctuación a medida que se realicen consumos e ingresos de materia prima o artículos, y será de color amarillo cuando el inventario se

encuentre entre 40 mt y 80 mt, y de color rojo cuando se encuentre por debajo de 40 mt. Sin embargo, las alertas también pueden ser proyectadas, como se observa en el Gráfico 8.

Gráfico 8. Inventario de seguridad con alerta proyectada



Fuente: elaboración propia

Como se observa en el Gráfico 8, el posicionamiento del inventario de seguridad es exactamente igual a la estructura inicialmente desarrollada. Al lado izquierdo se consideran los nuevos ingresos y al lado derecho la demanda proyectada. No obstante, el componente adicional es la tabla que se muestra en la parte inferior del gráfico, y que al igual que la alerta actual disponible, tiene como premisa el uso del inventario disponible y la TOR como base para su cálculo, así:

- Luego de establecer el inventario con cada uno de sus componentes, se debe diseñar una tabla que indique los ingresos y consumos de los próximos días de los cuales se tiene visibilidad.
- Dado que es una alerta proyectada, siempre se debe iniciar con el segundo día, es decir, no se debe basar en el presente o el pasado.
- Una vez diseñada la tabla con los ingresos y consumos, se debe considerar el cálculo del inventario proyectado. Para este cálculo que inicia el segundo día, se debe considerar que siempre inicia con el inventario actual menos el consumo del primer día. Para este caso en específico sería el resultado de restar a 167 unidades las 10 unidades del primer día y así se obtendrían las 157 unidades. No obstante, para el tercer día el cálculo sería el cálculo de sumar las 157 unidades más las 35 unidades que ingresaron al inventario, menos el consumo del día 2 (18 unidades), para obtener un total de 174 unidades, y así sucesivamente con cada día del cual se tenga visibilidad.
- Al igual que sucede con la alerta disponible, esta alerta está sujeta a la división del inventario disponible sobre la TOR que se estableció inicialmente y a la alerta del

inventario disponible. Es decir, cualquier valor que se encuentre por debajo de la alerta del inventario disponible será de color rojo. Si es menor o igual a la TOR será de color amarillo y si es mayor a la TOR será de color verde.

En este orden de ideas, la elección del tipo de alerta de material disponible dependerá directamente de quién realice su análisis. No obstante, la alerta proyectada ofrece una mejor y más completa visibilidad de los consumos y estado de los inventarios de seguridad a través de la cadena de abastecimiento.

Igualmente, la alerta de tiempo de entrega juega un papel importante a la hora de tener una visibilidad de aquellas referencias sin inventario de seguridad, ya que busca una reacción proactiva frente a los problemas de agotados enfocándose en el último 33,33% del tiempo total de la entrega, tiempo que recibe el nombre de horizonte de alerta de tiempo de entrega, y que a su vez se divide en tres zonas de proporciones iguales (verde, amarillo y rojo), como se aprecia en la Tabla 9.

Tabla 9. Alerta de horizonte de tiempo de entrega

Tiempo de entrega administrado por el proveedor									Alerta de horizonte de tiempo de entrega			
									Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja	Retraso
May-01	May-02	May-03	May-04	May-05	May-06	May-07	May-08	May-09	May-10	May-11	May-12	May-13

Fuente: elaboración propia

Por ejemplo, para la entrega de la tela índigo el tiempo de entrega total es de 12 días, cuyo pedido se realizó el 1 de mayo y se estaría entregando el 12 de mayo. Es así que siguiendo la propuesta de Ptak & Smith (2016), el horizonte de alerta de tiempo de entrega serían los últimos tres días del plazo de entrega (días 10 – 11 – 12). Cuando el pedido esté a tres días de la fecha de entrega (día 10), ingresará a la zona verde, cuando esté a dos días (día 11) ingresará a la zona amarilla y cuando esté a un día (día 12) ingresará a la zona roja del horizonte de alerta del tiempo de entrega. Luego del día 12 estará retrasado.

En otras palabras, la alerta del tiempo de entrega tiene el objetivo de conocer los problemas de sincronización, de desempeño del proveedor y de seguimiento a los niveles de cumplimiento, confianza y asertividad de las entregas para crear una ejecución altamente visible y colaborativa en toda la cadena de abastecimiento.

## 5. Conclusiones

Alinear la demanda y la oferta es un propósito de la gestión y planeación de las cadenas de abastecimiento en el campo de la logística internacional. No obstante, no es una tarea fácil, en especial para aquellas empresas que no tienen acceso a sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP, por sus siglas en inglés) para el registro, archivo y análisis de la información.

El modelo DDMRP surge como una herramienta que, si bien puede ser utilizado por las grandes empresas a través de la integración con sus ERP, también es de utilidad para las

pequeñas y medianas empresas como herramienta administrativa de control de inventarios basada en la demanda real, logrando beneficios financieros y ventajas competitivas en relación a la competencia.

Es de resaltar que el modelo DDMRP se basa en un sistema de priorización y eficiencia administrativa de inventarios para la eliminación de las oscilaciones de la cadena de abastecimiento a través de los inventarios de seguridad, teniendo como premisa la visibilidad de la cadena y la flexibilidad del sistema, atendiendo a factores como el tiempo de entrega, el dinamismo del mercado, el consumo dinámico y el impulso de la demanda. Es decir, una demanda basada en las señales de ventas del día a día para la generación de información que será utilizada para la toma de decisiones de abastecimiento y consumos futuros.

Si bien este modelo se puede aplicar al portafolio de una empresa, también se puede aplicar de forma selectiva a una sola parte, pero teniendo en cuenta que los largos tiempos de entrega tienden a complicar su funcionalidad.

El modelo DDMRP combina de forma dinámica y visible la importancia que tienen los inventarios para las empresas y a su vez integra a toda la cadena de abastecimiento identificando los puntos claves. Además, exige estar preparado para lo que pueda suceder, no solo generando mayores controles, sino también mejorando las tasas de ROI, ya que permite reducir los inventarios en base a la demanda real y proyectada.

## **6. Limitaciones**

Una limitación de este artículo es que no hace énfasis en las debilidades del modelo DDMRP. En su lugar, lo que intenta es mostrar las ventajas que su utilización puede acarrear para diferentes empresas en el ámbito de la logística. Sin embargo, los autores son conscientes de este hecho y reconocen que un examen minucioso de dicho modelo podría dar lugar a conclusiones adicionales a las aquí presentadas.

Así mismo, otra limitación del artículo es que la mayoría de gráficas, tablas y cálculos se basan en la propuesta de Ptak & Smith (2016). Este hecho se explica porque el modelo DDMRP, propuesto por esos autores, es relativamente nuevo y son pocos los desarrollos adicionales que la literatura presenta a día de hoy. En este sentido, sería interesante incorporar nuevos elementos al análisis, derivados de otros trabajos publicados y enfocados en este modelo.

Por otra parte, el ejemplo presentado en este artículo sobre la aplicación del modelo DDMRP es hipotético, lo cual puede entenderse como otra limitación si se considera que al no tratarse de un ejemplo real (aplicado en una empresa concreta) posiblemente se estén dejando de lado algunos elementos importantes para el análisis. Así, trabajos de investigación futuros sobre la aplicación de este modelo en el ámbito de la logística permitirán tener una idea mucho más precisa de cuáles son los elementos relevantes que intervienen en este modelo.

## 7. Referencias

- Allaoui, H., Guo, Y., & Sarkis, J. (2019). Decision support for collaboration planning in sustainable supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 229, 761-774.
- Arreola, A., & DeCroix, G. (1998). Make to order versus make to stock in a production inventory system with general production time. *IIE Transactions*, 30, 705 - 713.
- Ashayeri, J., & Kampstra, R. P. (2005). Demand driven distribution: The logistical challenges and opportunities. *Proceedings of International Trade & Logistics, Corporate Strategies and the Global Economy*. Le Havre: University of Le Havre.
- Ayers, J. B., & Malmberg, D. M. (2002). Supply chain systems: are you ready? *Information Strategy: The Executive's Journal*, 19(1), 18-27.
- Barrett, J. (2007). Demand-Driven is an Operational Strategy. *Industrial Management*, 49(6).
- Blos, M. F., Cortes, H. M., & da Silva Filho, J. I. (2018). The Paraconsistent Annotated Logic with annotation of two values (PAL2v) in the context of the Industry 4.0-An Approach for the Cyber-Physical Systems (CPS). *Unisantia Science and Technology*, 6(2), 69-79.
- Bozutti, D. F., & Esposto, K. F. (2019). Sales and Operations Planning: a comparison between the demand-driven and traditional approaches. *International Journal of Production Management and Engineering*, 7(1), 23-38.
- Bustos, C. E., & Chacón, G. B. (2007). El MRP En la gestión de inventarios. *Visión Gerencial*, (1), 5 - 17.
- Cardoso, W. C., Júnior, W. A., Bertosse, J. F., Bassi, E., & Ponciano, E. S. (2017). Digital manufacturing, industry 4.0, cloud computing and thing internet: Brazilian contextualization and reality. *Independent Journal of Management & Production*, 8(2), 459-473.
- Crawley-Stout, L. A., Ward, K. A., See, C. H., & Randolph, G. (2016). Lessons learned from measuring return on investment in public health quality improvement initiatives. *Journal of Public Health Management and Practice*, 22(2), 28-37.
- Faro, C. (2015). *Gestão de estoques*. Rio de Janeiro; Editora FGV.
- Fink, S., & Benz, F. (2019). Flexibility planning in global inbound logistics. *Procedia CIRP*, 79, 415-420.
- Fisher, M. (1997). What is the right supply chain for your product?. *Harvard Business Review*, 103 - 118.
- Hussain, Z., Jusoh, A. B., Sarfraz, M., & Wahla, K. U. R. (2018). Uncovering the Relationship of Supply Chain Management and Firm Performance: Evidence from Textile Sector of Pakistan. *Information Management and Business Review*, 10(2), 23-29.
- Kaipia, R., Holmström, J., Småros, J., & Rajala, R. (2017). Information sharing for sales and operations planning: Contextualized solutions and mechanisms. *Journal of Operations Management*, 52, 15-29.
- Kurbel, Karl (2013). *Enterprise resource planning and supply chain management: Functions, business processes and software for manufacturing companies*. Progress in IS. Heidelberg: Springer.
- Kuzin, D. A. (2015). The economic result at a lean warehouse. *The Genesis of Genius*, (4-1), 33-37.
- Lee, H., Padmanabhan, V., & Seungjin, W. (1997). The bullwhip effect in supply chains. *Sloan Management Review*, 93 - 102.

- Li, Y. N., & Wang, Q. (2018). Strategic Deployment of Logistics Management with Diversity Characteristics Based on Internet+ Environment. In Proceedings of the 2nd International Symposium on Computer Science and Intelligent Control (p. 18). ACM.
- Lyu, L., & Jing, Z. (2015). The Impact of Modern International Logistics Development on International Trade in Tianjin. *Management & Engineering*, (21), 73.
- Magdalena, R. (2017). Financial Performance Analysis of Location, Rental Rate and Parking Revenue on Shopping Centers. *Journal of Accounting and Business Education*, 1(2), 230-246.
- Marche, B., Boly, V., Morel, L., Mayer, F., & Ortt, R. (2019). Agility and product supply chain design: The case of the Swatch. *Journal of Innovation Economics Management*, (1), 79-109.
- Mazo Zuluaga, A., Molina Parra, P. A., & Guisao Giraldo, É. Y. (2011). La planeación de la demanda como requisito para la gestión de las cadenas de suministro en las empresas de Colombia. *Revista Politécnica*, 7(12), 11 -22.
- Medeiros Filho, J. R. D., Oliveira, M. C. F. D., Oliveira, P. W. S. D., & Verneck, L. A. (2018). Automation of the entry of tax invoices for the optimization of the process in a metallurgical company. *International Journal of Engineering Trends and Technology*. Volume X Issue Y. 1-4.
- Netti, Domenico. (2007). A glance of modern logistics. Demand planning process. *Management and Marketing*. (2), 89-94.
- Nkuna, M. A. T., Belangany, M. M., & Badibanga, S. N. (2018). Data Mart Approach for Stock Management Model With a Calendar Under Budgetary Constraint. *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, 15(5), 58-66.
- Parella, K. (2019). Improving Social Compliance in Supply Chains. *Notre Dame Law Review*, 95(2), 2-58.
- Pekarciková, M., Trebuna, P., Kliment, M., & Trojan, J. (2019). Demand driven material requirements planning: Some methodical and practical comments. *Management and production engineering review*, 10(2), 50 -59.
- Priya, K., Balasundaram, N., & Pratheepan, T. (2015). Impact of Capital Structure on the Firm Value: Case Study of Listed Manufacturing Companies in Sri Lanka. *Scholars World-IRMJCR*, 3.
- Prostean, G., Vasar, C., & Badea, A. (2016, August). Logistics Scenario for Wind Turbine Assembly Based on ERP. In *International Workshop Soft Computing Applications* (pp. 194-200). Springer, Cham.
- Ptak, C., & Smith, C. (2016). *Orlicky's Material Requirements Planning*. Connecticut: Industrial Press, Inc.
- Renaud, K., Hoskins, A., & von Solms, R. (2015). Biometric identification: Are we ethically ready? In *2015 Information Security for South Africa (ISSA)* (pp. 1-8). IEEE.
- Sander, W. (2014). Demand Driven Performance Using Smart Metrics. *Quality Progress*, 47(6), 69.
- Setiawan, A. (2019). Blended Learning as a way Vocational School (VS) Students of confronting The Industry 4.0. *Journal of Curriculum Indonesia*, 2(2), 53-62.
- Tate, W., Bals, L., & Ellram, L. (2018). *Supply Chain Finance: Risk Management, Resilience and Supplier Management*. Kogan Page Publishers.
- Tekin, A. V., & Konina, O. V. (2017, December). The role of information and communication technologies in the process of strategic management of entrepreneurial structures activities: the budget and financial aspect. In *Perspectives*



- on the use of New Information and Communication Technology (ICT) in the Modern Economy (pp. 269-278). Springer, Cham.
- Tsao, K. H., Chang, Y. C., Lee, M. C., & Chang, K. H. (2018). Using Exponentially Weighted Moving Average to Improve Buffer Adjustment of Demand-Driven Replenishment Strategies. *Journal of Testing and Evaluation*, 47(1), 602-626.
- Villamizar, J. C. M., León, Ó. P., & Jaimes, W. A. (2013). Efecto látigo en la planeación de la cadena de abastecimiento, medición y control. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 23(2), 37-54.
- Wang, G., & Sun, G. (2018). Analysis of the Influence of BOT Mode on the Financing of Sewage Treatment Enterprises in China. *Ekoloji Dergisi*, (106).
- Widmer, T., Klein, A., Wachter, P., & Meyl, S. (2019, June). Predicting Material Requirements in the Automotive Industry Using Data Mining. In *International Conference on Business Information Systems* (pp. 147-161). Springer, Cham.
- Yan, J. (2016). The Study on the Pricing Model of the Urban Sewage Treatment Plant Public Private Partnership Project. In *International Conference on Electronics, Mechanics, Culture and Medicine*. Atlantis Press.
- Zamfir, M., Manea, M. D., & Ionescu, L. (2016). Return on Investment–Indicator for Measuring the Profitability of Invested Capital. *Valahian Journal of Economic Studies*, 7(2), 79-86.
- Zhou, R., & Le Cardinal, J. (2019, July). Exploring the Impacts of Industry 4.0 from a Macroscopic Perspective. In *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design* (Vol. 1, No. 1, pp. 2111-2120). Cambridge University Press.