

TUTORIAL AIMMS

LICENCIA, DESCARGA E INSTALACIÓN

Para descargar AIMMS diríjase a <http://aimms.com/english/developers/licensing/free-licenses/> y solicite una licencia gratuita. Esta licencia tiene toda la funcionalidad del programa y dura 30 días. También puede solicitar una licencia académica (en <http://aimms.com/english/developers/licensing/free-licenses/aimmsacademiclicense/>) que dura 6 meses (prorrogables) y que también tiene toda la funcionalidad del programa. Una vez haya obtenido la licencia, vaya a la página de descargas, en <http://aimms.com/english/developers/downloads/download-aimms/> y baje el programa. Tenga en cuenta si su equipo es de 32 bits o de 64 bits para descargar el programa correcto. Se descargará un ejecutable; es decir, no se instalará el programa en su equipo sino que usted deberá abrir el ejecutable cada vez que necesite usar AIMMS.

CREACIÓN DE UN PROYECTO

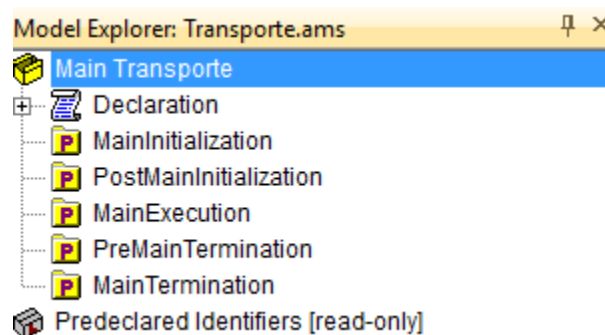
En AIMMS, los **proyectos** son los modelos de optimización genéricos (es decir, sin datos numéricos particulares). Primero debe configurarse el proyecto y después debe ingresarse el **caso**; es decir, los vectores y matrices particulares de la optimización que se desee realizar.

Para crear un Nuevo Proyecto haga clic en el botón “**New Project**”. Se pide: Nombre del Proyecto y Dirección donde se guarda el archivo. Se abrirá un árbol del modelo (**Model Explorer**) con la siguiente información:

Declaration: almacena las declaraciones del modelo, sets, variables, restricciones, entre otras.

MainExecution: almacena todos los estamentos necesarios para resolver el problema completo.

MainInitialization y MainTermination: no los vamos a usar.



Considere de nuevo el siguiente problema de optimización para formularlo en AIMMS:

Una compañía de *call centers* cuenta con dos servidores principales, localizados en San Francisco y Houston. Dichos servidores atienden las tres áreas geográficas en la que la compañía dividió el país: Costa Este, Centro y Costa Oeste. Los servidores reciben las llamadas de los clientes y las dirigen a los operadores telefónicos para que estos las atiendan. La red de banda ancha permite que cualquier llamada de cualquier área se conecte a cualquiera de los servidores. El problema que debe resolver la dirección de sistemas de la compañía tiene que ver con la asignación de los servidores a las llamadas de las áreas geográficas. En las tablas siguientes se puede apreciar la disponibilidad de procesamiento de cada servidor (en Terabytes), y las demandas de cada cliente (en Terabytes).

Servidor	Capacidad de procesamiento [TB]	Área geográfica	Demanda [TB]
San Francisco	350	Costa Este	325
Houston	600	Centro	300
		Costa Oeste	275

Por cada Terabyte que se atienda en cada servidor de cada área geográfica se incurre en un costo (relacionado con la electricidad necesaria refrigerar los equipos de cómputo y mantener la infraestructura de red), que se muestra a continuación.

Servidor / Región	Costa Este	Centro	Costa Oeste
San Francisco	225	153	162
Houston	225	162	126

Se desea, con un modelo de optimización, minimizar el costo total de despacho de las llamadas, sujeto a las condiciones anteriormente descritas.

Considere la siguiente notación para formular matemáticamente el problema:

Conjuntos

$I = \text{Servidores} = \{SF, H\}$

$J = \text{Área geográfica} = \{CE, C, CO\}$

Parámetros

$Oferta_i = \begin{bmatrix} 350 \\ 600 \end{bmatrix}$ capacidad de procesamiento del servidor i [TB]

$Demanda_j = \begin{bmatrix} 325 \\ 300 \\ 275 \end{bmatrix}$ demanda del área geográfica j [TB]

$CostoTransporte_{ij}$

$= \begin{bmatrix} 225 & 153 & 162 \\ 225 & 162 & 126 \end{bmatrix}$ costo de enviar un TB al servidor i desde el área j [$\frac{\$}{TB}$]

La formulación del problema de optimización utilizando la notación anterior es la siguiente:

Variables de decisión

X_{ij} : número de terabytes que se atenderán en el servidor i del área geográfica j

Función objetivo

$$\text{Min } \sum_i \sum_j \text{CostoTransporte}_{ij} X_{ij} \quad \text{minimizar el costo total de transmisión de datos}$$

Restricciones

$$\sum_j X_{ij} \leq \text{Oferta}_i \quad \forall i \quad \text{cada servidor puede atender como máximo su capacidad}$$

$$\sum_i X_{ij} \geq \text{Demanda}_j \quad \forall j \quad \text{la demanda de cada área debe ser atendida en su totalidad}$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad \forall i \quad \forall j \quad \text{restricción de no negatividad}$$

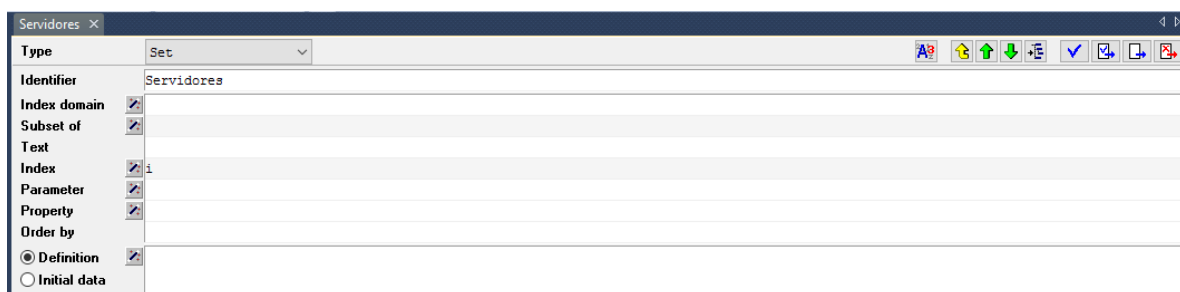
A continuación se ejemplificará cómo formular el problema del transporte de datos en AIMMS.

DECLARACIÓN DE CONJUNTOS

Haga clic en la rama **Declaration** del árbol del modelo, luego en el + que aparece al lado izquierdo y finalmente en el ícono que tiene una **S** en la barra de menú:



Se creará un conjunto debajo de la rama de declaration. Asígnele el nombre *Servidores* y luego haga doble clic en él. Declare **index** i como atributo del conjunto *servidores*. Presione el botón **Check, Commit and Close**, ubicado a la derecha y que se identifica así:



Repita el proceso para crear el conjunto de áreas geográficas, con index j .

Si hay un asterisco en la izquierda del nombre del Proyecto, indica que no ha sido guardado. Salve su trabajo mediante el botón **Save Project** en el toolbar.

DECLARACIÓN DE PARÁMETROS

Seleccione la rama Declaration y haga clic sobre el botón con la letra P “**New parameter**” en el toolbar para crear un nuevo parámetro en el árbol del modelo. Especifique *Oferta(i)* como el nombre del parámetro y presione Enter. Esto hace que automáticamente se asocie el parámetro al conjunto de servidores. Adicione el parámetro *Demanda(j)* de la misma manera. El parámetro *CostoTransporte(i,j)* es una matriz 2D con dominio (i,j) que se introduce de forma similar.

Note que no se ha introducido ningún valor numérico. Únicamente se está definiendo el problema de forma genérica

DECLARACIÓN DE VARIABLES

Seleccione la rama Declaration y haga clic sobre el botón con la letra V “**New variable**” en el toolbar para crear una nueva variable en el árbol del modelo. Nombre la variable como $X(i,j)$ y presione Enter. Posteriormente abra el cuadro de los atributos de la variable haciendo doble click sobre ella en el árbol del modelo. Presione el botón **Wizard** en frente del atributo ‘**Range**’: se abre una caja de dialogo para especificar el rango de valores de la variable transporte: puede seleccionar ‘**Standard Range**’, y luego ‘**nonnegative**’. Presione OK para aceptar la configuración de la variable.

DECLARACIÓN DE LA FUNCIÓN OBJETIVO

La función objetivo también debe ser representada por una variable *CostoTotalTransporte*. Entre su nombre y haga doble clic en ella para abrir el formato de atributos. No se necesita especificar su rango. Debe ahora entrar la definición algebraica de la función objetivo; es decir, la ecuación con la que se calculará el costo total:

$$\text{sum}[(i,j), \text{CostoTransporte}(i,j) * X(i,j)]$$

En el campo ‘**Definition**’ escriba la sentencia a mano o ayudándose por herramientas de AIMMS: Deslice los nombres *CostoTransporte(i,j)* y $X(i,j)$ del árbol del modelo para editar el campo definición. Presione el boton **Check, Commit and Close** para verificar si se aceptó su definición. La ventana de la variable *CostoTotalTransporte* debe verse así:

The screenshot shows the 'CostoTotalTransporte' variable declaration window in AIMMS. The window has a title bar with the variable name and a close button. Below the title bar is a toolbar with various icons. The main area is a table with the following fields:

Type	Value
Type	Variable
Identifier	CostoTotalTransporte
Index domain	
Text	
Range	free
Unit	
Default	
Property	
Priority	
Nonvar status	
Definition	$\text{sum}[(i,j), \text{CostoTransporte}(i,j) * X(i,j)]$

DECLARACIÓN DE LAS RESTRICCIONES


De nuevo, seleccione la rama Declaration y haga clic sobre el botón con la letra C “**New constraint**” en el toolbar para crear una nueva restricción (constraint) en el árbol del modelo.

Cada restricción se define de forma similar a la función objetivo: en el problema de los servidores y las áreas geográficas hay 2 restricciones: una de oferta y una de demanda. Se nombrarán *Supply(i)* y *Demand(j)* y ambas se introducen de forma separada.

The first screenshot shows the 'Supply' constraint definition window. The 'Type' is set to 'Constraint'. The 'Identifier' is 'Supply'. The 'Index domain' is 'i'. The 'Definition' field contains the formula: $\text{sum}[j, X(i, j)] \leq \text{Oferta}(i)$.

The second screenshot shows the 'Demand' constraint definition window. The 'Type' is set to 'Constraint'. The 'Identifier' is 'Demand'. The 'Index domain' is 'j'. The 'Definition' field contains the formula: $\text{sum}[i, X(i, j)] \geq \text{Demanda}(j)$.

DEFINICIÓN DEL MODELO COMPLETO


Una vez introducidos todos los componentes del modelo, ahora debe definirlo completo con sets, variables y restricciones. Para ello use el boton **Identifier** , ubicado a la derecha de la C de constraints. Después seleccione “**Mathematical Program**” o icono **M_P** y luego el boton **OK**, escriba “CostoMinimoTransporteDatos” como el nombre del programa matemático y finalmente presione Enter. Haga doble clic sobre el ícono. Puede dejar todos los valores por defecto excepto el atributo “**objective**”: El atributo requiere que sea una variable, en este caso “CostoTotalTransporte”. Para finalizar presione el botón **Finish**.

The screenshot shows the 'CostoMinimoTransporteDatos' mathematical program definition window. The 'Type' is set to 'Mathematical Progr'. The 'Identifier' is 'CostoMinimoTransporteDatos'. The 'Objective' is 'CostoTotalTransporte'. The 'Direction' is 'minimize'. The 'Constraints' are 'AllConstraints'. The 'Variables' are 'AllVariables'. The 'Text' is 'Automatic'. The 'Violation penalty' is 'Automatic'. The 'Comment' field is empty.

Presionando F5 se puede chequear la validez del modelo y guardarlo mediante el botón **Save Project**. En el menú principal, en “**View**” “**Text representation**” puede observar el modelo completo.

INGRESO DE DATOS

Recuerde que para AIMMS un proyecto es diferente al caso de aplicación. Se puede usar el mismo proyecto con diferentes casos de aplicación

Abra la forma del set *Servidores*, y presione el botón **Data A3**  a la derecha de la pantalla. Mueva el mouse a la página de data y haga clic en el campo de edición vacío en la parte superior. Entre *SF* como el primer elemento del conjunto, presione **Enter** para registrarlo. Luego entre *H* como el segundo elemento del conjunto, presione **Enter** y cierre mediante el botón **Close**. Los elementos del conjunto *Áreas* se entran de la misma manera.

Debe entrar ahora los demás parámetros: por ejemplo para el parámetro *Oferta(i)*, debe igualmente presionar el botón **A3**, mover el mouse al primer campo de los datos, hacer clic e ingresar 350. Luego hacer **Enter**, ingresar 600, presionar **Enter** de nuevo y finalmente hacer clic en **Close**. Los valores de demanda y de los costos se entran de la misma manera.

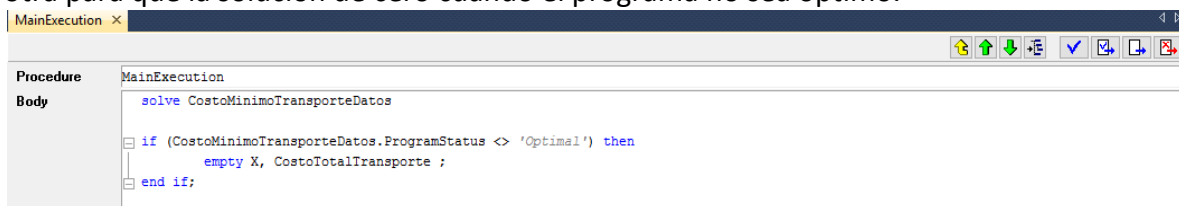
Este conjunto de valores de los datos se denomina **Case** y puede salvarse en el menú principal **Data, Save Case** en la caja de dialogo **Save Case**. Entre el nombre de su caso por ejemplo, *Caso1* en el campo '**Name**' y presione **Save**.

Si se cierra el proyecto y se vuelve a abrir, puede recargar esos datos. Si desea que ambos se abran siempre en conjunto, va al menú **Settings** y ejecuta el comando **Project Options**, seleccione **Project - Startup & Authorization** en la opción **tree**, haga click en la opción **Startup Case** en el lado derecho de la ventana. Presione el boton **wizard**, seleccione el caso *Caso1*, presione **OK** y en el cuadro de dialogo presione el botón **Apply** y luego **OK**.

Ojo: cada vez que salve el proyecto no se salvan los datos. Debe salvar también los datos.

SOLUCIÓN DEL MODELO

Debe entrar las siguientes sentencias en **MainExecution**: una para resolver el programa y otra para que la solución dé cero cuando el programa no sea óptimo.



MainExecution debe completarse presionando F8 para abrir el Model Explorer, seleccione MainExecution haga doble clic y entre las 2 sentencias de la figura, presione el botón **Check, Commit and Close** para registrar los cambios. Si el programa reporta errores, chequee y haga las correcciones necesarias.

Con F6, o con el comando **Run Procedure** se ejecuta el procedimiento. Presionando las teclas **Ctrl** y **P** simultáneamente, se muestra el progreso durante la ejecución.

Una vez terminen los cálculos se muestran los resultados en **data page**: vaya al árbol, seleccione la variable de decisión y con el clic derecho elija **Data** y se abrirá una tabla pivotada con los resultados. Similar se hace con la variable de la función objetivo.

VISTA DE LOS RESULTADOS EN UNA PAGINA

En el menú Tools, page manager, se abre el árbol de páginas en la que se puede crear una o muchas páginas que mostraran los datos o resultados en la manera que el usuario lo desee

Crea un nombre de página + enter

Con el mouse derecho sobre el nombre de la página pon: edit mode

Datos de entrada

Tabla: Para crear una nueva tabla, presiona el botón 'Table' en la barra de herramientas, con el mouse se hace un rectángulo donde se desea colocar la tabla sin soltarlo hasta que termine.

Se pregunta por el identificador que se desea tabular. Por ejemplo *CostoTransporte(i,j)* y finalizar.

Si se desea expandir la tabla con otros datos, por ejemplo de Oferta(i) se hace click sobre la tabla, botón derecho del mouse, selecciona la pestaña 'contents' luego el botón 'Add' y seleccionar 'Oferta(i)', presiona el botón Next, y después el botón Finish, y al volver a la pestaña 'contents', presiona el botón OK. Lo mismo se hace si se desea adicionar las demandas(j)

Gráfico: Para crear un gráfico de barras se presiona el botón de gráfico de barras en la barra de herramientas, se selecciona el parámetro 'Oferta(p)' luego el botón Next, y luego el botón Finish. Se hace lo mismo para las demandas.

Datos de salida

- a) **tabla compuesta:** la columna 1 contiene los índices y las demás columnas los identificadores: presiona el botón en la barra de herramientas para crear una tabla compuesta, dibuja la tabla usando el mouse, seleccione la variable ' $X(i,j)$ ', luego el botón Next, y el botón Finish.

- b) **gráfico de barras:** se crea un gráfico de barras estándar en el que se muestre la variable ' $X(i,j)$ ', con el mouse derecho se selecciona properties, luego en la pestaña 'bar chart', en lugar de la opción 'Overlapping', selecciona 'Stacked Bar', y OK