



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
COORDINACIÓN DE INGENIERIA DE PRODUCCIÓN Y ORGANIZACIÓN
EMPRESARIAL

Desarrollo de un plan de seguimiento y mejora de la previsión de aprovisionamiento de materia prima

Por:

Br. Helen Johanna Herrera Castang

INFORME DE PASANTÍA

Presentado ante la Ilustre Universidad Simón Bolívar

como requisito parcial para optar al título de

Ingeniero de Producción

Sartenejas, septiembre 2017



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
COORDINACIÓN DE INGENIERIA DE PRODUCCIÓN Y ORGANIZACIÓN
EMPRESARIAL

Desarrollo de un plan de seguimiento y mejora de la previsión de aprovisionamiento de materia prima

Por:

Br. Helen Johanna Herrera Castang

Realizado con la asesoría de:

Tutor Académico: Prof. Gerardo Febres

Tutor Industrial: Ing. Jerome Alzieu

INFORME DE PASANTÍA

Presentado ante la Ilustre Universidad Simón Bolívar
como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero de Producción

Sartenejas, septiembre 2017

Acta de evaluación

Desarrollo de un plan de seguimiento y mejora de la previsión de aprovisionamiento de materia prima

Elaborado por:

Br. Helen Herrera Castang

RESUMEN

Saint-Gobain Sekurit (SGS) suministra a nivel mundial la industria automotriz, específicamente en el área de cristalería. Con presencia en 23 países y más de 12 000 empleados, SGS cristalería equipa 1 auto de cada 5 en el mundo. Siendo el vidrio crudo el componente principal de materia prima de Saint- Gobain Sekurit, garantizar un seguimiento del consumo de dicho producto es de vital importancia para la empresa. Actualmente no se encuentra definida una metodología de previsión del consumo de vidrio crudo, es decir, cada planta desarrolla su propio modelo. Esto genera como consecuencia la inexistencia de un proceso estandarizado para calcular las cantidades de vidrio crudo que serán consumidas cada mes. Por lo tanto para la gestión del proyecto fue necesario analizar a través de un estudio de mercado cada uno de los métodos de previsión utilizados por las diferentes plantas, con el fin de evaluar e identificar las mejores prácticas de cada modelo. Se desarrolló un modelo MRP (*Material Requirement Planning*) de previsión de consumo basada en la producción, inventario y demanda del cliente, que pueda ser aplicado en todas las plantas de la unión Europea. Se desarrollaron y aplicaron herramientas de seguimiento a través de indicadores del rendimiento de cada planta, con el fin de medir la precisión de previsión y la capacidad de consumo de las cantidades de materia prima. Estas propuestas fueron presentadas a la directiva del Departamento de cadena de suministros como producto de la pasantía empresarial. Además se creó un manual virtual que especifica el uso y actualización de cada uno de los indicadores desarrollados, junto con un modelo de previsión MRP de consumo de materia prima que será aplicado en todas las plantas pertenecientes a la Unión Europea.

Palabras clave: previsión, consumo, materia prima, indicadores, rendimiento.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por sobre todas las cosas.

A mi familia, porque gracias a ellos soy quien soy. Por siempre creer en mí y apoyarme en todo camino que emprendo. Mis éxitos se los debo a ellos.

A Saint-Gobain por darme la oportunidad de realizar este proyecto en una empresa tan prestigiosa a nivel mundial. Por todo el crecimiento y aprendizaje.

Al señor Stephan Voisin, Director Supply Chain Saint-Gobain Sekurit International, por su recibimiento y permitirme realizar estas pasantías.

A mi tutor profesional, señor Jerome Alzieu, por su tiempo consagrado en mi formación y la confianza puesta en mí durante el desarrollo de este proyecto.

A todo el equipo del departamento de cadena de suministros, quienes todo el tiempo estuvieron disponibles para mi integración en el equipo de trabajo.

A mi tutor académico, Prof. Gerardo Febres, por su guía y brindarme su apoyo. Por las correcciones y las exigencias que me hicieron dar lo mejor de mí en todo momento.

A la Universidad Simón Bolívar y sus profesores, porque nunca consideré otra opción. Por su formación de excelencia y permitirme realizar el intercambio internacional.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	5
DESCRIPCION DE LA EMPRESA	5
1.1 El Grupo Saint-Gobain	5
1.1.1 Historia: 350 años de conocimientos.....	5
1.1.2 Las actividades del Grupo:	7
1.1.3 Distribución de los ingresos del Grupo	8
1.2 Saint-Gobain Sekurit	9
1.2.1 Productos.....	9
1.2.3 Mercado.....	10
1.3 Saint-Gobain Sekurit Internacional	12
1.3.1 Departamento de Cadena de Suministro	12
CAPITULO II	14
MARCO TEÓRICO	14
2.1 Cadena de suministros	14
2.2 Indicador clave de Desempeño (KPI).....	14
2.3 Error de previsión	15
2.4 Error de previsión semanal	15
2.5 Ecuación lineal de consumo	15
2.6 Precisión de Previsión	16
2.7 Acuerdo de nivel de servicio (SLA).....	16
2.8 Planificación de necesidades del material (MRP):	16
2.9 Planificación a Medio Tiempo (MTP).....	17
CAPITULO III	20
MARCO METODOLÓGICO	20
3.1 Diagnóstico Inicial.....	20
3.2 Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA)	20
3.3 El desarrollo de nuevos indicadores	22
3.4 Indicadores Desarrollados	26
3.4.1 Error de Previsión semanal	26

3.4.2 Panorama Indicador.....	27
3.4.3 Indicador de precisión de Previsión	29
3.6 Estudio de mercado de las diferentes metodologías aplicadas	33
3.7 Evaluación Metodologías estudiadas	34
CAPITULO IV.....	36
RESULTADOS Y ANALISIS	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS	47
ANEXOS	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Ejemplo fichero de capacidad utilizado en el MTP.	18
Tabla 3.1: Ejemplo Bases de Datos de entrada en KNIME.	23
Tabla 3.2: Ejemplo Base de Datos resultante de salida de KNIME.	23
Tabla 3.3: Criterios de evaluación de cada metodología de previsión	34
Tabla 4.1: Clasificación según metodología de previsión de cada planta.	37
Tabla 4.2: Resultados evaluación metodologías de previsión.	38
Tabla 4.3: Resultados error estándar de previsión para cada planta	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Cifras claves en 2016	7
Figura 1.2: Sectores de Actividades de Saint-Gobain	7
Figura 1.3: Distribución de ventas e ingresos por actividad para el año 2016.....	8
Figura 1.4: Distribución de ventas e ingresos por zona geográfica para el año 2016.	8
Figura 1.5: Presentación de algunas tecnologías de desarrollo por Saint-Gobain Sekurit.....	9
Figura 1.6: Ejemplo de productos SGS.	10
Figura 1.7: Distribución en porcentaje de clientes del grupo Saint-Gobain Sekurit.	11
Figura 1.8: Organigrama departamento Supply Chain SGSI 2017.	12
Figura 3.1: Etapas para la creación de nuevos indicadores	21
Figura 3.2: Ejemplo del flujo de conversión y cálculo con KNIME	22
Figura 3.3: Ejemplo de visualización en Microstrategy, tomado de su sitio de internet.....	24
Figura 3.4: Ejemplo de Visualización del indicador Error de Previsión Semanal	26
Figura 3.5: Ejemplo de Visualización parte histórica, Panorama Indicador	27
Figura 3.6: Ejemplo de Visualización parte previsión, Panorama Indicador	28
Figura 3.7: Ejemplo de Visualización del indicador de precisión de Previsión	29
Figura 3.8: Desarrollo de la Planificación de Medio Tiempo	30
Figura 3.9: Desarrollo de la Previsión de consumo de Vidrio Crudo.....	31
Figura 4.1: Ejemplo del error de previsión de capacidad de producto final.....	36
Figura 4.2: Resultados evaluación metodologías de previsión	38
Figura 4.3: Inventario de vidrio crudo en una de las plantas Sekurit	41
Figura 4.4: Resultados del error estándar de previsión para cada planta luego de la utilización de los indicadores.	43

LISTA DE ABREVIATURAS

SG: Saint-Gobain

SGS: Saint-Gobain Sekurit

SGG: Saint-Gobain Glass

SGSI: Saint-Gobain Sekurit International

SC: Supply Chain (Cadena de Suministros)

KPI: Key Performance Indicator (Indicador clave de Desempeño)

RG: Raw Glass (Vidrio Crudo)

MRP: Material Requirement Planning (Planificación de necesidades de Material)

MTP: Mid-term Planning (Planificación a medio plazo)

SLA: Service Level Agreement (Acuerdo de nivel de servicio)

BOM: Bill of Materials (Lista de Materiales)

EDI: Electronic Data Interchange (Intercambio Electrónico de Datos)

INTRODUCCIÓN

Saint-Gobain se encuentra presente en la industria automotriz bajo el nombre de Saint-Gobain Sekurit con una sólida presencia industrial y comercial en 21 países. La instalación llamada Saint-Gobain Sekurit Internacional es la sede mundial de Sekurit, donde el departamento de Cadena de Suministro se encarga del control de los costos logísticos e indicadores internacionales, siguiendo los conceptos de las actividades logísticas.

Dentro de estas actividades logísticas se encuentra el abastecimiento de materia prima, donde el principal componente es el vidrio crudo. Para satisfacer el abastecimiento mensual de vidrio crudo se debe realizar mensualmente la previsión del consumo de dicho material. Actualmente no se encuentra definida una metodología de previsión de vidrio crudo, generando como consecuencia una inexistencia de un proceso estandarizado aplicable a todas las plantas pertenecientes a la unión europea. Por lo tanto es necesario el estudio de los métodos utilizados por cada planta para el cálculo de la previsión de consumo de materia prima, a fin de generar una sola metodología estándar a ser aplicada.

Además de la creación de herramientas de seguimiento a través de indicadores *Key Performance Indicator* (KPI) que permitirán medir el rendimiento de consumo de las cantidades de materia prima previstas mensualmente por cada planta. La implantación dentro de la empresa de indicadores de rendimiento, junto a una sola metodología *Material Requirement Planning* (MRP) de previsión, permitirán disminuir los errores de previsión de materia prima y por ende reducir los costos ligados a ellos.

Antecedentes

El vidrio crudo es producido por las plantas de Saint-Gobain Glass y distribuido a las plantas Saint-Gobain Sekurit, si bien ambas plantas forman parte del mismo grupo, el rendimiento de cada una es evaluado de manera separada.

Actualmente no se encuentran herramientas de seguimiento del rendimiento de consumo de vidrio crudo en las plantas Sekurit. Por consiguiente no existe un control de medición entre las cantidades previstas y las verdaderas cantidades consumidas cada mes. La inexistencia de herramientas de control genera como consecuencia un aumento en los errores de previsión de materia prima

Justificación e Importancia

Dado que los proveedores de vidrio crudo forman parte del mismo grupo Saint-Gobain, para el grupo es de suma importancia reducir los gastos que conllevan una errónea previsión de consumo de materia prima, tanto para el proveedor, Glass (SGG) como para el consumidor Sekurit (SGS).

La fabricación de vidrio se lleva a cabo a partir de flotas de producción, es decir la producción es continua y la flota de vidrio no para. Una flota produce diferentes colores, (tintes) de vidrio. El cambio de una flota a otra requiere varios días y por lo tanto para Saint Gobain Glass los costos de cambio de tintes y de flota son consecuentes.

La obtención de una previsión precisa por parte de SGS permite tener una mejor planificación para SGG. Además que reducir los errores de previsión de consumo de vidrio crudo conllevan a la reducción de stock innecesario de materia prima o caso contrario una ruptura de stock. En el caso de ruptura de stock, Sekurit se vería obligado a comandar de urgencias vidrio crudo a su proveedor y en consecuencia Glass estaría en la obligación de realizar un cambio en la flota de producción. Es por ello que reducir los errores de previsión de consumo de materia prima permite una mejora en la planificación de producción y una reducción en los gastos para el grupo Saint Gobain en general ligados a una errónea previsión.

Planteamiento del problema

El departamento de cadena de suministros (SC) de Saint Gobain Sekurit Internacional trabaja con todas las plantas Sekurit a nivel mundial, velar por el abastecimiento de materia prima es una de sus principales funciones. Este abastecimiento comienza con el desarrollo de previsiones de consumo que cada planta realiza mensualmente, estas previsiones son enviadas a las oficinas centrales Sekurit Internacional, donde el departamento de SC, específicamente en gerente de planificación, se encarga de verificarlas, concatenarlas y enviarlas a las oficinas centrales de sus proveedores Glass para realizar las comandas.

Durante este proceso de verificación de previsiones se pudo constatar una variación entre las cantidades de vidrio crudo previstas y las verdaderas cantidades consumidas en meses anteriores. Errores que en varias oportunidades generaron como consecuencia la sobre demanda por parte de Sekurit, generando un exceso de inventario. Además de errores de planificación de producción por parte de Glass causando cambios en la flota de producción consecuentes.

Conociendo la existencia de errores en la previsión y a causa de la falta de herramientas de seguimiento del rendimiento de consumo de vidrio crudo; no se encontraban instrumentos para comprobar y calcular los porcentajes y cantidades de estos errores de previsión mensualmente. Es por ello que como primera etapa para el desarrollo del proyecto se deben crear índices de medición de rendimiento que permitan evaluar la magnitud del error, luego de tener una medida clara y confiable de la magnitud de los errores de previsión se puede proceder a desarrollar las medidas necesarias para mejorar y reducir dichos errores.

Además, la inexistencia de una metodología de previsión estándar genera como consecuencia que cada planta desarrolle su propio modelo de previsión. Por lo tanto no hay un proceso estándar que pueda ser evaluado y estudiado, donde se evidencien los errores en el cálculo de las previsiones. En este caso existen diferentes metodologías utilizadas por varias plantas, donde en cada una de estas metodologías existen diferentes errores en el cálculo de la previsión de consumo. Por consecuente un estudio de cada uno de los métodos y prácticas de cada planta para el desarrollo de las previsiones es necesario, con el fin de evaluar cada metodología y resaltar las mejores prácticas utilizadas.

Objetivo General

Desarrollo de un plan de seguimiento y mejora de la Previsión y Abastecimiento de materia prima.

Objetivos Específicos

- ✓ Analizar la información histórica del flujo, consumo, demandas y stock de materia prima.
- ✓ Proponer indicadores que faciliten el seguimiento de la exactitud de previsión.
- ✓ Desarrollar un manual que especifique el uso y actualización de cada uno de los indicadores creados.
- ✓ Elaborar un estudio de mercado de las diferentes prácticas de previsión utilizadas en las principales plantas de producción.
- ✓ Desarrollar un análisis de los resultados y metodologías estudiadas en las visitas realizadas durante el estudio de mercado.
- ✓ Desarrollar un modelo de previsión basado en los datos históricos y la relación lineal que existe entre la capacidad de producción y consumo de materia prima para cada planta.
- ✓ Adaptar el modelo para ser utilizado en las diferentes plantas y categorías de vidrio crudo.
- ✓ Ejecutar el modelo de previsión MRP basado en las demandas del cliente, inventario y planificación de producción.

- ✓ Entrenamiento del uso y el desarrollo de los diferentes indicadores y herramientas para el seguimiento del vidrio crudo.
- ✓ Evaluar y controlar los indicadores establecidos.

Alcance y Limitaciones

El proyecto realizado tiene como alcance el desarrollo de un plan de seguimiento a través de indicadores de rendimiento y mejora de la previsión y abastecimiento de la materia prima. De manera que el proceso para el desarrollo de las previsiones de consumo de vidrio crudo sea estandarizado, aplicable a todas las plantas de la unión europea y que pueda ser vigilado a través de herramientas de medición de rendimiento.

En cuanto a las limitaciones encontradas, en primer lugar, se encuentra la duración del proyecto, la cual no debe superar las veinte semanas, por lo que se observarán resultados a corto y mediano plazo. En segundo lugar, el hecho de trabajar con varias plantas de diferentes países, culturas, métodos de trabajo y evidentemente diferentes producciones. Se debían encontrar soluciones y herramientas aplicables a todas las plantas, en donde se deben englobar las necesidades y especificaciones de cada una de las plantas estudiadas.

Finalmente, las cláusulas y acuerdos de confidencialidad pueden hacer que ciertos datos se muestren parcialmente para evitar conflictos de interés con la empresa.

Este informe se escribió con una estructura de cuatro capítulos:

- ✓ Capítulo I: Presentación a la empresa. Una introducción a la empresa Saint Gobain.
- ✓ Capítulo II: Marco Teórico. Una compilación de todos los fundamentos teóricos que son utilizados en este proyecto.
- ✓ Capítulo III: Marco Metodológico. Una explicación de cómo fue realizado el proyecto.
- ✓ Capítulo IV: Resultados y análisis. Desarrollo y resultados de cada una de las fases explicadas en el capítulo III, y el análisis de los resultados obtenidos.
- ✓ Recomendaciones y conclusiones una vez culminado el proyecto.

CAPÍTULO I

DESCRIPCION DE LA EMPRESA

1.1 El Grupo Saint-Gobain

Saint-Gobain se encuentra posicionado como un líder mundial en la vivienda, de la concepción de productos, desde su producción hasta su distribución bajo el respeto de las normas ambientales. Saint-Gobain se encuentra presente en los mercados industriales, donde despliega su conocimiento en la innovación y el co-desarrollo a través de una amplia gama de materiales de alto rendimiento, para su aplicación en sectores tan diversos como el automovilístico, aeroespacial, salud, defensa y seguridad.

Desde hace 350 años, Saint-Gobain siempre se ha distinguido por su capacidad para inventar productos que mejoran la calidad de vida de sus contemporáneos. El grupo, que forma parte de las cien mayores empresas industriales en el mundo y de las empresas más innovadoras, continúa desarrollando su conocimiento tecnológico, a menudo en asociación con las universidades y los laboratorios más prestigiosos.

1.1.1 Historia: 350 años de conocimientos



1665

Es en 1665 cuando todo comenzó para Saint-Gobain gracias al plan de relanzamiento económico del rey Louis XIV. Quien funda la Manufactura real de vidrios junto con su ministro Colbert, permitiendo reducir la dependencia de vidrios italianos.



1692

El origen del nombre, es solo en 1692 cuando la empresa toma el nombre de Saint-Gobain, en referencia a la ciudad de origen.

Gracias al desarrollo de ciertas tecnologías, la selección de los mercados líderes en Europa y de la revolución industrial, Saint-Gobain se desarrolla rápidamente.

1830

En 1830, la empresa se independiza del Estado francés. Diversifica sus productos, propone techos y ventanas además de equipar varias edificaciones históricas. Durante la misma época, la sociedad implanta sus primeras plantas en el extranjero, en Alemania, España e Italia.

1970

En 1970, la sociedad PAM (Pont-à-Mousson), especialista en la fabricación de tuberías, se fusiona con Saint-Gobain. Esta operación marca la voluntad de abrirse hacia otros mercados en crecimiento. A lo largo de los años, el grupo se reorienta hacia los materiales con gran contenido tecnológicos y se posiciona en ventaja en el mercado de materiales del hábitat y de sus distribución.

2017

Hoy en día Saint-Gobain se encuentra presente en 66 países, con un desarrollo sostenido en los países emergentes. El Grupo propone su experiencia a través de marcas líderes europeas y mundiales, sus centros de investigación y sus marcas.

La estrategia del grupo, dicha por su CEO Pierre-André de Chalendar, se orienta principalmente en el desarrollo durable, junto a las nuevas soluciones ligadas al hábitat del mañana.

1.1.2 Las actividades del Grupo:

Saint-Gobain, sociedad anónima, se encuentra presente en más de 66 países alrededor del mundo, reagrupa más de 1000 sociedades consolidadas en 50 actividades principales. Emplea alrededor de 170 000 personas y figura entre los cien primeros grupos industriales mundiales con unas ganancias de más 39.6 billones de euros en 2016.

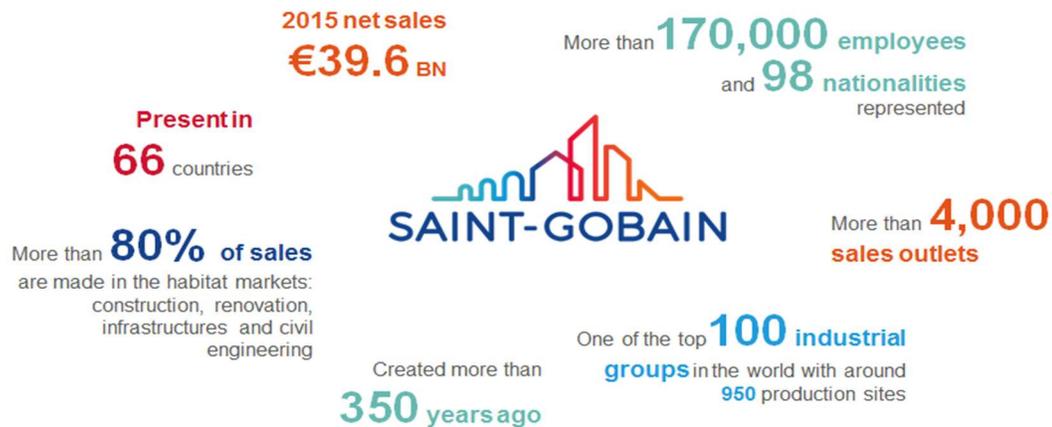


Figura 1.1: Cifras claves en 2016

Saint-Gobain está dividida en cuatro sectores de actividad que reagrupan varias ramas cada uno:



Figura 1.2: Sectores de Actividades de Saint-Gobain

- ✓ **Materiales Innovadores:** Fabricación de vidrio plano, transformación y distribución de vidrios para edificios, automóviles, especializados y los materiales de alto rendimiento (Cerámicas y Plásticos, Abrasivos y Soluciones Textiles).
- ✓ **Productos para la construcción:** Comprende las actividades de Insolación, Aislamientos, Productos para el exterior, Canalización y Morteros Industriales. Sus soluciones permiten la respuesta a las necesidades de las áreas de construcción (nuevas o renovación).

- ✓ **Distribución de materiales:** Conocido bajo el nombre de Point et Lapeyre, Saint-Gobain es el primer distribuidor de materiales de construcción en Europa y el primer distribuidor de baldosas a nivel mundial.
- ✓ **Envases de Vidrio:** Segundo actor mundial en el área de vidrio de envases, fabricación de botellas y envases de vidrios para la agroalimentación.

1.1.3 Distribución de los ingresos del Grupo

Con sus cuatro sectores de actividades, el grupo posee unos ingresos de 42 millardos de euros en 2016. Sus ingresos se distribuyen entre las siguientes actividades:

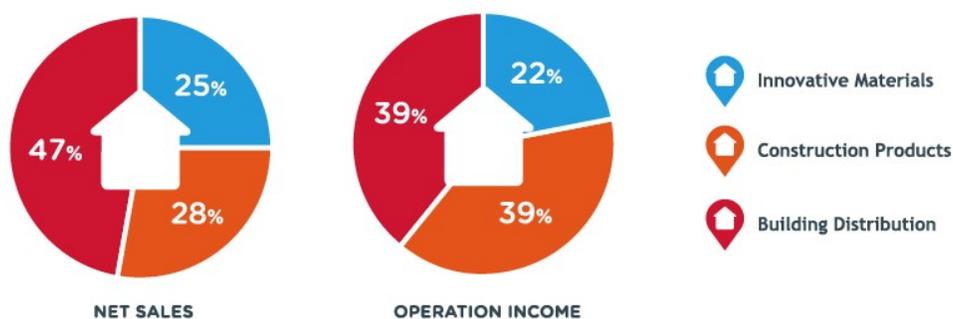


Figura 1.3: Distribución de ventas e ingresos por actividad para el año 2016.

La repartición de los ingresos entre las diferentes zonas geográficas es la siguiente para el año 2016:



Figura 1.4: Distribución de ventas e ingresos por zona geográfica para el año 2016.

1.2 Saint-Gobain Sekurit

Saint Gobain se encuentra representada en la industria del vidrio automóvil como Saint-Gobain Sekurit. Como proveedor de vidrios para automóviles, Saint-Gobain Sekurit posee una sólida presencia industrial y comercial en 19 países.

Saint-Gobain Sekurit se encuentra integrada en la categoría de materiales innovadores, existente desde hace más de 80 años. SGS se especializa en la producción de vidrio automóvil, es además el líder en Europa en esta área y se encuentra como el segundo a nivel mundial. Su posicionamiento se debe al desarrollo de tecnologías de punta.



Figura 1.5: Presentación de algunas tecnologías de desarrollo por Saint-Gobain Sekurit

1.2.1 Productos

SGS desarrolla numerosos productos tecnológicos de vidrios de automóviles:

- ✓ Vidrio Templado: el nombre del proceso de producción llamado “templado”, es decir enfriamiento rápido con el fin de mejorar las propiedades mecánicas del vidrio.
- ✓ Vidrio Laminado: contiene una lámina de PVB, entre dos vidrios, esto permite de evitar lesiones en caso de rotura.
- ✓ Encapsulación: es un proceso que permite de obtener un marco alrededor del vidrio para la inyección de polímeros en los bordes.



Techo panorámico



Vidrio Laminado



Vidrios laterales



Figura 1.6: Ejemplo de productos SGS

1.2.3 Mercado

Saint-Gobain Sekurit produce los productos y servicios de alto valor agregado a los siguientes tres mercados:

- ✓ Mercado 1: llamado OEM (Original Equipment Manufacturer), equipos originales manufacturados, es decir el mercado automovilístico y sus diferentes marcas.
- ✓ Mercado 2: llamado OES (Original Equipment Supplier), utilizados como repuesto para el replazo de los vidrios automóviles.
- ✓ Mercado 3: llamado FM (Free Market), mercado libre para los proveedores externos.

El grupo es considerado como una referencia de calidad por sus principales clientes:

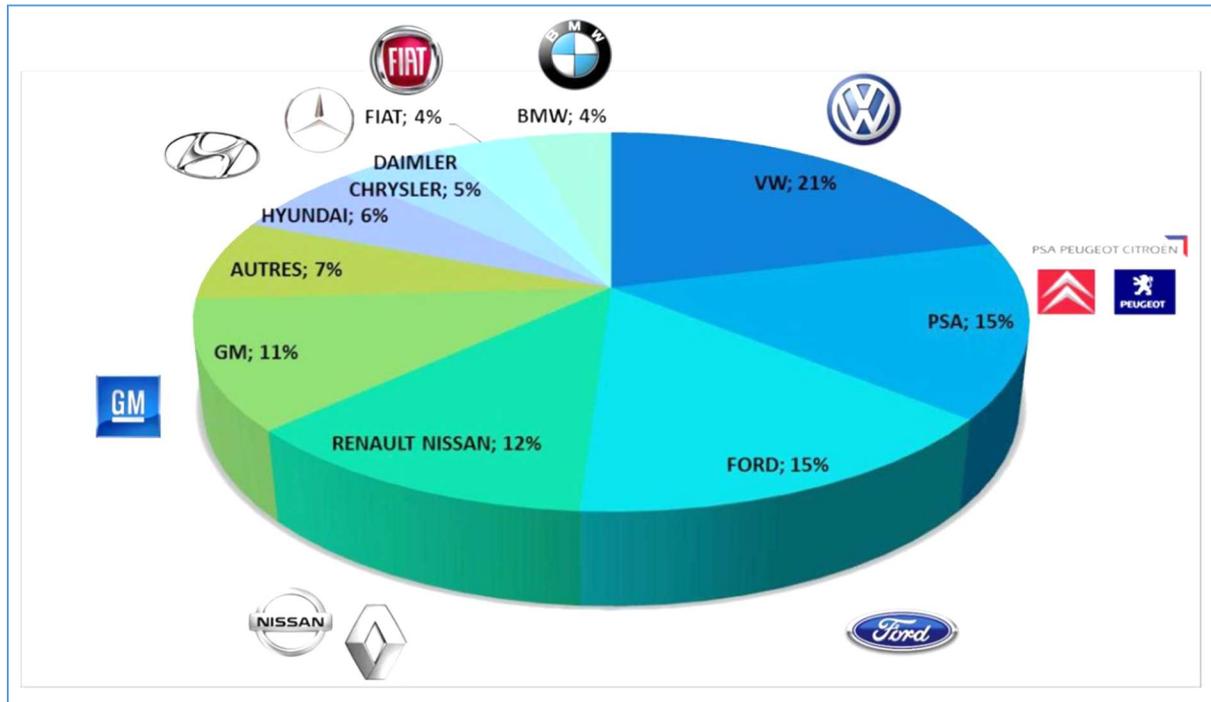


Figura 1.7: Distribución en porcentaje de clientes del grupo Saint-Gobain Sekurit.

Gracias a la tecnología del vidrio hoy en día, el vehículo se ha vuelto un espacio de vida. Saint-Gobain busca optimizar el punto de vista para los compradores de este mercado. Las innovaciones forman parte de la estrategia y son consideradas como una clave para el éxito de producción de la empresa. Uno de dos automóviles europeos se encuentra equipado con la cristalería de Saint-Gobain Sekurit. Para los conductores y sus pasajeros, esto significa una experiencia óptima, junto a un gran confort y seguridad.

1.3 Saint-Gobain Sekurit Internacional

La instalación llamada Saint-Gobain Sekurit Internacional, situada cerca de la ciudad de Compiègne, Francia es la sede mundial de Sekurit. La propiedad se encuentra compuesta de aproximadamente cincuenta empleados repartidos en varios departamentos. Con el fin de asegurar el éxito de las operaciones de Sekurit a través del mundo, es esencial para el grupo poseer una entidad que controle y coordine las actividades mundiales, asegurando una buena comunicación entre cada uno de los países, compartiendo las mejores prácticas y desarrollo de cada país.

SGSI es una entidad que ofrece un servicio en consejos en diferentes departamentos como son; Ingeniería, Producción, Compras, Actividades Comerciales, Control & Calidad y Cadena de Suministros.

1.3.1 Departamento de Cadena de Suministro

El departamento de Cadena de Suministro se encuentra a cargo de controlar el costo logístico y los indicadores internacionales siguiendo los conceptos relativos a las actividades logísticas. Además de poseer varias responsabilidades como son:

- ✓ Coordinar las acciones logísticas de manera global
- ✓ Consolidación de las previsiones y las capacidades de las diferentes plantas con el fin de analizar el balance de capacidad mundial y definir la ubicación de la demanda.
- ✓ Dirigir una planificación a medio tiempo mensual internacional (MTP) que reagrupe las directores de las cadenas de suministros de cada país para planificar las transferencias de producción.
- ✓ Brindar el apoyo necesario a las plantas que se encuentren en dificultades potenciales, por ejemplo: modificación de la repartición de la producción en caso de problemas locales.
- ✓ Llevar un seguimiento del desempeño del servicio al cliente, inventario, costo logístico y empaquetamiento.

La organización se encuentra compuesta de aproximadamente seis personas permanentemente, más dos o tres pasantes que asisten en los diferentes proyectos y actividades cotidianas.

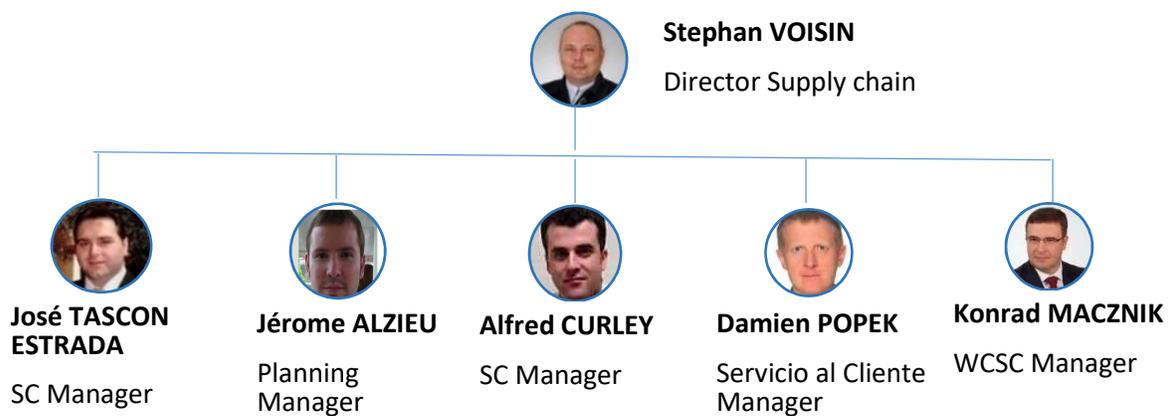


Figura 1.8: Organigrama departamento Supply Chain SGSI 2017.

La Cadena de Suministros en la sede de SGSI se encuentra dividida en cuatro principales áreas de actividades: la planificación, la logística, la gestión de la satisfacción al cliente y mejora continua. Estas cuatro entidades con manejadas por los diferentes ingenieros que forman parte del departamento.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Para dar un contexto claro de los conceptos y herramientas empleadas en el desarrollo de este proyecto, se proveen las definiciones técnicas que sustentan la base de la investigación.

2.1 Cadena de suministros

Una cadena de suministros se refiere a procesos que desplazan información y material con destino y origen en los procesos de manufactura y servicio de la empresa; entre estos se encuentran los procesos de logística, que mueven físicamente los productos, y los de almacenamiento, que colocan los productos para su rápida entrega al cliente. El suministro en este contexto se refiere a proporcionar artículos y servicios a plantas y almacenes en el extremo de entrada, y también proporcionar artículos y servicios al cliente en el extremo de salida. (Chase, 2014).

2.2 Indicador clave de Desempeño (KPI)

KPI es un acrónimo formado por las iniciales de los términos *Key Performance Indicator*, cuya traducción es: indicador clave de desempeño. Los KPIs son métricas que ayudan a identificar el rendimiento de una determinada acción o estrategia. Estas unidades de medida indican el nivel de desempeño en base a los objetivos que han sido fijados con anterioridad. Para cumplir con las características principales de un indicador clave de desempeño, el mismo debe ser: medible, cuantificable, específico, temporal y relevante. (Espinosa, 2016)

“Lo que no se puede medir, no se puede controlar; lo que no se puede controlar, no se puede gestionar; lo que no se puede gestionar, no se puede mejorar”-Peter Drucker

2.3 Error de previsión

Para el desarrollo de los indicadores de desempeño creados en el proyecto, es necesario calcular el error de previsión en cada uno de los niveles deseados. Donde error de previsión se encuentra definido, según el curso de logística de la Universidad de Buenos Aires, como la diferencia entre el valor actual versus el pronosticado. Generalmente se utiliza el valor absoluto del error porque la magnitud del error es más importante que la dirección del mismo y se calculaba en porcentajes para realizar las comparaciones y evaluaciones de los errores de cada planta más fácilmente.

$$\text{Error de Previsión} = \left| \frac{\text{Actual} - \text{Previsión}}{\text{Actual}} \right| * 100 \quad (2.1)$$

Donde Actual se refiere a las verdaderas cantidades recibidas a consumir y Previsión a las cantidades previstas a consumir para el mes en estudio.

2.4 Error de previsión semanal

Con el objetivo de tener un indicador que pueda ser utilizado semanalmente por cada uno de los planificadores de producción de cada planta, se creó el indicador de error de previsión semanal. En el mismo se busca comparar las cantidades recibidas versus las cantidades previstas semanalmente.

Dado que las previsiones enviadas por las plantas se encuentran en una escala mensual, en primer lugar se mide la previsión de consumo de vidrio crudo enviada para el mes en curso dividido por el número de semanas de trabajo, basado en la planificación del calendario y de paros de producción. A continuación el cálculo del error de previsión semanal se realiza utilizando la ecuación (2.1) en donde se comparan las cantidades resultantes de la división de la previsión por semanas versus las verdades cantidades de vidrio crudo recibidas durante la semana precedente.

2.5 Ecuación lineal de consumo

Con el objetivo de obtener un método matemático de previsión, el cual pueda ser comparado con las previsiones enviadas por cada planta, se desarrolló el modelo de previsión basado en una regresión lineal. El cual se crea a partir de la relación lineal existente entre el consumo de vidrio crudo y la capacidad de producción de producto final. Al tomar la base de datos históricos del consumo y la capacidad de producción, se crean las gráficas de relación lineal, luego por cada grafica resulta una ecuación lineal que depende de la capacidad de producción.

Utilizando la previsión de la capacidad de producción en la ecuación lineal resultante, se obtiene como resultado una previsión de consumo estandarizada.

$$\text{Previsión de consumo} = \text{Pendiente} * \text{Prevision de capacidad} + \text{Origen} \quad (2.2)$$

2.6 Precisión de Previsión

La precisión de Previsión enviada cada mes debe ser calculada como $[(1-\text{Error})]$, basada en la ecuación (2.1), lo que permite una precisión del 100% cuando la sincronización entre la demanda prevista corresponda perfectamente al consumo realizado.

$$\text{Precisión de Previsión} = \left[\left(1 - \left| \frac{\text{Actual} - \text{Previsión}}{\text{Actual}} \right| \right) * 100 \right] \quad (2.3)$$

2.7 Acuerdo de nivel de servicio (SLA)

El SLA son las siglas en ingles utilizadas como abreviaturas para describir Service Level Agreement, es decir, Acuerdo de Nivel de Servicio. Es un documento que define la calidad de servicio entre el proveedor y el cliente. Un SLA es utilizado en un gran número de contratos y permite:

- ✓ Identificar y definir las necesidades del cliente y los niveles de servicio del proveedor.
- ✓ Crear un cuadro legal general de comprensión de ambas partes implicadas.
- ✓ Incentivar el dialogo en caso de conflicto.

2.8 Planificación de necesidades del material (MRP):

El MRP, por sus siglas en ingles que significan *Material Requirement Planning*, es un sistema de pilotaje de recursos basado en la previsión de ventas y las nomenclaturas del producto. Un MRP integra los datos del calendario y producción junto con el inventario y la nomenclatura de cada material (BOM), para calcular los calendarios de compra y de expedición para los componentes necesarios en la construcción de un producto.

El calendario de producción incluye las cantidades de producto que deben ser producidas en un tiempo específico. Las cantidades están representadas tanto en tiempo agregado como en tiempo

detallado. El tiempo agregado hace referencia a las cantidades de producción mensuales, por el contrario el tiempo detallado puede hacer referencia a la producción semanal o diaria.

El objetivo principal del MRP es tener la cantidad correcta de material, en el tiempo y en el lugar indicado.

La metodología Empuje (Push) del MRP funciona según los siguientes principios:

- ✓ Previsión de la Demanda: los sistemas push como el MRP guían la producción en función de las previsiones de las cantidades demandadas para el producto final. El cálculo de previsiones toma en consideración a la vez el inventario existente de productos finales y la materia prima a consumir.
- ✓ Producción continua: La producción se encuentra guiada por las cantidades previstas, en lugar de las comandas a partir de la cadena de aprovisionamiento, el producto final será ajustado al inventario independientemente de la demanda.
- ✓ Nomenclatura (BOM): La nomenclatura es una representación completa de todos los materiales que forman parte del producto final, y comprende los consumibles y componentes juntos con las piezas de materia prima.

2.9 Planificación a Medio Tiempo (MTP)

La metodología utilizada por Saint-Gobain para desarrollar las previsiones mensuales de producto final comienza con la utilización de una planificación a medio tiempo (MTP), el cual representa el equilibrio entre las demandas de clientes y la capacidad de producción basada en: la demanda total, los parámetros de planificación vistos en el MRP y las necesidades de capacidad a nivel de centro de trabajo.

La base de datos de entrada utilizada en el MTP puede estar dividida en dos tipos, las entradas independientes y las entradas dependientes. La entrada independiente es aquella que no depende de Saint-Gobain y que no se puede modificar, ella se encuentra basada en la demanda planificada de clientes EDI, es decir Intercambio de Data Electrónico. La recepción de EDI es una forma de colaboración entre el cliente y el proveedor, en este caso siendo el cliente los grandes grupos automotrices del mundo y el proveedor de producto final Saint-Gobain Sekurit. En efecto, el cliente envía su demanda de aprovisionamiento de manera regular y con una frecuencia variante.

Las previsiones de los clientes cubren un horizonte de 3 a 6 meses, especificando las cantidades necesarias y el tiempo.

La interacción de data electrónica se encuentra compuesta por las siguientes etapas:

- ✓ Portal Cliente: El cliente envía una vez por año las previsiones de producción de automóviles. Esto quiere decir que las previsiones recibidas no se encuentran representadas por artículo o tipo de vidrio y sus características.
- ✓ Plan: El plan es una demanda de previsión realizada por el departamento de ventas y marketing en colaboración con el departamento de cadena de suministros, donde el rango de la previsión es de tres años y es actualizado cada año. Permite visualizar la evolución de la demanda en diferentes niveles y especificando cada planta.
- ✓ El presupuesto ofrece la misma información del plan bajo la misma forma y es realizado por los mismos actores. Representa la evolución de la demanda durante el mismo periodo para el año en curso y el año precedente.
- ✓ El histórico de ventas muestra la evolución de la demanda durante el año en curso y el año precedente.
- ✓ Las previsiones anteriores permiten de comparar rápidamente la evolución en diferentes niveles (país, marca, planta, etc) para reparar instantáneamente las anomalías.

Las entradas dependientes son aquellas que dependen directamente de Saint-Gobain y son definidas por la previsión de la capacidad de producción y las cantidades de inventario. La capacidad utilizada para la planificación del MTP es la capacidad disponible comunicada por los países a las oficinas centrales. Estos ficheros son a continuación consolidados en un solo fichero con el fin de realizar un equilibrio entre la demanda y las capacidades totales. La capacidad se encuentra representada en función de los siguientes parámetros:

- ✓ Nombre y número de plantas de producción
- ✓ Capacidad por horno: se considera que el horno es el cuello de botella de la línea de producción y se considera la capacidad de la planta basada en la capacidad del horno.
- ✓ Familia de Vidrio: Parabrisas, laterales, techo, etc
- ✓ Tipo de Vidrio: Laminar o Templado
- ✓ Parámetros: Calendario, paradas programadas, mantenimiento preventivo, prototipo programado, etc.

Company responsible of sales	Production Plant	Plant numb	WC Nam	Type of Shopfic	Specificit	Data	juin-17	juil-17	août-17	sept-17	oct-17
SGSCR	Horovice	220	IN20	WS	Laminated	Calendar days	30	31	31	30	31
SGSCR	Horovice	220	IN20	WS	Laminated	Reduction shift system [d]					
SGSCR	Horovice	220	IN20	WS	Laminated	Planned stops [d]		8,0	6,0		
SGSCR	Horovice	220	IN20	WS	Laminated	Activity time (C206) [h]	30	23	25	30	31
SGSCR	Horovice	220	IN20	WS	Laminated	Preventive maintenance (C201) [h]	8	8	8	8	8
SGSCR	Horovice	220	IN20	WS	Laminated	Prototypes (C202) [h]					
SGSCR	Horovice	220	IN20	WS	Laminated	Utilization time (C006) [h]	712	544	592	712	736
SGSCR	Horovice	220	IN20	WS	Laminated	Intensity (C129 bis) [pcs/h]	60	60	60	60	60
SGSCR	Horovice	220	IN20	WS	Laminated	Produced parts (A001 bis)	43	33	36	43	44

Tabla 2.1: Ejemplo fichero de capacidad utilizado en el MTP.

Donde se puede observar la planificación de producción por planta y tipo de vidrio, especificados en varios niveles, como lo son los días de trabajo dadas por el calendario, las paradas de producción planificadas, las horas de actividad del horno, las horas de mantenimiento, el tiempo de utilización y las cantidades producidas. De las cantidades producidas se evalúa la capacidad del horno y por ende la capacidad de producción de la planta.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diagnóstico Inicial

En primer lugar, al arribar a la empresa se realiza un diagnóstico inicial de la situación correspondiente al consumo y la previsión de vidrio crudo. En este punto se analiza la información histórica del consumo, previsiones, inventario y demanda de materia prima para cada planta.

Se observó la inexistencia de herramientas de vigilancia del consumo de vidrio crudo. Por lo tanto, en un primer lugar, indicadores de desempeño deben ser definidos y desarrollados, con el fin de medir la eficacia y la precisión de las previsiones existentes.

La falta de una metodología global de previsión de consumo de vidrio crudo genera la inexistencia de un proceso estándar para calcular las cantidades de vidrio que serán consumidas cada mes. Por ende, un análisis a través de un estudio de mercado interno de los métodos de previsión utilizados debe ser efectuado, con el fin de evaluar e identificar las mejores prácticas de cada modelo.

Finalmente con el objetivo de mejorar la comunicación entre las dos empresas que comprenden el proceso de aprovisionamiento de vidrio crudo (SGG y SGS) y de garantizar los niveles de desempeño del proveedor, es necesario el desarrollo de un acuerdo de nivel de servicio.

3.2 Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA)

Un acuerdo de nivel de servicio, es un documento escrito entre las dos partes que forman parte del aprovisionamiento de materia prima, entre el proveedor, Saint-Gobain Glass y el cliente, Saint-Gobain Sekurit. El mismo debe proveer un máximo de situaciones para concretar las obligaciones y el nivel de servicio a ofrecer. En este tipo de documento se encuentra especificado el tiempo impartido en el cual los servicios deben ser ofrecidos, la descripción y el nivel de servicios esperado.

Además el SLA debe examinar concretamente la manera como serán controlados y evaluados los servicios, con la utilización de indicadores y de herramientas desarrolladas. En este caso, el desarrollo de un SLA se realiza en colaboración entre las dos empresas y junto a la utilización de indicadores de desempeño necesarios para definir los niveles de servicios.

En el caso Sekurit, dado que en esta transacción su rol es el del cliente, se desarrolló un indicador para ser utilizado en el SLA, el “Indicador de Precisión de Previsión” que será explicado detalladamente más adelante. Con la utilización de este indicador se dejaban fijados los niveles de precisión de previsión que Sekurit como cliente debe asegurar de manera de evitar errores de producción y planificación para ambas empresas.

Para el caso de Glass, los proveedores de vidrio crudo se solicitaron la realización de los siguientes indicadores con el fin de medir los niveles de servicios. En primer lugar, se solicitó el indicador “OTIF (*On time in Full*)” es decir a tiempo y completo, el cual precisa la frecuencia con que el cliente recibe las cantidades demandadas en el tiempo deseado. En segundo indicador solicitado fue “Ordenes Atrasadas” que representa el porcentaje de cantidades no entregadas a tiempo y el número de días de retraso.

Finalmente, en todo lo referente de definir los niveles de servicios, se realizaron trabajando a la par con los indicadores desarrollados por Sekurit y Glass. Con el fin de mejorar e incentivar la comunicación de ambas partes implicadas en el proceso.

3.3 El desarrollo de nuevos indicadores

El proceso de desarrollo de nuevos indicadores consiste en cinco etapas en donde en cada una se utilizó una herramienta diferente.

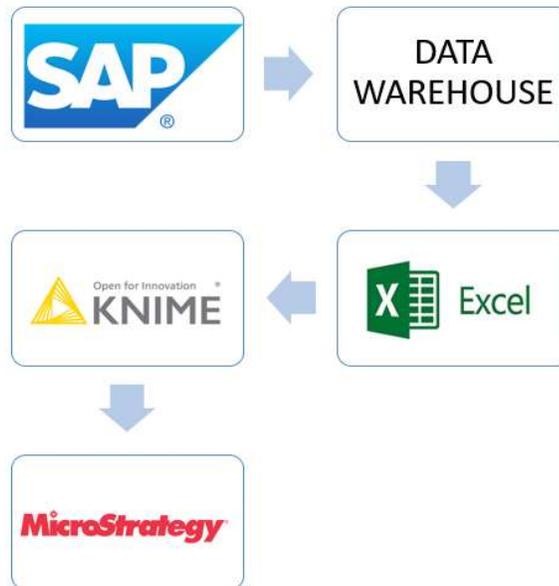


Figura 3.1: Etapas para la creación de nuevos indicadores.

Etapa I: SAP

La primera etapa necesaria para la definición de cada indicador se desarrolla sobre la plataforma utilizada por Saint-Gobain para registrar la base de datos. La creación de nuevos indicadores de desempeño comienza con una encuesta de cada uno de los reportes existentes en SAP correspondientes al vidrio crudo. En paralelo, la consulta con los directores del departamento de cadena de suministro es indispensable para obtener una concepción global de las actividades realizadas por cada planta y los resultados en los reportes de cada una de ellas.

Etapa II: Almacén de Planta, (BW) siglas en ingles que significan Business Warehouse

BW es el nombre de la solución informática para la toma de decisiones, de análisis y reportes de la empresa. Contiene una herramienta para parametrizar las soluciones decisionales junto con las posibilidades de análisis, una herramienta de simulación y planificación integrada.

Para cada indicador, se selecciona un reporte de BW que contiene toda la información necesaria para su definición. Cada reporte de BW es desarrollado por el departamento de Tecnología Inteligente de la empresa.

Etapa III: EXCEL

Teniendo la información de cada uno de los reportes, es necesario conciliar una manera mejor para manipular la data con el fin de obtener el formato ideal a ser insertado al programa Microstrategy. Para reunir fácilmente las diferentes bases de datos necesarias en un solo indicador y tener una sola base de datos que incluya toda la data a insertar en Microstrategy, se debe utilizar una herramienta de manipulación de data llamada KNIME.

Etapa IV: KNIME

KNIME es una plataforma de análisis de reporte e integración de data a través de un flujo de conversión y cálculo. Se estudió su programación y manipulación para la creación de los indicadores deseados.

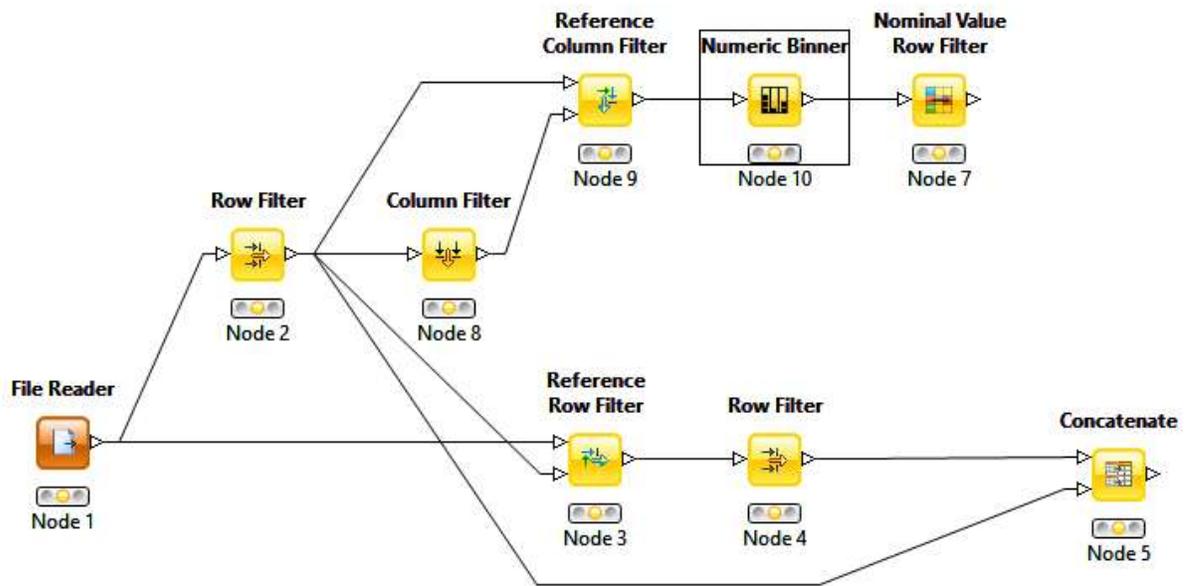


Figura 3.2: Ejemplo del flujo de conversión y cálculo con KNIME.

Luego de la extracción en BW y el pre manipulación en EXCEL, se llega a la etapa KNIME. Se debe estudiar cada indicador separadamente y crear un flujo de conversión particular para cada uno de los indicadores. Un flujo de conversión es una combinación de varios nudos que representan una función diferente.

Para la creación de cada flujo de conversión, se deben realizar diferentes estudios, saber ordenar y configurar los nudos para llegar a los resultados deseados. Por ejemplo, si un indicador tiene dos bases de datos con diferente data por cada categoría, como por ejemplo Previsión y Recepción.

Base de Datos 1 (Previsión):

Planta	Nombre de Planta	Material	Cantidad Previsión
10	Aviles	STR00000731	1343
10	Aviles	STR00001050	0
10	Aviles	STR00001137	2102
10	Aviles	STR00001175	25
10	Aviles	STR00000843	0
10	Aviles	STR00000944	2561

Base de Datos 2 (Recepción):

Planta	Nombre de Planta	Material	Cantidad Recepción
10	Aviles	STR00000731	200
10	Aviles	STR00001050	30
10	Aviles	STR00001137	0
10	Aviles	STR00001175	4000
10	Aviles	STR00000843	3545
10	Aviles	STR00000944	126

Tabla 3.1: Ejemplo Bases de Datos de entrada en KNIME.

Con la utilización de KNIME en las dos bases de datos de entrada, el resultado obtenido es un solo documento Excel que concatena automáticamente ambas bases de datos de entrada, para luego utilizarla en Microstrategy y generar los indicadores.

Resultado KNIME:

Planta	Nombre de Planta	Material	Cantidad Previsión	Cantidad Recepción
10	Aviles	STR00000731	1343	200
10	Aviles	STR00001050	0	30
10	Aviles	STR00001137	2102	0
10	Aviles	STR00001175	25	4000
10	Aviles	STR00000843	0	3545
10	Aviles	STR00000944	2561	126

Tabla 3.2: Ejemplo Base de Datos resultante de salida de KNIME.

Etapa V: Microstrategy

Microstrategy es la nueva herramienta de inteligencia utilizada por Saint-Gobain Sekurit que permite analizar la fluctuación de datos para tomar las mejores decisiones y análisis correspondientes.

Se estudió su funcionamiento y su estructura para crear cada indicador. Luego de crear una base de datos principal, fichero de salida de KNIME, es posible comenzar a visualizar la data en Microstrategy creando las vistas correctas.



Figura 3.3: Ejemplo de visualización en Microstrategy, tomado de su sitio de internet.

3.4 Indicadores Desarrollados

Con el fin de obtener un seguimiento en el desempeño de cada planta en todos los diferentes campos que conciernen el consumo y la previsión de materia prima, indicadores de seguimiento fueron creados. Estos indicadores permiten evaluar el desempeño de cada planta basados en las diferentes necesidades y de esta manera, obtener una visión global de la situación actual del vidrio crudo. Consecuentemente, con la utilización de los indicadores, poder evaluar por diferentes categorías, como por ejemplo por país, planta y tipo de vidrio y finalmente identificar las mejoras de previsión potenciales.

Cada uno de estos indicadores desarrollados se encuentra actualmente estandarizados, generados automáticamente y difundidos a los planificadores de producción centrales de cada una de las plantas estudiadas. Además de ser utilizados por el planificador central de Sekurit Internacional y las oficinas de Glass para evaluar el desempeño global.

Con el fin de continuar con la utilización de todos los indicadores desarrollados, se generó un manual virtual que especifica todas las etapas necesarias para actualizar y comprender la utilización de cada uno de los indicadores descritos a continuación.

3.4.1 Error de Previsión semanal

Indicador de seguimiento que permite medir el error entre la previsión y la recepción de vidrio crudo por semana. Este indicador es semanalmente actualizado y difundido a todos los planificadores centrales de producción de cada planta estudiada.

El cálculo para el desarrollo de este indicador se realiza con la utilización de la ecuación 2.1. En primer lugar se divide la previsión enviada por el número de semanas y los días de trabajo, tomando en cuenta el calendario y los paros de producción, esta previsión se compara con las cantidades de vidrio crudo recibidas semanalmente.

En la imagen a continuación se puede apreciar una visualización final del indicador desarrollado, esta sería la visualización recibida por cada planificador de producción de las plantas involucradas semanalmente. El indicador se encuentra desplegado en el programa Microstrategy, donde la persona que lo reciba puede filtrar tanto por país, planta, color de vidrio y material, generando como resultado las cantidades recibidas durante el mes, las cantidades previstas divididas por el número de semanas del mes y la desviación entre ambas.

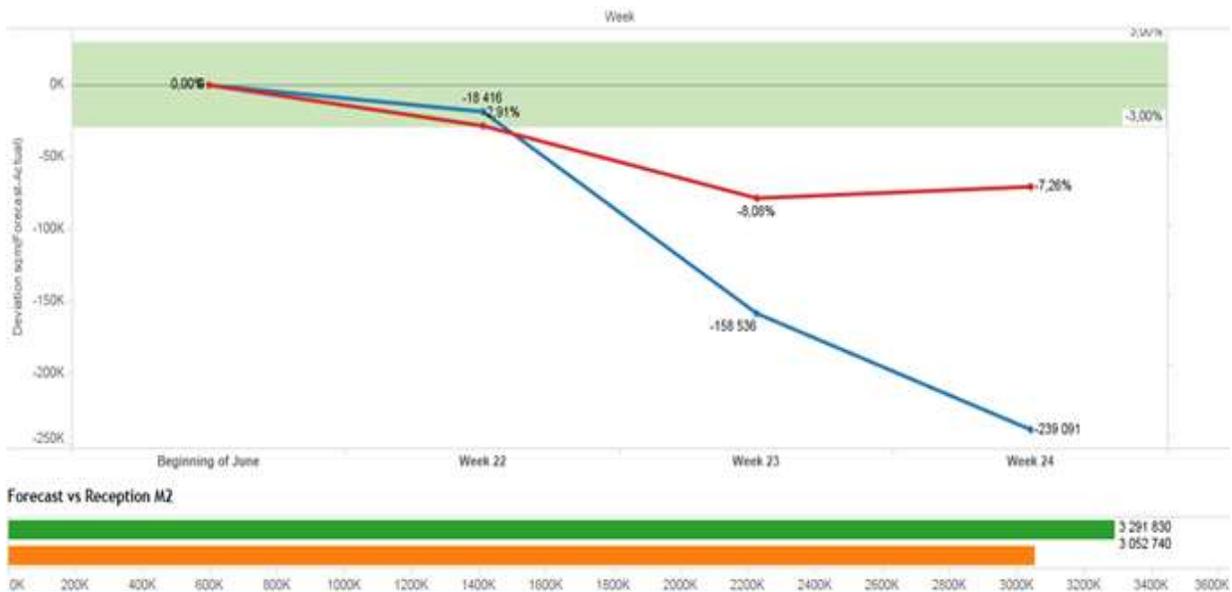


Figura 3.4: Ejemplo de Visualización del indicador Error de Previsión Semanal. En el eje X se representan las semanas y en el eje Y las cantidades, las gráficas muestran la diferencia entre la previsión y la recepción tanto en cantidades como en porcentajes. Finalmente las barras horizontales representan dicha diferencia, siendo la barra verde las cantidades previstas y en naranja las cantidades recibidas.

3.4.2 Panorama Indicador

El siguiente indicador genera una visión panorámica dentro del consumo de vidrio crudo, el mismo se puede separar en dos visualizaciones, la primera corresponde a la data histórica. En esta primera parte se busca comparar la evolución de inventario, el consumo y las cantidades recibidas durante los últimos 12 meses. Toda la data necesaria para el desarrollo de la parte histórica existen en los servidores utilizados por la empresa, tales que SAP y Flexnet, pero no existía un seguimiento a esta data.

Sabiendo que el vidrio crudo es el componente principal de materia prima, es importante poseer una vigilancia detallada en la evolución de inventario. De esta manera se logra evitar pérdidas económicas ligadas a poseer un sub-inventario y también evitar una ruptura en la producción a causa de una falta de materia prima.

Gracias a esta parte histórica en el indicador se puede visualizar esta evolución de inventario en comparación con las cantidades históricas consumidas y recibidas. De esta manera además se posee una clara visualización de las cantidades consumidas en el pasado que permiten identificar

rápidamente si las previsiones realizadas son acordes al comportamiento histórico en materia de consumo de materia prima.

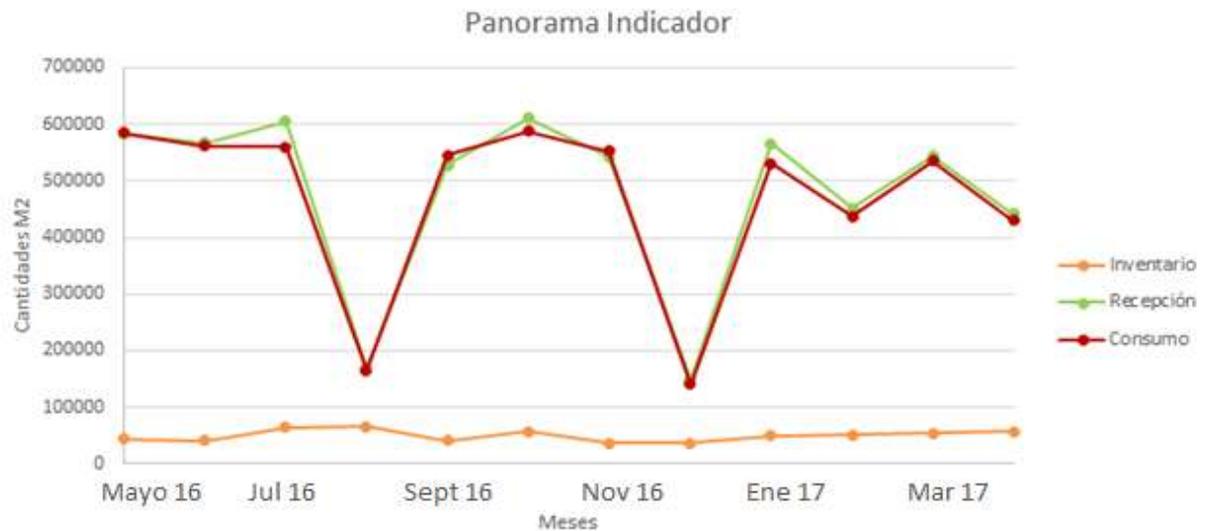


Figura 3.5: Ejemplo de Visualización parte histórica, Panorama Indicador. Donde el eje X representa los meses históricos, en el eje Y las cantidades en metros cuadrados. En el caso de las gráficas, color verde se representa las cantidades recibidas, en rojo las cantidades consumidas y en naranja el inventario. Donde se observa que para los meses donde la recepción es mayor al consumo, las cantidades de inventario aumentan.

La segunda parte de este indicador corresponde a la data de previsión, los cuales son:

- ✓ La previsión enviada el mes anterior (M-1); donde M corresponde al mes actual.
- ✓ La previsión hace dos meses (M-2).
- ✓ La tercera curva corresponde a un modelo estandarizado de previsión creado a partir de la base de dato histórica de consumo de vidrio crudo y la capacidad de producción del producto final.

El modelo de previsión fue creado a partir de una relación lineal que existe entre el consumo de vidrio crudo y la capacidad de producción de producto final. Tomando la base de datos histórica entre el consumo y la capacidad, se crearon las gráficas de relación lineal entre ellos. Cada grafica tiene como resultado una ecuación lineal que depende de la capacidad. Utilizando la previsión de capacidad en la ecuación (2.2) se tiene como resultado una previsión de consumo estandarizado.

Esta tercera curva con el modelo lineal fue creada como un modelo matemático que pueda ser aplicado a todas las plantas. Con el fin de tener otra metodología matemática de comparación y evaluación de las previsiones enviadas mensualmente.

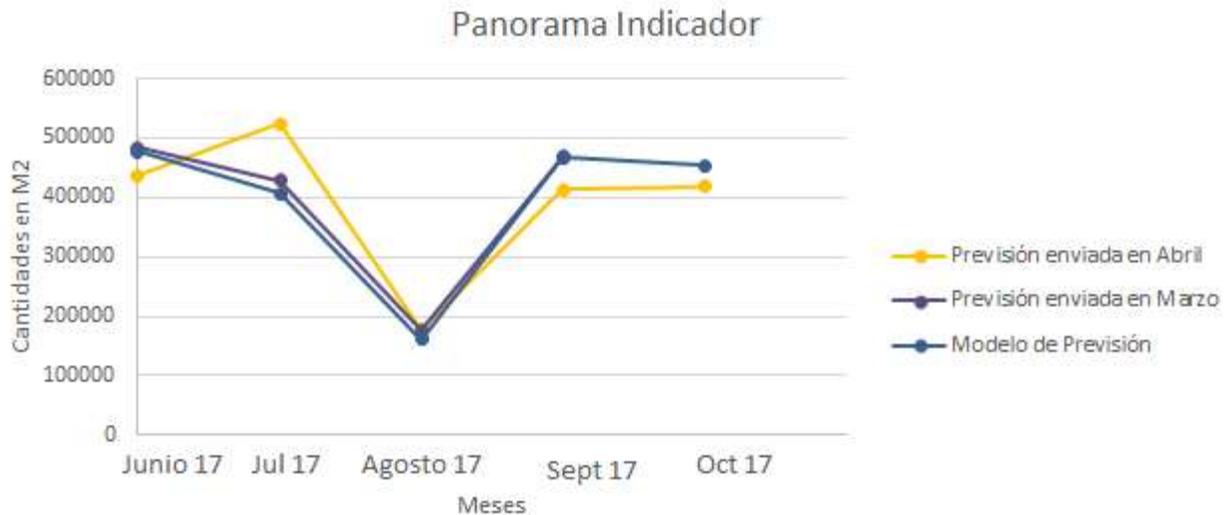


Figura 3.6: Ejemplo de Visualización parte previsión, Panorama Indicador.

Uniendo ambas partes que forman parte de este indicador, se obtiene como resultado una herramienta que permite obtener una visión general de la situación actual en el consumo y previsión del vidrio crudo. Visión que incluye la data histórica del pasado y la previsión de consumo para el futuro. Con la utilización de esta herramienta, el planificador de producción puede evaluar fácilmente la evolución del inventario y la coherencia de la previsión actual enviada en comparación de la data histórica de consumo y el modelo lineal de previsión desarrollado junto a la previsión enviada el mes anterior.

Además esta herramienta es utilizada por el Gerente de Planificación de Sekurit internacional y de Glass, para consolidar la demanda e identificar las anomalías dentro de las previsiones.

3.4.3 Indicador de precisión de Previsión

Indicador basado en el error entre la previsión enviada en los meses anteriores versus el verdadero consumo. Anteriormente no se poseía una manera rápida de saber matemáticamente cuanto fue el error final que hubo entre la previsión enviada y el verdadero consumo durante los meses anteriores. Precisamente de esto se encarga este indicador, calcula el error de previsión en un nivel de agregación dado un horizonte de tiempo. Finalmente la precisión se calcula con la utilización

de la ecuación (2.3), donde una precisión del 100% ocurre dado una sincronización del consumo previsto perfectamente con las cantidades recibidas.

Este indicador permite de evaluar la precisión de previsión para un nivel de agregación de cada vidrio en un periodo dado. Por ejemplo el Error de Previsión (tinte, 3meses) es la suma de los errores de todos los tintes o colores de vidrio crudo, es decir TSA3+, TSA4+, TSAnX y Venus de todas las previsiones enviadas hace tres meses. Además el indicador se puede separar en dos visualizaciones, la primera contiene los valores detallados de los errores de previsión por planta y por color de vidrio de los últimos 6 meses. La segunda visualización especifica el resultado global en comparación de cada planta, con esta visualización se tiene una evaluación rápida del desempeño por planta.



Figura 3.7: Ejemplo de Visualización del indicador de precisión de Previsión. En la parte superior del indicador se observan los resultados para todas las plantas, donde la columna verde representa las cantidades recibidas para el mes en curso y el resto de las columnas representan cada una las cantidades en metros cuadrados previstas en meses anteriores para el mes en curso. De esta manera se compara fácilmente la precisión de previsión tanto para un mes hasta para cinco meses atrás. En la parte inferior se observan los porcentajes de error para cada categoría, planta, tipo de vidrio y color.

3.5 Metodología de Planificación de Producción de Saint-Gobain Sekurit

La segunda parte del presente proyecto consiste en el estudio de las diferentes metodologías utilizadas para el desarrollo de la previsión de vidrio crudo en cada planta. Para ello, se estudió estudiar el inicio del proceso de previsión, el cual comienza con la planificación de producción realizada por Saint-Gobain Sekurit.

La planificación a medio tiempo o Mid-Term Planning (MTP) se encuentra compuesto por dos variables de entrada, como se encuentra especificado en el apartado 2.8 del presente proyecto. Las cuales constituyen las entradas independientes a Saint-Gobain, como lo son la demanda del cliente y las entradas dependientes, como la capacidad de producción. Los resultados de ambas entradas son cargados en las herramientas utilizadas por la empresa, como SAP, esta acción genera como resultado el reporte 20L.

El reporte 20L representa la previsión de consumo a nivel de producto final, el cual representa para cada nivel de material, las necesidades y recursos para la fabricación del producto final, tomando en cuenta los tiempos, la capacidad de producción y la demanda cliente.

De la misma manera que existe un reporte 20L a nivel de producto final, en la misma planificación existe el reporte 20M a nivel de materia prima, es decir la previsión de vidrio crudo.

Por lo tanto los resultados del MTP son:

- ✓ Plan de Producción, cantidades mensuales a producir de Producto Final (20L)
- ✓ Plan de Aprovisionamiento, exigencias mensuales de aprovisionamiento a nivel de materia prima (20M).

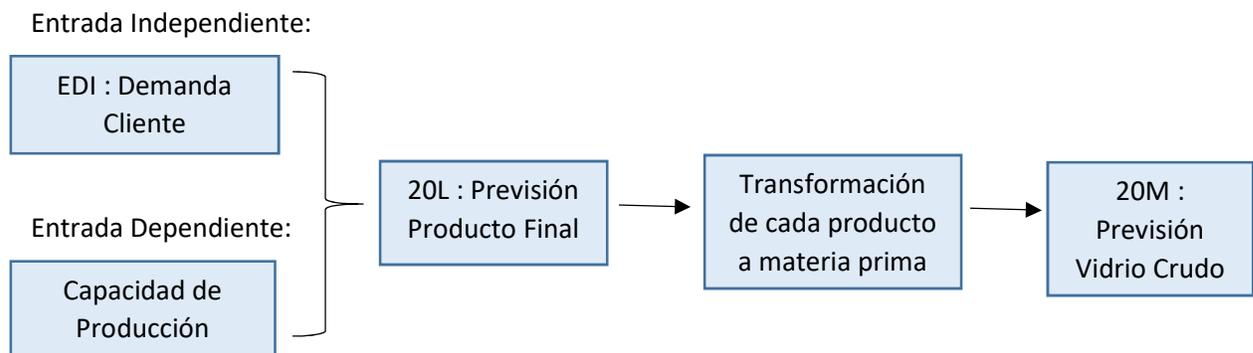


Figura 3.8: Desarrollo de la Planificación de Medio Tiempo.

Finalmente el reporte 20M resultante del MTP es enviado a todas las plantas a los 13 días de cada mes, las plantas deben validar y actualizar los resultados del 20M a nivel de vidrio crudo con la utilización de sus propias metodologías. A continuación cada planta envía la previsión actualizada los días 21 de cada mes. Estas previsiones son luego consolidadas por el Gerente de Planificación de Sanit-Gobain Sekurit Internacional, es decir el señor Jerome Alzieu tutor industrial del presente proyecto, que luego envía la previsión global de todas las plantas los 24 días de cada mes al Planificador central de Saint-Gobain Glass.

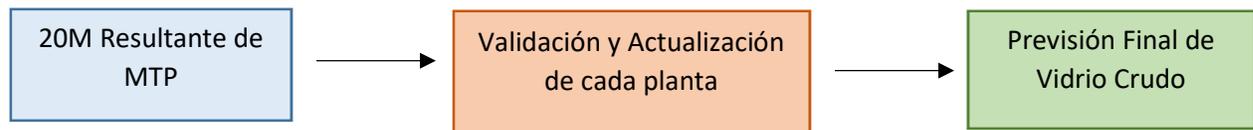


Figura 3.9: Desarrollo de la Previsión de consumo de Vidrio Crudo.

El proceso MTP se encuentra estandarizado en su conjunto, por el contrario la parte que corresponde a la actualización de la previsión de consumo de vidrio crudo no se encuentra estandarizada. Cada planta es responsable de actualizar su reporte 20M, esta demanda de actualización se debe principalmente al hecho de que el reporte 20M no se encuentra actualizado correctamente a las necesidades de cada planta. Esto quiere decir que el proceso MRP utilizado en el sistema de información para desarrollar el MTP no se encuentra correctamente actualizado a todos los artículos y plantas en la cadena logística. Por ejemplo puede suceder que para un producto final que se encuentre bien definido en el reporte 20L, no se encuentre el material necesario para el desarrollo de dicho producto en el reporte 20M.

Durante el estudio de los resultados del proceso MTP se pudo constatar otro ejemplo claro de la falta de actualización en los reportes generados. En el consumo de vidrio crudo en metros cuadrados para los primeros 6 meses del 2017, el resultado arrojado del reporte 20M del mes de Julio 2017 representaba solo el 81% de las cantidades consumidas en el 2016 para el mismo periodo. Sabiendo que los volúmenes de producción entre ambos años son similares, se muestra claramente que el reporte 20M no se encuentra actualizado, y por lo tanto no se puede utilizar directamente para calcular la previsión de consumo de vidrio crudo. Es por ello que es necesario enviar a las plantas Sekurit el reporte 20M para que ellas se encarguen de realizar su propio modelo de previsión de consumo con el fin de actualizar el reporte 20M y reducir los errores del mismo.

La ausencia de información correspondiente a la metodología utilizada por cada planta para realizar la actualización del reporte 20M es la razón principal por la cual es necesario un estudio de mercado enfocado en cada metodología aplicada.

3.6 Estudio de mercado de las diferentes metodologías aplicadas

Al llegar a la empresa se constató que aun siendo Sekurit la sede internacional de todas las plantas del mundo, existía una desinformación en la manera cómo se actualiza el reporte 20M y por lo tanto en la manera cómo realiza la previsión de consumo de vidrio crudo en cada planta. Es por ello que se realizó el presente estudio, donde se estudió la metodología utilizada por 10 empresas pertenecientes a la unión europea para el desarrollo de la previsión de materia prima cada mes.

El área de estudio fue la unión europea, ya que en primer lugar es el área donde se encuentra el mayor número de empresas Saint Gobain Sekurit del mundo. En segundo lugar debido a la cercanía y facilidad de traslado entre cada una de las plantas, ya que por magnitud del estudio era necesario el traslado físicamente durante uno o varios días para comprender y recolectar la mayor información sobre el método de previsión utilizado por cada planta. Se busca obtener el máximo de información sobre el sector de actividad que concierne, en este caso la logística de aprovisionamiento de vidrio crudo en cada planta.

Dentro de este grupo de 10 empresas se encuentran empresas con volúmenes de producción altos así como empresas con volúmenes de producción más bajo, ya que la precisión de previsión no depende del volumen de producción y consumo. Cada visita en las plantas consistió en una reunión junto al planificador de producción con el fin de aprender y estudiar cada metodología utilizada. A continuación la lista de empresas visitadas y estudiadas.

- ✓ SGS Chantereine, Francia
- ✓ SGS Herzogenrath, Alemania
- ✓ SGS Aviles, España
- ✓ SGS Arbos, España
- ✓ SGS Horovice, República Checa
- ✓ SGS Dabrowa, Polonia
- ✓ SGS Stolberg, Alemania
- ✓ SGS Faba, Alemania
- ✓ SGS Savigliano, Italia

- ✓ SGS Eslov, Suecia

Cabe resaltar que cada una de las metodologías estudiadas fue analizada, evaluada y presentada al comité representante de cadena de suministros de Saint-Gobain Sekurit Internacional. En un informe final dejando constancia y haciendo saber las metodologías utilizadas que anteriormente no se tenían conocimiento de ellas.

3.7 Evaluación Metodologías estudiadas

Con el fin de evaluar de la manera más objetiva posible cada una de las metodologías de previsión estudiadas, se desarrolló un método de evaluación basado en tres áreas principales:

- ✓ Base de Datos: En esta área se evaluó la base de datos utilizada como entrada para desarrollar la previsión. La evaluación se encuentra basada en dos puntos principales, en primer lugar si se utiliza o no una base de datos como entrada y de ser utilizada a que nivel es tomada en cuenta para realizar la previsión. Dentro de la base de datos se considera el inventario, la demanda del cliente (EDI), la planificación de la producción, los diferentes escenarios resultantes de la planificación central y la data histórica de consumo.
- ✓ Proceso: Se evaluó igualmente la complejidad para el desarrollo de dicha previsión. La importancia de evaluar esta área radica a la reducción del tiempo utilizado para el desarrollo de la previsión, es importante tener un método simple y fácil de manipular para reducir y facilitar el proceso de previsión de vidrio crudo.
- ✓ Resultados: Evidentemente se evaluaron los resultados de cada método estudiado, a través de los indicadores antes expuestos se podía medir los errores entre las verdaderas cantidades de consumo y las cantidades demandadas en las previsiones enviadas. Este intervalo de error es evaluado para las previsiones enviadas en los últimos 5 meses, esto con la finalidad de evaluar la fiabilidad de la previsión en el transcurso de los meses.

En función de la importancia de estos tres factores de evaluación, se le otorgó un peso diferente a cada uno. Dando como resultado mayor importancia al factor Resultados, seguido por la Base de Datos utilizada y por último el Proceso para el desarrollo de la previsión.

Durante el estudio se pudo constatar que en algunos casos las plantas utilizan dos metodologías diferentes para calcular la previsión según el tiempo de estudio. Es por ello que el método de

evaluación se divide en dos periodos de tiempo, el primero contiene la metodología de previsión utilizada para las siguientes 5 semanas, y el segundo comprende la metodología para las siguientes semanas hasta los 6 meses que comprende cada previsión.

La primera metodología para las primeras 5 semanas de previsión es normalmente un método más detallado que contiene los datos como el inventario y las cantidades recibidas por semana. Estos tipos de datos poseen una fiabilidad por un tiempo limitado, esto a causa de la variabilidad del plan de producción. Poseer el conocimiento de las cantidades de inventario y la recepción de materia prima para un tiempo mayor a 5 semanas es difícilmente un dato confiable. Esto gracias a la fluctuación y la variación de los datos por día y por semana.

Level 1	Level 1 Weight	Level 2: Criterias of Evaluation	Level 2 Weight
Data Base	15%	Stock	20%
		EDI	10%
		MTP (Capacity, planned stops, production changes)	40%
		Historical Consumption	10%
		Transfer Decisions	20%
Process	15%	Agility to build forecast	10%
		Standardized Process	50%
		Consolidation of forecast	40%
Results	70%	MAPE Mean Absolute Percentage Error (5 last months)	30%
		MAPE Mean Absolute Percentage Error (1 month)	70%

Tabla 3.3: Criterios de evaluación de cada metodología de previsión.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANALISIS

4.1 Resultados estudio de mercado de metodologías de previsión:

Luego del análisis de las diez metodologías utilizadas para el cálculo de previsión del consumo de vidrio crudo por las plantas estudiadas, se observaron los siguientes remarques. En primer lugar, se observó que en algunos casos la metodología utilizada para el desarrollo de la previsión corresponde un proceso MRP interno, que se adapta a las necesidades y exigencias de cada planta. Por ejemplo, Francia, Suecia y Polonia recrean sobre un fichero Excel un proceso MRP interno para generar la previsión de consumo para las primeras cinco semanas siguientes.

Un ejemplo de un MRP interno lo podemos observar en la planta de Suecia, donde en primer lugar se toman los resultados del reporte 20M del MTP. Basado en este reporte se realiza un análisis que incluye el plan de cantidades demandadas por cada semana, las cantidades fabricadas hasta la fecha, el inventario, las necesidades para producir y el tiempo de producción. Luego estos valores son proyectados hasta las primeras cinco semanas de previsión.

El método MRP individual utilizado por estas plantas, posee una fiabilidad de 5 semanas a causa de la variabilidad de la data necesaria para su desarrollo. Es decir, para las semanas siguientes, hasta los seis meses de previsión, no se puede utilizar el MRP interno para actualizar los resultados del reporte 20M del MTP. En consecuencia, para las semanas siguientes, la planta toma directamente el resultado del MTP que como ya se expuso anteriormente, no se encuentra actualizado correctamente.

Cabe destacar otro punto interesante a resaltar, pocas plantas toman en consideración el inventario dentro de su previsión, debido al poco espacio la planta de Suecia es una de las pocas que si toma en consideración este factor importante para el desarrollo del MRP interno.

A su vez la fiabilidad de solo cinco semanas del proceso MRP interno conlleva al segundo remarque en el estudio, la necesidad de tener resultados correctos y actualizados directamente de

la planificación MTP. Esto generaría como resultado asegurar la fiabilidad de los reportes generados en dicha planificación. Para mejorar este proceso MTP se deben mejorar las entradas al mismo, las cuales son dependientes e independientes.

Sabiendo que las entradas dependientes son las únicas que pueden ser modificadas por Saint-Gobain, para mejorar los resultados del proceso MTP se debe en primer lugar mejorar los errores de previsión en la base de entrada. Por consecuente se realizó un estudio en el que se comparan las cantidades de capacidad, basado en la capacidad del horno ya que es el cuello de botella de la línea de producción versus la verdadera capacidad de piezas producidas en los meses anteriores.

Basado en estos errores se realizó otro indicador que muestra los errores de previsión de capacidad de producción. Este estudio permite colocar en evidencia el error entre la previsión de capacidad de producción y las verdaderas cantidades de producto final producidas. Por lo tanto se debe mejorar la previsión de capacidad de producto final, con el fin de generar resultados más fiables del MTP.



Figura 4.1: Ejemplo del error de previsión de capacidad de producto final. En la parte superior del indicador se muestra en rojo las verdaderas capacidades y en verde las capacidades previstas. En la parte inferior se observan los porcentajes de error entre la previsión y la verdadera capacidad.

Como segundo remarque principal en el estudio de mercado se observó que, si bien existen algunas plantas que desarrollan su propio modelo MRP para generar sus previsiones de consumo de vidrio crudo, por lo menos para las primeras 5 semanas. Debido a la falta de una metodología estandarizada, se observaron diferentes métodos de previsión “pobres” desarrollados por la mayoría de las plantas estudiadas.

Algunas plantas no poseen un proceso interno y simplemente toman los resultados directamente del MTP sin realizar ningún tipo de actualización, que como ya se pudo observar el resultado directo del MTP no se encuentra actualizado. Otras plantas toman la data de consumo histórico para realizar algún tipo de cálculo estadístico para adaptar dicha data a las cantidades de consumo actuales. Estas diferencias a nivel de la calidad del proceso, junto con la evaluación realizada a cada proceso, permiten separar las plantas por categorías. Aquellas que desarrollan su propio modelo MRP interno, y aquellas que no poseen un proceso claro estandarizado.

MRP interno	Sin proceso
<ul style="list-style-type: none"> • SGS Chantereine, Francia • SGS Arbos, España • SGS Dabrowa, Polonia • SGS Eslov, Suecia • SGS Savigliano, Italia 	<ul style="list-style-type: none"> • SGS Herzogenrath, Alemania • SGS Aviles, España • SGS Horovice, Republica Checa • SGS Stolberg, Alemania • SGS Faba, Alemania

Tabla 4.1: Clasificación según metodología de previsión de cada planta.

A continuación se muestran los resultados del estudio realizado a cada una de las metodologías analizadas, en donde se puede observar que los métodos con mejor resultado a nivel global fueron aquellos que en la tabla anterior poseen su propio método MRP interno.

	CHANTEREINE	HERZOGENRATH	ESLOV	AVILES	ARBOS	HOROVICE	DABROWA	STOLBERG	FABA	SAVIGLIANO
Data Base	0.105	0.03	0.120	0.075	0.090	0.030	0.105	0.075	0.105	0.12
Process	0.120	0.015	0.135	0.105	0.150	0.015	0.090	0.09	0.0825	0.09
Results	0.455	0.245	0.455	0.245	0.595	0.245	0.700	0.105	0.245	0.455
	0.68	0.29	0.71	0.43	0.84	0.29	0.90	0.27	0.43	0.67

Tabla 4.2: Resultados evaluación metodologías de previsión. Dado el peso otorgado a cada criterio de evaluación, se evaluó cada metodología basada en la utilización de cada criterio otorgando un valor de uno si el criterio era utilizado o cero en caso contrario. Tomando en cuenta cada peso a cada criterio se genera la tabla de resultados, donde las plantas con resultados cercanos a uno poseen una mejor metodología.

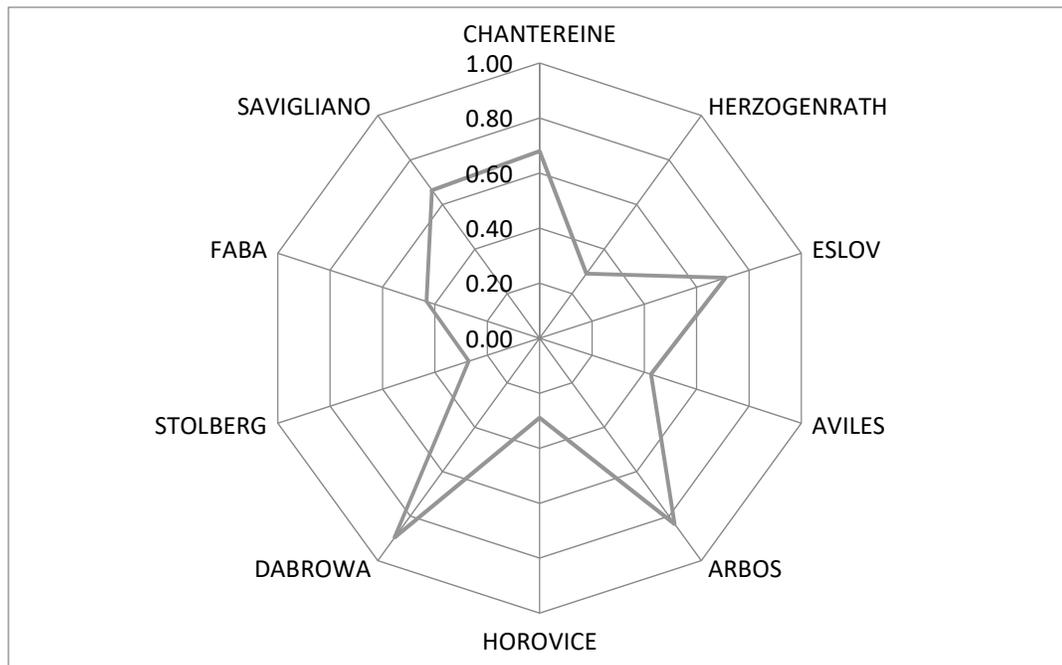


Figura 4.2: Resultados evaluación metodologías de previsión. Estos resultados fueron generados gracias al cálculo de cada uno de los pesos otorgados a los criterios anteriormente mostrados. Generando como resultado final que las plantas con resultados cercanos a 1 son aquellas que poseen una mejor previsión basado en la evaluación anterior. Consecuentemente las plantas con mejores resultados son las que poseen una metodología de previsión cercana a un proceso MRP.

4.2 Errores de previsión debido a la falta de comunicación

Finalmente, el tercer remarque que se pudo observar, es la necesidad de mejorar la comunicación entre las plantas Saint-Gobain Sekurit, sobre todo en el área de decisiones de transferencia de cantidades de producción repartidas entre ellas. Las decisiones de transferencia son tomadas en cuenta a partir del calendario de aperturas y producción de cada planta en el comité internacional de cadena de suministro, con el fin de equipar las líneas de producción en caso de sub-capacidad o de una sur-capacidad de planta.

Un ejemplo de las consecuencias de una mala comunicación entre plantas sobre las decisiones de transferencia se produjo recientemente entre Alemania y Francia:

Un tipo de producto fue concebido el año pasado a la planta Sekurit Herzogenrath en Alemania, luego en Diciembre 2016 la producción de este producto su concebida a Sekurit Chantereine en Francia. A causa de una falta de comunicación entre ambos países, la decisión de concebir dicha producción a Francia nunca fue comunicada al planificador de producción de Alemania.

Como consecuencia, Alemania continuó incluyendo en su previsión de vidrio crudo las cantidades necesarias para la producción de dicho producto pero estas cantidades de materia prima nunca fueron procesadas ya que la producción había sido transferida a Francia. Por lo tanto las cantidades de vidrio crudo necesarias para esta producción eran previstas en doble, tanto por Alemania como por Francia, pero solo Francia consumía estas cantidades, generando un aumento de inventario innecesario en Alemania y un aumento en los errores de previsión.

En este caso debido a la falta de comunicación se tuvo como consecuencia un aumento del costo de inventario de materia prima para Alemania. Pero si el error hubiese ocurrido en el sentido contrario, es decir la producción se repartió a Francia pero ni Francia ni Alemania hubiesen incluido en sus previsiones las cantidades de materia prima necesarias para el desarrollo de la producción, las consecuencias hubiesen generado un costo mucho mayor para el grupo Saint-Gobain en general debido al riesgo de ruptura de producción.

Sabiendo que dentro de la industria automotriz es casi imposible no poder responder a la demanda deseada, Sekurit se hubiese visto obligada a demandar de emergencia cantidades de materia prima a su proveedor Glass. Generando un cambio forzado en la línea de producción del vidrio crudo que como se expuso anteriormente genera costos considerables para Glass y por consiguiente para el grupo Saint-Gobain en general

Debido a la falta de herramientas de vigilancia en la materia prima, este error de previsión pudo ser detectado dos meses después por el planificador central en SGSI y gracias a la creación del indicador de panorama desarrollado. Este ejemplo pone en evidencia la necesidad de mejorar la comunicación dentro de las plantas Sekurit y además uno de los beneficios que generan las herramientas de vigilancia con la utilización de indicadores de rendimiento que permiten remarcar fácilmente un error de este tipo.

4.3 Resultados aplicación de Indicadores desarrollados

Los indicadores desarrollados fueron de importante ayuda y mejoría en el área del vidrio crudo. Anteriormente al desarrollo del presente proyecto no existía herramienta de seguimiento que permitiera evaluar y visualizar rápidamente la situación de cada planta en la previsión y el consumo de materia prima. El error de previsión semanal, primer indicador desarrollado, permitía al planificador de producción de cada planta comparar las unidades de vidrio crudo recibidas versus las cantidades de vidrio previstas por semana. Esto genera como consecuencia una oportunidad de respuesta anticipada a las cantidades a comandar para la siguiente semana, basándose en el indicador y buscando acercarse al valor de previsión enviado. Reduciendo el error entre la previsión enviada y las cantidades recibidas para el consumo semanalmente y por consiguiente mensualmente.

El indicador de panorama genera una visión global de la situación actual del vidrio crudo, en donde se puede consultar fácilmente el inventario, el consumo y recepción histórica y las previsiones enviadas en el presente y en el pasado mes versus las cantidades de previsión resultantes del modelo lineal matemático creado. Este indicador permitió resaltar el error de previsión a causa de la falta de comunicación de las decisiones de transferencia entre Alemania y Francia expuesto en el ejemplo anterior.

Además de este tipo de errores, el indicador era utilizado por el planificador central de Saint Gobain Sekurit Internacional para evaluar las previsiones enviadas y compararlas junto al comportamiento de consumo histórico de la planta y las demás previsiones mostradas en el indicador. Permitiendo la temprana reacción cuando una previsión enviada no respondía con ninguno de los criterios de evaluación dentro del indicador.

Otro punto importante desglosado en este indicador con el que antes no se contaba es la visualización del inventario de vidrio crudo. Dado que el vidrio crudo el proveedor es parte del

mismo grupo, para algunas plantas Sekurit, sobre todo aquellas con mayor espacio físico, el costo de poseer inventario innecesario no era relevante en comparación con los otros costos de producción. Es por ello y dado que el riesgo de ruptura de producción es mayor, se prefería comandar de más y tener inventario sin uso en la planta generando lotes de inventario innecesario, que al sumar cada costo de estos lotes de todas las plantas Sekurit se genera un monto significativo para el grupo Saint-Gobain en general. Por lo tanto implementar la vigilancia por planta de las cantidades en inventario es un punto importante a tomar en consideración en dicho indicador.



Figura 4.3: Inventario de vidrio crudo en una de las plantas Sekurit.

Finalmente el indicador de precisión de previsión genera como mayor aporte en primer lugar indicar en porcentajes la variación entre las cantidades previstas y las verdaderas cantidades consumidas de vidrio crudo. Esto permite facilitar la evaluación de las previsiones enviadas por planta y generar una respuesta rápida de los valores de variación y error de previsión tanto por planta como por tipo de vidrio, color y material del mismo. En segundo lugar la visualización basada en el error de previsión de cada una de las plantas permite generar una especie de competencia entre ellas, ya que el indicador muestra fácilmente que planta tuvo los mejores resultados, es decir el menor error en la previsión enviada en el presente mes. Este sentimiento de competencia entre ellas genera automáticamente el interés de cada planta por mejorar su previsión y por ende aumentar su posicionamiento en el indicador enviado el siguiente mes.

Con todo lo anteriormente expuesto para cada indicador y tomando los valores de la diferencia entre la previsión enviada por planta versus las verdaderas cantidades consumidas de vidrio crudo por mes, se puede observar una mejoría luego de la aplicación de los indicadores. Las plantas que poseen un proceso MRP interno mejoraron su error estándar de previsión, en cambio las plantas que no poseen una buena metodología de previsión, aun con la utilización de los indicadores no poseen una precisión de previsión alta.

	Aviles	Dabrowa	Eslov	FABA	Arbos	Herzogenrath	HOROVICE	SAVIGLIANO	STOLBERG	Chantereine
Marzo	-18%	-1%	-4%	-12%	12%	11%	10%	13%	18%	-5%
Abril	-14%	4%	1%	29%	-4%	8%	14%	-7%	0%	-11%
Mayo	9%	-2%	-7%	-9%	12%	-8%	-10%	6%	12%	-9%
Junio	-12%	3%	-2%	-30%	4%	-14%	-11%	5%	-6%	5%
Error estandar	11%	3%	3%	21%	7%	10%	12%	7%	9%	6%
1-Error	89%	97%	97%	79%	93%	90%	88%	93%	91%	94%

Tabla 4.3: Resultados del error estándar de previsión para cada planta. Se calculó el error estándar de previsión por cada planta para los cuatro meses siguientes a la aplicación de los indicadores.

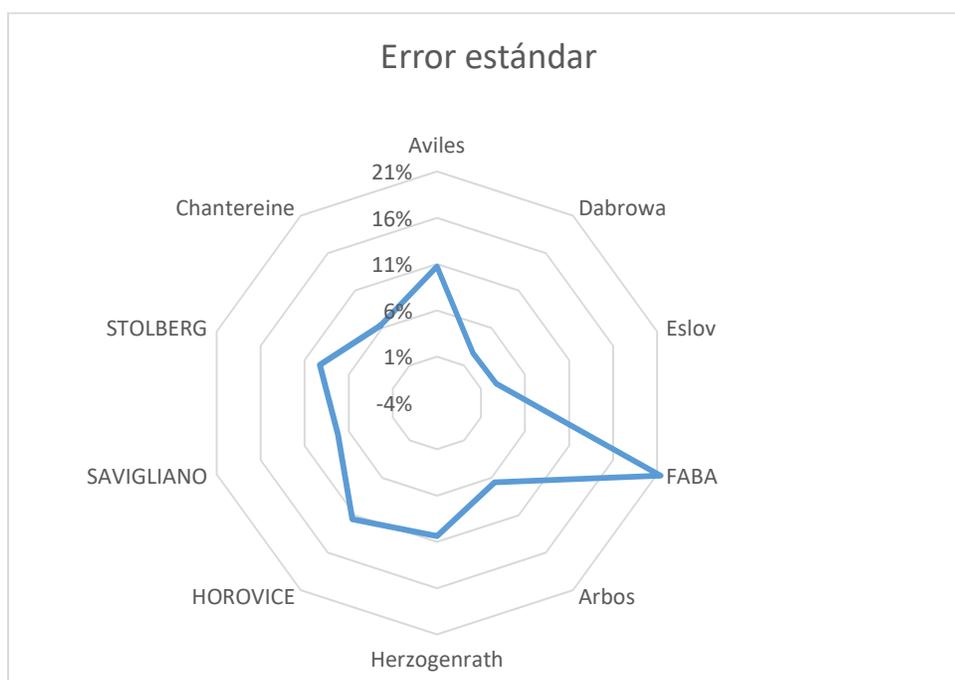


Figura 4.4: Resultados del error estándar de previsión para cada planta luego de la utilización de los indicadores. Se observa que las plantas donde en el estudio anterior resultó tener una buena metodología de previsión, poseen un menor error estándar en comparación con las plantas que no poseen una apropiada metodología.

Es importante destacar que estos índices de error estándar fueron calculados para los cuatro meses siguientes a la implantación y el uso de los indicadores, durante estos meses cada planta continuó desarrollando sus propias metodologías de previsión.

Gracias a estos resultados se puede observar que las plantas con buenas metodologías y además con la utilización de indicadores de desempeño pueden mejorar la precisión de previsión, llegando a tener una precisión del 97%. Un ejemplo de esto se puede observar tomando la planta de

Dabrowa, Polonia, en la evaluación de las metodologías de previsión (Figura 4.2) obtuvo un buen resultado siendo una de las plantas que poseen una buena metodología. Además en los cálculos del error estándar de previsión durante los meses siguientes a la aplicación de los indicadores, obtuvo bajos errores de previsión (Figura 4.3).

En cambio aquellas plantas que no poseen una buena metodología de previsión, por más indicadores que se pongan en funcionamiento, si no se tiene un proceso MRP interno no se observará una mejoría en la precisión de previsión en estas plantas.

Cada uno de los indicadores desarrollado se encuentra estandarizado y es automáticamente actualizado. Además se desarrolló un manual electrónico en donde se especifican claramente los pasos a seguir para la automatización, actualización y envío de los indicadores creados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede concluir que es posible realizar herramientas estandarizadas, automáticas y dinámicas que permitan la vigilancia en cualquier punto del desarrollo de una cadena de suministro de una planta de producción, en este caso se estudió el área de previsión de materia prima. La utilización de estos indicadores permite resaltar los errores de previsión de consumo de materia prima para cada planta y en consecuencia generar una acción inmediata de mejora de las metodologías utilizadas y reducir los costos ligados a los errores de previsión y consumo. Costos que para el grupo Saint-Gobain comprenden las cantidades económicas tanto del consumidor (Sekurit) como el proveedor (Glass).

A su vez se demostró la importancia de tener manuales y guías que permitan actualizar y mantener la continuidad de la utilización y desarrollo de estos indicadores de rendimiento.

Por otro lado se pudo concluir que no siempre los procesos de planificación de producción utilizados por las empresas se encuentran actualizados y en mejores condiciones. Se demostró cómo el proceso de planificación MTP utilizado por Saint-Gobain no se encontraba actualizado y generaba resultados erróneos que debían ser enviados a cada planta para su actualización. Esto a su vez generaba error en la previsión ya que cada planta realiza este procedimiento utilizando su propio método. La falta de estandarización en un solo modelo de previsión para realizar esta actualización, aplicable a todas las plantas de la unión europea dificulta la manera de evaluar y mejorar los procedimientos utilizados para la creación de dicha previsión.

Sabiendo la necesidad de poseer a largo tiempo una sola metodología de previsión aplicable a todas las plantas estudiadas, se puede concluir a largo tiempo la importancia de mejorar los resultados generados por la planificación de producción utilizado MTP. Mejorando en un primer lugar la fiabilidad de los datos de entrada dependientes, es decir la capacidad de producción. Se demostró el error de previsión que existe en la capacidad de producción del horno de cada línea y producto. Mejorando dicha capacidad se mejora la fiabilidad de los reportes generados por el MTP, que luego serán utilizados por cada una de las plantas para el desarrollo de la previsión luego de las primeras cinco semanas de previsión.

Como resultado del estudio de mercado de cada metodología utilizada por las plantas para desarrollar la previsión, se concluye que para las primeras cinco semanas de previsión cada planta

debe desarrollar un proceso MRP interno. Proceso que ya es utilizado por algunas de las plantas estudiadas y que puede ser aplicado a todas las plantas pertenecientes de la unión europea.

En consecuencia se obtendrá una metodología que incluye para las primeras cinco semanas un proceso MRP desarrollado por cada planta tomando en cuenta el inventario, la demanda y los tiempos de producción de cada producto. Para el resto del tiempo y hasta los seis meses siguientes demandados en cada previsión se utilizarán directamente los resultados de los reportes del MTP, que luego de realizar las mejoras propuestas podrá generar resultados fiables a utilizar.

Con este modelo se obtendrá como resultado una metodología de previsión de consumo de vidrio crudo que incluye el trabajo en colaboración entre el método MRP interno desarrollado por cada planta y los resultados fiables de la planificación MTP desarrollado en central.

Con respecto a las recomendaciones de dicho proyecto se pueden separar en términos de tiempo:

A corto término:

- ✓ Aplicación de una reunión mensual (Comité del Vidrio Crudo) entre los coordinadores centrales de cada planta SGG y SGS a aplicar cada 15 días de mes. En donde se discutan los resultados generados por los indicadores desarrollados, las decisiones de transferencia entre cada planta Sekurit y las campañas de producción de vidrio por parte de Glass.
- ✓ Continuar con la vigilancia de los resultados de previsión junto a la utilización de los indicadores de rendimiento (KPI) desarrollados.

A largo término:

- ✓ Asegurar el mejoramiento de los resultados del MTP, mejorando la previsión de capacidad de producción de producto final. Con el fin de desarrollar una metodología de previsión con la utilización de un MRP interno por planta y los resultados del MTP.

REFERENCIAS

(2017). *Benchmark Methodologies Raw Glass*. France: Saint Gobain Sekurit.

Chopra, S. &. (2016). *Supply Chain Management*. New Jersey: 2006.

Dr Moustakis, V. (Enero de 2000). *Material Requirement Planning*. Obtenido de http://www.adi.pt/docs/innoregio_MRP-en.pdf

Espinosa, R. (Septiembre de 2016). *Indicadores de Gestion*. Obtenido de <http://robertoespinosa.es/2016/09/08/indicadores-de-gestion-que-es-kpi/>

Historia del Grupo Saint-Gobain. (2016).

Lutfu, S., & Alabay, M. N. (2017). *An MRP Model for Supply Chains*. Turgut Ozal University.

Presentación del Grupo Saint-Gobain. (2016). Obtenido de <https://www.saint-gobain.com/en/group>

Saint-Gobain. (2016). *Mid Term Planning*. Compiègne, France.

Sudiyanti. (2008). *Input Demand Forecasting*. Obtenido de <http://www.uww.edu/supplychain/761Green/Forecast/index.html>

ANEXOS

Anexo 1: El proceso de Manufactura del vidrio automotriz

Anexo 2: Tabla de Contenido Service Level Agreement SLA

Anexo 3: Ejemplo manual de actualización de KPI.

Anexo 1: El proceso de Manufactura del vidrio automotriz



Anexo 2: Tabla de Contenido Service Level Agreement SLA

	Service Level Agreement	 INTERNATIONAL
Réf : TBU Date : 10.03.2017	Executive Summary of the Document	

Table of Contents

1.	General principles.....	4
1.1.	Purpose of the Specification.....	4
1.2.	Fundamental Principle	4
1.3.	Entities and Responsibilities.....	5
1.3.1.	Customer Service Partner.....	5
1.3.2.	SGSI Raw Glass Supply Manager.....	5
1.3.3.	SGSI Regional Coordinator	5
1.3.4.	SGGI Central Planner	5
1.3.5.	SGGI and SGSI Raw Glass Supply Coordination Committee	6
1.3.6.	SGGI and SGSI Interface Meeting.....	6
1.4.	Definitions and Abbreviations Used.....	6
1.4.1.	Entities.....	6
1.4.2.	Basic Glass Products	7
1.4.3.	Basic Product Supply Dimensions	8
1.4.4.	Homogeneous Supply.....	8
1.4.5.	Packing	8
1.4.6.	Customer - Supplier.....	9
2.	Product Quality.....	10
3.	Packing Delivery	11
3.1.	Surface protection.....	11
3.2.	Packing	11
3.2.1.	Interleaf between plates	11
3.2.2.	Plates quantity	11
3.3.	Product Identification.....	12
3.4.	Delivery.....	12
3.5.	Packing Returns.....	12

Anexo 3: Ejemplo manual de actualización de KPI.

User Guide Update Raw Glass Indicators				
Writer:	Helen HERRERA CASTANG	Writing Date:	20/05/2017	
Department:	Supply Chain	Review Date:	14/06/2017	

2 Raw Glass Adherence Indicator

This indicator measures the gap between the forecast and the deliveries quantities each week, in order to track the performance per plant every week of the month. Each Monday this procedure must be done and the indicator must be send to all the production planners of the European plants.

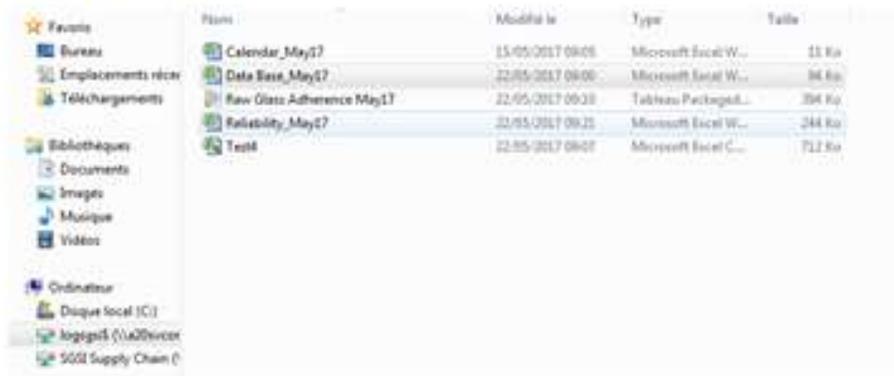
Periodicity	Weekly
Execution date	First day of the week
Send date	First day of the week

2.1 Extract and Update Data Base

The Data Base used to develop this indicator is the forecast and the deliveries quantities by week. To update this data base you must go to the following file:

G:\05.Supply-Chain_Committee\RawGlass\HLN\Raw Glass forecast indicators\Adherence Reception vs Forecast Indicator

Where you would find a different folder for each month of the year, you would work with the folder of the actual month (in these example is May 2017) and you would see the following documents:



Nome	Modifié le	Type	Taille
Calendar_May17	15/05/2017 09:05	Microsoft Excel W...	13 Ko
Data Base_May17	22/05/2017 09:00	Microsoft Excel W...	94 Ko
Raw Glass Adherence May17	22/05/2017 09:39	Tableau Packaged...	394 Ko
Reliability_May17	22/05/2017 09:25	Microsoft Excel W...	244 Ko
Test1	22/05/2017 09:07	Microsoft Excel C...	712 Ko