Entorno de desarrollo para OPL

Aunque existen muchos lenguajes de modelado para problemas de programación lineal, en este curso utilizaremos OPL (*Optimization Programming Language*), un lenguaje con una gran capacidad expresiva y un potente motor de resolución matemática denominado CPLEX.

OPL dispone de un entorno de desarrollo (*IBM ILOG CPLEX Optimization Studio*) desde el que resulta muy cómodo gestionar el desarrollo y la depuración de modelos de programación matemática.

Los modelos resultantes se pueden integrar con facilidad en casi todos los entornos comerciales de programación para ser gestionados desde interfaces específicas de las correspondientes aplicaciones.

En este documento indicamos la forma de obtener una versión gratis y limitada del entorno, su instalación, y su utilización para modelar un pequeño problema de programación lineal.

En el tema 3 de la asignatura entramos más en detalle en el estudio de las posibilidades expresivas de OPL y su utilización en proyectos de programación lineal continua y entera de mayor entidad.

En los temas del módulo III de la signatura utilizaremos OPL para desarrollar modelos de redes de transporte y de aplicaciones industriales en general, abordando la linearización con variables binarias de comportamientos no lineales.







Descarga e instalación del entorno de desarrollo para OPL

Pulsando en el enlace que indica la flecha roja pasamos a un proceso de identificación del usuario. Si el usuario no está dado de alta en la página de IBM deberá realizar el proceso correspondiente. Si ya es miembro, se procede a su identificación con el nombre de usuario y la clave para entrar en la zona de descarga.





Descarga e instalación del entorno de desarrollo para OPL

En la zona de descarga se selecciona la versión, en nuestro caso **IBM ILOG CPLEX Optimization Studio Preview Edition V12.2 for Windows 32 bits.** Para ello se pulsa con el ratón donde indica la flecha roja (l agree). Después de unos minutos de descarga se obtiene el ejecutable **cplex_studio122.prev.win-x86-32.exe** cuya ejecución da lugar a la instalación del entorno.

Secret Norme Solutions Solution So	TOLE	United States [change]	
Nome Solutions * Services * Products * Support & download * Ny IBM * BMLICG CPLEX Ophi Studio Related links • Warranties and maintenance IBM ILOG CPLEX Ophi Studio Preview Editor AIX 5, AIX 6, AIX 7, HP-UX 11, Linux for System Near height * Near height * Control of the set o			Search
Building of the series of the	Home Solutions - Servic	es * Products * Support & downloads * My IBM *	
Downloads Heed help? * Warranties and maintenance IBM ILOG CPLEX Opti Studio Preview Edit for AIX 5, AIX 6, AIX 7, HP-UX 111, Linux for System 1, Linux for System 1, Linux for System 2, Madows 7 Professional, Windows Vista Enterprise, Wista Enteretavation Vista Enterprise, Windows Vista Ent	IBM ILOG CPLEX Opti Studio Preview Edt	IBM ILOG CPLEX Opti Studio Preview Edt	
 • Varranties and maintenance • Sin up support (English USC) • Varranties and maintenance • Mindows 7 Enterprise, Windows 7 Enterprise, Windows • Sin up support (English USC) • Son up support (English USC) <		Downloads	Need help?
Image: Statistical data greeners Detrined data greeners Image: Statistic data greeners Image: Statistic data greeners Image: Statistic data g	Related links · Warranties and maintenance	IBM ILOG CPLEX Opti Studio Preview Edt for AIX 5, AIX 6, AIX 7, HP-UX 11i, Linux for System t, Linux for System p, MacOS, Solaris Oracle's United and the Standard Ed, Windows Vista Business, Windows Vista Enterprise, Windows Vista Utimate, Windows VP Professional Chicase Simplified, English U.S., French, German, Japanese, Korean, Spanish To download using Download Director, select the files you want below and click on 'l confirm'. Learn more.	 → Sign up support (English only) → Sign up and Software Download FAQ → Software download support (English only)
IBM ILOG CPLEX Optimization Studio Preview Edition V12.4 for Windows x86-64 Multilingual cplex_studio124.prev.win-x86-64.exe (485 MB) View license Image: Ima		IBM ILOG CPLEX Optimization Studio Preview Edition V12.4 for Windows 32 bits Multilingual cplex_studio124.prev.win-x86-32.exe (420 MB) View license	
License By checking "I agree" box below you agree that (1) you have had the opportunity to review the license and (2) you agree to be bound by its terms. If you disagree, click "I cancel" below. Image: By clicking the "I confirm" button below, I confirm my acceptance of the license. By clicking the "I cancel" button, I cancel my acceptance of the license.		IBM ILOG CPLEX Optimization Studio Preview Edition V12.4 for Windows x86-64 Muttilingual cplex_studio124.prev.win-x86-64.exe (485 MB) View license	
By checking "I agree" box below you agree that (1) you have had the opportunity to review the license and (2) you agree to be bound by its terms. If you disagree, click "I cancel" below. I agree By clicking the "I confirm" button below, I confirm my acceptance of the license. By clicking the "I cancel" button, I cancel my acceptance of the license.		License	
I confirm 🛞 I cancel		By checking "I agree" box below you agree that (1) you have had the opportunity to review the license and (2) you agree to be bound by its terms. If you disagree, click "I cancel" below. I agree By clicking the "I confirm" button below, I confirm my acceptance of the license. By clicking the "I cancel" button, I cancel my acceptance of the license.	



Ejecución de un modelo OPL en el entorno CPLEX OPTIMIZATION STUDIO

Para ejecutar el entorno de desarrollo CPLEX Studio pulsamos en el icono 💠 CPLEX Studio IDE y aparece la siguiente pantalla.

Para ejecutar un modelo OPL pasamos a la interfaz principal del entorno donde aparecen las diferentes ventanas de operación. Para ello pulsamos donde indica la flecha roja:





Aparecen las ventanas principales de la interfaz CPLEX Optimization Studio

Para poder ejecutar un modelo de optimización tenemos que crear un proyecto en el que exista un archivo *.mod* con el código OPL del modelo. Para ello actuamos como se indica en la siguiente página.





🛉 IBM ILOG CPLEX Optimization Studio Archivo Editar Navegar Buscar Ejecutar Ventana Ayuda Proyecto OPL Q. • 🔟 🔳 🗄 🛷 • 🗄 😓 • • • • Importar Proyecto... - -😑 🗖 📴 Esquema 😫 🚞 Copiar archivos a proyecto... No se dispone de un esquema. 🛐 Configuración de ejecución Abrir archivo en el editor... ତ Modelo 曾 Datos Ctrl+W Cerrar Ctrl+Mavús+W 🝓 Configuración Cerrar todo 😂 Carpeta 🕌 Guardar Archivo 📓 Guardar como... 😭 Archivo de texto sin título 🔞 Guardar todo Ctrl+Mayús+S 📑 Ejemplo... 👜 Imprimir. . Ctrl+P Ctrl+N Ctros... 🛃 Exportar... Salir 🛐 Examinador 🛛 🔲= Variables 🤷 Puntos de i 🗖 🗖 JªZ ▽ Nombre Valor Propiedades 🔀 No hay propiedades disponibles. 📮 Registro de guiones 🛱 Soluciones 🎽 Conflictos 💐 Relajaciones 🛟 Registro del motor 🖉 Estadísticas 🚳 Perfilador 🛃 Problemas 🖾 0 elementos Descripción 🔺 Recurso Vía de acceso Ubica... Tipo 🕋 🥥 🛄 🍪 🔶 🗄 00:00:00:00 O elementos seleccionados





7

DULED

Creación de un proyecto: en la ventana <u>Nuevo proyecto</u> rellenar: <u>Nombre del proyecto</u>: *primero* (el nombre que queramos dar al proyecto) <u>Ubicación del proyecto</u>: *C:\Documents and Settings\jose\OPL* (con Examinar seleccionamos la ubicación) <u>Descripción</u>: *Mi proyecto OPL* (cualquier comentario descriptivo del proyecto o sin rellenar)

Marcar las siguientes opciones:

✓ Agregar una nueva configuración predeterminada

✓ Crear modelo

Para confirmar las opciones elegidas pulse Finalizar

IBM ILOG CPLEX Optimization Studio		
Archivo Editar Navegar Buscar Ejecutar Ventana Ayuda		
Vista previa 🕴 📬 📲 🗟 🖻 🖉 🗇 😽 🗎 🔒 🗄	z Z [恭· Q · P · Q · III III / 《 · III 中 · 中 ·	
Proyectos OFL X 🌾 Depurar 🗎 🤹 🗸 🗌		No se dispone de un esquema.
	Nuevo proyecto Crear proyecto	
	Crear un proyecto nuevo.	
	Ubicación del proyecto: C:\Documents and Settings\jose\opl Examinar Carpeta del proyecto: C:\Documents and Settings\jose\opl\primero Opciones	
	Descripción: Mi primer proyecto OPL V Agregar una configuración de ejecución predeterminada Crear monfiguración Crear configuración	
Examinador 23 (44 Variables) Puntos de i Nombre Valor		
		No hay propiedades disponibles.
Ī	Problemas 🔅 🔍 Registro de guiones 🐺 Soluciones 🎉 Conflictos 💐 Relajaciones 🖓 Registro del motor 🖉 Estar	lísticas) 🖏 Perfilador
	escripción 🔺 Recurso Vía de acceso Ubica Tipo	
		:
o ciento icos selectionidados		



J.J. RUZ, INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA, MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y DE CONTROL

Creación de un proyecto: como resultado de las opciones anteriores se crea el proyecto *primero* y se abre la ventana para escribir el código del modelo (archivo *primero.mod*) que viene ya encabezado con los datos del autor como líneas de comentario (por supuesto se pueden borrar estas líneas).

En la ventana Proyectos OPL aparece el nombre y descripción de nuestro proyecto

1 IBM ILOG CPLEX Optimization Studio								
Archivo Editar Navegar Buscar Ejecutar Ventana Ayud	3	<i></i>						
Vista previa 🕴 📬 🖌 🔛 🔞 🌰 🖓 🖘 😽 🗈 💼	z z □ 粽 ▾ Q ▾ ▶ ▾ Q ▾		• • • • • • • •	\$ *				
🛜 Proyectos OPL 🛛 🔅 Depurar 📄 🔄 🌄 🤝 🖓 🗖	😰 primero.mod 🖾					- 8	Esquema 🛛	
🖬 🖙 primero (Mi primer proyecto OPL)	1 / * OPL 12.2 Nodel 3 * Author: jose 4 * Creation Date: 13/10/ 5 ************************************	2010 at 0:33	**********				- • • usando CPLEX	
Examinador X3 (Mª Variables) Puntos de I Nombre Valor	Problemas X Registro de guione: O elementos Descripción	Soluciones Recurso	Conflictos Re Vía de acceso	lajaciones) č.	3 Registro del motor Tipo	Estadísticas 🚳 P	Propiedades 83 Propiedad Valor erfilador	
L				1				
	Esc	Inse Inse	arcar 1:1	(8);				00:00:00:00
Microsoft PowerPoint	ILOG CPLEX Opti					ES GOM	<u> e ¶</u> " " () 8 5".	1 🗐 🎯 0:31



Creación de un proyecto: A continuación introducimos con la ayuda del editor (por teclado o con copiar/pegar) el código de nuestro modelo



Universidad Complutense Madrid 10

Creación de un proyecto: para ejecutar el modelo realizamos las siguientes acciones en la ventana Proyectos OPL:

- 1. Desplegamos el contenido del proyecto pulsando sobre + a la izquierda de primero.
- 2. Desplegamos de la misma forma Configuraciones de ejecución.
- 3. Colocando el cursor en Configuración predeterminada pulsamos con el botón derecho del ratón.
- 4. En la ventana que se despliega seleccionamos Ejecutar esta.



Universidad Complutense Madrid משח

Creación de un proyecto: como no habíamos guardado los recursos introducidos en el proyecto (en nuestro caso el archivo *primero.mod* con el modelo), aparece una ventana para que confirmemos que queremos guardarlo. Pulsamos <u>Aceptar</u>

(Se evita este paso en ejecuciones sucesivas marcando la opción Guardar siempre los recursos antes de lanzar)



Universidad Complutense Madrid

J.J. RUZ, INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA, MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y DE CONTROL

12

Creación de un proyecto: el modelo se ejecuta y podemos ver los resultados en las siguientes ventanas:

- 1. <u>Estadísticas</u>: el valor de la función objetivo (12 en nuestro modelo) junto con el número de variables y restricciones
- 2. <u>Examinador</u>: el valor de las variables de decisión (x1 = 0 y x2 = 2.4)
- 3. <u>Soluciones:</u> vemos el valor de la función objetivo y llos valores de las variables





13

Creación de un proyecto: como consecuencia de la creación del proyecto el sistema crea una carpeta con el nombre dado al proyecto (*primero* en nuestro caso) en el directorio elegido en el proceso de creación del proyecto. Esta carpeta contendrá el archivo .*mod* del modelo (*primero.mod* en nuestro caso) junto con otros archivos auxiliares asociados al proyecto.

Toda la carpeta se puede copiar en otro directorio o en otra máquina, pero para su ejecución en la nueva ubicación tendremos que importarlo siguiendo los pasos **Importación de un proyecto OPL ya existente**





DULED

Creación de un proyecto importando el modelo .mod: en la ventana <u>Nuevo proyecto</u> rellenar: <u>Nombre del proyecto</u>: *segundo* <u>Ubicación del proyecto</u>: *C:\Documents and Settings\jose\OPL* <u>Descripción</u>:

Marcar las siguientes opciones:

✓ Agregar una nueva configuración predeterminada

Para confirmar las opciones elegidas pulse Finalizar





Creación de un proyecto importando el modelo .mod: como resultado de las opciones anteriores se crea el proyecto *segundo* pero en este caso no se abre la ventana para escribir el código del modelo (archivo .mod)

En la ventana <u>Proyectos OPL</u> aparece nuestro nuevo proyecto *segundo*. Ahora podemos importar el archivo .mod del modelo desde la ubicación donde se encuentre. En nuestro caso vamos a importar el mismo archivo *primero.mod* que ya tenemos en la carpeta del proyecto *primero*. Para ello seleccionamos <u>segundo</u> en la ventana <u>Proyectos OPL</u>





Creación de un proyecto importando el modelo .mod: <u>Archivo</u> > <u>Copiar archivos a proyecto</u>





DULED

Creación de un proyecto importando el modelo .mod: aparece la ventana <u>Importar</u>. Con <u>Examinar</u> nos ubicamos en la carpeta donde se encuentra el archivo a importar (en nuestro caso la ubicación del primer proyecto). Aparecen los archivos importables de esa carpeta y marcamos sólo *primero.mod*. Después pulsamos <u>Finalizar</u>

IBM ILOG CPLEX Optimization Studio		
Archivo Editar Navegar Buscar Ejecutar Ventana Ayu	fa	
	i∰ • Q • [€ • Q₄ •] □□ □ ∂ # i % + i % φ + φ +	Vista previa
Proyectos OPL 🛛 🏇 Depurar 📄 🔄 🌄 🗖 🗖		Esquema 🕅 🗖
Primero (Mi primer proyecto OPL)	Importar 📃 🗆 🗙	No se dispone de un esquema.
si	stema de archivos	
I	mportar recursos del sistema de archivos local.	
	-4	
	Del directorio: C:\Documents and Settings\jose\opI\primero	
	primero image: project image: project image: project	
	🗹 🔯 primero.mod	
	Filtrar tipos Seleccionar todo Deseleccionar todo	
	En la cameta: segundo	
	Onciones	
🙀 Examinador 🕺 🔲 Variables 💁 Puntos de i 🗖	Sobrescribir recursos existentes sin avisar	
Jªz	Crear estructura de carpeta completa	
	Crear solo carpetas seleccionadas	
Nombre Valor		Propiedades 🛛 🗸 🗖 🗖
		No hay propiedades disponibles.
	7 Finalizar Cancelar	
	🗈 Problemas 📮 Registro de guiones 🛱 Soluciones 🎏 Conflictos 🞘 Relajaciones 🗘 Registro del motor 🖉 Estadísticas 🕸	🍣 Perfilador 📃 🗖
	Estadística Valor	
	-10 -	
		4 6 8 10
L		Tiempo (segundos)
2 1 elementos seleccionados		00:00:00:00



Creación de un proyecto importando el modelo .mod: si desplegamos el proyecto <u>segundo</u> en la ventana <u>Proyectos OPL</u> veremos que ahora contiene el archivo *primero.mo*d que acabamos de importar. Podemos hacer que aparezca en la ventana del editor dando un doble clic con el botón izquierdo del ratón. Para ejecutarlo habrá que arrastrar el archivo *primero.mod* de la carpeta <u>Configuraciones de ejecución</u> a <u>Configuración 1</u>, después pulsar el botón derecho con el cursor en Configuración 1, como se hizo en el caso anterior



19

Eliminación de un proyecto: podemos eliminar un proyecto seleccionándolo en la ventana <u>Proyectos</u> <u>OPL</u> y pulsando sobre él con el botón derecho del ratón. Se despliegan una serie de opciones. Seleccionamos <u>Eliminar</u>

20

DULED

Eliminación de un proyecto: aparece una ventana para confirmar la eliminación con la opción de eliminar el proyecto del disco (nos quedamos sin proyecto) o eliminarlo sólo de CPLEX STUDIO con la posibilidad de poderlo importar de nuevo más adelante. En nuestro caso no lo elinamos del disco (no marcamos la casilla) y pulsamos <u>Aceptar</u>

Eliminación de un proyecto: como consecuencia de la eliminación anterior vemos que el proyecto segundo **no** aparece en la ventana Proyectos OPL. Sin embargo, como no marcamos la opción <u>Suprimir</u> <u>contenido de proyecto en disco</u>, la carpeta de nombre *segundo* con los archivos del proyecto permanecen en el correspondiente directorio donde se creó. Este proyecto se puede importar de nuevo con la opción de la siguiente página.

Importación de un proyecto OPL ya existente: Archivo > Importar > Proyectos de OPL ya existentes

23

UNED

Importación de un proyecto OPL ya existente: aparece la ventana <u>Importar</u>. Con <u>Examinar</u> nos movemos al directorio que contenga la carpeta del proyecto a importar (en nuestro caso el directorio del proyecto *segundo*). En <u>Proyectos:</u> aparecen los proyectos importables de en ese directorio. Seleccionamos los proyectos deseados (en nuestro caso *segundo*) y pulsamos <u>Finalizar</u>.

24

Importación de un proyecto OPL ya existente: ahora podemos observar que el proyecto *segundo* que acabamos de importar aparece en la ventana <u>Proyectos OPL</u>.

Recomendaciones finales

Con lo descrito en las páginas de este documento disponemos de los conocimientos mínimos para operar en el entorno de programación de OPL. En el tema 3 desarrollaremos con mayor extensión este lenguaje.

Conviene indicar que desde OPL se pueden codificar y ejecutar no sólo problemas de programación lineal (continua y entera) sino también problemas combinatorios de restricciones sobre dominios finitos (programación con restricciones). Esto significa que muchas de las capacidades de expresión del lenguaje no sean válidas para los modelos de programación matemática de esta asignatura.

Por este motivo es recomendable utilizar en esta primera fase sólo aquellas construcciones sintácticas cuya semántica sea conocida perfectamente por el alumno y correspondan, además, a las necesidades expresivas de la materia de la asignatura.

