

## Aplicación de la herramienta Solver de Microsoft Excel para la resolución de problemas MILP en Ingeniería Química

Laura Briones<sup>1,\*</sup>, José María Escola<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Rey Juan Carlos, Departamento de Tecnología Química, Energética y Mecánica, Escuela de Ciencias Experimentales y Tecnología, c/ Tulipán s/n 28933, Móstoles, España

\*e-mail: laura.briones.gil@urjc.es

**Palabras clave:** Solver; optimización; HENS; MILP

### Resumen

En la actualidad, la formación de los alumnos de Ingeniería Química en el campo de la Simulación y Optimización de Procesos Químicos se realiza mediante paquetes de Software (e.g. Aspen, Matlab) que implican costosas licencias y que requieren, además, de un proceso complejo de aprendizaje. Por tanto, existe una necesidad de poder resolver problemas de este tipo mediante un software más sencillo de aprender y de menor coste. En este sentido, es poco conocido que la herramienta Solver, incluida en Microsoft Excel, permite resolver diferentes problemas de optimización en el campo de la Ingeniería Química. De este modo, se han resuelto problemas de redes de cambiadores de calor consistentes en determinar la potencia calorífica mínima de servicios generales, un problema típico de programación lineal (LP), mediante esta herramienta [1]. Asimismo, también permite emplear variables, no sólo reales, sino también binarias, abriendo la puerta a la resolución de problemas MILP (Mixed Integer Linear Programming) y MINLP (Mixed Integer Non Linear Programming) en Ingeniería Química. Esta posibilidad ha sido demostrada con éxito en la determinación de la secuencia óptima de destilación de una mezcla multicomponente, sin integración de calor (problema MILP) y con integración de calor (problema MINLP) [2,3].

La presente comunicación tiene por objeto difundir los resultados obtenidos en la aplicación de la herramienta Solver en la resolución de un problema concreto de Ingeniería Química de naturaleza MILP: la determinación del número mínimo de cambiadores de calor de una red HENS, donde previamente se ha calculado las potencias caloríficas mínimas de servicios generales necesarias [4]. Este problema se plantea a los alumnos del Máster Interuniversitario en Ingeniería Química, impartido conjuntamente por la Universidad Autónoma de Madrid y la Rey Juan Carlos, dentro del Bloque II de la asignatura “Simulación y Optimización de Procesos”. Los alumnos aprovechan para su resolución la sencillez del aprendizaje de la herramienta Solver y lo realizan durante una clase de la asignatura con pleno éxito. Este método de resolución permite que los alumnos adquieran competencias en la resolución de problemas de tipo MILP sin necesidad de utilizar un software más complejo de aprender ni de pagar una licencia costosa. En este sentido, los alumnos admiten con cierta sorpresa su desconocimiento, en general, sobre las posibilidades que permite la herramienta Solver en la resolución de diferentes problemas de optimización en el campo de la Ingeniería Química y que están plenamente accesibles para ellos en sus propios ordenadores personales.

### Referencias

- [1] Briones, L.; Escola, J. M. Application of the Microsoft Excel Solver tool in the solution of optimization problems of heat exchanger network systems, *Educ. Chem. Eng.* 2019, 26, 41 – 47.
- [2] Briones, L.; Morales, V.; Iglesias, J.; Morales, G.; Escola, J. M. Application of the Microsoft Excel Solver tool in the optimization of distillation sequences problems, *Comput. Appl. Eng. Educ.* 2020, 28(2), 304 – 313.
- [3] Vazquez, A.; Briones, L.; Morales, V.; Iglesias, J.; Morales, G.; J. Escola. Determination of the optimal distillation sequence of a ternary mixture incorporating heat integration by means of Microsoft Excel Solver, 2021, 29(6), 1691 – 1701.
- [4] Lorenz, T.; Grossmann I. E.; Westerberg, A. W. *Systematic Methods of Chemical Process Design*; Prentice Hall: Nueva Jersey, 1997, pp 341-387.