



SOFTWARE **libre** y **comercial** DE PROGRAMACIÓN LINEAL Y ENTERA

La oferta de solvers de programación lineal y entera es amplia. Dentro de la gama de [software comercial](#) destacan marcas como CPLEX®, AMPL®, GAMS®, LINDO® y XPRESS®, mientras que GLPK (Gnu Linear Programming Kit), Google OR Tools y Lp_solve se reconocen como las opciones de [software libre](#) más populares.

Software Libre

LP_Solve ([link](#))

Lp_solve es un solver para modelos de programación lineal, entera y mixta que es distribuido a través de la licencia LGPL (Lesser General Public Licence, 1999) del proyecto GNU iniciado en 1984 (GNU, 2009) y fue desarrollado inicialmente por Michel Berkelaar en Eindhoven University of Technology, Holanda. No hay límites explícitos en el tamaño de los modelos que puede resolver Lp_solve – número de restricciones y variables – y es capaz de leer modelos escritos en diferentes lenguajes de modelización tales como: LP®, MPS®, MATHPROG®, CPLEX®, LINGO®.

Lp_solve es una biblioteca, un conjunto de rutinas, llamado API que se puede llamar desde casi cualquier lenguaje de programación para resolver problemas MILP. Hay varias formas de pasar los datos a la biblioteca: a través de la API – lpSolveAPI ([link](#)), a través de archivos de entrada o a través de un IDE.

Google OR Tools ([link](#)) Google OR-Tools

Google OR Tools es una librería de Google para resolver problemas de optimización que incluye tanto problemas de programación lineal/mixta como programación con restricciones, problemas de asignación, de rutas, redes, scheduling, etc. La API es sencilla, está mantenida por Google. Además, Google OR Tools se puede integrar con otros solvers como GLPK y software comercial.

Pyomo ([link](#))

Pyomo es una herramienta para el modelado de problemas de optimización. No es un solver en sí, sino que sirve de capa de comunicación desde Python para el modelado y el uso de los solvers instalados en el sistema. Puede conectar con GLPK como alternativa libre, así como con el servidor NEOS. También conecta con solvers comerciales como BARON, CBC, CPLEX, y Gurobi. Además, permite la traducción y escritura de modelos en GAMS y AMPL, por lo que puede llegar a conectarse con solvers que admitan dichos lenguajes. Los problemas que puede resolver dependen del solver con el que se conecte, aunque en general, la mayoría de solvers pueden resolver modelos de programación lineal y mixta.



GLPK (GNU Linear Programming Kit) ([link](#))



GLPK consiste en un conjunto de rutinas escritas en C ANSI que han sido organizadas en forma de librería y que permite resolver modelos de programación lineal de gran tamaño y modelos lineales mixtos. GLPK es mantenido gracias a la colaboración de Andrew Makhorin del Departamento de matemáticas aplicadas del Instituto de Aviación de Moscú. GLPK puede leer modelos matemáticos escritos en GNUMATHPROG®, que es un subconjunto del lenguaje de modelado AMPL®.

MINOS ([link](#))

MINOS es un paquete de software de Fortran para resolver problemas de optimización matemática lineal y no lineal. MINOS (Sistema modular de optimización no lineal en el núcleo) se puede utilizar para programación lineal, programación cuadrática y funciones y restricciones objetivas más generales, y para encontrar un punto factible para un conjunto de igualdades y desigualdades lineales o no lineales.

MINOS fue desarrollado por primera vez por Bruce Murtagh y Michael Saunders, principalmente en el Laboratorio de Optimización de Sistemas del Departamento de Investigación de Operaciones de la Universidad de Stanford. En 1985, Saunders recibió el premio inaugural Orchard-Hays de la Mathematical Programming Society (ahora Mathematical Optimization Society) por su trabajo en MINOS. A pesar de ser uno de los primeros solvers de optimización restringida de propósito general que surgió, el paquete sigue siendo muy utilizado. MINOS es compatible con AIMMS, AMPL, APMonitor, GAMS y TOMLAB sistemas de modelado. Además, sigue siendo uno de los solvers más utilizados en el servidor NEOS y en GAMS.

CLP ([link](#))

CLP es un solver creado dentro del proyecto Coin-OR escrito en C++ para abordar problemas de optimización lineal. El proyecto Coin-OR tiene como objetivo la creación de software con código abierto para la comunidad de investigación operativa. CLP se utiliza en muchos otros proyectos dentro de Coin-OR como SYMPHONY (biblioteca para resolver números enteros mixtos) programas lineales), CBC (una biblioteca de ramificación y corte basada en LP) o BCP (marco para construir algoritmos paralelos de precio de corte de rama para programas lineales de enteros mixtos).



Software Comercial

Cplex® - IBM ILOG CPLEX Optimization Studio ([link](#))

Cplex es un solver comercial diseñado para abordar (entre otros) grandes problemas lineales de escala (entero mixto). IBM es la compañía que desarrolla actualmente Cplex. El software también cuenta con varias interfaces para que sea posible conectar el solver con diferentes lenguajes de programación y programas.

Gurobi® ([link](#))

Gurobi es un solver para resolver modelos de programación matemática: programación lineal (LP), programación cuadrática (QP), programación con restricciones cuadráticas (QCP), programación lineal de entera mixta (MILP), programación cuadrática con enteros mixtos (MIQP) y la programación con restricciones cuadráticas con enteros mixtos (MIQCP). En una comparación de diferentes solucionadores, Gurobi pudo resolver la mayoría de los problemas de referencia y requirió la menor cantidad de tiempo por problema y por tanto, está considerado como uno de los solvers más rápidos del mundo.

Hay interfaces orientadas a objetos para C++ , Java , .NET y Python y una interfaz orientada a matrices para R , MATLAB , C y Julia . Se pueden integrar los lenguajes de modelado AIMMS, AMPL , GAMS y MPL , así como Microsoft Excel.

LINGO® ([link](#))

LINGO® es uno de los más populares paquetes comerciales de optimización desarrollado a través de versiones periódicas por LINDO SYSTEMS INC. El solver de PL permite definir de manera relativa o absoluta el error de redondeo. Las versiones de LINGO® dependen del número de variables y restricciones que manejan que van desde la versión libre DEMO desarrollada para el aprendizaje del lenguaje de modelamiento, hasta las versiones comerciales SUPER para 200 variables, INDUSTRIAL para 1000 variables y EXTENDIDA sin límite de variables y restricciones en los modelos; para este último caso las restricciones reales tienen que ver con la capacidad de procesamiento (tanto en tiempo CPU como de memoria RAM) y de la complejidad misma del problema.

XPRESS® - FICO® Xpress Optimization ([link](#))

XPRESS® es uno de los paquetes de optimización más grandes del mercado, desarrollado por FICO. Permite resolver problemas de programación lineales, enteros, no lineales y estocásticos. La formulación del modelo se hace en el lenguaje MOSEL® que incluye un editor drag-and-drop que permite construir rápida e interactivamente sistemas visuales de soporte a la toma de decisiones fáciles de interpretar. Tiene tres motores de solución que cuentan con interfaz de programación de aplicaciones en lenguajes como C, C++, VB, Java, .NET. La versión comercial tiene una capacidad de 2 billones de coeficientes ("nonzero elements"), lo cual implica que es prácticamente ilimitada.



GAMS® ([link](#))



GAMS® fue el primer lenguaje de modelización algebraico creado. GAMS® está conectado con un grupo de solvers de optimización tales como BARON®, COIN®, CONOPT®, CLPlex®, DICOPT®, GUROBI®, MOSEK®, SNOPT®, y XPRESS®. El programa es ofrecido en versión demo, completa y académica. La primera de ellas tiene límite para 300 variables y 300 restricciones, 2000 coeficientes y 50 variables discretas (incluyendo semi-enteras, semi-continuas). La versión completa es ilimitada. La versión académica cuenta con un módulo básico ilimitado que incluye el solver LOGMIP®, pero los demás solvers se comportan como la versión demo, a no ser que la institución pague por la versión completa en cada uno de ellos dependiendo del número de usuarios.

AMPL - A Mathematical Programming Language ([link](#))



AMPL es un lenguaje de programación algebraica (AML) para formular y resolver problemas de gran complejidad para computación matemática de gran escala (p. ej., problemas de programación de la producción a grande escala). Fue desarrollado por Robert Fourer, David Gay, y Brian Kernighan en los Laboratorios Bell. AMPL soporta docenas de solvers, tanto de código abierto como software comercial, incluyendo CBC, CPLEX, FortMP, Gurobi, MINOS, IPOPT, SNOPT, KNITRO, y LGO.

Solver de Microsoft EXCEL ([link](#))



Solver es un complemento de Microsoft Excel que se puede usar para llevar a cabo análisis what if. Solver obtiene la solución óptima (minimizar o maximizar) a modelos de programación lineal y entera.