

SIMULACIÓN Y ANALISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA DE ALIMENTOS

Mortara, Verónica*; Tabone, Luciana; Zárate, Claudia
Facultad Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata.
Av.J.B Justo 4302 (7600) |Mar del Plata| Buenos Aires| Argentina.
vmortara@fi.mdp.edu.ar

RESUMEN

Para el desarrollo de este trabajo se toma como caso de estudio una PyME marplatense que se dedica a la elaboración de un innovador producto alimenticio. Se trata de una masa de pizza artesanal con formato no tradicional, rellena según 5 variedades. El producto se distribuye y comercializa a través de un sistema de franquicias en Argentina y paulatinamente se están incorporando algunos clientes de países de la región, tales como Venezuela, Colombia, Perú y Chile.

Se plantea como objetivo el estudio y aplicación de herramientas de Investigación Operativa y de Estudio de Procesos que faciliten y ayuden en la toma de decisiones. En una primera etapa, alcance de este trabajo, se definió la problemática por medio de aplicación de técnicas de Investigación Operativa, en particular las de Investigación Operativa Soft. Se estructuró la situación problema y se encontraron las causas principales que la explicitan. Se detecta que dicha situación problemática es por un lado, el desequilibrio de la carga de trabajo en los distintos puestos que componen el proceso productivo y por el otro, el incumplimiento de los niveles de producción deseados. Para estudiar el proceso productivo se utilizó el software de simulación Promodel® que permitió modelar el proceso actual, detectar puntos de mejora y plantear soluciones alternativas. Estas permitirán alcanzar los niveles de producción deseados, con el mejor aprovechamiento de los recursos. Se propone para evaluar las alternativas los métodos de decisión multicriterio, en particular el Proceso Analítico de Jerarquías.

Palabras Claves: Estudio de procesos – Simulación con Promodel – Investigación Operativa. Investigación Operativa Soft

ABSTRACT

To develop of this work is taken as a case study, a SME from Mar del Plata, dedicated to the development of an innovative food product. It is a mass of artisan pizza with non-traditional format, filled From 5 varieties. The product is distributed and marketed through a franchise system in Argentina and are gradually incorporating some customers from countries in the region, such as Venezuela, Colombia, Peru and Chile. The objective is the study and application of tools of Operational Research, Operational Research Soft and Process Studies that facilitates and assists in decision making of this company. In a first step, the scope of this work, the problem was defined by applying techniques of Operational Research, including those derived from the Operational Research Soft. The problem situation was structured and explicit that the main causes were found. It is detected that the problematic situation is on the one hand, the imbalance of the workload in the various positions of the production process and on the other, the failure of the desired production levels. To study the production process Promodel software simulation model allowed the current process, identify areas of improvement and propose alternative solutions was used. This will achieve the desired production levels, with the best use of resources. It is proposed to evaluate alternative methods of multicriteria decision, including Analitic Hierarchic Process.

ÁREA TEMÁTICA

Gestión de Operaciones y Logística.

1. INTRODUCCIÓN

Toda organización tiene como objetivo crecer, ser rentable y permanecer en el tiempo. La toma de decisiones racionales es, en gran medida, sinónimo de éxito. Si bien existen numerosas herramientas que facilitan el proceso de toma de decisiones, es común que en las empresas las decisiones se basen en la intuición o el conocimiento empírico del propietario o del gerente. Esta práctica no limita ni reduce los niveles de riesgo.

En el marco de este trabajo se pretende aplicar métodos de la Investigación Operativa Soft y de estudio de procesos para sistematizar y reducir los niveles de riesgo e incertidumbre en el proceso de toma de decisión. Para su desarrollo se toma como caso de estudio a una PyME marplatense que se dedica a la elaboración de un producto alimenticio que se distribuye y comercializa a través de un sistema de franquicias en Argentina y Latino América.

El producto se comenzó a comercializar en Mar del Plata, en la temporada 2008/2009. La buena aceptación por parte del mercado permitió realizar las primeras franquicias.

El producto está orientado a ser distribuido por locales exclusivos, o bien complementar a otra actividad que ya esté funcionando como bares, buffet de universidades y colegios privados, cines, entre otros. El producto a consumir se prepara *in situ* y al momento delante del cliente, lo que le da al consumidor un servicio integral basado en la comida rápida de alta calidad.

Desde que la empresa comenzó a comercializar franquicias en el exterior del país, su volumen de venta ha crecido exponencialmente, como así también las exigencias en el cumplimiento de las fechas de entrega de sus productos. Su capacidad de producción actual es menor a la demanda y se evidencian cuellos de botella en el proceso productivo que dificultan el flujo de actividades en la planta productiva.

Los directivos creen necesario abordar esta situación problemática mediante la aplicación de una metodología participativa que involucre a todos los actores del sistema empresa. Es por ello que el objetivo del presente trabajo es realizar un análisis al sistema productivo actual utilizando la metodología participativa de la Investigación Operativa Soft.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La toma de decisiones empresariales

El desenvolvimiento de las actuales organizaciones está condicionado por factores externos e internos, donde a menudo es necesario confrontar situaciones problemáticas complejas, en las que resulta imprescindible tomar decisiones estratégicas. Estas decisiones están generalmente relacionadas con la introducción de nuevas tecnologías, el rediseño de la organización, el desarrollo de nuevas estrategias, la formulación de visiones diferentes o la solución de problemas en general. [1]

El proceso de toma de decisiones es un tema complejo y es crítico en el éxito de las organizaciones. Las decisiones que se toman son complicadas e importantes; requieren pensamiento y discusión cuidadosa al ejercer la función gerencial.

La Teoría de la Decisión es un método sistemático para estudiar la toma de decisiones. Una buena decisión es aquella que está basada en la lógica, que considera todos los datos y alternativas posibles. La información requerida dentro de la organización varía de acuerdo al nivel de la estructura organizacional. Las decisiones estratégicas y organizativas son menos estructuradas ya que es muy difícil encontrar situaciones repetitivas y por ende no pueden aplicarse recetas únicas de solución; por el contrario deben establecerse criterios de evaluación y puntos de vista para cada situación donde muchos de los datos provienen de fuentes externas y subjetivas en entornos con riesgos e incertidumbre. Debido a que es imposible determinar y controlar todas las variables o factores que inciden en una situación, es que se busca a través de modelos representar la realidad para su análisis, en el que se espera que las decisiones tomadas sean satisfactorias aunque no siempre óptimas dentro del contexto de racionalidad de quienes las deben tomar. Las decisiones que los ejecutivos efectúen se desplegarán en todos los niveles de la organización traducidas en objetivos y acciones más específicas y concretas en cada nivel hacia abajo. La información requerida en estas decisiones representan el punto de partida para llevar a cabo acciones que finalmente afectarán el desempeño de la organización.

2.2. Investigación Operativa Soft

Frente a las diversas situaciones problemáticas, la organización crea grupos de trabajo para resolverlas. Es recomendable que el grupo de trabajo reciba apoyo de un grupo de investigadores operacionales durante el proceso de resolución de la situación problemática, de tal manera que se llegue a un plan de acción a ser aprobado por los tomadores de decisiones. Dependiendo de la situación problemática que se desea resolver se usarán métodos cuantitativos, cualitativos, participativos, innovadores o una combinación de ellos (metodología múltiple). (Figura 1)

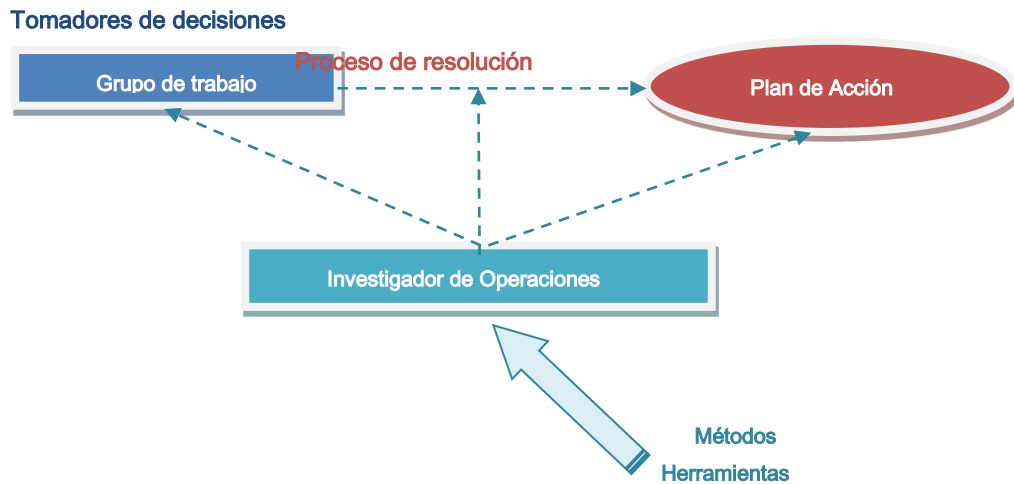


Figura 1: Elementos de un proyecto de IO y sus interrelaciones.

De manera muy general, Vidal (2010) define Investigación Operativa como una disciplina de consulta basada en la investigación de una situación problemática real usando métodos que dan soporte al grupo de trabajo en la elaboración de un plan de acción para la solución de los problemas.

Las características esenciales del método de la Investigación Operativa son dos: la estructuración de la situación problemática, y el modelamiento como una herramienta para resolver problemas.

Según cómo se determinen las características de trabajo del investigador de operaciones se originan los diferentes tipos de Investigación Operativa en la práctica: La Investigación Operativa dura o técnica, la Investigación Operativa Soft y la Investigación Operativa Crítica.

En el marco de este trabajo se pretende aplicar métodos de la Investigación Operativa Soft para sistematizar y reducir los niveles de riesgo e incertidumbre en el proceso de decisión. La Investigación Operativa Soft promueve la estructuración de problemas a través de información cualitativa, entrevistas, diálogo sistémico y holístico, talleres, escenarios, métodos estratégicos, mapas cognitivos y métodos sistémicos, a la vez que favorece la participación y la facilitación de procesos grupales [2]. La estructuración de problemas constituye un proceso de aprendizaje iterativo que procura construir una representación formal, en la cual se integran componentes objetivos del problema y aspectos subjetivos de los actores, de forma que el sistema de valores quede explícito. [3]

Checkland (1999) resume el desarrollo de esta metodología para la estructuración del problema en siete etapas (Figura 2) [4]

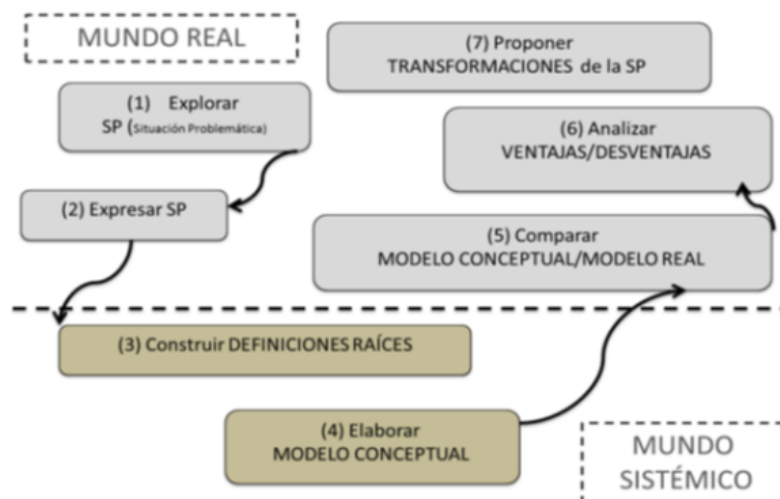


Figura 2. Esquema de las siete etapas de la IO Soft

- Paso 1: Discutir libremente la situación problemática que requiere ser analizada formalmente y comenzar a vislumbrar formas de acotar el problema.
- Paso 2: Situación expresada mediante la técnica de imágenes enriquecidas. Este paso consiste en definir formalmente el problema, analizando las situaciones que lo generan y sus consecuencias.
- Paso 3: Constituir definiciones raíces. El propósito es definir mediante una sola oración o en tres frases cortas un proceso de la organización que requiere ser transformado o cambiado.

Una definición raíz bien estructurada debe contener tres partes que son: qué hacer, cómo hacerlo y por qué hacerlo. Las definiciones raíces se elaboran según los diferentes puntos de vista de las personas involucradas. La metodología propone especificar seis elementos que contribuyen a profundizar los alcances de la definición raíz y que se resumen en la sigla CATWOE (Figura 3).

Inicial	Significado
C	Costumers – Clientes, beneficiarios o afectados con el proceso de transformación
A	Actors – Personas involucradas
T	Transformation process – Transformación, conversión de las entradas en salidas
W	World viewó Weltanschauung – Punto de vista
O	Owners – Stake holders, todos aquellos que pueden parar la transformación
E	Enviroment – Entorno

Figura 3: Significado de CATWOE.

- Paso 4: Elaborar modelos conceptuales. Para cada definición de raíz, se elaboran modelos conceptuales que representen las actividades que se requieran desarrollar para llevar a cabo los cambios planteados en el punto anterior.
- Paso 5: Comparar los modelos presentados en el paso 4 y 2. Al hacer la comparación se verán las diferencias y similitudes entre los modelos conceptuales y la situación actual.
- Paso 6: Definición de cambios factibles. Una vez realizado el análisis comparativo de la situación actual frente a la ideal, el equipo de trabajo en común acuerdo, define y propone los cambios que se requieren implementar para solucionar el problema inicialmente planteado.
- Paso 7: Transformaciones para mejorar la situación problemática. Este paso se refiere a la implementación de los cambios propuestos que fueron detectados en el paso 6. Este último paso no representa el fin de la metodología, pues en su aplicación se transforma en un ciclo de continua conceptualización y habilitación de cambios, siempre tendiendo a mejorar la situación.

2.3. La simulación en análisis de proceso productivos

La complejidad de las operaciones en los sistemas productivos requiere de modelos que se ajusten a esta realidad y que permitan un análisis profundo y detallado. Como el número de factores a ser considerados en la toma de decisiones sobre proceso productivos son elevados, se suele recurrir a herramientas informáticas a fin de que contribuyan a encontrar la mejor solución. La simulación puede usarse para predecir el comportamiento de un sistema productivo mediante el registro de los procesos que se desarrollan y la interacción entre los componentes del sistema, ayudando en la mejora de éste.

Utilizando un software de simulación es posible describir el comportamiento del sistema en forma dinámica y considerando además a los procesos en forma estocástica, lo que significa que se puede estudiar la ocurrencia de los acontecimientos en forma aleatoria. El software Promodel® es una herramienta que permite la simulación de los procesos productivos. Cuenta con herramientas de análisis y diseño que, unidas a la animación de los modelos bajo estudio, permiten al analista conocer mejor el problema y alcanzar resultados más confiables respecto a las decisiones a tomar [5].

Para construir el modelo se deben definir los siguientes componentes [6]:

- Las entidades, que son las piezas que son procesadas.
- Los arribos, que determinan la frecuencia de llegada de las entidades al sistema.
- Las localizaciones, que representan lugares físicos donde las entidades son procesadas o esperan su turno para ser procesadas.
- Los procesos, que permiten definir la lógica de simulación, es decir, las operaciones que se realizan sobre la entidad y que toman lugar en una localización.
- Los recursos, que son mecanismos que requieren las entidades para completar una operación y pueden ser estáticos o dinámicos. Los estáticos llevan a cabo una tarea dentro de una localización y no poseen ruta de movimiento. Los dinámicos permiten transportar entidades entre localizaciones y se mueven a través de una red de rutas.
- Las rutas de movimiento, que son las rutas de transporte por las que se mueven los recursos dinámicos.

3. METODOLOGÍA

La estructuración del problema se realizó mediante la implementación de la Investigación Operativa Soft. Participaron el director de la empresa, el responsable de producción, la asesora técnica, los operarios de las áreas conos y relleno y el investigador de operaciones.

Se efectuaron entrevistas programadas con los actores involucrados en el proceso productivo, quienes mostraron una buena disposición para participar en las actividades propuestas.

Se recopiló toda la información cualitativa y cuantitativa necesaria, se definió la situación problemática en forma conjunta con los actores involucrados y las posibles maneras de resolverla.

Para el estudio del proceso productivo se utilizó el software de simulación Promodel®. Para ello se procede al relevamiento de los procesos, determinación del volumen de producción deseado, determinación de los tiempos requeridos y análisis de los patrones de flujo y propuesta de mejora.

El software cuenta con una interfaz gráfica que permite representar visualmente cada una de los componentes que forman parte del modelo y analizar el comportamiento del sistema en tiempo real. Los resultados estadísticos obtenidos de la simulación se presentan mediante tablas y gráficos que facilitan la administración, manejo y análisis de la información. Estos se presentan para cada uno de los componentes definidos, indicando tiempos de proceso, tiempos de espera, tiempos de transporte, cantidad de entidades procesadas, tiempo promedio de llegada de las entidades, entre otros.

4. DESARROLLO

4.1. Descripción de los productos

El producto comercializado por la empresa es una pizza en forma de cono rellena en 7 variedades: albahaca, jamón, fugazzetta, napolitano, cantimpalo, pollo y champignon y, hawaiano. Cada variedad es comercializada en tres tamaños: 150 gramos, 110 gramos y 75 gramos.

Se seleccionó para el análisis del proceso la variedad de producto que presenta el mayor volumen de ventas que es la pizza en forma de cono sabor jamón de tamaño mediano de 110 gramos.

El producto está formado por dos componentes principales: un cono de masa de pizza elaborado artesanalmente y un relleno de jamón y muzzarella.

Según datos suministrados por el área productiva, se obtienen 712 conos crudos de 67,4 gramos cada uno a partir de una masa de 48,10 kg. El peso del cono cocido que se obtiene finalmente es de 55 gramos, ya que existe una merma en el proceso de horneado de aproximadamente un 20% de su peso. Cada cono se rellena con 55 gramos de una mezcla compuesta de muzzarella y jamón en forma de cubos. El producto es empacado individualmente en bolsas de polietileno termo-selladas.

4.2. Relevamiento del proceso productivo

Para poder fabricar el producto seleccionado anteriormente, es necesario analizar tres subprocesos: fabricación del cono, fabricación del relleno y relleno y empaque del producto final. En la Figura 4 se presentan el cursograma sinóptico del proceso completo, indicando las operaciones e inspecciones principales.

La capacidad del proceso productivo es de aproximadamente 13.500 conos cocidos y 11.900 conos rellenos por semana de 40 horas.

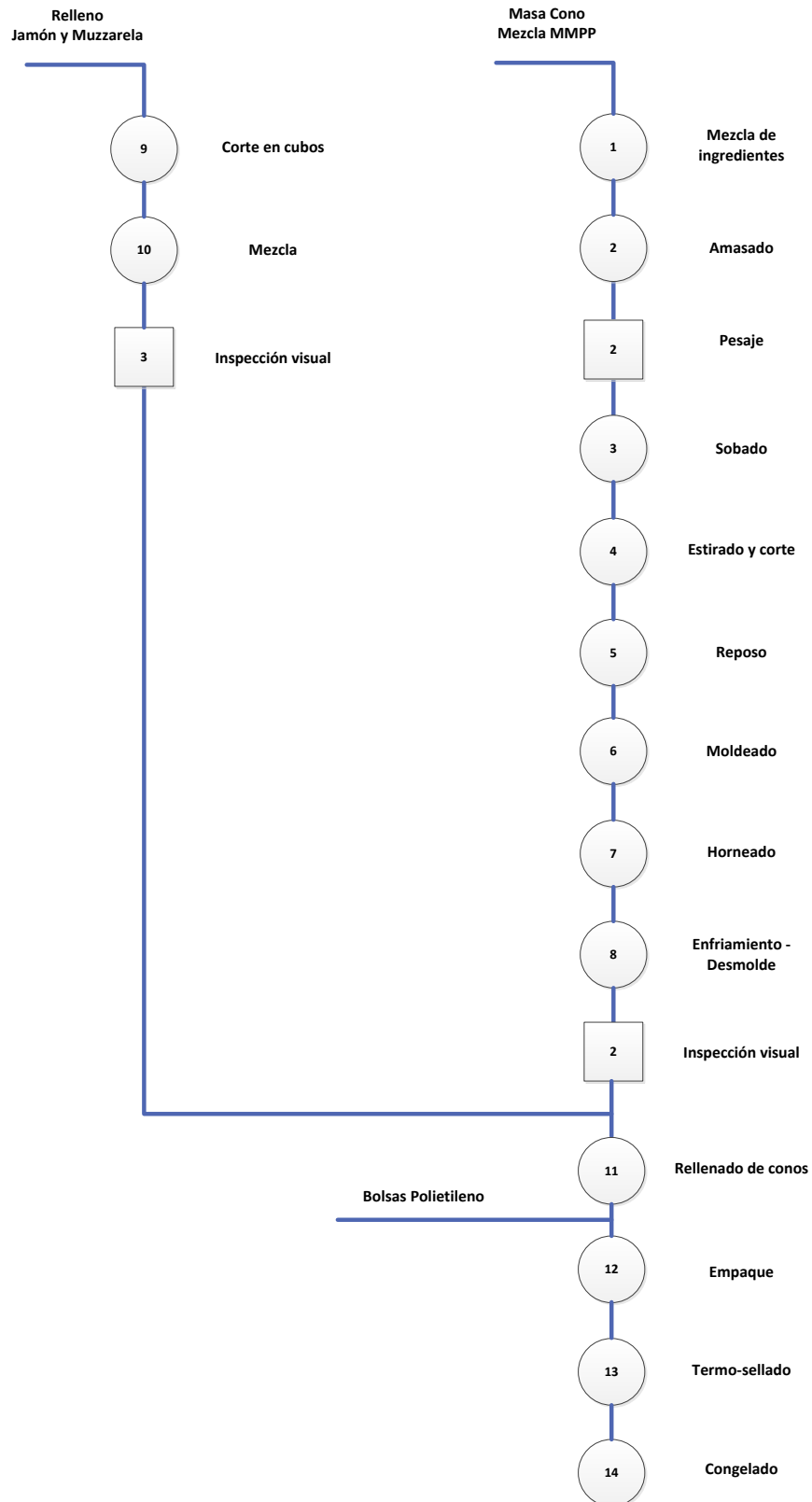


Figura 4: Cursograma sinóptico del proceso

4.3. Estructuración del problema

A continuación se presentan los pasos de la Investigación Operativa Soft que permitieron iniciar el proceso de estructuración del problema de la empresa.

Paso 1: Expresar la situación problema. A través de la aplicación de la herramienta de lluvia de ideas los participantes expresaron sus opiniones sobre el sistema productivo actual.

Se identificaron, en base a las necesidades de la empresa y sus objetivos, las siguientes debilidades:

- Cuello de botella en el proceso de moldeado manual del cono.
- Los operarios de sellado y empaque poseen poca carga de trabajo.
- Desorganización en el programa de producción diario.

- Pedidos del área comercial no se pueden cumplir con la capacidad actual.
- Falta de capacitación de nuevos empleados en los métodos de producción empleados
- Incumplimiento de la carga horaria diaria por parte de los empleados debido a impuntualidades.
- Flujo cruzado de materiales y operarios en el sector productivo por falta de espacio físico.
- Falta de capacidad de almacenamiento de productos semielaborados y productos terminados.

Para cada debilidad se detecta el área de origen y el impacto que genera en el resto de las áreas de la empresa. Dichas relaciones quedan expuestas en la Tabla 1.

Nº	Debilidades	Área origen	Área impactadas
1	Cuello de botella en el proceso de moldeado manual del cono.	Moldeado de conos	Relleno de conos Comercialización
2	Los operarios de sellado y empaque poseen poca carga de trabajo.	Relleno de conos	Comercialización
3	Desorganización en el programa de producción diario.	Planificación y control de la producción	Moldeado de conos Relleno de conos Comercialización
4	Pedidos del área comercial no se pueden cumplir con la capacidad actual.	Comercialización	Planificación y control de la producción
5	Falta de capacitación de nuevos empleados en los métodos de producción empleados	Recursos Humanos	Moldeado de conos Relleno de conos
6	Incumplimiento de la carga horaria diaria por parte de los empleados debido a impuntualidades.	Recursos Humanos	Moldeado de conos Relleno de conos
7	Flujo cruzado de materiales y operarios en el sector productivo por disposición de equipos inadecuada.	Consultor externo en Estudio de procesos	Moldeado de conos Relleno de conos Almacenes
8	Falta de capacidad de almacenamiento de productos semielaborados y productos terminados.	Almacenes	Relleno de conos Moldeado de conos

Tabla 1: Áreas impactadas según las debilidades detectadas

Paso 2: se realizó un gráfico enriquecido con las debilidades que los actores estaban enfrentando para visualizarlos y comprenderlos con mayor profundidad y para analizar los impactos que ocasionan sobre las demás áreas. En la Figura 5, se visualizan las áreas involucradas con colores diferentes. Las líneas que salen de cada área representan sus debilidades identificadas con su número correspondiente y finalizan en las áreas impactadas.

Esta grafica permite visualizar las áreas más impactadas y con mayor número de debilidades.

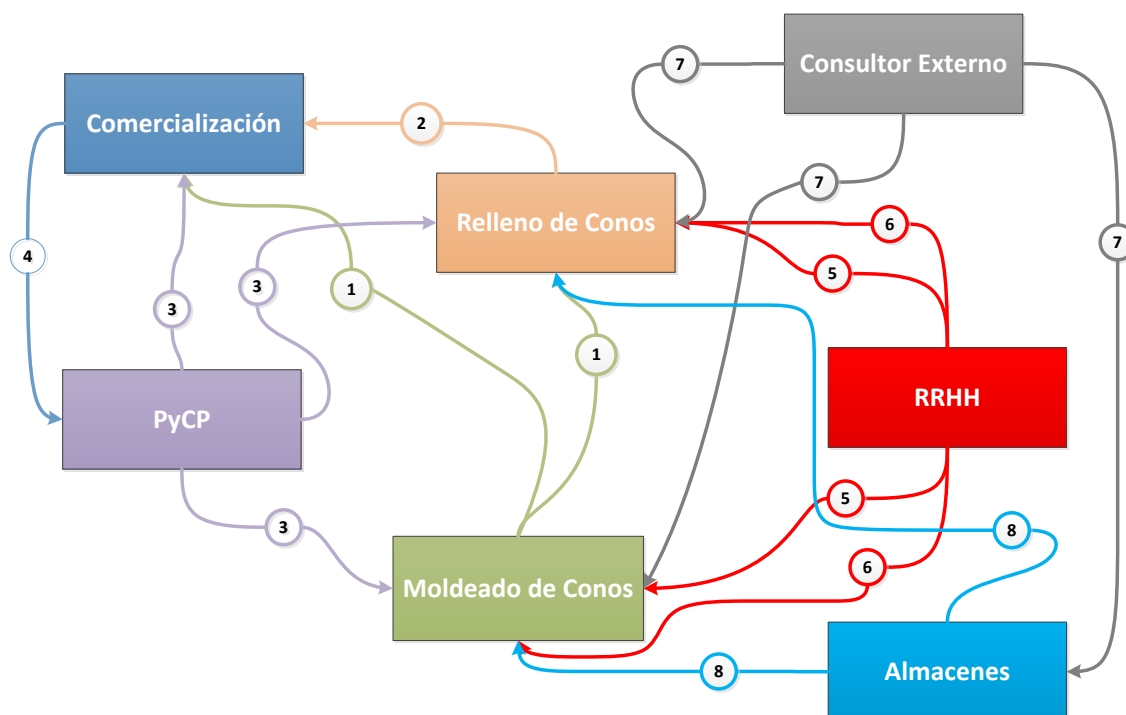


Figura 5: Grafico enriquecido

Paso 3: A partir del paso anterior, los actores del proceso concuerdan en priorizar el aumento de la capacidad de producción para el cumplimiento de las entregas pactadas con los clientes. Del análisis del número de entregas con retraso de los últimos 6 meses, se concluye que dicho aumento debería ser de alrededor del 80%.

Se plantearon dos alternativas posibles para solucionar la situación problemática:

- Alternativa 1: Aumentar la cantidad de operarios y/o maquinarias necesarias al turno de trabajo actual equilibrando la carga de trabajo.
- Alternativa 2: Trabajar dos turnos de trabajo diarios, manteniendo la misma cantidad de recursos por turno.

Se construye a partir de una lluvia de ideas el CATWOE (Tabla 2)

	Alternativa 1	Alternativa 2
Acciones	Disminuir los tiempos muertos y equilibrar la carga de trabajo en los distintos puestos de relleno y moldeado.	Aumentar las horas de trabajo del área productiva.
Qué	Aumentar la capacidad disponible de producción por turno.	Duplicar las horas de producción diarias
Cómo	Aumentar la cantidad de operarios y /o máquinas por turno.	Implementar dos turnos de trabajo diarios
Porqué	Para poder cumplir con los tiempos de entrega a los clientes.	Para poder cumplir con los tiempos de entrega a los clientes.
C	Franquiciados Empleados del proceso productivo Dirección Comercialización	Franquiciados Empleados del proceso productivo Dirección técnica Comercialización
A	Operarios del proceso productivo. Planificación y control de la producción Recursos Humanos	Planificación y control de la producción. Recursos Humanos
T	Minimización de tiempos muertos de producción y aumento de la producción diaria	Duplicación de la producción diaria
W	Aumentar la producción diaria para poder cumplir con las entregas pactadas	Aumentar la producción diaria para poder cumplir con las entregas pactadas
O	Dirección Recursos Humanos	Dirección Recursos Humanos
E	Disponibilidad de presupuesto para contratación de personal y compra de maquinarias. Disponibilidad de mano de obra calificada. Disponibilidad de espacio físico en el área productiva.	Disponibilidad de presupuesto para contratación de personal. Disponibilidad de presupuesto para duplicar el turno de trabajo. Disponibilidad de mano de obra calificada

Tabla 2: CATWOE

Paso 4: Para la elaboración de modelos de las dos acciones propuestas se utilizó el software de simulación Promodel®, según se explica en el inciso 4.4.

Paso 5: Se comparó el proceso productivo actual y las dos alternativas propuestas simuladas en Promodel®. Se analizó el comportamiento de los diversos componentes del sistema productivo y su interacción, según se explica en el inciso 5.

Los pasos 6 y 7, quedan fuera del alcance del presente trabajo.

4.4. Simulación del proceso productivo actual

Para el análisis del proceso productivo actual, se simula en Promodel® el proceso completo resultante de la interacción simultánea de los tres subprocesos que lo componen, descritos anteriormente de manera simultánea, definiendo los siguientes componentes:

- Las entidades definidas son las materias primas, los bollos de masa, los conos vacíos y los conos rellenos.
- Los arribos se definen solamente para las entidades que llegan al sistema que son las materias primas. La frecuencia queda determinada en función de los objetivos a cumplir de cada proceso.
- Las localizaciones que se representan son los almacenes de materias primas y productos terminados, zona de almacén de conos vacíos, zona de congelado de conos, amasadora, balanza, sobadora, horno, mesa de modelado de conos, mesa de armado de relleno, rellenadora, mesa de empaque y selladora.
- Los procesos se programan en función del cursograma sinóptico del proceso y los tiempos estándar de cada operación. Estos tiempos fueron proporcionados por la empresa, resultado de un estudio de tiempos realizado por un asesor externo.
- Los recursos que se necesitan para realizar las operaciones y transportes son los operarios de conos, operario de relleno, operario de empaque y operario de sellado.

Se simula el sistema para un período de una semana que equivale a 40 horas de trabajo. Cabe destacar que la cantidad de recursos que se establecieron en el modelo son los disponibles actualmente por la empresa.

En las Tablas 3, 4 y 5 se presentan los operarios (recursos) y maquinas (localizaciones) más importantes del sistema productivo.

Operarios	Cantidad	%Tiempo en Operación
Operarios Conos	5	94,76%
Operario Rellenado	1	90,86%
Operario Empaque	1	27,44%
Operario Sellado	1	18,11%

Tabla 3: Ocupación de Recursos MO actuales

Maquinaria	Capacidad	%Tiempo en Operación
Amasadora	1 masa	18,33%
Balanza	1 masa	10,33%
Sobadora	1 masa	23,33%
Horno	356 conos	26,92%
Rellenadora	1 cono	65,86%
Selladora	1 cono	18,11%

Tabla 4: Ocupación de Recursos MQ actuales

Productos	Cantidad
Conos cocidos	13.528
Producto Final	11.908

Tabla 5: Producción actual

A partir de estos datos y del análisis del comportamiento de todos los componentes del sistema y su interacción se detecta que el cuello de botella es el proceso de fabricación de los conos, más específicamente en la cantidad de operarios disponibles, cuya capacidad utilizada alcanza el 94,76%. Asimismo, el operario y la máquina de relleno de conos posee una alta capacidad utilizada del 90,86%. No obstante, es posible notar la baja carga de trabajo que poseen los operarios de empaque y sellado.

Considerando al horno como el recurso más caro que posee la organización, se observa en Tabla 4 el bajo índice de utilización de su capacidad.

Respecto de los resultados presentados en Tabla 5 del proceso de producción actual y considerando los niveles de producción deseados, las dos alternativas deberán alcanzar un valor aproximado de 24.350 conos cocidos y 21.435 productos finales

5. RESULTADOS

5.1. Alternativa 1

En esta alternativa pretende aumentar la capacidad productiva mediante la adición de operarios y/o maquinarias necesarias, respetando las limitaciones actuales del espacio disponible. La simulación de las 40 horas semanales arrojó los resultados presentados en las Tablas 6, 7 y 8.

Operarios	Cantidad	%Tiempo en Operación
Operarios Conos	9	96,05%
Operario Rellenado	2	87,49%
Operario Empaque	1	52,08%
Operario Sellado	1	34,37%

Tabla 6: Ocupación de Recursos MO alternativa 1

Maquinaria	Capacidad	%Tiempo en Operación
Amasadora	1 masa	36,19%
Balanza	1 masa	21,02%
Sobadora	1 masa	43,62%
Horno	356 conos	50,73%
Rellenadora	2 conos	82,01%
Selladora	1 cono	34,37%

Tabla 7: Ocupación de Recursos MQ alternativa 1

Productos	Cantidad	%Aumento
Conos cocidos	25.276	87%
Producto Final	22.683	90%

Tabla 8: Producción alternativa 1

Esta alternativa permite alcanzar el aumento de capacidad a un nivel superior al objetivo planteado, a través de la incorporación de 4 operarios para la elaboración de conos, 1 operario y una máquina para el relleno de los mismos. La ventaja de esta alternativa es el aumento de la utilización de la capacidad disponible del resto de los recursos y maquinarias, sin llegar a duplicar los costos de mano de obra, que son considerados costos fijos para la empresa. Sin embargo, se requerirá de un cambio en la programación de la producción para adecuarse a esta alternativa. Si bien se sigue observando un bajo porcentaje de carga de los puestos empaque y sellado (Tabla 6), esta situación no fue posible mejorarla debido a limitaciones propias del proceso y de la distribución de las instalaciones.

5.2. Alternativa 2

En esta alternativa se pretende aumentar la capacidad productiva mediante la adición de otro turno de trabajo cada día, sin variar la cantidad de operarios ni máquinas actuales por turno. La simulación de las 80 horas semanales arrojó los resultados presentados en las Tablas 9, 10 y 11.

Operarios	Cantidad por turno	%Tiempo en Operación
Operarios Conos	5	90,77%
Operario Rellenado	1	99,77%
Operario Empaque	1	24,12%
Operario Sellado	1	15,92%

Tabla 9: Ocupación de Recursos MO alternativa 2

Maquinaria	Capacidad Por turno	%Tiempo en Operación
Amasadora	1 masa	17,88%
Balanza	1 masa	10,29%
Sobadora	1 masa	21,58%
Horno	356 conos	52,72%
Rellenadora	1 cono	57,84%
Selladora	1 cono	15,92%

Tabla 10: Ocupación de Recursos MQ alternativa 2

Productos	Cantidad	%Aumento
Conos cocidos	25.276	87%
Producto Final	21.655	82%

Tabla 11: Producción alternativa 2

La ventaja que proporciona esta alternativa es que se mantiene el mismo programa de producción y la misma combinación de recursos y maquinarias por cada turno. Sin embargo, se duplican los costos de mano de obra, ya que los salarios de los trabajadores son costos fijos y no se equilibran las cargas de trabajo en los distintos puestos.

6. CONCLUSIONES

Se implementa la técnica de Investigación Operativa Soft en la resolución de un problema real de una organización productiva de la región.

Esta metodología de trabajo participativa, para la estructuración de problemas es organizada y permite que las personas se involucren y participen en la definición del problema generando en forma consensuada la o las mejores alternativas para solucionarlo. Permite adquirir mayor conocimiento de una organización al escuchar los problemas de todos los participantes.

La metodología aplicada implica una revisión completa de la situación que permite realizar propuestas que se consideran consistentes con la problemática planteada. De aquí surgen las alternativas a simular a través del software Promodel®, que nos dan idea del comportamiento del sistema productivo si fuese posible su implementación. La aplicación de este software simplifica el tiempo de análisis y contribuye en gran medida a sustentar la futura decisión sobre la alternativa a implementar.

Como resultado de la simulación de las alternativas, se observa que en ambas, se logra el aumento de la producción deseada. No obstante, en la alternativa 1, se logra aumentando en 5 el número de operarios de los cuellos de botella. La alternativa 2 propone la duplicación del turno de trabajo lo cual implica la duplicación de los costos de mano de obra.

Para culminar con la metodología aplicada, se propone la evaluación y selección de la mejor alternativa mediante la aplicación del modelo multicriterio: proceso analítico de jerarquías que es una técnica que integra criterios cuantitativos y cualitativos en la toma de decisiones.

7. REFERENCIAS

[1-2] Valqui Vidal, R. (2010). La investigación de operaciones: un campo multidisciplinario". Operational Research: A multidisciplinary Field, pp. 47-52.

[3] Eden, C. (1988). Cognitive mapping. European Journal of Operational Research 36, 1-13.

[4] Checkland P. (1989). Soft systems methodology. In: Rosenhead J (ed) Rational analysis for a problematic world.

[5] García Dunna, E. García Reyes, H. y Cárdenas Barrón, L. (2006). Simulación y análisis de sistemas con Promodel®, México, primera edición, Prentice Hall.

[6] Meyers, F. y Stephens, M. (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, Tercera Edición, México, Pearson Educación.