



Herramientas avanzadas para la optimización de la planificación operativa y toma de decisiones en empresas del sector de productos de papel.

Resumen de capacidades

2024





Desarrollamos soluciones innovadoras que impulsan la eficiencia de tus procesos de negocio

Somos una empresa de **base tecnológica** consolidada a partir de diversos proyectos de desarrollo e investigación.

Nuestros principales proyectos tienen que ver con el desarrollo de **herramientas computacionales de optimización y toma de decisiones para dar soporte** a diversas problemáticas operativas, tácticas y estratégicas.

Somos un equipo de **ingenieros industriales y doctores en ingeniería** especializados en optimización y simulación. Contamos con colaboradores para el **desarrollo de sistemas, programación y procesamiento masivo de datos**.





Solución 1

Herramienta computacional de soporte a la toma de decisiones para la optimización del plan operativo y asignación de cargas.

Optimización de la planificación operativa en múltiples unidades productivas de papel corrugado.



Objetivo

Dar soporte a la toma de decisiones para la optimización del plan operativo y asignación de cargas a partir de una herramienta computacional avanzada.

Objetivos Particulares

- 1 Optimizar la **asignación y distribución de cargas de producción** a las distintas unidades productivas.
- 2 Considerar **múltiples características operativas** y restricciones asociadas al proceso de toma de decisiones.
- 3 **Considerar las decisiones de logística de abastecimiento y de distribución.**
- 4 Múltiples decisiones involucradas para un horizonte de planeación de largo plazo, buscando **minimizar el costo global de todos los costos logísticos y productivos.**

Interfaz de usuario

Optimización de la Planificación Global: Meses

Escenario: 20240731_11_36

1 Pre-procesamiento macro 2 Pre-procesamiento detallado 3 Modelo - Resultados

Optimo

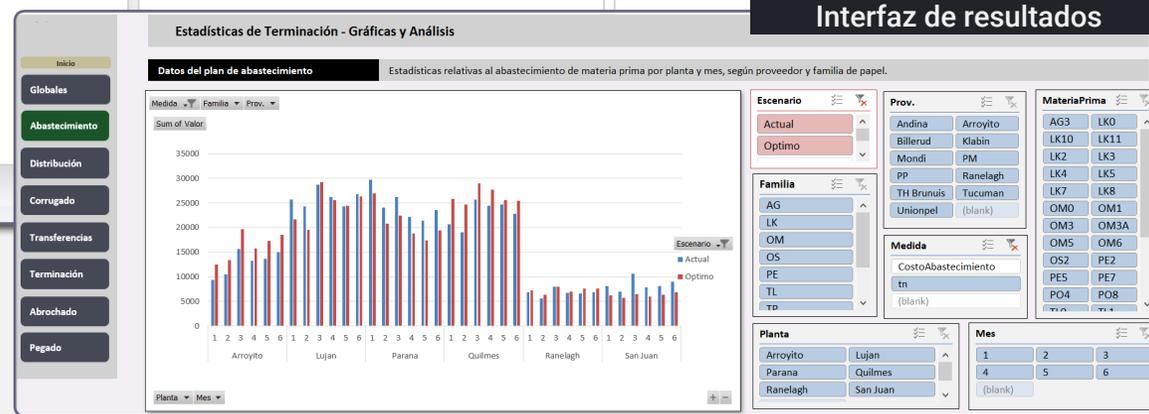
Optimizar Generar Resultados Guardar ZIP

Sin datos aún

Para iniciar, ejecutá el pre-procesamiento macro. Ejecutar

Para continuar, ejecutá el pre-procesamiento detallado. Ejecutar

Interfaz de resultados



Optimización de la planificación operativa en múltiples unidades productivas de papel corrugado.



Utilización

Paso 1 **Preprocesamiento.** Procesamiento de múltiples fuentes de datos.

Optimización de la Planificación Global

Escenario: 20240731_11_40

1 Pre-procesamiento macro

Errores : 0 / 8249
Toneladas : 0.0 / 144241.8

Errores Macro
Inputs Intermedios

Pre-procesamiento Macro

Se está ejecutando el Pre-procesamiento Macro, aguarde unos segundos.

2 Pre-procesamiento detallado

Errores : 2 / 8249
Toneladas : 3.1 / 144241.8

Errores Macro

- Cartones sin datos.xlsx ✓
- Cartones sin papeles.xlsx ✓
- Ets con distribucion sin abastecimiento.xlsx ✓
- ETs fuera de Base de Datos.xlsx ✓
- ETs que no pueden corrugarse.xlsx ✓
- ETs sin abastecimiento.xlsx ✓
- Ets sin distribucion.xlsx ✓
- ZonasFaltantes.xlsx ✓

Ir carpeta

Errores Detallados

- Ets con logistica - sin terminacion.xlsx ✓
- Ets con logistica y corrugado - sin terminacion.xlsx ✓
- Ets sin terminacion.xlsx 2

Ir carpeta

Inputs Intermedios

Inputs Base

- Forecast
- Disponibilidad Capacidad
- Datos Técnicos Órdenes
- DB Cartones
- Parámetros Extras

Objetivos Particulares

Generación de archivos complejos para el análisis de errores que invalidan que ciertas órdenes ingresen al modelo.

- 1 Problemas de estructuras de datos.
- 2 Restricciones operativas.
- 3 Problemas distribución y abastecimiento
- 4 Órdenes con desconexión corrugado-terminación-abastecimiento-distribución



Utilización

Paso 2 Optimización.

Optimización de la Planificación

Escenario: 20240731_11_40

1 Pre-procesamiento macro

Errores : 0
Toneladas : 0.0

Errores Macro

Inputs Intermedios

Optimizador Solver

1 Construcción 2 Ejecución

Optimizador finalizado con éxito

```
Number of integer variables: 151592
Number of continuous variables: 574685
Number of nonzeros: 3883146
Sense: minimize
Solver:
- Status: ok
Return code: 0
Message: Model was solved to optimality (subject to tolerances), and an optimal solution is available.
Termination condition: optimal
Termination message: Model was solved to optimality (subject to tolerances), and an optimal solution is available.
Wall time: 75.94900012016296
Error rc: 0
Time: 85.58144450187683
Solution:
- number of solutions: 0
number of solutions displayed: 0
se corrio el optimo
```

Cerrar

Objetivos Particulares

Resolver un **modelo matemático** que permita optimizar la asignación de las órdenes de producción a plantas, minimizando costos globales.

- 1 Múltiples restricciones consideradas.
- 2 Consideración de turnos de trabajo por máquina y planta
- 3 Garantía de optimalidad.



Utilización

Paso 3

Generación automática de reporte y dashboards de Resultados.

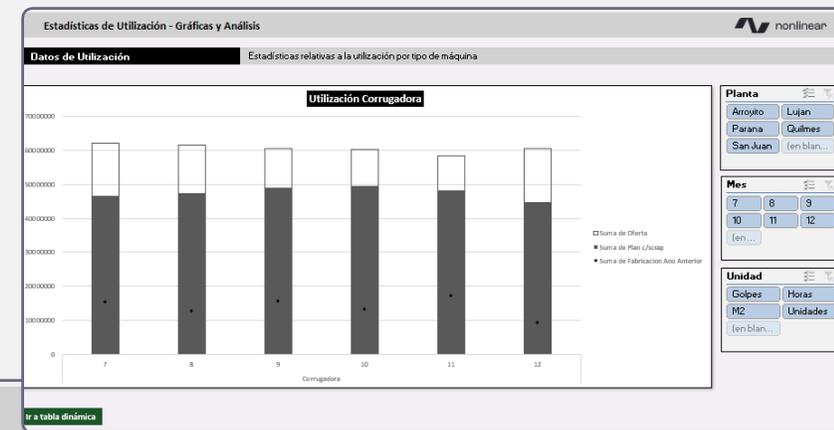
Generación de archivo de resultados y dashboard.

Guardado de archivos históricos.

Resultados Optimización Plan Operativo

MENÚ PRINCIPAL

- GLOBALES
- ABASTECIMIENTO
- DISTRIBUCIÓN
- CORRUGADO
- TRANSFERENCIAS
- TERMINACIÓN
- ABROCHADO
- PEGADO



Modelo - Resultados

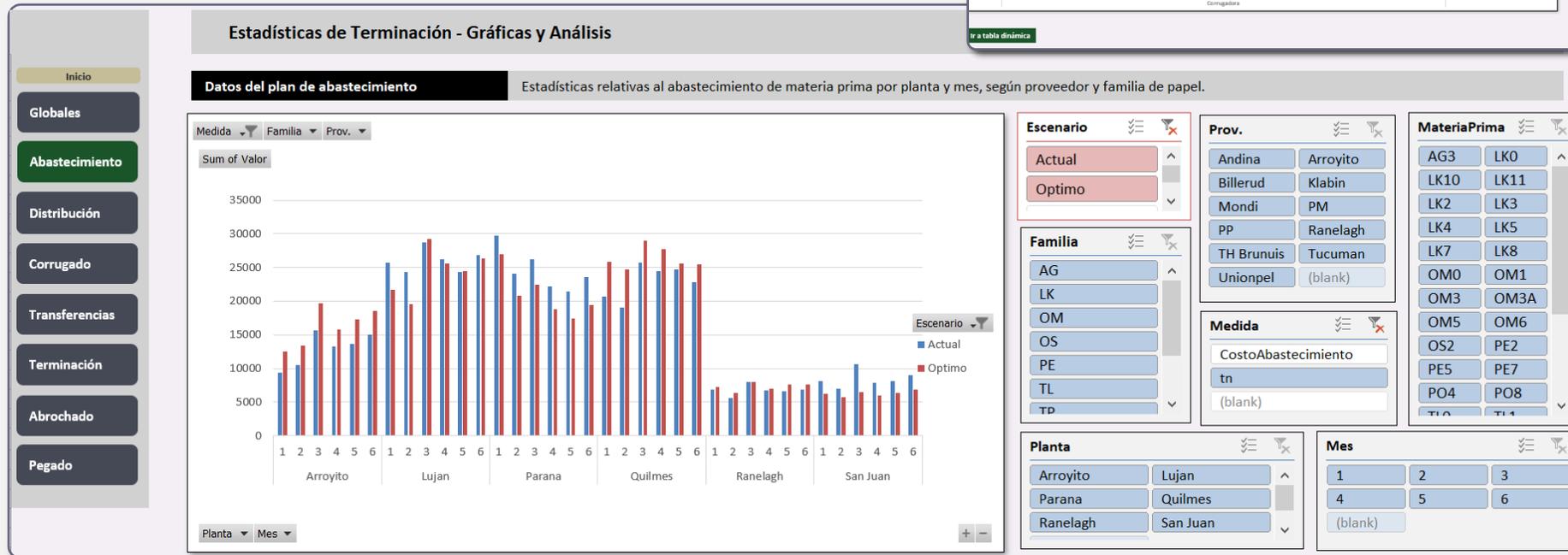
Optimo

Optimizar Generar Resultados Guardar ZIP

Resultados

- armado_optimo.txt
- CSV
- Excel
- Optimo
- resultados_optimo.xlsx
- resultado_optimo.txt

Ir carpeta



Otras funcionalidades

- 1** **Asignación forzada** de órdenes a máquinas y plantas productivas.
- 2** **Comparación de escenarios óptimo/actual** y panel de oportunidades de optimización y mejora en la asignación..
- 3** **Etapas específicas de producción** como ser pegados, abrochados y otras terminaciones con su capacidad correspondiente.
- 4** **Modelado de turnos y disponibilidades** según capacidades y turnos prefijados por máquina o grupos de máquinas.

Otras características



Interfaz en Excel afín a lo que acostumbra el usuario de ingeniería

- Interfases personalizadas para el ingreso de datos.
- Automatización de la herramienta desde Excel.
- Disponibilización de resultados en Excel, CSV y otros formatos.
- Montaje de soluciones en servidores y procesamiento propio. Disponibilidad web.



Tableros de inteligencia de negocios



Validación y análisis geográfico de flujos y magnitudes de cada producto, tipo de transporte y momento temporal.

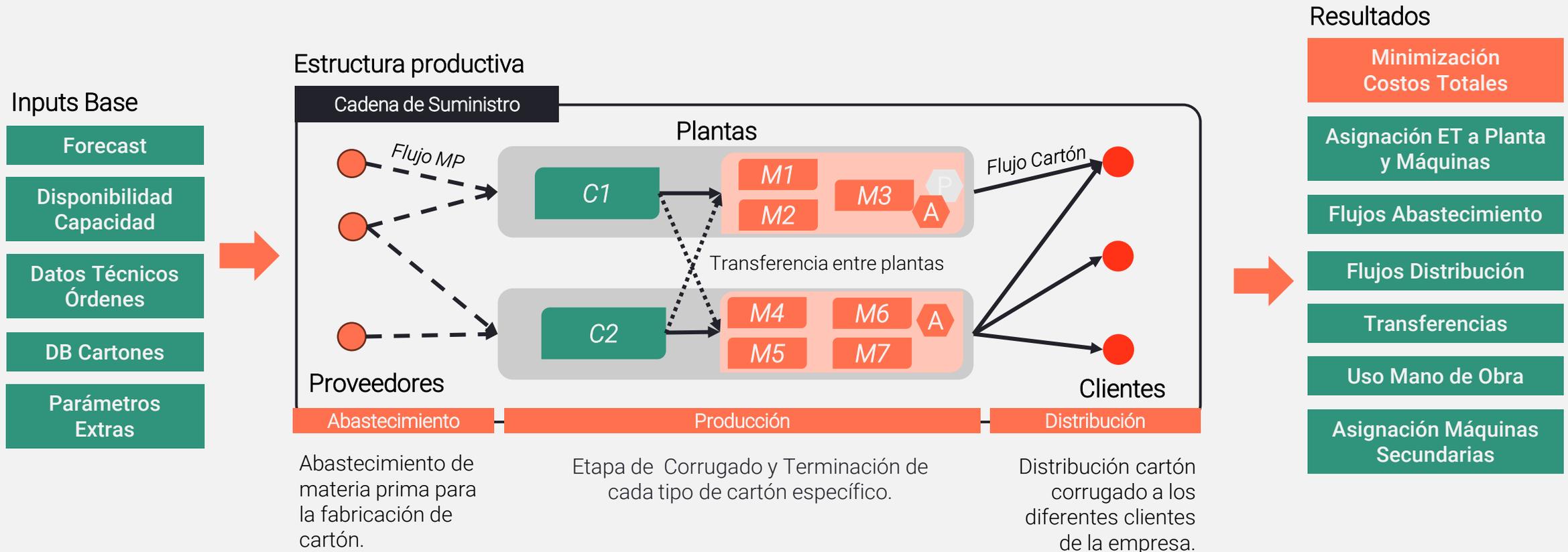
Beneficios esperados

- 1 Optimización de la asignación de cargas considerando todos los costos y restricciones involucrados en el proceso.
- 2 Mejor Utilización de los recursos y **minimización de costos globales** (producción + logísticos)
- 3 Mejora de la asignación de las cargas logísticas de abastecimiento y entrega.
- 4 **Mejora en el proceso de Toma de Decisiones:** la herramienta permitirá encontrar soluciones alternativas en base a distintas funciones objetivos sobre una representación fiel del problema.
- 5 **Mayor flexibilidad y adaptabilidad.** La parametrización por parte del usuario permite adaptar la herramienta a las restricciones específicas de la empresa, así como considerar distintos escenarios alternativos.

Diagrama de la Cadena de Suministro



- 1 Representar fielmente el **proceso de toma de decisiones y la lógica operativa** de toda la cadena de suministro.
- 2 **Optimizar la asignación de la producción de cajas en las distintas unidades productivas**, considerando todos los costos y restricciones implicadas en el abastecimiento, la producción y la distribución.

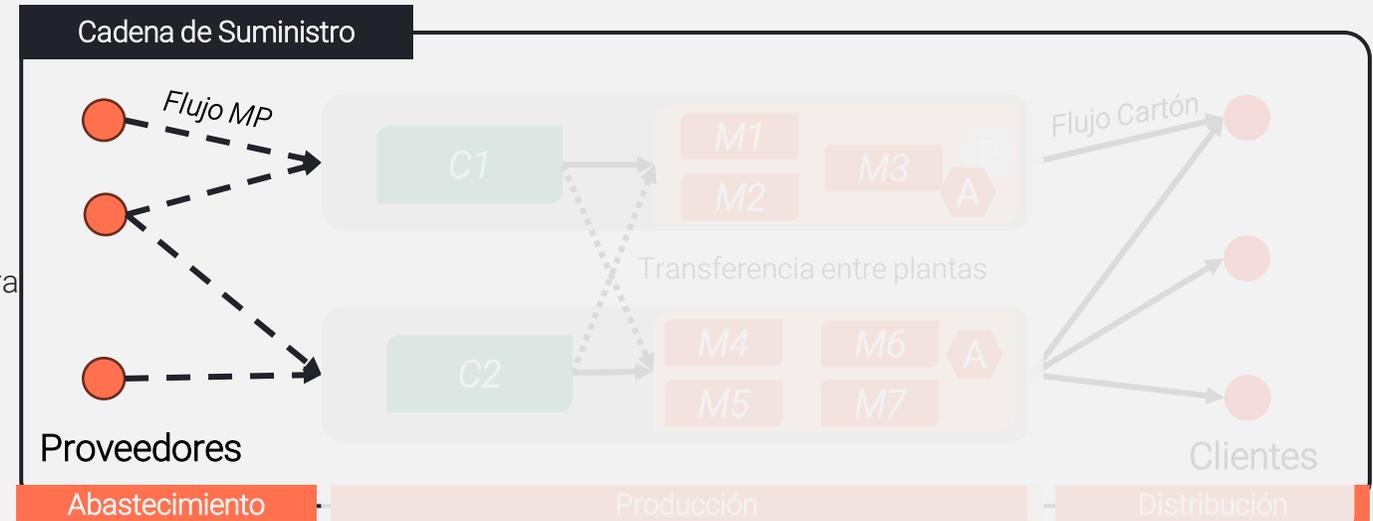


Abastecimiento

Principales Decisiones

- 1 Selección de proveedores de cada papel y familia.
- 2 Determinación de volúmenes de compra por período.
- 3 Regulación de **cantidades mínimas/máximas** de compra según: materia prima, proveedor, planta, familia.
- 4 Consideración de **Scraps completos**.
- 5 Cómputo de **costos de abastecimiento**.

Estructura productiva



Consideraciones y Restricciones [+ Datos Input]

- Maestro proveedores, familias y papeles.
- Volúmenes mínimos y máximos a adquirir a cada proveedor.
- Restricciones por familia y tipo de papel.
- Consideración de acuerdos específicos con proveedores.
- Explosión de necesidades de abastecimiento.

Producción y Terminado

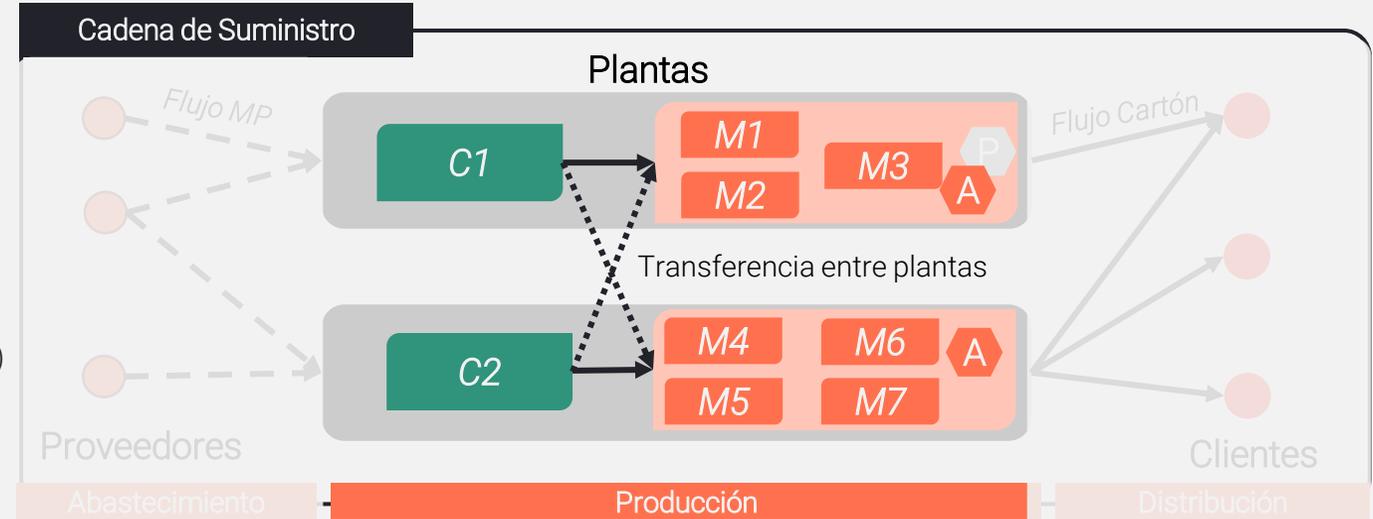
Principales Decisiones

- 1 Asignación de productos a fábricas / corrugadora.
- 2 Asignación de productos a máquinas de terminación.
- 3 Asignación a máquinas de terminación secundarias.
- 4 Cómputo de costos productivos (Energía + Mano Obra)
- 5 Determinación Transferencias [Cuellos Botella]
- 6 Selección de turnos de trabajo por máquina y tipo máquina (+ Turnos Extras)

Consideraciones y Restricciones [+ Datos Input]

- Tipo de Onda por Unidad Productiva.
- Terminadoras Secundarias: abrochado (simple-doble). Pegado (puntos de pegado)
- Capacidad de Corrugado y Terminación por planta. Consideración de scrap de refile, operativo y scrap E+T.
- Productividad por máquina y ancho de plancha.
- Tipo de Máquina: abierta, abierta plana, MZ, cerradas.
- Disponibilidad de turnos. Turnos máximos por planta. Máximas horas extra.
- Máquinas Terminación: restricciones de colores – golpes A/L, troquel.
- Costos de producción. Costos productivos por máquina.
- Mínima masa crítica de cartón por planta [min/máx. m2]

Estructura productiva

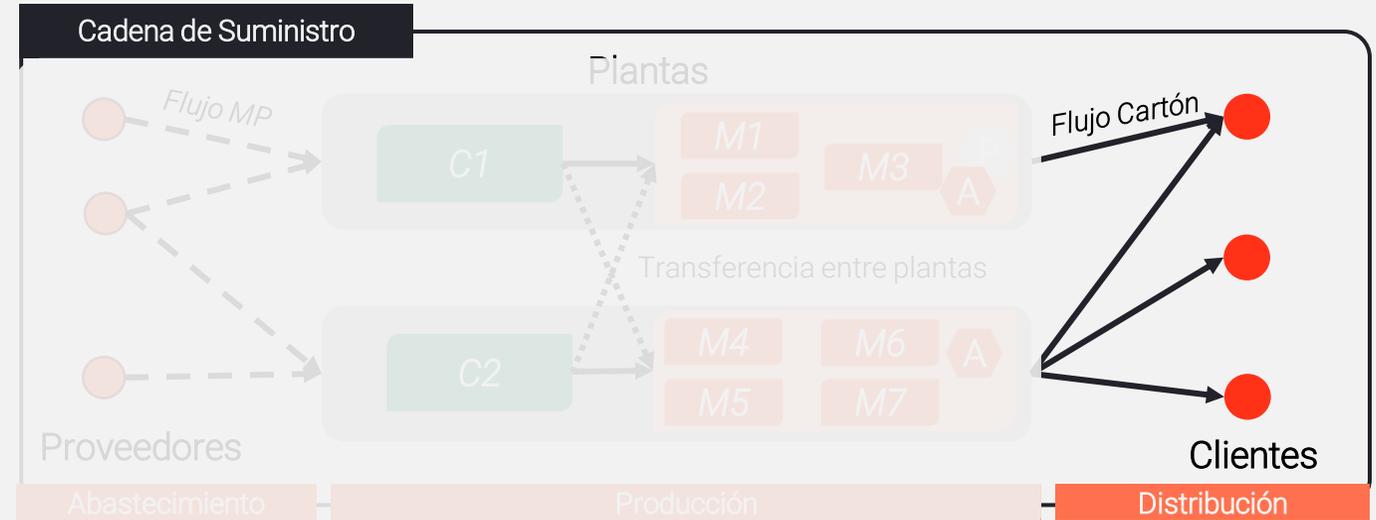


Distribución

Principales Decisiones

- 1 Determinación del **volumen de viajes** de cada nodo de elaboración a cada cliente.
- 2 Atención de un **cliente desde múltiples plantas**.
- 3 Regulación de **cantidades mínima/máxima de viajes por zona y zona grande**.
- 4 Cómputo de **costos de distribución**.

Estructura productiva



Consideraciones y Restricciones [+ Datos Input]

- Número mínimo y máximo de viajes desde cada locación a cada Región.
- Consideración de acuerdos específicos con clientes (Retiro en Planta).
- Inputs de zonas según CP recortados.
- Restricción de *links* prohibidos.
- Costos de Distribución.



Solución 2

Optimización de selección de formatos de bobinas para minimizar scraps y maximizar utilización corrugadora.

Descripción del problema

Dada una cierta carga de trabajo mensual asignada a una planta de corrugado, **optimizar la selección de formatos para las bobinas** buscando minimizar **scraps, tiempos operativos y costos de abastecimiento de bobinas**.

Inputs Base

- Disponibilidad de bobinas
- Datos Técnicos Cartones y papeles
- DB Cartones
- Asignación de Órdenes y pedidos a plantas.
- Restricciones de refiles min/max, número salidas, límites de asignación, etc.
- Selección Función Objetivo
- Up/Downgrade

Pre-Procesamiento

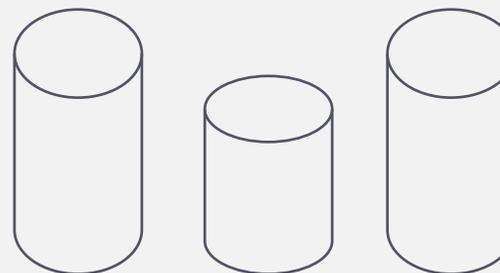
- Generación de Auto-Combinaciones Factibles
- Generación de Multi-Combinaciones Factibles
- Reportes de errores y posibilidades

Optimización

- Proceso de Optimización

Post-Processing

- Reporte de resultados
- Explicación origen del SCRAP
- TN requeridas de cada SKU en cada planta por mes
- Asignaciones previas a corrugado



Qué formato seleccionar para satisfacer la demanda de producción de cada pedido.

- 1 Proceso de planificación táctico.
- 2 Impacto en gestión de SKU e inventarios.
- 2 Toma de decisiones tácticas.

Otras funcionalidades

- 1 Preprocesamiento masivo de datos** de órdenes para detección de errores.
- 2 Consideración de restricciones en las fechas de entrega y acopio.**
- 3 Múltiples funciones objetivo** considerando scraps, insatisfacción de la demanda, horas de corrugado, entre otros.
- 4 Prorrateso** de la demanda no resuelta.
- 5 Sensibilidad** para testeo de soluciones usando menos SKU o formatos, o con largos de corrida definidos.
- 6 Testeo de reemplazo de papeles** para analizar el cambio masivo de una familia por otra y el impacto en los requerimientos.

Otras características



Interfaz en Excel y consola de optimización.

- Interfases personalizadas para el ingreso de datos.
- Automatización de la herramienta desde Excel.
- Disponibilización de resultados en Excel, CSV y otros formatos.
- Montaje de soluciones en servidores y procesamiento propio. Disponibilidad web.



Sobre Nonlinear

Metodología de trabajo

Alto grado de personalización en las soluciones de optimización

Todas nuestras soluciones son desarrolladas o extendidas a medida a partir de las necesidades específicas de un proyecto.

Aprovechamos la afinidad de problemas ya resueltos para ofrecer soluciones de enorme impacto operacional.

Claridad conceptual en los desarrollos

Buscamos transparencia a cada momento del desarrollo, compartiendo avances con el usuario final y adaptando la solución a usos específicos.

Aportamos conocimiento sobre el problema a partir de la interpretación conjunta del comportamiento del sistema.

Acompañamiento al usuario en el uso y actualización de la herramienta

Acompañamos en la implementación de aplicaciones y conexiones de las soluciones con otros aplicativos y plataformas. Buscamos que el usuario se afiance en el uso de herramientas rigurosas y adquiera confianza en la información de soporte a los procesos habituales.

Mantenemos en funcionamiento nuestras soluciones incorporando funcionalidades y favoreciendo la integración en flujos de trabajo dinámicos.

→ **Aplicamos y desarrollamos herramientas vinculadas a la Investigación Operativa para la resolución de problemáticas complejas de toma de decisiones.**

Algunas de las tecnologías y softwares específicos más utilizados en nuestra empresa.

- **Programación matemática y optimización**

GAMS / Python / CPLEX / GUROBI / BARON / PyOMO

- **Simulación computacional de eventos discretos**

Arena / Simio / Plant-Simulation

- **Data-Science / Big-Data / Aprendizaje Estadístico**

Python / R / Jupyter / MATLAB

- **Desarrollo de Interfaces y Sistemas Web**

ReactJS / MySQL

- **Tableros de Gestión - Dashboards**

LookerStudio / Power BI / Tableau



Looker Studio



Power BI



tableau



agumontagna@nonlinear.com.ar | nonlinear.com.ar