

## **El Análisis Complejo de Procesos. Su lugar en la Industria Química Actual.**

### **The Complex Analysis of Processes. Their place in the Current Chemical Industry.**

Erenio González Suárez, Glenia Rabassa Olazábal, Facultad de Química – Farmacia, Universidad Central “Martha Abreu” de las Villas, Facultad de Química, Universidad de Camagüey.

#### **Resumen:**

Un análisis de los problemas más urgentes que enfrenta la Industria Química actual como la intensificación del proceso productivo visto desde un escenario integral se trata en este trabajo. Se presenta una estrategia general en la ejecución del Análisis Complejo de Procesos y se lleva a cabo un minucioso estudio para la determinación de los puntos débiles según los objetivos planteados en el Análisis Complejo de Procesos, mostrando además una secuencia de trabajos científicos para la eliminación de los puntos débiles. El Análisis Complejo de Procesos conduce a un aumento de la efectividad del proceso de producción y se definen sus categorías principales.

Palabras claves: Análisis de procesos, puntos débiles, balances de masa y energía

#### **Abstract:**

An analysis of the most urgent problems facing the current chemical industry as the result of the intensification of the production process seen from an integral stage is the goal of this study.

we presents a general strategy in the execution of processes and a complex analysis is being out thorough studies for the determination of weak points, according to the objectives established in the complex analysis process besides that is showing a secuencia of scientific studies for the determination of weak points the complex analysis of processes lead to increase in the effectiveness of the production process and are defined in mayor categories.

Key words: Process análisis, weak points, mass and energy balances

## Introducción

El Análisis Complejo de Procesos surge como una metodología que abre nuevos caminos en la intensificación de procesos y en su propio desarrollo se ha convertido en un problema cardinal de la ciencia contemporánea, al cumplir el doble requisito de: constituir un resultado al desarrollo científico reciente y constituir un requerimiento del necesario perfeccionamiento de la eficiencia técnico-económica de los procesos de la industria química /1/. Consiste en un amplio análisis científico-técnico y técnico-económico de un proceso existente o concebido, en lo referente a las posibilidades de realización óptimo de los objetivos previstos y constituye un aporte a la intensificación de la utilización de las instalaciones de la industria de procesos químicos elevando su productividad.

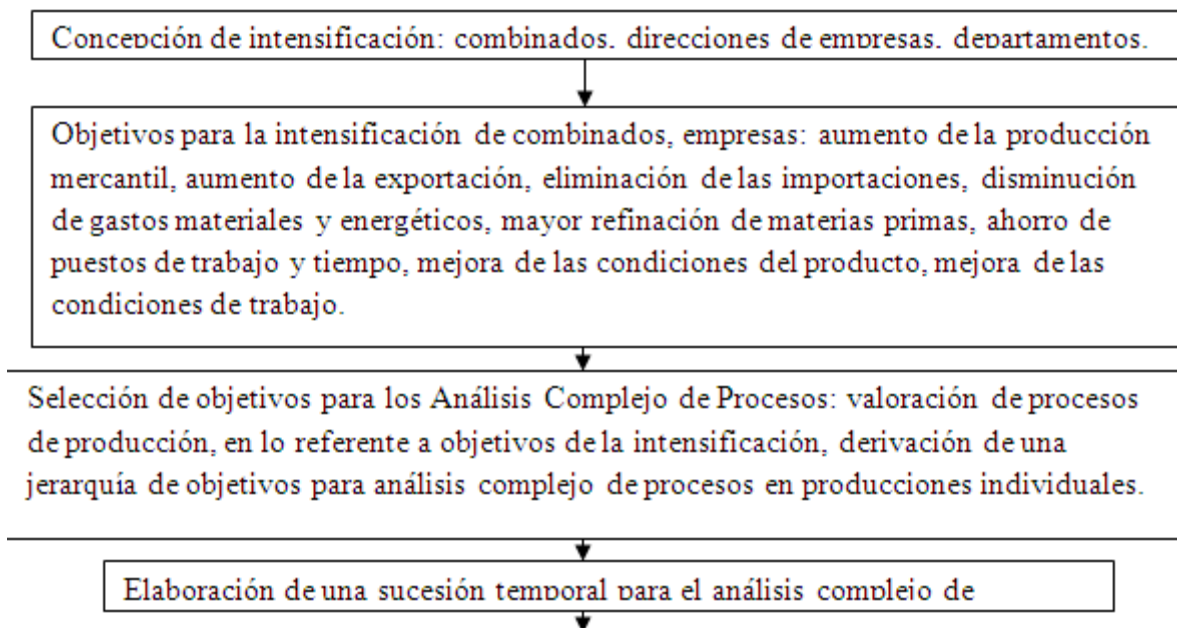
La complejidad del Análisis Complejo de Procesos consiste ante todo en: la inclusión de varias secciones, elementos y etapas o fases del proceso de producción, incluyendo el proceso principal correspondiente y los procesos auxiliares y secundarios decisivos para su efectividad, descubrimiento y aprovechamiento de efectos del sistema para la intensificación, la magnitud relativamente grande de los objetivos a que se aspira cada vez y los resultados realmente logrados, la aplicación del análisis mediante comparaciones (a nivel mundial, del servicio, de valores óptimos o teóricos con valores reales, etcétera), mediante la derivación y determinación efectiva del plan de medidas para la comprobación de los resultados.

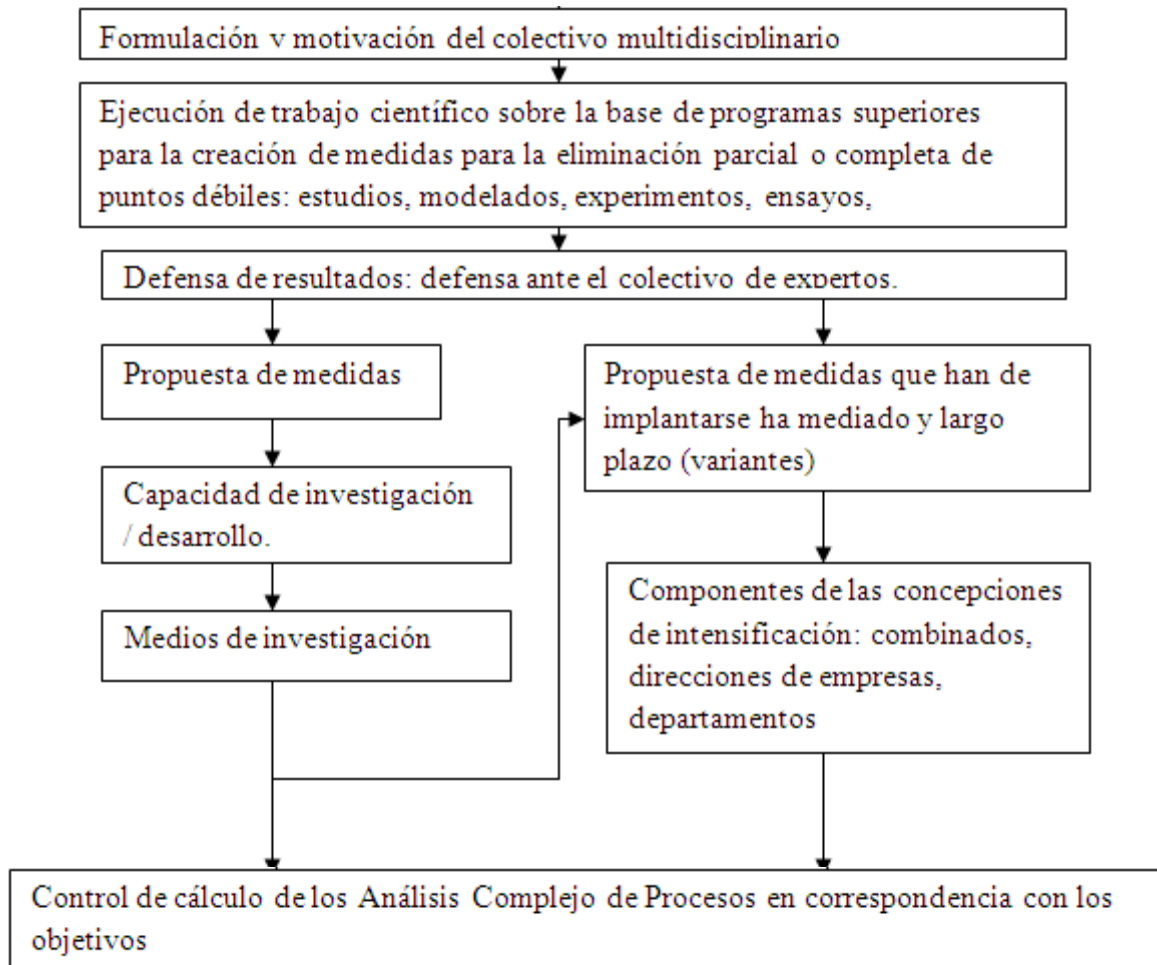
## Desarrollo

La intensificación de la producción mediante el Análisis Complejo de Procesos, requiere la elaboración de objetivos económicos en cada industria de forma concreta, entre lo que se encuentra de acuerdo con la experiencia acumulada: aumento de la calidad y la cantidad de los productos elaborados, disminución de los consumos específicos y absolutos de materiales y energía, mejoramiento de las condiciones de trabajo, ahorro de fuerza de trabajo, disminución de la contaminación ambiental /2/.

Estrategia general para la ejecución del Análisis Complejo de Procesos:

1. Formulación del problema, establecimiento de objetivos y criterios para intensificar el proceso.
2. Inspección preliminar y clasificación del proceso con el fin de descomponerlo en subsistemas.
3. Determinación preliminar de las relaciones entre los subsistemas.
4. Análisis de las variables y relaciones para obtener un conjunto tan sencillo y consistente como sea posible.
5. Establecimiento de un modelo de las relaciones en función de las variables y parámetros que inciden y caracterizan los subsistemas y el sistema global.
6. Evaluación y aplicación de la calidad con que el modelo representa el proceso real.





En la Figura 1 se muestra un diagrama de bloque en el cual se brinda una secuencia de pasos a seguir en la preparación y ejecución de un Análisis Complejo de Procesos /2/.

### Determinación de los puntos débiles.

En correspondencia con los objetivos planteados en el Análisis Complejo de Procesos, se lleva a cabo un minucioso estudio para averiguar las partes del proceso de producción en lo referente a: capacidades de las instalaciones, calidad de la producción, índices de utilización de las materias primas, materiales auxiliares y energía, protección del ambiente, técnicas de seguridad, demanda de fuerza de trabajo para operación y mantenimiento, condiciones de los materiales de trabajo, grado de mecanización y automatización, régimen de trabajo incluido la organización de la producción, la compra, la venta, etc, averías, rentabilidad de los productos, equipamiento técnico y mantenimiento, principios efectivamente aplicados.

En la búsqueda de las partes débiles de un proceso juegan un papel fundamental los balances de materiales y energía.

El objetivo de cualquier proceso químico es siempre la obtención de mayor rendimiento de un producto a partir de una cantidad dada de materia prima. Este objetivo se logrará en mayor o menor medida en dependencia del grado de dominio científico-técnico de cada proceso, el nivel de la tecnología, el desarrollo y estado técnico del equipamiento.

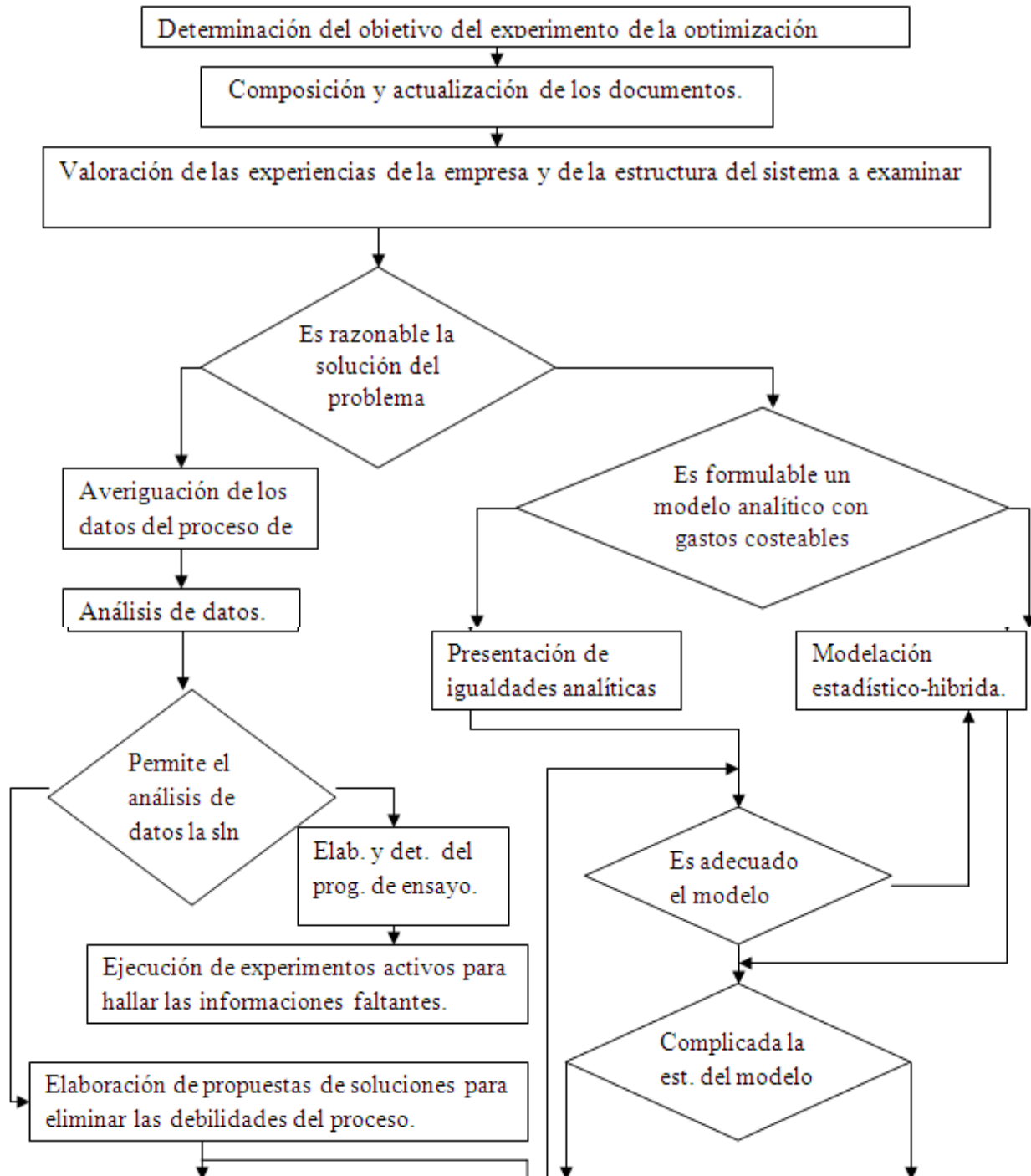
Los balances energéticos tienen un significado equivalente en importancia a los balances de materiales, facilitándose su aplicación combinada con ayuda de sistemas de programas.

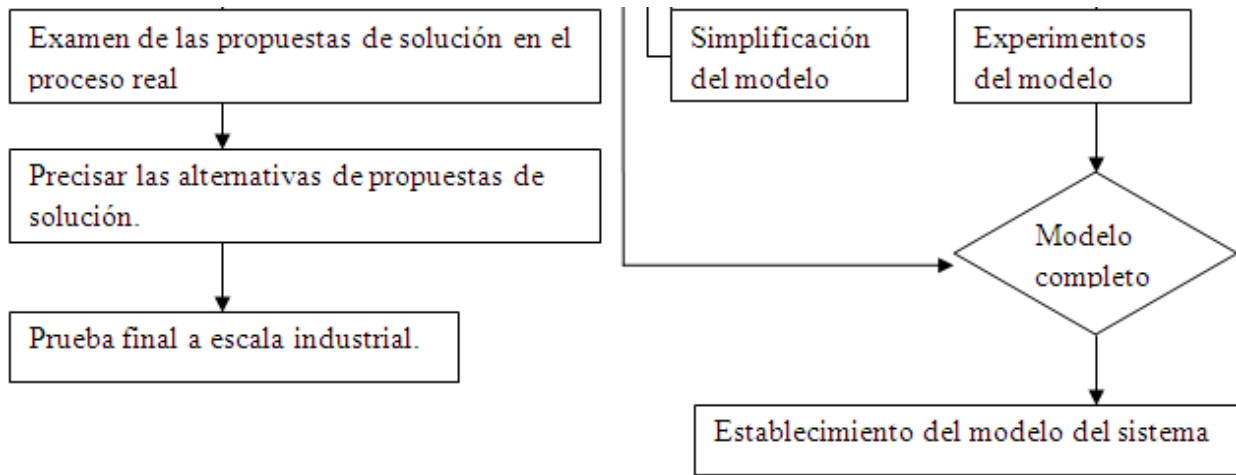
A continuación se relacionan una serie de puntos débiles típicos detectables mediante balances energéticos:

1. Pérdidas de calor por un aislamiento insuficiente de aparatos, recipientes y tuberías.
2. Empleo inadecuado del calor desprendido.
3. Régimen de operación y funcionamiento ineficiente con respecto a la economía energética.

- 4. Pérdidas operativas (por ejemplo pérdidas de evaporación).
- 5. Diferencias entre el balance calculado y el medido.

El diagrama de la **figura 2** muestra la secuencia de trabajo científico para la eliminación de los puntos débiles /2/.





Todos los objetivos se pueden lograr utilizando las herramientas de síntesis de procesos que son técnicas de diseño genéricas, sistemáticas y de uso sencillo, que tienen como base el tratamiento de programación matemática, se trabaja con funciones objetivos, modelos matemáticos y el tratamiento termodinámico en el cual se encuentra el análisis Pinch, siendo ésta última la de mayor aplicación a escala industrial.

Algunas de estas herramientas se detallan a continuación: (El-Halwagi-Nourelding, 1999)

- Simulación de la carta de flujo: Los simuladores de flujo calculan los balances de materiales y energía, los cuales son necesarios en la tarea de minimización de los residuales. Por esto, para lograr la integración de la prevención de la contaminación la simulación del proceso es muy importante.

- Balance de contaminación: A través de este balance se pueden calcular los índices de contaminación y con esto se puede estimar y comparar la contaminación generada en los diferentes procesos. El índice de contaminación se define como la masa de residual producida por unidad de masa de producto.

- Optimización ambiental: En la optimización ambiental (ENVOP), la técnica HAZOP que se conoce como el método de examen de seguridad en las plantas de procesos, es modificada por el uso de términos ambientales. El ENVOP se ha utilizado para el examen de procesos con el objetivo de reducir los efluentes.

- Análisis del ciclo de vida: Pretende cuantificar el impacto total de un producto desde el suministro de la materia prima, su manufactura, distribución y consumo.

- Análisis Pinch de agua (WP): Es un método para identificar las oportunidades de reducción del consumo de agua y generación de residuales. El método puede analizar cualquier número de contaminantes y cuantificar los beneficios para el reúso, regeneración y reciclaje.

- Algunas de las Técnicas de Integración de Procesos conocidas también como redes de intercambio.

Como se ha explicado las herramientas de síntesis de redes de intercambio han sido ampliamente utilizadas en la minimización de los residuales, donde se han obtenido resultados significativos, como es el caso para la industria de pulpa y papel de:

Síntesis de Redes de Osmosis Inversa para la reducción de residuales en una planta de blanqueo de pulpa. (EL-Halwagi, 1989)

Integración de Intercambio de Masa para minimizar el reciclo de agua en un molino de papel. ((EL-Halwagi, 1989)

La proyección científica de la Ingeniería Química en el futuro inmediato está determinada por las metas estratégicas: las fuentes de materiales y energía, la alimentación y la nutrición, la salud, la confiabilidad de los procesos y los productos, el medio ambiente, los requerimientos del tercer mundo.

En la intensificación de procesos de la industria química, el Análisis Complejo de Procesos es un importante método científico para la elaboración de estrategias y ejecución de tareas de intensificación, constituyendo una base científica y económicamente fundamentada en los estudios sobre el aprovechamiento de los fondos básicos y los recursos materiales y energéticos, así como la calidad de los productos y la contaminación ambiental, para la modernización, ampliación y reconstrucción de las instalaciones industriales investigadas, así como para los cambios en la organización de la producción con vistas al perfeccionamiento de su explotación.

**Conclusiones:**

- 1.El Análisis Complejo de Procesos es una vía cualitativamente nueva y un enriquecimiento efectivo de los métodos para la intensificación de la producción.
- 2.Los métodos tradicionales de análisis de procesos se integran en la ejecución de los Análisis Complejo de Procesos.
- 3.De la Aplicación de los métodos del Análisis Complejo de Procesos se extraen nuevos conocimientos metodológicos que permiten un incremento de la efectividad de los métodos de análisis parciales de procesos.
- 4.Cada Análisis Complejo de Procesos tiene que estar planificado y ser calculable, no limitándose a una aglomeración casual de actividades analíticas separadas del proceso y ejecutadas esporádicamente.

**Bibliografía:**

- 1.Kedrov, B: “Sobre la dialéctica de las Ciencias Naturales Modernas”, Rev. Cuba Socialista, (66): 158, 1967.
- 2.Budde, K. u. a « Komplexe Prosessanalyse”, VEB Deutscher Verlag fur Grundstoffindustrie, Leipzig, D.D.R, 1982.
- 3.González, E: “Estrategia de procesos en la industria química y fermentativa en las nuevas tecnologías para la obtención de biocombustibles”, RED306RT0279
- 4.González S, E: Aplicación del Análisis Complejo de Procesos en la intensificación de instalaciones de la industria química en países en vías de desarrollo, 1993
- 5.González, E: “El pulpeo con etanol como alternativa para incrementar la competitividad de fábricas de papel mediante su desarrollo prospectivo integrado a industrias de la caña de azúcar”, 2004.
- 6.EL-Hawagi, M. M. V. Manousiouthakis: “Síntesis of mass exchange networks”, AIChE Journal 35 (8): 1233-1244. 1989
- 7.Nourlending, M.B, EL-Halwagi: “Intervale-based targeting for pollution prevention way mass integration” Computer and Chemical Enginnering (23): 01527-1543, 1999.