

TUTORIAL DEL SOFTWARE DE SIMULACIÓN VEMSIN

Modaldo Tuñón



**Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales
Departamento de Computación y Simulación de Sistemas**

Tutorial de Vensim

Modaldo Tuñón

**Elaborado con el apoyo de estudiantes de la asignatura
«Ingeniería de Sistemas Dinámicos»**





© Editorial Tecnológica
Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Campus Central «Dr. Víctor Levi Sasso»
Teléfono: (507) 560-3703
Correo electrónico: editorial@utp.ac.pa

Tutorial del software de simulación de vensim
©Tuñón, Modaldo

600

T836 Tuñón, Modaldo Tutorial del software de simulación de vensim / Modaldo Tuñón. -- Panamá : Editorial Universitaria-UTP, 2025.
1 recurso en línea ; 66.454 Kb

ISBN 978-9962-22-012-1

1. EDUCACIÓN TECNOLÓGICA
2. TECNOLOGÍA I. Título.

ISBN 978-9962-22-012-1

Diseño gráfico y diagramación: *Editorial Universitaria*
Impresión: *DICOMES*
Universidad Tecnológica de Panamá, 2023.
Panamá, República de Panamá.

La Editorial Tecnológica es miembro del Sistema
Editorial Universitario Centroamericano - SEDUCA.

Hecho el depósito legal.

ÍNDICE

OBJETIVOS	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
INTRODUCCIÓN	7
MAPA CONCEPTUAL DE VENSIM	9
TUTORIAL DE VENSIM	11
Historial de la Herramienta.....	13
Restricciones del Tutorial.....	15
Instalación de Vensim PLE.....	16
Interfaz de Usuario en Vensim PLE.....	31
Etapas de Resolución de un Problema en Vensim PLE.....	59
Normas en Vensim PLE.....	61
Diagramas de Ciclo Causal en Vensim PLE (DCC).....	63
Modelado y Simulación en Vensim PLE.....	64
Funciones para Representar un Retraso en Vensim PLE.....	67
Funciones de Representar Decisiones en Vensim PLE.....	81
Funciones de Representar Ruido en Vensim PLE.....	87
SyntheSim en Vensim PLE.....	95
Reality Check en Vensim PLE.....	96
Controles de entrada y salida.....	97
EJEMPLOS PRÁCTICOS	99
Modelos básicos.....	100
Modelo de Población de Conejos.....	100

Modelo de Enfriamiento.....	120
Modelo de Población Infectada.....	142
Modelo de Llenado de un Vaso con Agua.....	162
Modelo de Cuenta de Ahorro.....	186
Modelos intermedios.....	203
Modelo de Almacén de una Empresa.....	203
Modelo de Precio y Demanda.....	257
Modelo de Presa-Depredador de una Población de Conejos y una Población de Zorros.....	310
Modelos complejos.....	359
Modelo de Inventario.....	359
RECOMENDACIONES.....	388
CONCLUSIÓN.....	389
REFERENCIAS.....	390
ANEXO.....	393
Anexo N°1.....	393
Anexo N°2.....	397
Anexo N°3.....	402

Objetivo

Objetivo General

- Proporcionar a los usuarios una comprensión clara y práctica del funcionamiento de la herramienta, así como desarrollar habilidades en el modelado y simulación de sistemas dinámicos

Objetivos Específicos

1. Los usuarios serán capaces de identificar los elementos básicos de un modelo en Vensim, como variables, conexiones y ecuaciones.
2. Los usuarios podrán crear un modelo básico en Vensim que represente el comportamiento de un sistema simple.
3. Los usuarios serán capaces de aplicar diferentes técnicas de simulación en Vensim para analizar el comportamiento dinámico de un modelo.
4. Los usuarios serán capaces de analizar y evaluar los resultados de las simulaciones en Vensim, identificando tendencias, patrones y puntos críticos.



INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene como objetivo principal adquirir un sólido dominio de la herramienta Vensim. A medida que la complejidad de los sistemas se vuelve más evidente, se ha generado una creciente demanda de simulaciones en entornos personalizados. En este contexto, aprender a utilizar Vensim se vuelve imprescindible para comprender las soluciones y los comportamientos que emergen en sistemas complejos. Mediante este tutorial, nos adentraremos en el funcionamiento de Vensim y exploraremos cómo crear y simular Modelos básicos e intermedios, proporcionando a los usuarios una valiosa habilidad para abordar problemas y desafíos en el ámbito del Modelado y la simulación.

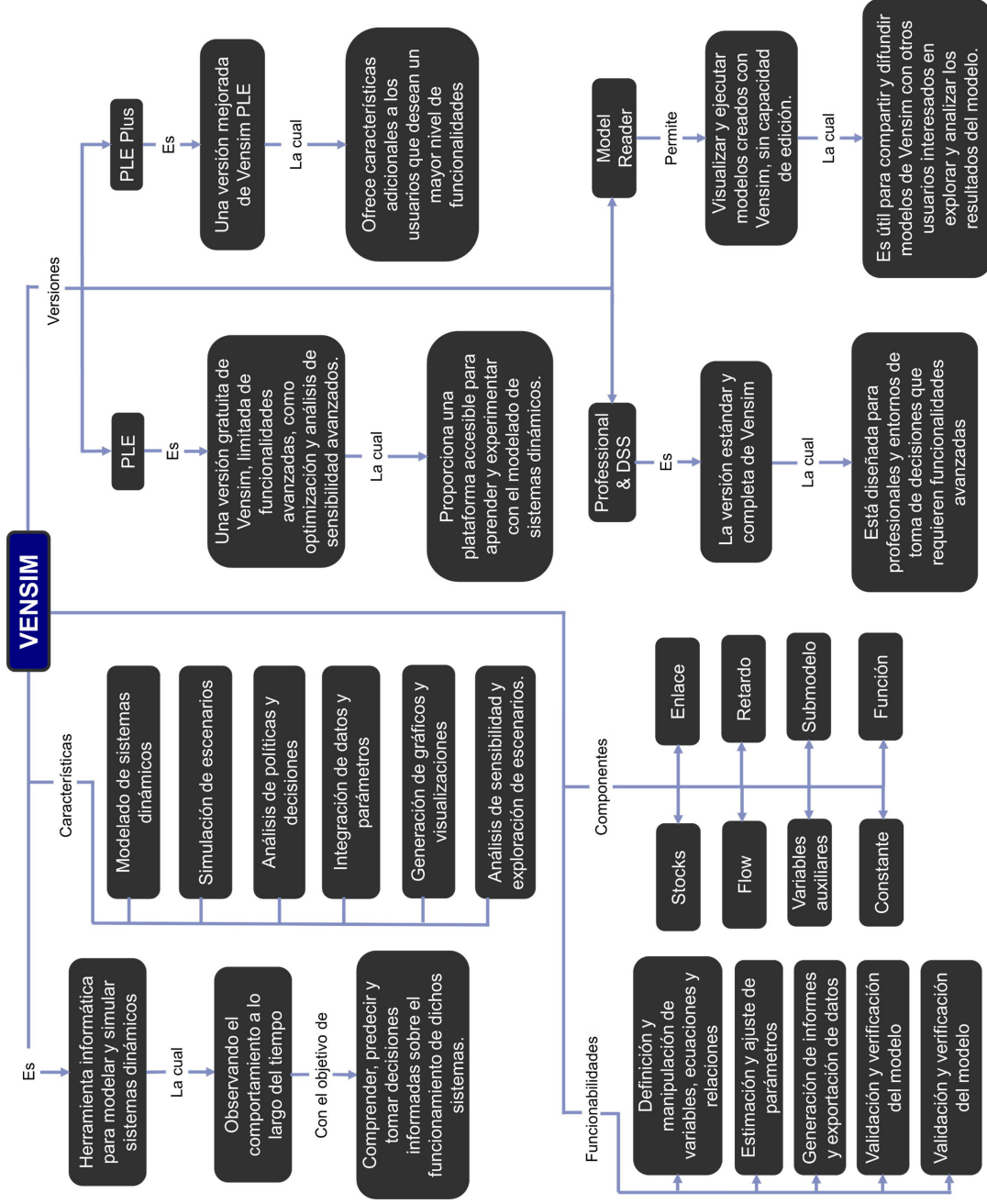
La complejidad de un sistema se caracteriza por el número de elementos y las relaciones entre ellos, y es una característica presente en todos los aspectos de la realidad, incluyendo los sistemas lingüísticos, lógicos y teóricos. Cuando una acción tiene efectos tanto a corto como a largo plazo, se dice que tiene una "complejidad dinámica", ya que afecta a sistemas y otros sistemas que no siempre son evidentes. Por lo tanto, es necesario adoptar un enfoque sistémico, cambiando nuestra forma de entender la realidad y las interrelaciones, en lugar de limitarnos a observar la causalidad lineal entre los elementos. Además, es importante comprender los procesos de cambio a lo largo del tiempo y no solo tener una comprensión estática del tiempo. La retroalimentación juega un papel crucial para comprender las tendencias relacionadas con los comportamientos, ya sea reforzándolos o compensándolos.

Es por todas estas razones que se ha creado este tutorial sobre el software Vensim. El objetivo no es solo aprender a utilizar el software, sino también adquirir la capacidad de crear y simular Modelos. La mayoría de estos Modelos están relacionados con la dinámica de sistemas, un enfoque de Modelado que complementa los métodos cuantitativos y estadísticos. En este enfoque, los parámetros se derivan directamente de bases de datos psicológicas, escritas o digitales, para construir Modelos de sistemas. Dado que se centra en la evolución de los patrones de comportamiento, no se dispone de una base de datos digital exhaustiva.

En cuanto al software Vensim, es importante destacar que lleva un tiempo significativo en el mercado, lo que ha permitido a sus desarrolladores corregir anomalías y perfeccionar detalles. El tutorial se desarrollará en el sistema operativo Windows.

Es necesario mencionar que este tutorial se distribuye de forma gratuita entre los estudiantes de la asignatura y reconoce los aportes de Ventana Systems y otros autores. Su uso está exclusivamente dirigido a fines académicos y se reconoce que esta versión requiere revisiones. Además, no se reclama autoría ni se asume ninguna responsabilidad por el contenido.

MAPA CONCEPTUAL



Tutorial de Vensim

Vensim
VENTANA

Historial de la Herramienta

Vensim es una herramienta visual de modelización que posibilita definir, documentar, simular, examinar y optimizar Modelos sistemas dinámicos. También, provee una forma sencilla y flexible de edificar Modelos de simulación, por medio de diagramas de influencias y diagramas de Forrester.

Ventana Systems, Inc. de Harvard, Massachusetts se conformó en 1985. Dicha organización estaba desarrollando Modelos de simulación a gran escala que integraban recursos comerciales y técnicos para solucionar inconvenientes de administración difíciles. Para minimizar el tiempo de desarrollo del Modelo, Ventana Systems inició a generar su propio lenguaje de simulación.



Este lenguaje, denominado Vensim, se desarrolló originalmente como una expansión de Pascal, para que los Modelos se desarrollaran en Vensim, después se tradujo a un programa Pascal para su ejecución. Acompañando a esta traducción, se desarrolló una base de datos de la composición del Modelo para ser procesada por un programa externo y después redactada en Lisp. El sistema resultante se ejecutó bajo el sistema operativo VMS de **Digital Equipment Corporation**. Los Modelos se construyeron ahora en lenguaje Vensim y se depuraron gracias a los instrumentos de composición del Modelo.

La primera versión de Vensim se lanzó en 1991 junto con la versión 3.0 de Windows. La versión 1.50 se denominó lanzamiento técnico y estaba destinada principalmente

a Modeladores expertos con cierta experiencia en el desarrollo y uso de Modelos de simulación dinámica.

La versión 1.60 de Vensim fue lanzada en 1993. Esta versión agregó una Guía del usuario a la documentación y fue diseñada para facilitar el uso de Vensim y realizar el Modelado.

En 1996 se lanzó una configuración de Vensim llamada Vensim **Personal Learning Edition**. Vensim PLE se puso a disposición sin cargo para usuarios en educación y para personas involucradas en el aprendizaje personal (no comercial) de la dinámica de sistemas.

Vensim 4, fue lanzado en noviembre de 1999. Esta versión actualizó la interfaz de usuario y se lanzó una nueva configuración llamada Vensim PLE Plus, la cual proporciona un software de simulación asequible con potentes capacidades. Así fue evolucionando a través de los años hasta llegar a la última actualización de Vensim se lanzó en abril 2023.

El lenguaje Vensim tiene diferentes aplicaciones entre ellas podemos encontrar:

- El lenguaje Vensim es utilizado para la construcción de Modelos de negocios, científicos, ambientales y sistemas sociales, utilizando la teoría de Sistemas Dinámicos.
- El programa, por su naturaleza versátil se puede utilizar de muchas formas, su función principal es crear Modelos de simulación con diagramas de influencias (Forrester)
- En la investigación se puede usar para simular una proyección de crecimiento económico, crecimiento de la población, análisis de ciertos mercados, etc.
- Este programa es muy útil para realizar simulaciones a largo plazo que matemáticamente durarían muchas horas en calcularse, el programa hace las proyecciones en segundos.

Restricciones del Tutorial

Las diferentes configuraciones de Vensim tienen pantallas de interfaz diversas, es decir, la apariencia de Vensim PLE, PLE Plus, Standard, Professional y DSS, varía. En el caso de este tutorial, se estará haciendo uso de Vensim PLE para estudiantes, versión 9.4.1.

Este tutorial será desarrollado haciendo uso del sistema operativo Windows 11, última versión por parte de Microsoft, puesto que cuenta con una interfaz moderna, y con mejoras de rendimiento y seguridad, características que nos llevaron a escogerlo.

Todas las imágenes de este tutorial fueron captadas en Vensim PLE, por lo tanto, las funciones ajenas a esta versión no serán evaluadas ni abordadas en este material. Nos centraremos exclusivamente en las características y herramientas accesibles en esta versión.

Instalación de Vensim PLE

Se mostrarán los pasos para una instalación exitosa de la herramienta Vensim PLE, en Windows 11.

Paso N°1:

Para conseguir el archivo a descargar de Vensim PLE será necesario acceder al sitio: <https://vensim.com/free-download/>

En caso de querer descargar alguna de las otras versiones deberá ingresar a la página web <https://vensim.com/download/>, en esta se desplegarán las características de las configuraciones disponibles

Current Version: 9.4.0 (released April 2023)

All Vensim configurations are available by download and can be upgraded online. New purchases of Vensim Professional and DSS are available by contacting Ventana Systems, using the order links below, or from our International distributors. Pricing for Vensim. Installation instructions.

Download Licensed software

[Download Licensed software](#)

If you have already purchased Vensim, you can download from here. Enter the registration code you were sent by email or that appears the back of your CD dust jacket. You will be offered the most current software you qualify for. You will be told if you need to upgrade or extend your maintenance to receive the newest version. If you have previously updated be sure to enter the most recent registration code you have. **Vensim Pro and DSS licenses with current maintenance now include a Ventity subscription!** [Learn more.](#)

Free Downloads

[Free Downloads](#)

Vensim PLE (Evaluation or Educational), Vensim Model Reader, Molecules

Upgrades


[Upgrades](#)

Paso N°2:

Estando en la página de descargas gratuitas, ir a la sección de

Download

Choose a Product and Platform:

Anti-spam	<input type="checkbox"/> Please tick this box
Product	<input checked="" type="radio"/> Vensim PLE <input type="radio"/> Model Reader
Platform	<input checked="" type="radio"/> Windows x64 (10/11) <input type="radio"/> Macintosh OSX (10.13+) <input type="radio"/> Windows 7/8 x32 (Vensim 8.1, later versions will not run on Windows 7/8) <input type="radio"/> Windows 7/8 x64 (Vensim 8.1, later versions will not run on Windows 7/8)
Vensim newsletter	<input checked="" type="checkbox"/> Subscribe Name <input type="text"/>  <p style="color: red; font-size: small;">PLEASE NOTE: DOWNLOAD INSTRUCTIONS WILL BE EMAILED TO YOU, YOU MUST PROVIDE A VALID EMAIL ADDRESS. BY DOWNLOADING, YOU AGREE TO BE CONTACTED AFTER DOWNLOADING TO PROVIDE ADDITIONAL RESOURCES.</p> Email address <input type="text"/> Retype email address <input type="text"/> <p style="font-size: x-small;">The Vensim newsletter is used for announcements of software updates, courses, and related information. Frequency is low – typically quarterly – and addresses are never shared.</p>

[Download software](#)

Como se podrá ver en la imagen anterior, será necesario activar el **checkbox** señalado, seleccionar el sistema operativo que coincide con su equipo y llenar los campos requeridos teniendo en cuenta



Download

Choose a Product and Platform:

Anti-spam	<input checked="" type="checkbox"/> Please tick this box
Product	<input checked="" type="radio"/> Vensim PLE <input type="radio"/> Model Reader
Platform	<input checked="" type="radio"/> Windows x64 (10/11) <input type="radio"/> Macintosh OSX (10.13+) <input type="radio"/> Windows 7/8 x32 (Vensim 8.1, later versions will not run on Windows 7/8) <input type="radio"/> Windows 7/8 x64 (Vensim 8.1, later versions will not run on Windows 7/8)
Vensim newsletter	<input checked="" type="checkbox"/> Subscribe Name <input type="text" value="Sergio López"/> PLEASE NOTE: DOWNLOAD INSTRUCTIONS WILL BE EMAILED TO YOU. YOU MUST PROVIDE A VALID EMAIL ADDRESS. BY DOWNLOADING, YOU AGREE TO BE CONTACTED AFTER DOWNLOADING TO PROVIDE ADDITIONAL RESOURCES. Email address <input type="text" value="sergio.lopez1@utp.ac.pa"/> Retype email address <input type="text" value="sergio.lopez1@utp.ac.pa"/> <small>The Vensim newsletter is used for announcements of software updates, courses, and related information. Frequency is low – typically quarterly – and addresses are never shared.</small>

[Download software](#)

Estando en la página de descargas gratuitas, ir a la sección de

Paso N°3:

Teniendo los campos requeridos, presionamos el botón de descargar software, posteriormente se nos mostrará una pantalla que nos comunica que las instrucciones de instalación serán enviadas a el correo ingresado, de ser necesarias. Además, nos señalan otras dos fuentes de información por si se llegan a tener



Thank you. Instructions on how to download Vensim have been emailed to you.

Common problems.

This system is automated. If you do not receive an email, it's probably due to one of the following reasons.

1. You entered your email address incorrectly.
2. It was delivered, but is in your spam/bulk email folder.
3. Our emails are being blocked by your servers. You will need to contact your IT administrators to fix this, we cannot help.
4. If you are using a Mac, try using a browser other than Safari.

Please also check our list of frequently asked questions (FAQ) at <https://vensim.com/faq/> for common problems. There are a number of very common issues that are all listed in the FAQ.

If you continue to have problems, please visit our support forum at <https://www.ventanasystems.co.uk/forum/> and create a post with any issues you are having. Please provide as much information as possible (operating system, browser and the software you are trying to download) and one of the team will help.

Vensim download center v1.0.

Thank you for your interest in Vensim. You may use this product only for academic activities. Any use for consulting or business purposes is a violation of the license agreement. Do not forward this email. If you know of another person who would like to get access to Vensim refer them to the web address you used to receive this email. If you graduate or otherwise stop your studies you must remove all Vensim installations.

If have any problems installing Vensim, please first check the FAQ on our website at <https://vensim.com/faq/>, most common problems have already been answered.

Support for any problems with this licence should be directed to our official support forum only at <http://www.ventanasystems.co.uk/forum>.

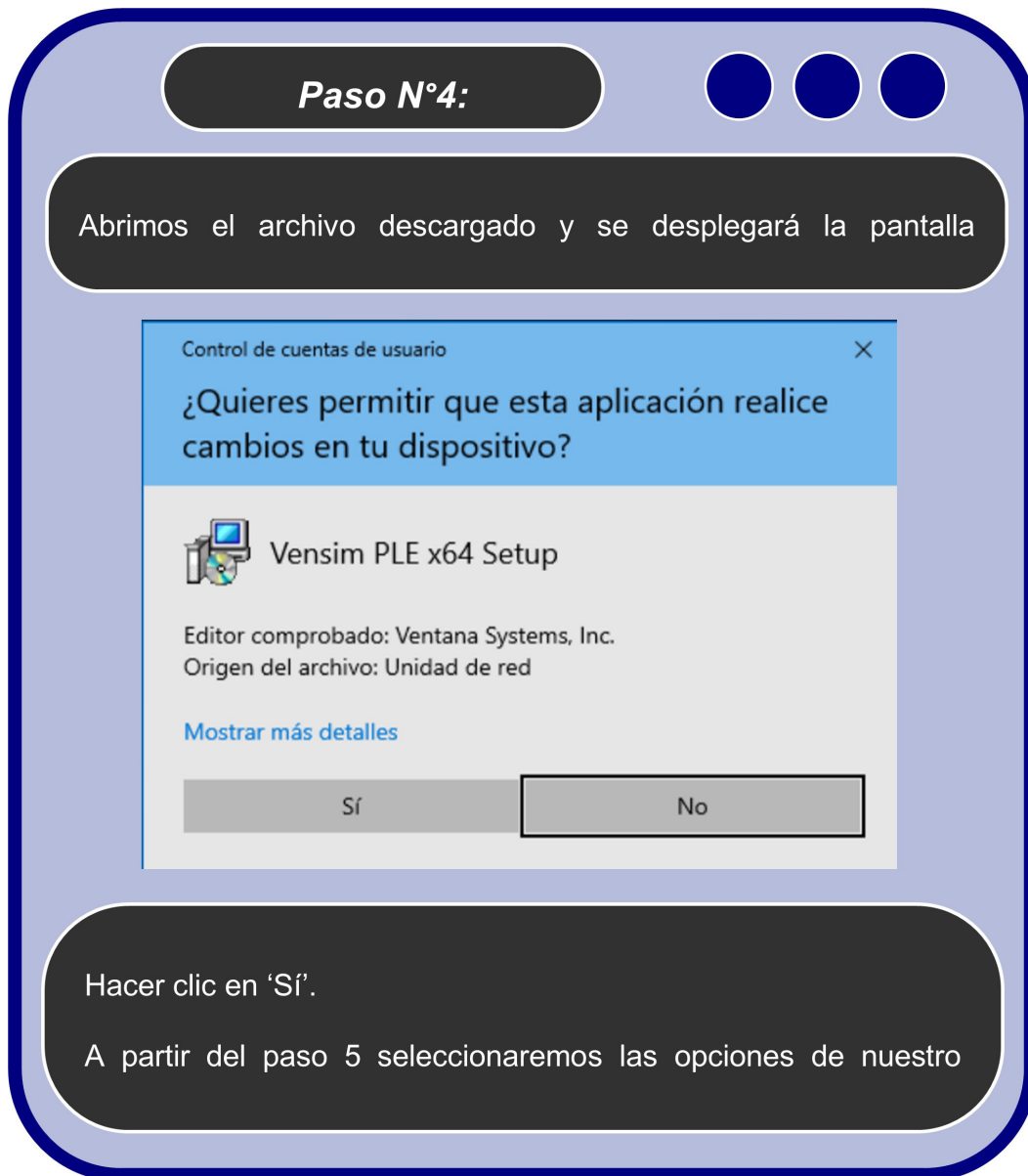
You can download the software by clicking the following link.

NOTE: If you get an error when you click the link, please copy and paste the entire link into a browser. Some email programs split the link over two lines, if this happens, it will not work.

https://www.vensim.com/php-bin/VSUK/CustomDownloads_php/FreeDownload.php?x_productid=PLE&x_startdownload=1&x_platform=WIN64&x_name=Sergio%20L%C3%a1pez&x_emailcheck=sergio.lopez1@utp.ac.pa&x_email=sergio.lopez1@utp.ac.pa&x_subscribe=1&x_antispam=1

Procedemos a ir a nuestro correo a ver las instrucciones enviadas. Notamos que nos envían un enlace de descarga, por lo

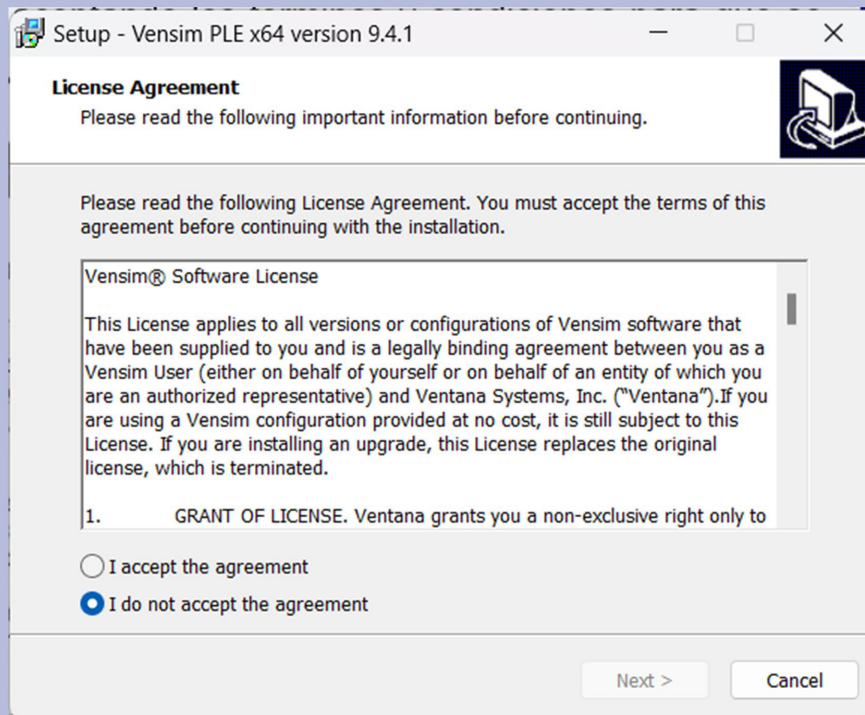




Paso N°5:

Nos aparece la primera pantalla de instalación.

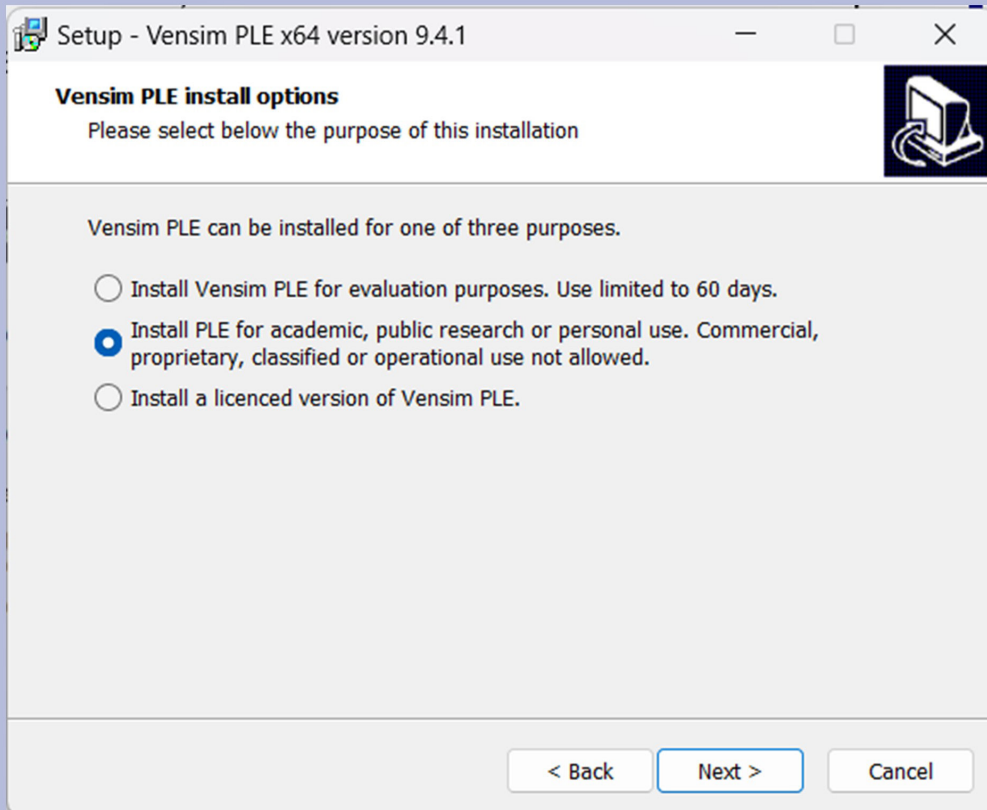
Habilitamos el **checkbox** aceptando los términos y condiciones para que se nos habilite el botón de **Next** (Siguiete). Luego



Paso N°6:

Nos aparecerá la segunda página de instalación.

Estando en la segunda pantalla de instalación, seleccionamos la opción que más nos convenga, en este caso, utilizaremos la versión académica para poder acceder al software por más de 60



Una vez hemos seleccionado que versión utilizaremos hacemos clic en **Next** (siguiente).

Paso N°7:

Se desplegará la tercera pantalla de instalación, en la que se nos solicita ingresar datos de registro, en este caso como se escogió una versión para uso académico solo necesitamos crear

Setup - Vensim PLE x64 version 9.4.1

Registration Information

Please enter your registration information below, then click Next.

Name:
Sergio López

Company:

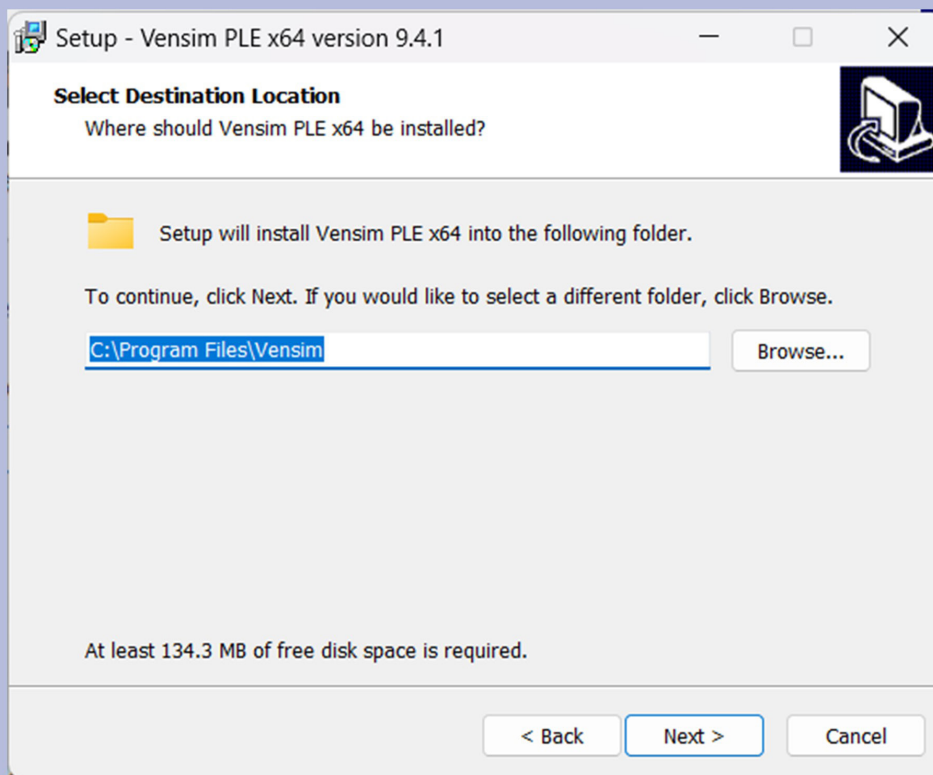
Registration/unlock code:

< Back Next > Cancel

Una vez hemos llenado los datos hacemos clic en **Next** (siguiente).

Paso N°8:

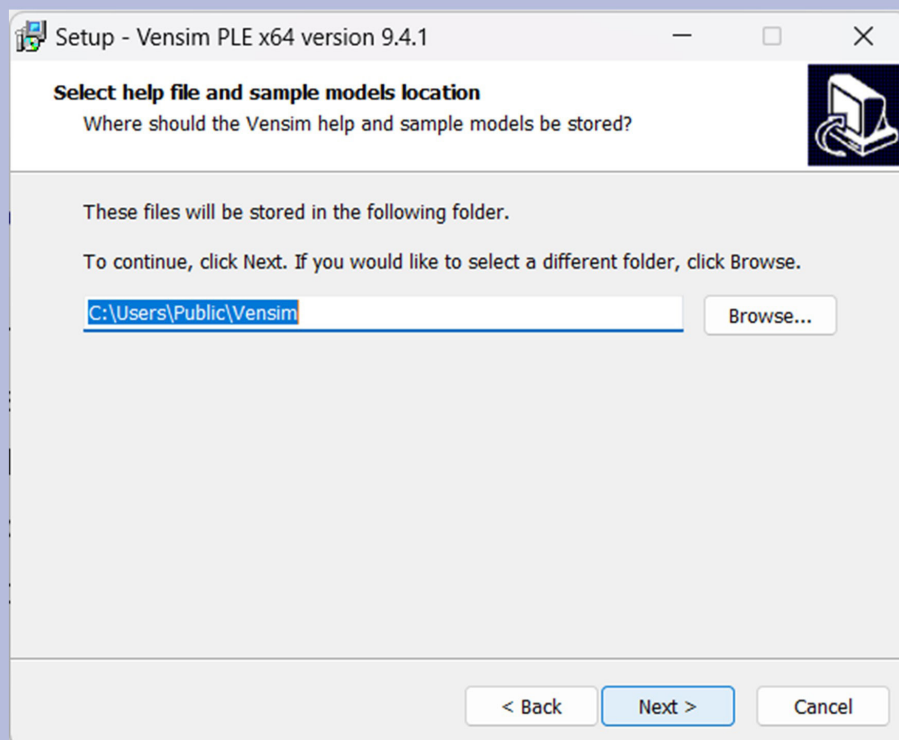
En la cuarta pantalla de instalación se nos pide seleccionar la ubicación para guardar los archivos de instalación, No es un paso obligatorio, si se desea, es posible dejar la dirección que el



Una vez hemos elegido el folder en el cual queremos que se

Paso N°9:

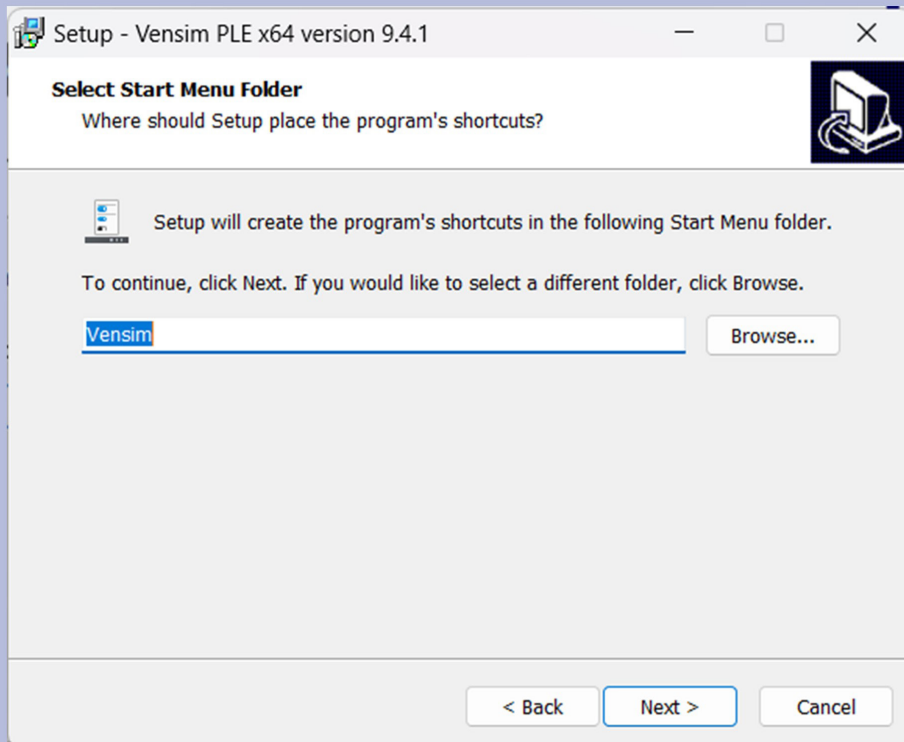
En la quinta pantalla, como también se puede ver, se nos pide escoger una carpeta, pero en este caso para el almacenamiento de los modelos a crear. Al igual que en la pantalla anterior, no es un paso obligatorio, es decir se puede dejar la dirección predeterminada, siempre y cuando sepamos



Una vez elegida la opción de su preferencia en este paso,

Paso N°10:

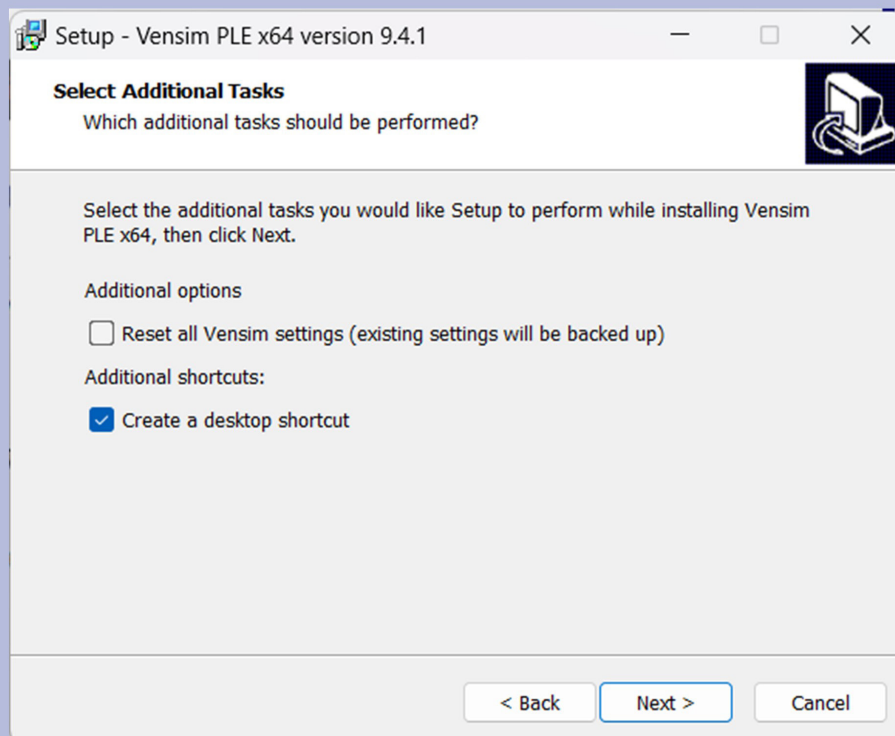
En la sexta pantalla, el programa de instalación verifica si la carpeta elegida es la que el usuario de verdad prefiere para guardar sus documentos, de ser así.



Hacer clic en **Next** para avanzar.

Paso N°11:

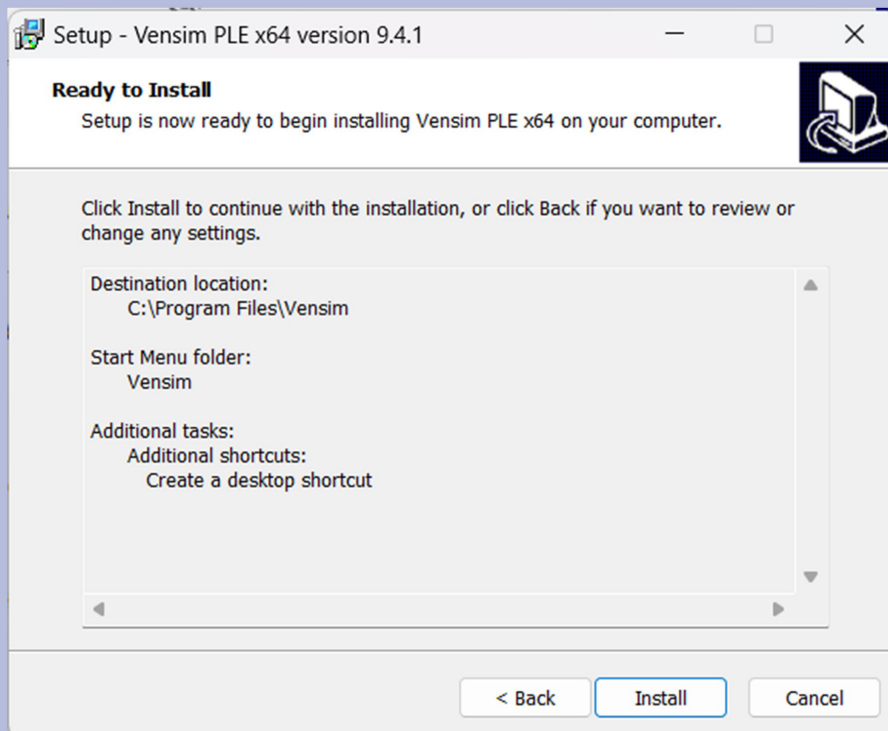
En la séptima pantalla de instalación se nos muestran las opciones para, reiniciar todas las configuraciones que trae el Vensim, haciendo una copia de seguridad de las que son por **default** y otra opción de crear un acceso directo al escritorio del programa. En este caso solo activaremos el **checkbox** en



Hacer clic en siguiente (**Next**).

Paso N°12:

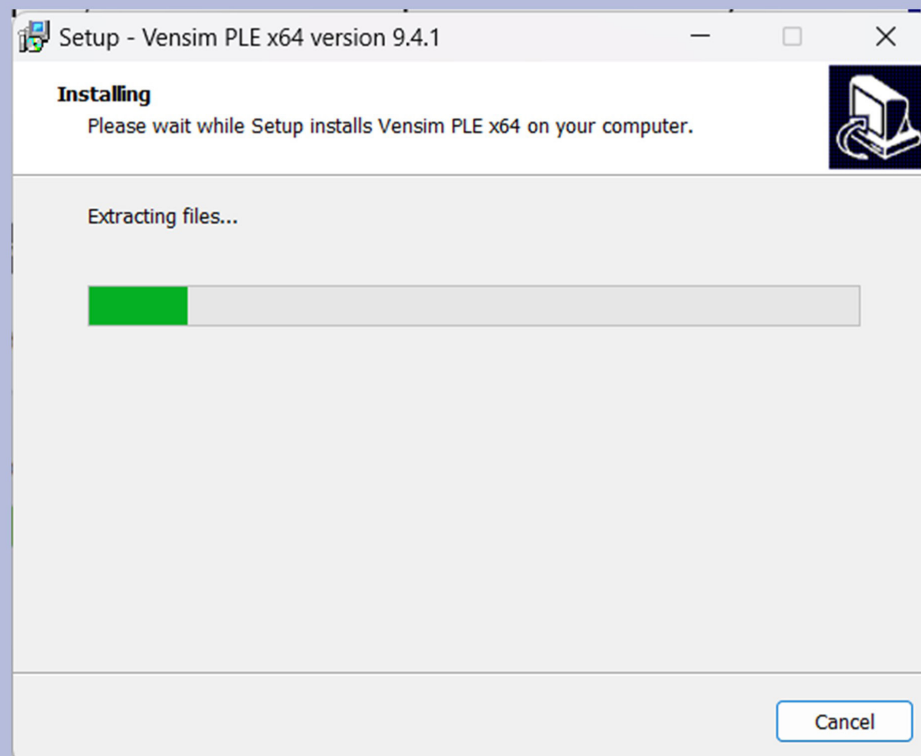
En la octava pantalla de instalación, se puede observar como el programa instalador de Vensim nos muestra un resumen de las opciones que seleccionamos durante el transcurso de la configuración de instalación. Si todas las opciones son las deseadas hacer clic en instalar (**Install**), sino hacer clic en



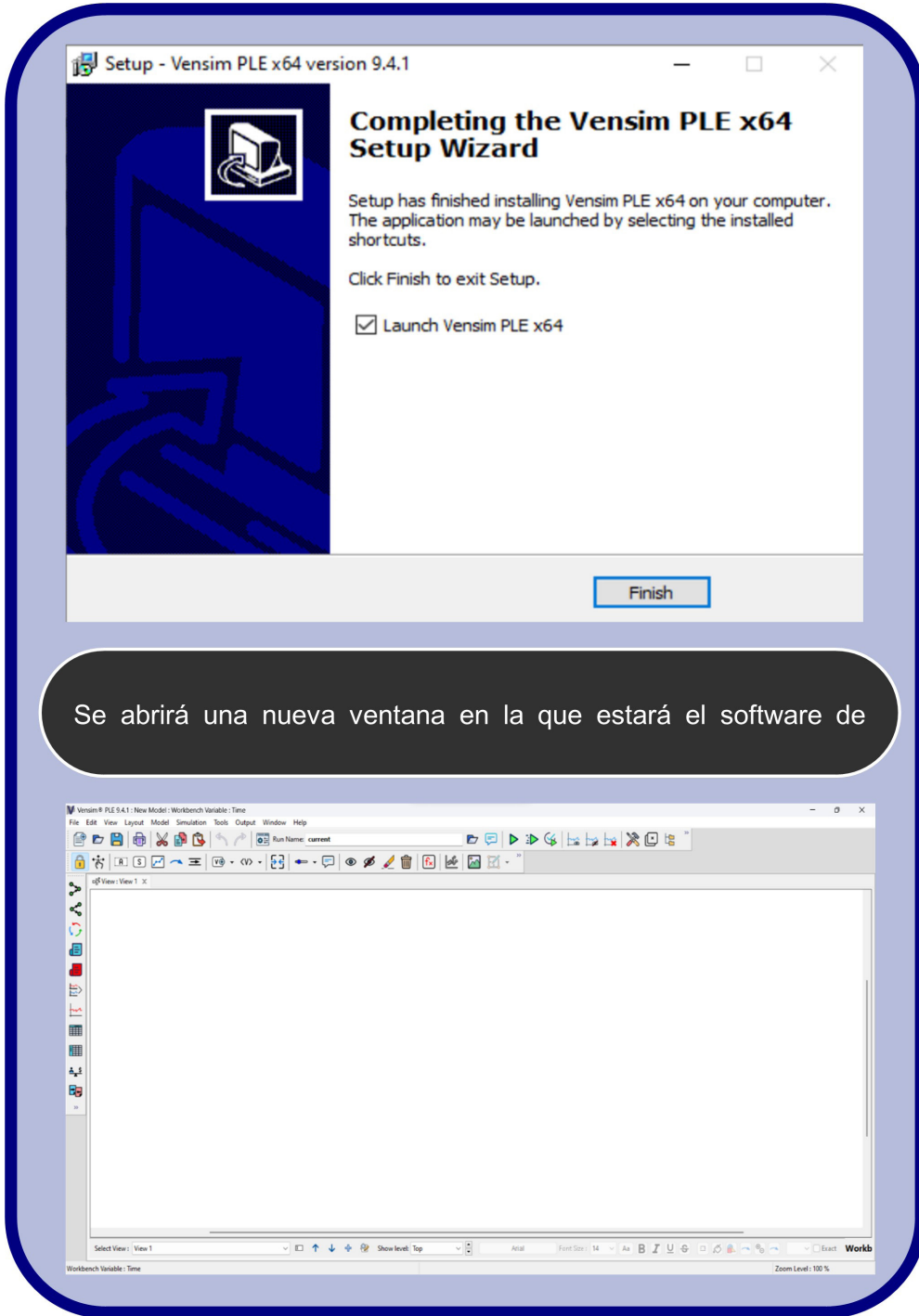
Hacer clic en instalar (**Install**).

Paso N°13:

La novena pantalla, nos muestra el proceso de instalación, en caso de que la barra verde no avance rápido, es recomendable presionar cancelar y realizar el proceso nuevamente.



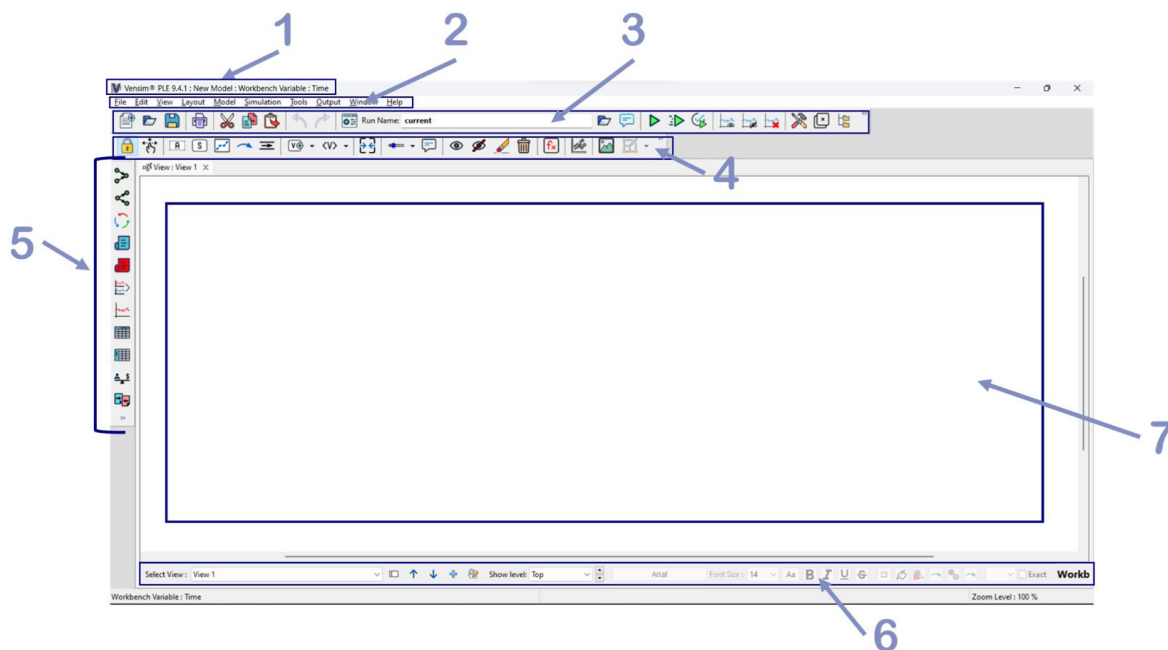
Por último, se nos muestra la pantalla de instalación completa, si desea que el programa se abra instantáneamente es necesario activar el **checkbox** de correr Vensim (**Launch Vensim**) y



Interfaz de Usuario en Vensim PLE

La interfaz de Vensim muestra una ventana con distintas secciones. La ventana principal es el Área de Trabajo, e incluye la Barra de Títulos, el Menú, la Barra de Herramientas y las Herramientas del Análisis. Cuando Vensim tiene un Modelo abierto, también aparecen las Herramientas de esquema y la Barra de estado. Serán identificadas de la siguiente manera:

1. Barra de títulos
2. Menú
3. Barra de herramientas
4. Herramientas de esquema
5. Herramientas de análisis
6. Barra de estado
7. Zona de dibujo



En la imagen anterior hemos identificado cada una de las secciones con las que cuenta Vensim. En los siguientes puntos explicaremos para que funcionen estas secciones y cuáles son las herramientas que nos ofrece.

1. Barra de títulos

Esta sección se encuentra en la parte superior de la ventana de la aplicación y desempeña varias funciones importantes:

- ***Nombre del archivo***

En la parte izquierda de la barra de títulos, se muestra el nombre del archivo actualmente abierto en Vensim. Esto te permite identificar rápidamente el archivo con el que estás trabajando.

- ***Botones de control de ventana***

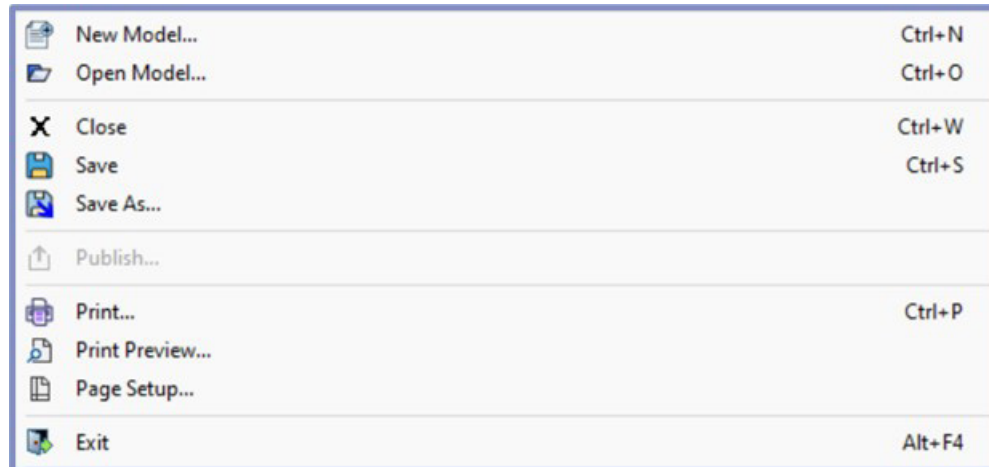
En la esquina derecha de la barra de títulos, encontrarás los botones estándar para minimizar, maximizar y cerrar la ventana de la aplicación. El botón de minimizar reduce la ventana de Vensim a un icono en la barra de tareas. El botón de maximizar expande la ventana para ocupar toda la pantalla, mientras que el botón de cerrar cierra la aplicación.

2. Menú

Esta sección se encuentra en la parte superior de la interfaz, y brinda diferentes opciones como «file», «**edit**», «**view**», «**layout**», «**Model**», «**simulation**», «**tools**», «**output**», «**window**», y «**help**».

- ***File***















Se utiliza para administrar archivos de Modelo, realizar acciones relacionadas con la gestión del archivo y controlar el flujo de trabajo general. Al oprimirlo, se mostrará la siguiente ventana:



Esta opción brinda lo siguiente:

- **New Model:** Permite crear un nuevo Modelo en blanco desde cero.
 - **Open Model:** Permite abrir un Modelo existente desde el sistema de archivos para editarlo.
 - **Close:** Cierra el Modelo actualmente abierto en Vensim PLE. Si realizaste cambios en el Modelo sin guardar, se te pedirá que los guardes antes de cerrar.
 - **Save:** Guarda los cambios realizados en el Modelo actual. Si es la primera vez que guardas el Modelo, se solicitará que se especifique un nombre y una ubicación para guardarlo en el sistema de archivos.
 - **Save As:** Permite guardar el Modelo actual con un nombre o ubicación diferente. Es útil cuando se desea crear una copia del Modelo con modificaciones sin sobrescribir en el archivo original.
 - **Publish:** Publica el Modelo en un formato específico para compartirlo con otros usuarios de Vensim.
 - **Print:** Imprime el Modelo actual o una parte seleccionada del mismo. Además, se puede ajustar las opciones de impresión, como la impresora, el tamaño del papel y los márgenes.
 - **Print Preview:** Muestra una vista previa de cómo se verá el Modelo impreso antes de imprimirlo físicamente.
 - **Page Setup:** Permite configurar las opciones de impresión, como el tamaño del papel, la orientación y los márgenes, antes de imprimir el Modelo.
 - **Exit:** Cierra Vensim PLE y sale del programa.
- **Edit**

Proporciona herramientas y comandos para realizar acciones de edición en los Modelos. Al oprimirlo, se mostrará la siguiente ventana:

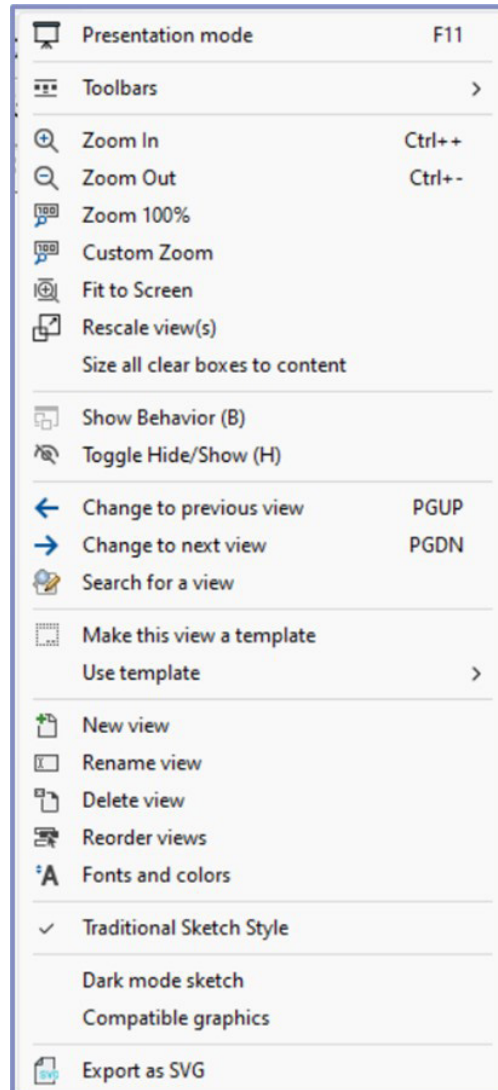
	Undo	Ctrl+Z
	Redo	Ctrl+Y
<hr/>		
	Cut	Ctrl+X
	Copy	Ctrl+C
	Paste	Ctrl+V
	Delete	Del
<hr/>		
	Hide to Depth	Ctrl+H >
	Select All	Ctrl+A
	Or Select	>
<hr/>		
	Set subscripts	
	Find/Replace Variable Names	
<hr/>		
	Find	Ctrl-F
	Find Again	F3
	Find Workbench	F4

Esta opción brinda lo siguiente:

- **Undo**: Permite deshacer la última acción realizada en el Modelo.
- **Redo**: Rehace la acción que se deshizo previamente con la opción Undo.
- **Cut**: Corta el elemento seleccionado y lo coloca en el portapapeles.
- **Copy**: Copia el elemento seleccionado y lo coloca en el portapapeles.
- **Paste**: Pega el contenido del portapapeles en la ubicación actual del Modelo.
- **Delete**: Elimina el elemento seleccionado del Modelo.
- **Hide to Depth**: Oculta los elementos seleccionados y todas sus subelementos hasta la profundidad especificada.
- **Select All**: Selecciona todos los elementos presentes en el Modelo.
- **Or Select**: Permite seleccionar elementos específicos según criterios definidos, como nombre, tipo, unidad, entre otros.
- **Set Subscripts**: Permite asignar subíndices a elementos seleccionados, lo que facilita la creación de matrices y arreglos en el Modelo.
- **Find/Replace Variable Names**: Permite buscar y reemplazar nombres de variables en el Modelo.
- **Find**: Permite buscar texto específico dentro del Modelo.
- **Find Again**: Repite la última búsqueda realizada.
- **Find Workbench**: Abre una ventana de búsqueda que te permite buscar elementos en el banco de trabajo actual.

- **View**

Permite personalizar la forma en que se visualiza el Modelo y la interfaz del software. Al oprimirlo, se mostrará la siguiente ventana:

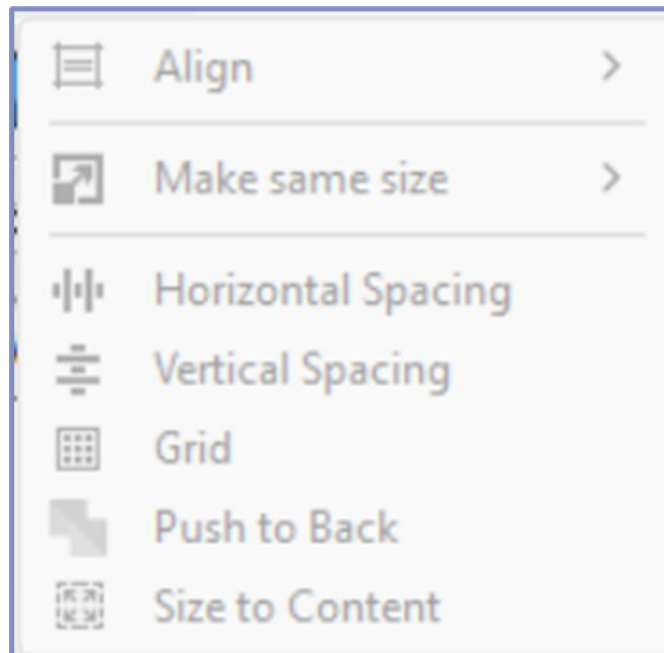


Esta opción brinda lo siguiente:

- **Presentation Mode:** Activa un modo de presentación especial que optimiza la visualización del Modelo para su presentación.
- **Toolbars:** Permite mostrar u ocultar las barras de herramientas en la interfaz de Vensim.
- **Zoom In:** Aumenta el nivel de zoom en la vista actual del Modelo.
- **Zoom Out:** Disminuye el nivel de zoom en la vista actual del Modelo.

- **Zoom 100%:** Establece el nivel de zoom en un valor predeterminado del 100%.
 - **Custom Zoom:** Permite establecer un nivel de zoom personalizado en la vista actual del Modelo.
 - **Fit to Screen:** Ajusta la vista del Modelo para que se ajuste completamente a la pantalla.
 - **Rescale View(s):** Ajusta el tamaño de la vista del Modelo para que se adapte mejor al espacio disponible.
 - **Show Behavior:** Muestra información sobre el comportamiento de los elementos del Modelo.
 - **Toggle Hide/Show:** Alterna la visibilidad de elementos ocultos o visibles en el Modelo.
 - **Change to Previous View:** Cambia a la vista anterior del Modelo.
 - **Change to Next View:** Cambia a la vista siguiente del Modelo.
 - **Search for a View:** Permite buscar una vista específica en el Modelo.
 - **Make this View a Template:** Convierte la vista actual en una plantilla reutilizable.
 - **New View:** Crea una nueva vista en el Modelo.
 - **Rename View:** Permite cambiar el nombre de una vista existente.
 - **Delete View:** Elimina una vista del Modelo.
 - **Reorder View:** Permite cambiar el orden de las vistas en el Modelo.
 - **Fonts and Colors:** Permite personalizar las fuentes y los colores utilizados en la visualización del Modelo.
 - **Traditional Sketch Style:** Aplica un estilo de dibujo tradicional a la visualización del Modelo.
 - **Dark Mode Sketch:** Aplica un estilo de dibujo en modo oscuro a la visualización del Modelo.
 - **Compatible Graphics:** Ajusta la configuración de gráficos para una mejor compatibilidad con el sistema.
 - **Export as SVG:** Exporta el Modelo en formato SVG (Scalable Vector Graphics).
-
- **Layout**

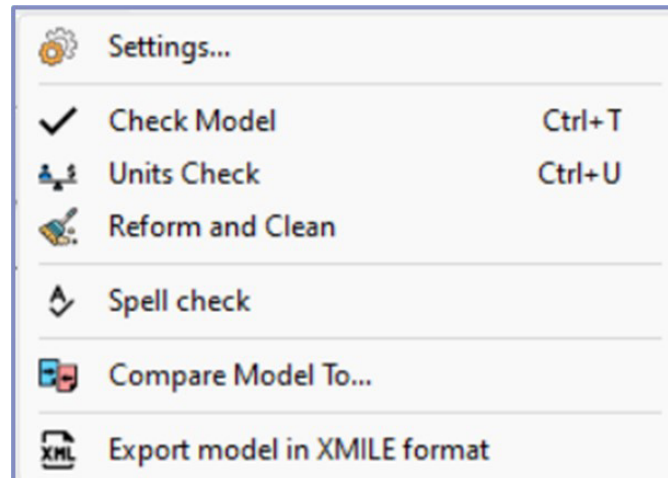
Son aquellas herramientas y funciones que permiten ajustar la apariencia y disposición de los elementos en el Modelo. Ayudando a organizar y mejorar la presentación visual del diagrama, facilitando la comprensión y el análisis del Modelo. Al oprimirlo, se mostrará la siguiente ventana:



Esta opción brinda lo siguiente:

- **Align:** Permite alinear objetos seleccionados vertical u horizontalmente para lograr una disposición ordenada en el diagrama.
 - **Make Same Size:** Permite igualar el tamaño de los objetos seleccionados, ya sea en altura o en anchura, para crear una apariencia uniforme.
 - **Horizontal Spacing:** Permite ajustar el espaciado entre objetos seleccionados en dirección horizontal para lograr una distribución equitativa.
 - **Vertical Spacing:** Permite ajustar el espaciado entre objetos seleccionados en dirección vertical para lograr una distribución equitativa.
 - **Grid:** Activa o desactiva la cuadrícula que ayuda a alinear y colocar los objetos de manera precisa en el diagrama.
 - **Push to Back:** Cambia la posición de los objetos seleccionados para enviarlos al fondo del diagrama, permitiendo que otros objetos estén por encima.
 - **Size to Content:** Ajusta automáticamente el tamaño de un objeto seleccionado para que se adapte al contenido que contiene, evitando recortes o espacios vacíos.
- **Model**

Brinda aquellas opciones relacionadas con el Modelado y la estructura de tu Modelo. Al oprimirlo, se mostrará la siguiente ventana:

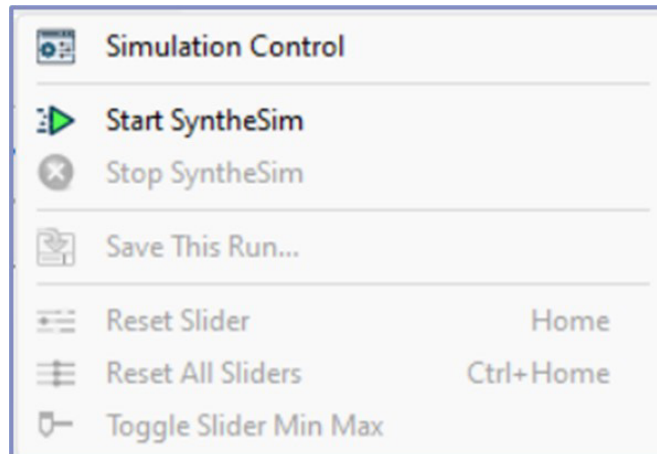


Esta opción brinda lo siguiente:

- **Settings:** Permite acceder a las configuraciones y preferencias del Modelo, donde se puede ajustar parámetros específicos relacionados con la visualización, cálculos y comportamiento del Modelo.
- **Check Model:** Realiza una verificación del Modelo en busca de posibles errores o inconsistencias en la estructura, ecuaciones y configuración.
- **Units Check:** Verifica la consistencia y coherencia de las unidades de medida en el Modelo
- **Reform and Clean:** Realiza una reorganización y limpieza del Modelo para mejorar su estructura y eficiencia. Puede reorganizar los elementos del Modelo, eliminar elementos no utilizados o redundantes, y optimizar la estructura para un mejor rendimiento.
- **Spell Check:** Realiza una verificación ortográfica en las etiquetas y nombres de las variables del Modelo.
- **Compare Model To:** Permite comparar el Modelo actual con otro Modelo existente en busca de diferencias y similitudes.
- **Export Model in XMILE Format:** Permite exportar el Modelo en el formato XMILE (eXtensible Model Interchange Language), que es un estándar de intercambio de Modelos compatibles con diferentes herramientas de simulación y análisis.

- **Simulation**

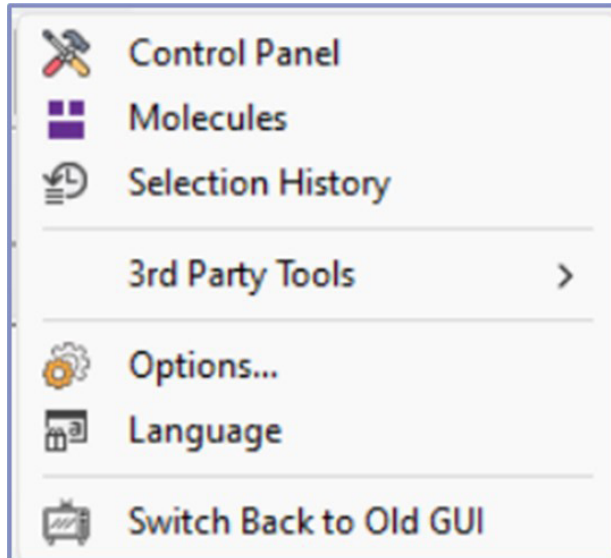
Permite realizar la simulación de los Modelos. Al oprimirlo, se mostrará la siguiente ventana: Esta opción brinda lo siguiente:



Esta opción brinda lo siguiente:

- **Simulation Control:** Permite controlar la simulación del Modelo, como iniciar, pausar, reanudar o detener la simulación en curso.
 - **Start Synthesim:** Inicia la simulación de Sensitivity Analysis (Análisis de Sensibilidad) en el Modelo, que ayuda a evaluar cómo cambian las salidas en respuesta a cambios en los valores de entrada.
 - **Stop Synthesim:** Detiene la simulación de Sensitivity Analysis en curso.
 - **Save This Run:** Guarda los resultados y configuraciones de la simulación actual.
 - **Reset Slider:** Restablece un control deslizante a su valor inicial.
 - **Reset All Sliders:** Restablece todos los controles deslizantes a sus valores iniciales.
 - **Toggle Slider Min Max:** Alterna entre mostrar u ocultar los valores mínimos y máximos en los controles deslizantes.
- **Tools**

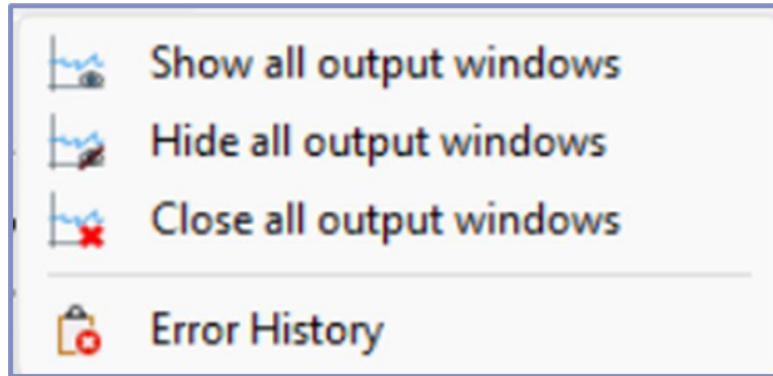
Permite acceder a funciones avanzadas y características que optimizan la experiencia de Modelado del usuario. Al oprimirlo, se mostrará la siguiente ventana:



Esta opción brinda lo siguiente:

- **Control Panel:** Permite acceder a configuraciones avanzadas y herramientas de control para ajustar y personalizar el Modelo en detalle.
 - **Molecules:** Proporciona las diferentes moléculas que pueden ser útiles para la construcción de los Modelos dinámicos, las cuales se pueden copiar al Modelo en creación.
 - **Selection History:** Mantiene un registro de las selecciones previas realizadas en el Modelo, lo que facilita la navegación y el acceso rápido a elementos específicos.
 - **Options:** Permite personalizar diversas opciones y ajustes de Vensim según las preferencias del usuario, como la fuente, el comportamiento predeterminado, etc.
 - **Language:** Permite cambiar el idioma de la interfaz de Vensim para adaptarse a las preferencias del usuario.
 - **Switch back to old GUI:** Permite volver a la interfaz anterior de Vensim en caso de que se haya activado una versión actualizada y se desee utilizar la versión anterior por algún motivo específico.
-
- **Output**

Permite configurar y analizar los resultados de la simulación, así como para generar informes y gráficos que representen los datos de salida. Al oprimirlo, se mostrará la siguiente ventana:

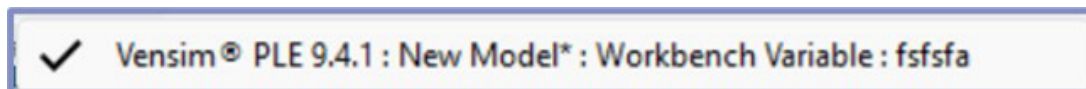


Esta opción brinda lo siguiente:

- **Show All Output Windows:** Muestra todas las ventanas de salida abiertas.
- **Hide All Output Windows:** Oculta todas las ventanas de salida abiertas.
- **Close All Output Windows:** Cierra todas las ventanas de salida abiertas.
- **Error History:** Muestra los errores ocurridos durante la simulación.

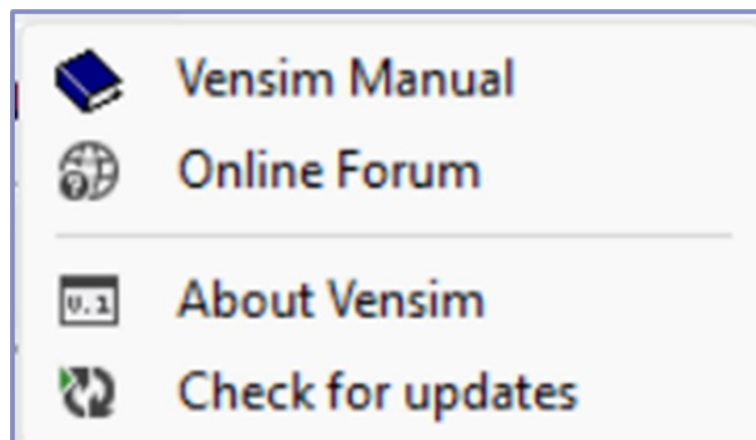
- **Windows**

Permite gestionar las ventanas abiertas en el programa. Al oprimirlo, se mostrará la siguiente ventana:



- **Help**

Proporciona acceso a recursos de ayuda y documentación para el uso del software. Al oprimirlo, se mostrará la siguiente ventana:













Esta opción brinda lo siguiente:






- **Vensim Manual:** Brinda un manual detallado que abarca conceptos, características y procedimientos de uso de Vensim.
- **Online Forum:** Permite acceder a un foro en línea donde los usuarios pueden plantear preguntas, compartir experiencias y discutir temas relacionados con Vensim.
- **About Vensim:** Muestra información acerca de la versión de Vensim instalada, como detalles sobre los desarrolladores, derechos de autor y otras notas importantes.
- **Check for Updates:** Verifica si hay actualizaciones disponibles para Vensim y descargar la última versión del software.






3. Barra de herramientas



Es una colección de iconos y accesos directos a funciones comunes que se utilizan con frecuencia. Está ubicada en la parte superior de la interfaz de usuario y proporciona un acceso rápido a diversas acciones, y ofrece las siguientes opciones:

Opción	Icono	Función
Acciones de archivo		
Create a new Model		Permite iniciar un nuevo Modelo desde cero, proporcionando un lienzo en blanco para comenzar a construir el sistema dinámico.
Open existing Model		Permite abrir un Modelo previamente guardado para continuar trabajando en él o realizar modificaciones.
Save Model		Guarda los cambios realizados en el Modelo actual, asegurando que la última versión esté almacenada para futuras referencias.
Print		Permite imprimir el Modelo o informe actual, lo que facilita la visualización y compartición física de los resultados.
Acciones de edición		
Cut selection		Recorta y elimina la selección actual para ser pegada en otro lugar o en otra aplicación.

		
Copy selection		Copia la selección actual para ser pegada en otro lugar o en otra aplicación sin eliminar la original.
Paste from clipboard		Pega contenido previamente copiado desde el portapapeles en el Modelo.
Undo		Deshace la última acción realizada, permitiendo retroceder en los cambios efectuados en el Modelo.
Redo		Rehace la última acción deshecha, restaurando cambios previamente deshechos.
Acciones de simulación		
Simulation controls		Proporciona controles para configurar y ejecutar simulaciones, como establecer

		simulaciones, como establecer condiciones iniciales y ajustar parámetros.
Choose existing simulation output file		Permite seleccionar un archivo de salida de simulación existente para su visualización o análisis adicional.
Add a comment to the run		Permite agregar comentarios descriptivos a una ejecución o simulación para facilitar la comprensión y seguimiento.
Run a single simulation		Ejecuta una única simulación del Modelo con los parámetros y condiciones establecidos.
Run a simulation on each slide challenge		Ejecuta una simulación en cada desafío o escenario de diapositivas definido en el Modelo.
Run reality checks		Ejecuta comprobaciones de realidad para verificar la

		coherencia y validez del Modelo en relación con los datos y conocimientos disponibles.
Acciones de visualización		
Show all output windows		Muestra todas las ventanas de salida, lo que permite visualizar simultáneamente los resultados de múltiples variables o indicadores.
Hide all output windows		Oculto todas las ventanas de salida para liberar espacio en la interfaz y centrarse en otras áreas de trabajo.
Close all output windows		Cierra todas las ventanas de salida abiertas, lo que puede ser útil para una mejor organización y limpieza visual.
Show control panel window		Muestra la ventana del panel de control, que proporciona controles adicionales para ajustar y monitorear variables y parámetros en tiempo real.

<p>Toggle error list</p>		<p>Muestra u oculta la lista de errores, lo que facilita la identificación y solución de posibles problemas o inconsistencias en el Modelo.</p>
<p>Show project explorer</p>		<p>Muestra el explorador de proyectos, que proporciona una vista jerárquica de los elementos y archivos del proyecto, facilitando la navegación y gestión de este.</p>

- **Ventanas (Windows)**

Existen 3 tipos de Windows en Vensim:

- Las ventanas de compilación: aquellas que se utilizan para construir nuevos Modelos o para modificar, navegar y simular Modelos existentes. En Vensim Professional y DSS varios Modelos se pueden abrir a la vez, cada uno en su propia ventana de compilación y la ventana de compilación se puede cambiar a un editor de texto para crear y editar Modelos basados en texto.
- Las ventanas de salida: las herramientas análisis de Vensim crean **Windows** de salida e incluyen gráficos, tablas y listas.
- Las ventanas de panel de control: El Control de **Windows** incluye el Panel de control, un cuadro de diálogo de tabulación utilizado para controlar la configuración interna de Vensim y el control de subíndice, utilizado para definir y seleccionar subíndices en Vensim Professional y DSS.

¿Cómo moverse entre Ventanas?

Cuando se selecciona o crea una ventana por primera vez, esa ventana se mueve a la parte superior y está activa mientras todas las demás ventanas quedan inactivas. Solo puede trabajar en la ventana activa.

Vensim provee cuatro métodos que permiten moverse entre las clases de ventana:

1. Haga clic en el botón de ventana correspondiente en la barra de herramientas.
2. Presione Ctrl + Mayús + Tabulador para recorrer las clases de ventana.
3. En el menú **Windows**, seleccionar Crear avance emergente, Avance de salida emergente, Panel de control o Control de subíndice.
4. Utilice el ratón y haga clic en la ventana adecuada (esto solo funciona si la ventana está visible). El último método funciona particularmente bien para la ventana de compilación, que es la más grande y no suele cubrirse cuando otras ventanas están activas.

Moverse entre ventanas del mismo tipo

Es posible que en cierto momento haya varias ventanas de salida abiertas y, en las configuraciones más avanzadas, se abren varias ventanas de compilación. Cuatro métodos le permiten recorrer las ventanas abiertas dentro de una clase:

1. Haga clic repetidamente en el botón de clase de ventana.
2. Presione Ctrl + Tabulador.
3. En el menú Windows, Seleccione Lista de ventana de salida para las ventanas de salida o haga clic en la ventana de compilación deseada que se muestra en la parte inferior del menú de Windows.
4. Utilice el ratón y haga clic en la ventana adecuada (esto solo funciona si la ventana está visible).

¿Cómo crear Ventanas (Windows)?

Las ventanas de compilación se utilizan para crear Modelos en Vensim. De forma predeterminada, se abren con las herramientas de croquis para croquizar la estructura del Modelo y para escribir ecuaciones. La barra de estado proporciona botones para modificar el croquis. Excepto en los Modelos PLE se pueden construir a partir de varios croquis o vistas de croquis diferentes. Cada vista de croquis muestra una parte del Modelo, al igual que cada página de un libro cuenta parte de una historia. En Vensim Professional y DSS, la ventana de compilación se puede cambiar a un Editor de texto para crear y editar Modelos basados en texto. A continuación, la barra de estado cambia a una versión de edición de texto.






Salida de Windows


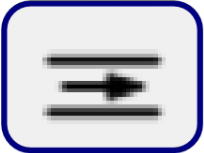



Salida Windows se generan haciendo clic en una herramienta de análisis. Las herramientas análisis recopilan información del Modelo y muestran la información






de una ventana como diagrama, gráfico o texto, en función de la herramienta en particular. Docenas de estas ventanas se pueden abrir simultáneamente, y una ventana en particular se puede cerrar individualmente haciendo clic en el botón Cerrar en la esquina superior izquierda o superior derecha, o todas las ventanas se pueden cerrar a la vez utilizando el elemento de menú **Windows>Close All Output**.

4. Herramientas de esquema

Son un conjunto de funciones que te permiten dibujar y diseñar diagramas de flujo, diagramas causales y otras representaciones gráficas dentro del entorno de Modelado. Ofrece las siguientes opciones:

Opción	Icono	Función
Herramientas de selección y navegación		
LoOK tool		El Modelo está bloqueado. Permite seleccionar los objetos, y la variable workbench , pero no se pueden mover.
Move tool		Permite mover elementos del Modelo en el espacio de trabajo.
Herramientas de creación de elementos		
Variable tool		Permite crear variables (constantes, auxiliares, etc.), y agregarlas al Modelo
Stock tool		Permite crear variables con forma de caja (usadas para Niveles, también conocidas como Acciones o Variables de Estado).
LoOKup tool		Permite crear variables tipo tabla de búsqueda al Modelo.


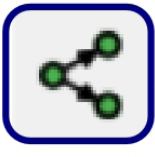

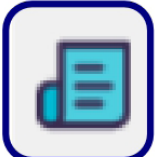
<p>Arrow tool</p>		<p>Permite crear flechas rectas o curvas, que representen flujos en el Modelo.</p>
<p>Flow tool</p>		<p>Crea tasas (también conocidas como flujos) que consisten en flechas perpendiculares variables, una válvula y, si es necesario, fuentes y sumideros (nubes).</p>
<p>Existing variable tool</p>		<p>Agrega una variable de un Modelo existente y las causas de esa variable a la vista de croquis.</p>
<p>Shadow variable tool</p>		<p>Agrega una variable de un Modelo existente a la vista de croquis como una variable de sombra (sin agregar sus causas).</p>
<p>Merge tool</p>		<p>Fusiona dos variables en una sola, también niveles en nubes existentes, flechas en una variable para dividir una flecha y realiza otras operaciones.</p>




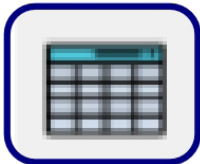
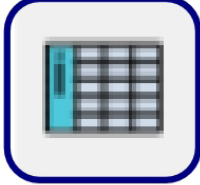
Herramientas de control y manipulación		
Control		Permite agregar elementos de control, como retrasos y retroalimentación, al Modelo.
Comment tool		Permite agregar comentarios o notas en el Modelo para facilitar la comprensión.
Unhide tool		Muestra las variables que no estaban visibles en la vista del croquis.
Hide tool		Permite ocultar elementos del Modelo.
Erase from view		Permite borrar elementos del Modelo del espacio de trabajo.



<p>Delete tool</p>		<p>Permite eliminar la estructura, variables en el Modelo, e incluso comentarios en el área de trabajo.</p>
<p>Herramientas de definición y configuración</p>		
<p>Equation tool</p>		<p>Permite agregar y editar las ecuaciones de las variables del Modelo.</p>
<p>Reference modes</p>		<p>Permite dibujar y editar los modos de referencia de las variables.</p>
<p>Herramientas de apariencia y diseño</p>		
<p>Appearance</p>		<p>Permite ajustar la apariencia visual de los elementos del Modelo.</p>
<p>Layout</p>		<p>Permite organizar automáticamente los elementos del Modelo en un diseño ordenado. Alinea y dimensiona objetos en el croquis.</p>

5. Herramientas de análisis

Las herramientas de análisis son funcionalidades adicionales que permiten explorar y comprender mejor los Modelos. Estas herramientas se utilizan para realizar cálculos, realizar simulaciones específicas, obtener métricas y visualizar resultados. Ofrece las siguientes opciones:

Opción	Icono	Función
Causes Tree		Crea una representación gráfica de tipo árbol que muestra las causas de la variable Workbench . Permite visualizar de manera estructurada las variables y relaciones que contribuyen directa o indirectamente a la variable de interés.
Uses tree		Crea una representación gráfica en forma de árbol que muestra los usos de una variable en el Modelo. Permite identificar qué otras variables dependen directa o indirectamente de la variable seleccionada.
Loops		Muestra una lista de todos los bucles de retroalimentación que involucran a la variable de interés. Proporciona información sobre las relaciones circulares en el Modelo, lo que es útil para comprender las interacciones complejas entre las variables.
Document		Permite revisar las ecuaciones, definiciones, unidades de medida y valores seleccionados asociados a la variable seleccionada. Facilita la comprensión detallada de cómo se calcula y se utiliza la variable en el Modelo.

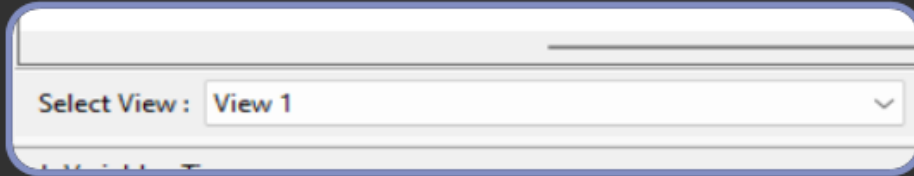
<p>Document All</p>		<p>Genera documentación completa del Modelo, incluyendo todas las variables, relaciones y detalles de configuración.</p>
<p>Causes strip</p>		<p>Muestra gráficos simples en una tira, resaltando las causas directas de la variable seleccionada.</p>
<p>Graph</p>		<p>Muestra el comportamiento de la variable en un gráfico más amplio que el Strip Graph y ofrece diferentes opciones de salida. Permite analizar y visualizar en detalle cómo cambia la variable a lo largo del tiempo o en función de otras variables del Modelo.</p>
<p>Table</p>		<p>Genera una tabla de valores para la variable seleccionada. Proporciona una visión estructurada y organizada de los valores numéricos asociados a la variable en diferentes momentos o condiciones del Modelo.</p>
<p>Table time down</p>		<p>Muestra una tabla con el tiempo dispuesto en orden descendente. Permite examinar cómo varían los valores de la variable a medida que avanza el tiempo.</p>

<p>Units check</p>		<p>Proporciona una forma adicional de acceder a la función de verificación de unidades en el Modelo. Permite identificar y corregir posibles errores en la especificación de las unidades de medida utilizadas en las variables y ecuaciones del Modelo.</p>
<p>Runs compare</p>		<p>Permite comparar los valores de variables, loOKups (consultas) y constantes entre dos conjuntos de datos cargados en el Modelo. Ayuda a identificar diferencias y contrastar los resultados de diferentes ejecuciones o escenarios.</p>

6. Barra de estado

La barra de estado se encuentra en la parte inferior de la ventana principal de la aplicación. Proporciona información importante sobre el estado de la simulación y las acciones que se están llevando a cabo. Entre los elementos que se encuentran en esta barra son:

Select view: Permite seleccionar una vista específica del modelo para su visualización y edición.



Rename View: Permite cambiar el nombre de una vista existente en el modelo.



Change to the Previous View: Permite cambiar a la vista anterior en el historial de vistas.



Change to the Next View: Permite cambiar a la siguiente vista en el historial de vistas.



Add View: Permite agregar una nueva vista al modelo.



Search: Proporciona una función de búsqueda para buscar elementos específicos dentro del modelo, como variables o ecuaciones.



Show Level: Permite ajustar el nivel de detalle de la vista actual, mostrando más o menos información en el diagrama.

Show level: Top

Opciones de personalización de texto

Para activar estas opciones debe haber tener seleccionada una variable. Los cambios posibles en ella son los siguientes:

- Tipo de letra: cambia la fuente del texto.

Courier

- Tamaño de la fuente: cambia el tamaño del texto.

Font Size: 12

- Negrita: coloca el texto en negrita.

B

- Cursiva: coloca el texto en cursiva.

I

- Subrayado: subraya el texto.

U

- Tachado: tacha el texto.

~~S~~

- Color de la fuente: cambia el color de la fuente.

Aa

- **Relleno de la forma:** rellena la forma de la variable de un color seleccionado.



- **Forma:** permite cambiar la forma de una variable en el diagrama.



Opciones de personalización de flechas

Para poder utilizar estas opciones deberá haber seleccionado una flecha. Las opciones posibles son las siguientes:

- **Arrow style:** permite cambiar el estilo de la flecha.



- **Polarity:** permite cambiar la polaridad de una relación.



- **Arrow color:** permite cambiar el color de la flecha seleccionada.



7. Zona de dibujo

La zona de dibujo en Vensim es el lienzo interactivo donde los usuarios pueden crear y editar visualmente sus Modelos de simulación. En esta área, pueden arrastrar y soltar elementos gráficos, como variables, **stocks**, flujos y relaciones, para construir la estructura y la lógica de su Modelo.

Los usuarios pueden ajustar el tamaño y la posición de los elementos en la zona de dibujo para organizar su Modelo de manera clara y comprensible. Además, pueden conectar las variables con flechas para indicar las influencias y los flujos de información entre ellas.

La zona de dibujo ofrece diversas herramientas de diseño y edición, como opciones para cambiar la apariencia de los elementos, ajustar los tamaños de las flechas, cambiar los colores y personalizar el estilo visual del Modelo.

Además, la zona de dibujo permite a los usuarios realizar acciones como seleccionar, mover, redimensionar y eliminar elementos de manera intuitiva. También pueden realizar operaciones de zoom para acercarse o alejarse del Modelo y trabajar en detalle.

Etapas de Resolución de un Problema en Vensim PLE

Teniendo en cuenta lo aprendido anteriormente, referente a las herramientas para el Modelado, evaluación y simulación, podremos ver cómo solucionar un problema desde 0 utilizando Vensim.

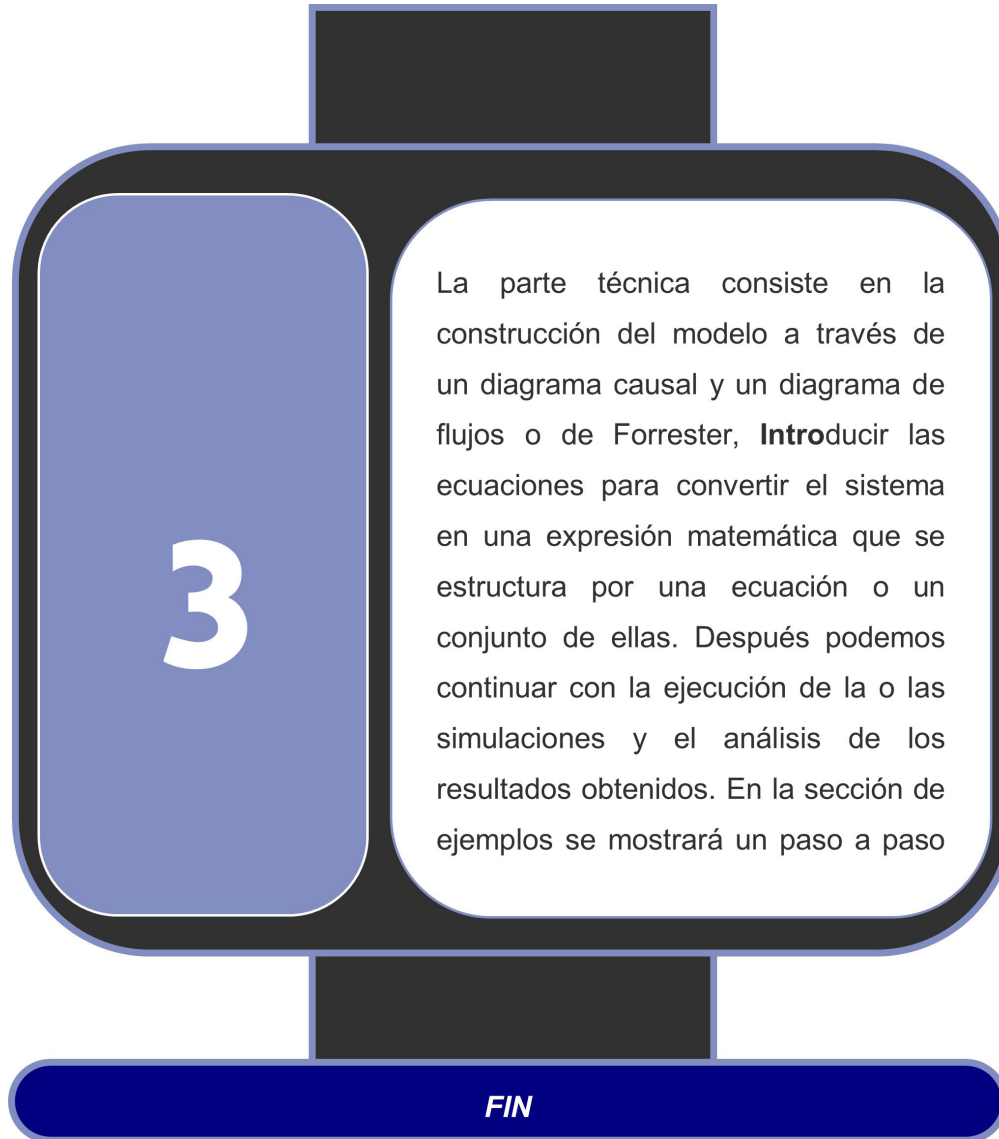
INICIO

1

Como es de esperarse en la dinámica de sistemas, lo primero que debemos hacer es identificar el problema con claridad y observar los objetivos de su resolución.

2

Luego de tener claro eso, es necesario localizar las soluciones para luego continuar con la parte técnica del proceso (La que vemos en este tutorial).



Normas en Vensim PLE

- **Al poner los nombres**

Los esquemas que representan el Modelo tienen que ser mostrados con claridad para facilitar la creación, la exploración, y la presentación.

Los niveles se escriben con mayúscula, ejemplificando: Población. Los flujos, las variables auxiliares, las constantes, las tablas de datos, y otros tipos de variables se escriben en minúsculas; por ejemplo: años.

- **Al construir el Modelo**

Los niveles se escriben utilizando el ícono **Box Variable**. Una vez que se utiliza este ícono, la variable es determinada como variable de nivel. Una vez que se abre el editor de la ecuación se verá que las variables dibujadas con el ícono se encuentran definidas como niveles (**Type: Level**).

Se puede modificar el tipo en el editor de la Ecuación, o redactar variables sin que sean niveles, pero esto puede provocar la confusión y no es aconsejable excepto si existen un fin predeterminado.

Los flujos se dibujan principalmente con el ícono de **Rate** (Flujo). Por omisión los flujos son añadidos con un nombre y una flecha para indicar un flujo en una cierta dirección.

Se puede dejar un flujo sin nombre pulsando la tecla Esc una vez que el aparece la caja del editor del flujo. Se puede añadir una flecha al otro extremo del flujo Presionando con el botón derecho del ratón en el diminuto círculo de la tubería del flujo (con el instrumento del **Move/Size** (Mueve/Tamaño) activado) y marcar en el menú la alternativa **Arrowhead** (flecha con cabeza) para indicar un flujo de 2 direcciones.

La existencia o la falta de una flecha en un flujo no posee impacto en la ecuación de aquel flujo en un Modelo de simulación. La ecuación de un flujo puede permitir reducir un nivel, aun cuando una sola flecha sugiere en el dibujo que el flujo hace se incrementa el nivel. Es la ecuación la que establece como se comporta el flujo.

Las Constantes, Auxiliares (tablas, y otras variables) se agregan principalmente con el ícono Variable como palabras en una caja transparente o con la manera Ninguno.

Varias reglas para el dibujo de las variables Auxiliares y las Constantes les proporcionan una forma del Círculo (generalmente con el nombre debajo), sin embargo, esto complica el esquema sin incrementar la información transmitida. Conceder maneras diferentes para cada tipo variable se incrementa la información transmitida, sin embargo, no existe ni una regla mundial para eso y es adecuado evadir que el aspecto visual sea complejo.

Diagramas de Ciclo Causal en Vensim PLE (DCC)

Los diagramas de ciclo causal en Vensim PLE (DCC) son una herramienta poderosa para visualizar y comprender las estructuras causales en un sistema. Estos diagramas

se basan en la interpretación causal de las flechas, donde una flecha que va de A hasta B indica que A causa B. Estos diagramas son útiles tanto para conceptualizar como para comunicar las relaciones y las influencias entre variables. Estos diagramas son especialmente eficaces para identificar realimentaciones positivas y negativas, así como los mecanismos de retroalimentación que pueden conducir a comportamientos complejos en un sistema.

Aunque los diagramas de ciclo causal se pueden utilizar de forma independiente sin crear un Modelo de simulación completo, se recomienda integrarlos en el proceso de Modelado. Estos diagramas proporcionan una representación visual clara de las interconexiones y dependencias entre las variables, lo que facilita la identificación de las variables clave y las relaciones críticas.

Es importante tener en cuenta que los diagramas de ciclo causal no representan las acumulaciones en un sistema, ya que se enfocan en mostrar las relaciones causales entre variables y no consideran las cantidades o cambios en esas variables a lo largo del tiempo. Estos diagramas se utilizan para capturar las interacciones y conexiones conceptuales en un sistema, mientras que los Modelos de simulación, que incorporan las acumulaciones, permiten analizar el comportamiento dinámico y cuantificar los cambios en las variables.

Entre las características de los diagramas de ciclo causal en Vensim PLE, se encuentran:

- Permiten visualizar de manera clara y concisa las relaciones causales entre variables en un sistema.
- Buscan comunicar y compartir de forma visual las estructuras causales y las interconexiones en un sistema.
- Permiten identificar los puntos de intervención estratégicos en un sistema. Al comprender las relaciones causales entre variables, es posible identificar las variables clave en las que se pueden realizar cambios para lograr efectos deseados en todo el sistema.
- Ofrecen flexibilidad en el diseño, permitiéndote ajustar el tamaño y la posición de los elementos gráficos para crear una representación visual personalizada.
- Utilizan flechas unidireccionales para representar las relaciones causales, lo que ayuda a visualizar claramente la dirección de la influencia entre las variables.
- Ayudan a detectar comportamientos no intuitivos en un sistema. Al visualizar las relaciones causales, es posible identificar bucles de retroalimentación y efectos acumulativos que pueden llevar a resultados inesperados o no deseados.

Aspectos negativos de los diagramas de ciclo causal en Vensim PLE:

- Los diagramas de ciclos causales no proporcionan información cuantitativa sobre las magnitudes de los efectos o el comportamiento dinámico de las variables a lo largo del tiempo.
- Al ser una representación simplificada de un sistema complejo, puede omitir detalles y matices importantes.
- La interpretación de los diagramas de ciclos causales puede variar según la perspectiva y el conocimiento del analista.

Modelado y Simulación en Vensim PLE

El Modelado es el proceso de crear una representación simplificada de un sistema real mediante ecuaciones, relaciones y supuestos. En Vensim PLE, implica identificar las variables relevantes, establecer relaciones y definir reglas que gobiernen su comportamiento. El Modelo resultante es una representación abstracta y matemática del sistema, capturando sus características clave y procesos principales. Requiere tomar decisiones sobre qué aspectos se incluirán y cómo se representarán, buscando un equilibrio entre precisión y simplicidad.

La simulación, por otro lado, implica ejecutar el Modelo en Vensim PLE para observar y analizar su comportamiento dinámico a lo largo del tiempo. Se Introducen valores iniciales y se especifica la duración y el intervalo de tiempo de la simulación. Utilizando métodos numéricos, Vensim PLE calcula y predice la evolución e interrelación de las variables a lo largo del tiempo. La simulación permite explorar diferentes escenarios, probar hipótesis y evaluar el impacto de cambios en las variables de entrada sobre las variables de salida. Proporciona una comprensión más profunda del sistema Modelado, identificando patrones, tendencias y comportamientos emergentes, y facilitando la toma de decisiones basadas en evidencia.

El Modelado y la simulación en Vensim PLE son fundamentales para comprender sistemas complejos, predecir su comportamiento, evaluar estrategias, reducir costos y comunicar de manera efectiva. Estas herramientas permiten analizar interacciones, realizar pronósticos, tomar decisiones informadas y evitar riesgos costosos. Proporcionan una base sólida para comprender y optimizar el funcionamiento de sistemas diversos, impulsando la toma de decisiones fundamentada en datos y mejorando la capacidad de comunicar resultados de manera accesible y comprensible.

La página de ayuda de Vensim nos dice que existen unos pasos a seguir para el Modelado. A continuación, los pasos a seguir.

1. Construir un Modelo o abrir un Modelo existente.
2. Examinar la estructura utilizando las herramientas de análisis estructural (diagramas de árbol).
3. Simular el Modelo moviéndose alrededor de los parámetros del Modelo para ver cómo responde.
4. Examinar el comportamiento con más detalle mediante las herramientas de análisis del conjunto de datos (gráficos y tablas).
5. Realizar experimentos de simulación controlados y refinar el Modelo.
6. Presentar el Modelo y su comportamiento a su audiencia utilizando los resultados, análisis de la herramienta de salida de gráficos y tablas del cliente.

Si bien, los pasos anteriormente mencionados dan una vista básica de lo que es el Modelado y simulación, a continuación, se estarán mostrando pasos más específicos para seguir, además, acompañarlos de valores orientados a un Modelo sencillo de población que sirvan como ejemplo, y así clarificar los conceptos.

Modelado

1. Definición del sistema
 - Identifica el sistema que deseas Modelar y comprende su propósito y contexto.
 - Define claramente los objetivos del Modelo y qué aspectos específicos del sistema quieres representar.
 - *Ejemplo: Modelado del crecimiento poblacional de una ciudad.*
2. Identificación de variables
 - Enumera las variables clave del sistema y su relevancia en el contexto del Modelo.
 - Define las unidades de medida para cada variable y determina si son variables de flujo o de stock.
 - *Ejemplo: Población, tasa de natalidad, tasa de mortalidad.*
3. Establecimiento de relaciones causales
 - Identifica las relaciones de causa y efecto entre las variables.
 - Determina qué variables afectan directa o indirectamente a otras variables y cómo se propagan las influencias.
 - *Ejemplo: La tasa de natalidad afecta positivamente a la población, mientras que la tasa de mortalidad tiene un efecto negativo.*
4. Diseño del diagrama causal
 - Utiliza herramientas gráficas, como diagramas de ciclo causal, para representar visualmente las relaciones entre variables.
 - Organiza las variables y las conexiones de manera lógica y comprensible.
 - *Ejemplo: Diagrama que muestra la relación entre las variables: tasa de natalidad → población y tasa de mortalidad → población.*

5. Formulación de ecuaciones

- Asocia ecuaciones a cada variable para describir cómo cambian en función de otras variables y factores externos.
- Utiliza lenguaje matemático y operadores adecuados para expresar las relaciones entre las variables.
- *Ejemplo: Población = Población inicial + (Tasa de natalidad - Tasa de mortalidad) * Población inicial.*

6. Verificación y validación del Modelo

- Verifica que las ecuaciones y las relaciones estén correctamente formuladas y sean coherentes con el comportamiento esperado del sistema.
- Valida el Modelo comparando los resultados de simulaciones con datos reales o conocimientos expertos.
- *Ejemplo: Comprobar si el Modelo produce resultados razonables y coherentes con los datos históricos de crecimiento poblacional.*

Simulación

1. Definición de escenarios

- Establece los valores iniciales de las variables y las condiciones iniciales del sistema para cada escenario de simulación.
- Considera diferentes valores para las variables de entrada y las condiciones ambientales para explorar distintas situaciones.
- *Ejemplo: Simular el crecimiento poblacional bajo diferentes tasas de natalidad y mortalidad.*

2. Configuración de la simulación

- Define la duración de la simulación y los intervalos de tiempo en los que se registrarán los resultados.
- Configura los métodos de integración numérica y las opciones de precisión para la simulación.
- *Ejemplo: Establecer una duración de simulación de 10 años con intervalos de tiempo de 1 año.*

3. Ejecución de la simulación

- Inicia la simulación y permite que Vensim PLE calcule los valores de las variables en cada punto de tiempo.
- Observa el progreso de la simulación y verifica que se esté ejecutando correctamente sin errores.
- *Ejemplo: Iniciar la simulación y observar cómo cambia la población año tras año.*

4. Análisis de resultados

- Analiza los resultados de la simulación utilizando gráficos y tablas generados por Vensim PLE.

- Examina las tendencias, los patrones y las relaciones entre las variables a lo largo del tiempo.
 - Identifica los momentos clave en los que ocurren cambios significativos en las variables y las interacciones entre ellas.
 - *Ejemplo: Observar los gráficos de la población a lo largo del tiempo y analizar las tendencias de crecimiento.*
5. Interpretación y toma de decisiones
- Interpreta los resultados de la simulación y utiliza la información para tomar decisiones informadas.
 - Evalúa el impacto de diferentes escenarios y estrategias en el comportamiento del sistema.
 - Ajusta las variables y las relaciones según sea necesario para mejorar los resultados y lograr los objetivos del Modelo.
 - *Ejemplo: Utilizar los resultados para evaluar políticas de control de natalidad y su impacto en el crecimiento poblacional.*

Funciones para Representar un Retraso en Vensim PLE

Los «retardos» o «retrasos», son los que simulan las demoras de tiempo en la transmisión de los materiales o las informaciones. En los sistemas socioeconómicos es frecuente la existencia de retardos en la transmisión de la información y de los materiales y tienen gran importancia en el comportamiento del sistema.

Para los retardos de material existen las funciones **DELAY1** y **SMOOTH**. Para los de información se utilizan **DELAY3** y **SMOOTH3**. Los de primer orden frente a una entrada escalón, responderán con una curva exponencialmente asintótica, mientras que un retardo de tercer orden conduce a una curva sigmoidea. En cierta forma los retardos de información actúan como filtros alisadores de la variable de entrada.

• **DELAY1**

Esta función representa un retraso fijo en el tiempo de una variable. Es una forma de introducir un efecto retardado en el Modelo, donde el valor actual de la variable se basa en el valor pasado de la misma, después de un periodo de tiempo fijo.

El retraso introducido por la función **DELAY1** se calcula dividiendo el valor almacenado en una variable de nivel (LV) entre el tiempo de retardo especificado. A medida que el Modelo se ejecuta, se acumula un cambio en el valor de LV utilizando la función de acumulación INTEG.

La fórmula básica de la función **DELAY1** es la siguiente:

$$\mathbf{DELAY1 = LV / tiempo\ de\ retardo}$$

Donde:

- **DELAY1**: Representa el valor retrasado de la variable.
- **LV**: Es la variable de nivel que almacena el valor de entrada menos el valor retrasado de la entrada. Se actualiza a medida que avanza el tiempo.
- **Tiempo de retardo**: Especifica cuántos periodos de tiempo se debe retrasar la variable.

La ecuación **LV = INTEG (entrada-DELAY1, entrada * tiempo de retardo)** representa la acumulación de cambios en la entrada de la variable teniendo en cuenta el retraso especificado. A medida que el tiempo avanza, se acumulan los cambios, lo que resulta en un valor retrasado almacenado en la variable de nivel LV. Esto permite simular un efecto de tiempo de retardo en la respuesta de la variable en el Modelo.

La ecuación **DELAY1I = LV / tiempo de retardo** se utiliza en para calcular el valor inicial de la variable retrasada en la función DELAY1. Proporciona un punto de partida para el cálculo posterior y permite tener en cuenta el tiempo de retraso en la respuesta de la variable en el Modelo.

La ecuación **LV = INTEG (entrada-DELAY1I, valor inicial * tiempo de retardo)** calcula la diferencia entre la entrada actual (entrada-DELAY1I) y la acumulación anterior (LV), y luego integra esta diferencia multiplicada por el valor inicial y el tiempo de retardo. Esto permite acumular el cambio en la variable a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta el tiempo de retraso.

Las unidades de entrada coinciden con las unidades de salida. Las unidades de tiempo de retardo deben coincidir con las de **TIME STEP**. Para **DELAY1I**, las unidades del valor inicial deben coincidir con las de la entrada.

- **SMOOTH**

Esta función se utiliza para suavizar una serie de datos a lo largo del tiempo. Su propósito es reducir las fluctuaciones o variaciones abruptas en los valores de una variable y proporcionar una representación más suave de la tendencia o patrón subyacente. Utiliza un promedio ponderado exponencialmente de los valores pasados y presentes de una variable para calcular el valor suavizado en cada punto de tiempo.

Esto implica asignar un peso o importancia decreciente a los valores anteriores a medida que nos alejamos en el tiempo. El grado de suavizado está determinado por el parámetro de suavizado, que controla la influencia relativa de los valores pasados y presentes en el cálculo.

El uso de la función smooth puede ser útil en diversos escenarios, como la eliminación de ruido o fluctuaciones aleatorias en datos de series de tiempo, la detección de tendencias subyacentes y la reducción de la variabilidad en Modelos de simulación. Equivalente a las ecuaciones:

$$\mathbf{SMOOTH} = \text{INTEG} ((\text{entrada}-\mathbf{SMOOTH}) / \text{tiempo de retardo}, \text{entrada})$$

$$\mathbf{SMOOTH} = \text{INTEG} ((\text{entrada}-\mathbf{SMOOTH}) / \text{tiempo de retardo}, \text{valor inicial})$$

Las unidades de entrada coinciden con las unidades de salida. Las unidades de tiempo de retardo deben coincidir con las de **TIME STEP**. Para las unidades **SMOOTH**, el valor inicial debe coincidir con los de la entrada.

- **DELAY3**

Devuelve un retardo exponencial de tercer orden de la entrada, conservando la entrada si cambia el tiempo de retardo. Equivalente a las ecuaciones:

$$\text{DELAY3} = \text{LV3} / \text{DL}$$

$$\text{LV3} = \text{INTEG} (\text{RT2}-\text{DELAY3}, \text{DL} * \text{entrada})$$

$$\text{RT2} = \text{LV2} / \text{DL}$$

$$\text{LV2} = \text{INTEG} (\text{RT1}-\text{RT2}, \text{LV3})$$

$$\text{RT1} = \text{LV1} / \text{DL}$$

$$\text{LV1} = \text{INTEG} (\text{entrada}-\text{RT1}, \text{LV3})$$

$$\text{DL} = \text{tiempo de retardo} / 3$$

$$\text{DELAY3I} = \text{LV3} / \text{DL}$$

$$\text{LV3} = \text{INTEG} (\text{RT2}-\text{DELAY3I}, \text{valor inicial} * \text{DL})$$

$$RT2 = LV2 / DL$$

$$LV2 = \text{INTEG} (RT1-RT2, LV3)$$

$$RT1 = LV1 / DL$$

$$LV1 = \text{INTEG} (\text{entrada}-RT1, LV3)$$

$$DL = \text{tiempo de retardo} / 3$$

Unidades: DELAY3 (unidades, tiempo) -> unidades

DELAY3 (unidades, tiempo, unidades) -> unidades

Las unidades de entrada coinciden con las unidades de salida. Las unidades de tiempo de retardo deben coincidir con las de **TIME STEP**. Para **DELAY3**, las unidades del valor inicial deben coincidir con las de la entrada.

- **SMOOTH3**

$$\mathbf{SMOOTH3} = \text{INTEG} ((LV2-\mathbf{SMOOTH3}) / DL, \text{entrada})$$

$$LV2 = \text{INTEG} ((LV1-LV2) / DL, \text{entrada})$$

$$LV1 = \text{INTEG} ((IN-LV1) / DL, \text{entrada})$$

$$DL = \text{tiempo de retardo} / 3$$

$$\mathbf{SMOOTH3} = \text{INTEG} ((LV2-\mathbf{SMOOTH3}) / DL, \text{valor inicial})$$

$$LV2 = \text{INTEG} ((LV1-LV2) / DL, \text{valor inicial})$$

$$LV1 = \text{INTEG} ((IN-LV1) / DL, \text{valor inicial})$$

$$DL = \text{tiempo de retardo} / 3$$

La función **SMOOTH3** no conserva material cuando cambia el tiempo de retardo. Está destinado a ser utilizado para retrasos en la información.

Unidades: **SMOOTH3** (unidades, tiempo) -> unidades

SMOOTH3 (unidades, tiempo, unidades) -> unidades

Las unidades de entrada coinciden con las unidades de salida. Las unidades de tiempo de retardo deben coincidir con las de TIME STEP. Para las unidades SMOOTH3, el valor inicial debe coincidir con los de la entrada.

- **DELAY BATCH**

Devuelve el valor de la entrada recopilada en lotes de tamaño **bsize** después del procesamiento para el tiempo **btime**. Se devuelve un cero para todas las veces que no se completa un lote. El lote inicial en proceso lo especifica **inibatch** y se devuelve en el tiempo de inicio. **Inibacklog** especifica la cantidad inicial de material ya acumulado para su procesamiento.

Los lotes no se liberan para su procesamiento hasta que la cantidad de material acumulado sea al menos de tamaño **b** y no se esté procesando ningún lote actualmente. Esta función toma un flujo de entrada continuo y lo convierte en pulsos distintos mientras conserva la cantidad total de material. **bsize** y **btime** pueden variar en el tiempo y la hora a la que se completa un lote, y un valor distinto de cero devuelto, está determinado por el valor de **btime** cuando se inició el lote. Si **initime** es menor o igual que el tiempo inicial de la simulación, se devuelve **inibatch** cuando comienza la simulación.

Unidades: **DELAY BATCH** (unidades, unidades * tiempo, tiempo, unidades, tiempo, unidades * tiempo) -> unidades

- **DELAY CONVEYOR**

Devuelve el valor de la entrada retrasada por el tiempo **conveyence ctime**. Mientras el material está en el transportador, la fuga fraccionada por unidad de tiempo viene dada por la fuga. La cantidad inicial de material en el transportador se da por **inittot** y se distribuye de acuerdo con el perfil de tiempo en el perfil de inicio de búsqueda. El valor inicial devuelto por la función está determinado por **initctime** (es igual a **inittot / initctime**). **initctime** es normalmente, pero no tiene por qué serlo, igual a **ctime**.

Puede acelerar o ralentizar un transportador cambiando **ctime**. Si la fuga es 0, se conserva el material del transportador. Cuando la fuga es diferente de cero, la cantidad de material disminuye proporcionalmente en todo el transportador, incluida la entrada recién agregada. Si desea calcular la cantidad de fugas en un transportador, se obtiene mediante:

fuga total = nivel anterior * tasa de fuga

nivel adelantado = **CONVEY TOTAL** inicie + TIEMPO PASO * (entrada – **CONVEY OUT**)

CONVEY TOTAL = INTEG (entrada – **CONVEY OUT** – **CONVEY TOTAL**, cosas de inicio)

CONVEY OUT = **DELAY CONVEYOR** (entrada, ctime, tasa de fuga, icp, init stuff, ctime)

Unidades: **DELAY CONVEYOR** (unidades, tiempo, 1 / tiempo, dmnl, unidades * tiempo, tiempo) -> unidades

- **DELAY FIXED**

Devuelve el valor de la entrada retardada por el tiempo de retardo. El valor inicial es el valor de la variable en el lado izquierdo de la ecuación al inicio de la simulación. El tiempo de retardo puede ser una expresión, pero solo se usa su valor inicial.

Restricciones: **DELAY FIXED** debe seguir directamente el signo igual. Vensim trata la variable del lado izquierdo de la ecuación como una variable de Nivel. En el Editor de ecuaciones, elija el tipo Nivel, subtipo **DELAY FIXED**.

Unidades: **DELAY FIXED** (unidad, tiempo, unidad) -> unidad

La entrada, el valor inicial y la salida deben tener las mismas unidades. El tiempo de retardo debe tener las mismas unidades que **TIME STEP**.

- **DELAY INFORMATION**

Lo mismo que **DELAY FIXED** excepto que el tiempo de retardo puede ser una variable. Si el tiempo de retardo disminuye, algunos valores de la entrada se descartarán y se reemplazarán por entradas más recientes. Si el tiempo de retraso aumenta, se mantendrán los valores existentes.

Restricciones: **DELAY INFORMATION** debe seguir directamente el signo igual. Vensim trata la variable del lado izquierdo de la ecuación como una variable de Nivel. En el Editor de ecuaciones, elija el tipo Nivel, subtipo **DELAY INFORMATION**.

Unidades: **DELAY INFORMATION** (unidad, tiempo, unidad) -> unidad

La entrada, el valor inicial y la salida deben tener las mismas unidades. El tiempo de retardo debe tener las mismas unidades que **TIME STEP**.

- **DELAY MATERIAL**

Lo mismo que **DELAY FIXED** excepto que el tiempo de retardo puede ser una variable. Si el tiempo de retardo disminuye, algunos valores de la entrada se agregarán a las entradas más recientes para la salida. Si el tiempo de retardo aumenta, se utilizará `missval` cuando no haya ninguna salida disponible a la vez. Esta función es particularmente útil para Modelar colas y procesos de producción con tiempos de procesamiento variables y, a menudo, aleatorios.

Restricciones: **DELAY MATERIAL** debe seguir directamente el signo igual. Vensim trata la variable del lado izquierdo de la ecuación como una variable de Nivel. En el editor de ecuaciones, elija el tipo Nivel, subtipo **DELAY MATERIAL**.

Unidades: **DELAY MATERIAL** (unidad, tiempo, unidad, unidades) -> unidad

La entrada, el valor inicial, el valor faltante y la salida deben tener todas las mismas unidades. El tiempo de retardo debe tener las mismas unidades que **TIME STEP**.

- **DELAY N**

Devuelve un retraso exponencial de orden N-ésimo. Si el orden es 1, esta función es casi igual que **DELAY1I** y si el orden es 3, es casi lo mismo que **DELAY3I**. La diferencia más significativa es que la salida de la función **DELAY N** depende solo de los valores del tiempo de retardo que tuvo en Pasos de tiempo anteriores, mientras que la salida de la función **DELAY3I** depende también del valor del tiempo de retardo para el intervalo de tiempo actual. Si el tiempo de retardo es constante, esta diferencia desaparece.

La función **DELAY N** se trata como una función de retardo discreta, por lo que su salida es constante para cada paso de tiempo. Si está utilizando la integración de Euler o Diff, esto es cierto para todas las variables. Sin embargo, si está utilizando la integración de Runge-Kutta, esto es diferente de funciones como **DELAY3**.

La función **DELAY N** conservará cantidades, por lo que la integral de la salida será la misma que la integral de la entrada, excepto que con la entrada 0, la salida total será

el valor inicial multiplicado por el tiempo de retardo evaluado por el primer cálculo activo en el tiempo inicial. Además, si **TIME STEP** es una variable, pueden surgir discrepancias menores entre la entrada y la salida totales.

Tenga en cuenta que para que la función **DELAY N** tenga sentido, el tiempo de retardo debe ser mayor que el pedido * **TIME STEP**. Si este no es el caso, Vensim emitirá una advertencia y reducirá automáticamente el pedido para que esto sea cierto. Cuando esto sucede, el comportamiento de la función **DELAY N** es esencialmente el mismo que el comportamiento de la función **DELAY MATERIAL**.

Restricciones: **DELAY N** debe seguir directamente el signo igual y nada más puede aparecer a la derecha. Le indica a Vensim que la variable en el lado izquierdo de la ecuación es una variable de Nivel o Estado. En el editor de ecuaciones, Seleccionar Nivel de tipo de variable, subtipo **Delay / Queue** e ingrese **DELAY N** como función.

Unidades: **DELAY N** (unidad, unidad de tiempo, unidad, dmnl) -> unidad

- **DELAY PROFILE**

Devuelve el valor retrasado de la entrada, donde se especifica la respuesta de retraso, utilizando una función de búsqueda, como un perfil arbitrario. El tiempo de retardo especificado es el tiempo de retardo medio (algunas entradas aparecerán antes de que haya transcurrido el tiempo de retardo y otras aparecerán después). La respuesta de retardo es la respuesta que mostrará la salida cuando se le dé un pulso como entrada. Si observa un retraso exponencial de primer orden, verá que la respuesta es mayor inmediatamente después del pulso y luego cae exponencialmente. Un retraso de tercer orden responde lentamente al principio, luego más rápido, luego la respuesta cae exponencialmente. Un retardo de orden n, con N muy grande, se acerca a la respuesta de un retardo fijo, un pulso de la misma altura después del tiempo de retardo.

DELAY PROFILE le permite salir de esta familia de retrasos a cualquier cosa que desee. Simplemente dibuje la forma de respuesta que le gustaría ver y Vensim asignará la entrada a este perfil. El perfil debe ser una búsqueda que no sea negativa en todas partes y que tenga al menos un valor positivo. Vensim escalará automáticamente esto a una distribución de probabilidad para que la entrada sea una cantidad conservada.

Dado que **DELAY PROFILE** distribuye valores a lo largo del tiempo cuando se inicializa, puede especificar una tasa de crecimiento inicial. Por ejemplo, si la entrada está creciendo al 5%, debe especificar una tasa de crecimiento inicial de .05. Cuando

haga esto, también debe ajustar el valor inicial hacia abajo como se muestra en el ejemplo.

Tenga en cuenta que la función **DELAY PROFILE** se diseñó para fomentar la exploración de diferentes perfiles de respuesta. La mayoría de los Modelos desarrollados dependen en gran medida de retrasos exponenciales y crean una estructura explícita para representar respuestas más complejas. Si bien la función **DELAY PROFILE** puede resultar una adición útil al conjunto de funciones para construir Modelos, debe usarse con cuidado.

Restricciones: La función **DELAY PROFILE** debe seguir directamente después del signo =. Defina una variable como Nivel. En el Editor de ecuaciones, elija el tipo Nivel y subtipo **Delay / Queue** y luego escriba **DELAY PROFILE** o selecciónelo de la lista de funciones (Class Discrete / Delay).

Unidades: **DELAY PROFILE** (unidades, dmnl, tiempo, unidades * tiempo, 1 / tiempo) -> Unidades

- **DELAY P**

Devuelve un retraso exponencial de tercer orden de la entrada y calcula la canalización en curso, conservando la entrada si cambia el tiempo de retraso. Equivalente a las ecuaciones:

$$\mathbf{DELAYP} = LV3 / DL$$

$$\mathbf{PIPELINE} = LV3 + LV2 + LV1$$

$$LV3 = \text{INTEG} (RT2 - DELAYP, DL * IN)$$

$$RT2 = LV2 / DL$$

$$LV2 = \text{INTEG} (RT1 - RT2, LV3)$$

$$RT1 = LV1 / DL$$

$$LV1 = \text{INTEG} (\text{entrada} - RT1, LV3)$$

$$DL = \text{tiempo de retardo} / 3$$

Unidades: **DELAYP** (unidades, tiempo, unidades) -> unidades

Las unidades de entrada coinciden con las unidades de salida y de canalización. Las unidades de tiempo de retardo deben coincidir con las de **TIME STEP**

- **FORECAST**

Devuelve una previsión del valor que tomará la entrada en **Time + Horizon**. Equivalente a las ecuaciones:

$$\mathbf{FORECAST} = \text{entrada} * (1 + \text{TRD} * \mathbf{HORIZON})$$

$$\text{TRD} = \text{ZIDZ} (\text{entrada-AV}, \text{tiempo medio} * \text{AV})$$

$$\text{AV} = \text{INTEG} ((\text{entrada-AV}) / \text{tiempo medio}, \text{entrada})$$

La función **FORECAST** proporciona un pronóstico de extrapolación de tendencias muy simple del valor futuro de una variable en función de su comportamiento pasado. Como cualquier extrapolador de tendencias, se desempeña muy mal en los cambios.

Unidades: **FORECAST** (unidades, tiempo, tiempo) -> unidades

Las unidades de entrada coinciden con las unidades de salida. Las unidades para el tiempo promedio y el horizonte deben coincidir con las de **TIME STEP**.

- **INTEG**

Devuelve la integral de la tasa. La tasa está integrada numéricamente. El valor inicial es el valor de la variable en el lado izquierdo de la ecuación al inicio de la simulación.

Restricciones: **INTEG** debe seguir directamente el signo igual. Le indica a Vensim que la variable en el lado izquierdo de la ecuación es una variable de Nivel o Estado. En el Editor de ecuaciones, seleccionando el tipo de variable Nivel, el subtipo Normal (el predeterminado para las variables con casillas alrededor) seleccionará automáticamente la función **INTEG**.

Unidades: **INTEG** (unidad / tiempo, unidad) -> unidad

Las unidades de la integral deben ser las mismas que las unidades de la condición inicial. La tarifa debe tener las mismas unidades, divididas por las unidades de **TIME STEP**.

- **SHIFT IF TRUE**

Cambia los elementos de tamaño de var cuando cond es verdadero. Si acumula no es cero, el penúltimo elemento de var se agrega al último elemento; de lo contrario, el penúltimo elemento reemplaza al último elemento. El desplazamiento ocurre en relación con el subíndice más a la derecha de var. Si ocurre un cambio, entonces el primer elemento del subíndice más a la derecha de var se reemplaza por inval. **SHIFT IF TRUE** devuelve la cantidad que se ha eliminado del último elemento de var. Si la acumulación es distinta de cero, **SHIFT IF TRUE** siempre devuelve 0.

SHIFT IF TRUE es útil para gestionar cadenas o cohortes de envejecimiento. La aplicación más común sería en poblaciones en las que es importante mantener una distribución de edad precisa.

Unidades: **SHIFT IF TRUE** (unidades, dmnl, dmnl, dmnl, unidades) -> unidades

NOTA: Tenga mucho cuidado al especificar el argumento de tamaño para **SHIFT IF TRUE**. Si este argumento es demasiado grande, puede cambiar otras variables. En general, dado que **SHIFT IF TRUE** modifica los valores de la variable con la que se llama, debe usarse con cuidado.

NOTA: Asegúrese de que el orden de subíndice de var esté configurado de modo que el subíndice final sea el que se cambiará.

- **SINTEG**

Devuelve la integral de tasa, pero impone restricciones especiales sobre el valor que puede tomar. **SINTEG** nunca irá por debajo del mínimo o por encima del máximo. **SINTEG** siempre devolverá un múltiplo de cuatro. Si el valor que **SINTEG** devolvería está dentro del umbral de la especificación, **SINTEG** devolverá la especificación.

Restricciones: **SINTEG** debe seguir directamente el signo de la ecuación. Le indica a Vensim que la variable en el lado izquierdo de la ecuación es una variable de Nivel o Estado. Los últimos cinco argumentos deben ser números o: NA:

La función **SINTEG** no es conservadora y debe usarse con cuidado.

Unidades: **SINTEG** (unidad / tiempo, unidad, #, #, #, #, #) -> unidad

Las unidades de la integral deben ser las mismas que las unidades de la condición

inicial. La tarifa debe tener las mismas unidades, divididas por las unidades de **TIME STEP**. Los argumentos restantes deben ser todos números.

- **SMOOTH N**

Devuelve una suavidad exponencial de orden N-ésimo. Si el orden es 1, esta función es casi la misma que **SMOOTH1** y si el orden es 3, es casi lo mismo que **SMOOTH3**.

La función **SMOOTH N** se trata como una función de retardo discreto, por lo que su salida es constante para cada paso de tiempo. Si está utilizando la integración de Euler o Diff, esto es cierto para todas las variables. Sin embargo, si está utilizando la integración de Runge-Kutta, esto es diferente de funciones como **SMOOTH3**.

La función **SMOOTH N** no conserva cantidades. Consulte **DELAY N** si desea conservar los flujos.

Tenga en cuenta que para que la función **SMOOTH N** tenga sentido, el tiempo de retardo debe ser mayor que el pedido * **TIME STEP**. Si este no es el caso, Vensim emitirá una advertencia y reducirá automáticamente el pedido para que esto sea cierto. Cuando esto sucede, el comportamiento de la función **SMOOTH N** es esencialmente el mismo que el comportamiento de la función **DELAY INFORMATION**.

Restricciones: **SMOOTH N** debe seguir directamente el signo igual. Le indica a Vensim que la variable en el lado izquierdo de la ecuación es una variable de Nivel o Estado. En el Editor de ecuaciones, Seleccionar Nivel de tipo de variable, subtipo **Delay / Queue** e ingrese **SMOOTH N** como la función.

Unidades: **SMOOTH N** (unidad, unidad de tiempo, unidad, dmnl) -> unidad.

- **TREND**

Devuelve la tasa de crecimiento fraccional promedio (negativo para disminución) en la entrada. Equivalente a las ecuaciones:

TREND = ZIDZ (input-avval, tiempo promedio * ABS (avval))

avval = INTEG ((entrada-avval) / tiempo promedio, entrada / (1 + ini * tiempo promedio))

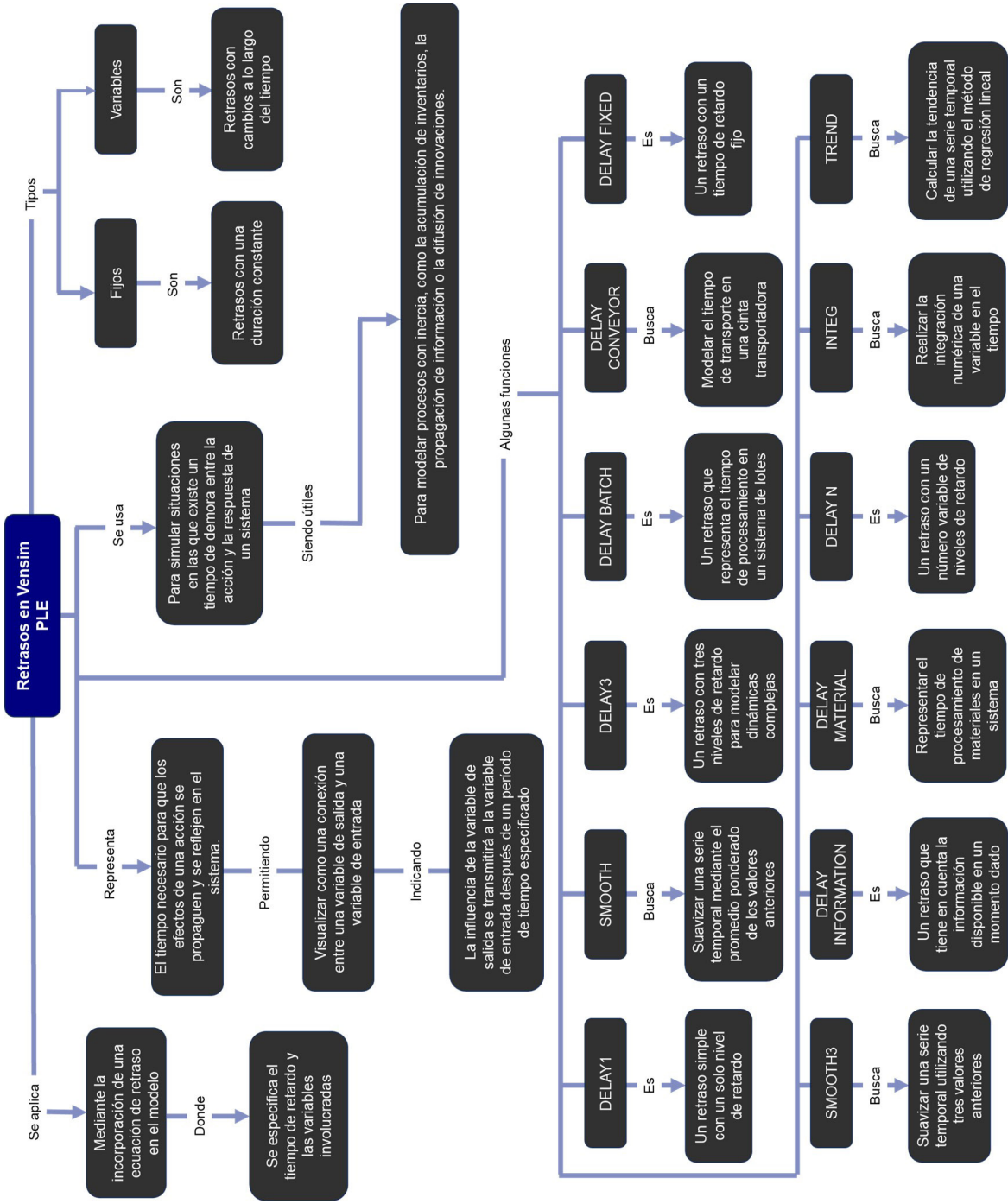
La función **TREND** proporciona una estimación de tendencia muy simple para una variable. Realmente solo tiene sentido para números que siempre son positivos y no

se acercan mucho a cero. Si desea aplicar una tendencia a un número que puede ser positivo o negativo, la función TREND no es muy útil. En su lugar, debe usar la tendencia fraccionaria relativa a una cantidad que siempre sea positiva (por ejemplo, el cambio en la ganancia como una fracción del ingreso bruto).

Unidades: **TREND** (unidades, tiempo, 1 / tiempo) -> 1 / tiempo

Las unidades para el tiempo promedio deben coincidir con las de **TIME STEP**.

A continuación, se presentará un mapa conceptual referente al retardo en Vensim PLE.



Funciones de Representar Decisiones en Vensim PLE

En Vensim PLE, las decisiones se refieren a las elecciones o acciones que se toman en un Modelo para representar diferentes escenarios o comportamientos en un sistema dinámico. Estas decisiones se basan en condiciones lógicas y se implementan mediante funciones y estructuras de control en el Modelo. Estas son fundamentales para simular y analizar el comportamiento de un sistema en diferentes situaciones. Además de Modelar el impacto de políticas, estrategias o eventos específicos en el sistema y evaluar los resultados resultantes.

Las decisiones en Vensim PLE poseen características importantes que las convierten en parte fundamental del Modelado, estas son:

- Permiten controlar el flujo de ejecución del Modelo, estableciendo cuales acciones se realizan en función de las condiciones evaluadas, lo que influye en el comportamiento dinámico del sistema Modelado.
- Uso de expresiones lógicas para evaluar las condiciones. Estas expresiones pueden incluir comparaciones numéricas, operadores lógicos (**AND**, **OR**, **NOT**), relaciones matemáticas y otras lógicas personalizadas.
- Permiten utilizar distribuciones probabilísticas o escenarios alternativos para tomar decisiones en función de la incertidumbre de los datos de entrada.
- Posibilidad de realizar análisis de sensibilidad para evaluar cómo cambia el resultado del Modelo al modificar las condiciones de las decisiones, ayudando a comprender la influencia de las decisiones en los resultados y a identificar puntos críticos o estrategias óptimas.

Para la implementación de las decisiones en Vensim PLE se pueden utilizar las funciones **IF THEN ELSE**, **LOOKUP**, **RAMP**.

- **IF THEN ELSE**

Funcionamiento

El **IF-THEN-ELSE** es una estructura de control que permite tomar decisiones basadas en una condición lógica. La función evalúa una expresión o una comparación y, en función de su resultado, realiza una acción determinada. Puede ser utilizado para Modelar diferentes escenarios y capturar el comportamiento condicional de un sistema.

La función **IF-THEN-ELSE** está compuesta de tres partes: la condición, el valor a retornar si la condición es verdadera y el valor a retornar si la condición es falsa.

La condición es una expresión lógica que se evalúa como verdadera o falsa. Si la condición es verdadera, se devuelve el valor correspondiente al «valor verdadero». Si la condición es falsa, se devuelve el «valor falso». De esta manera, el **IF-THEN-ELSE** permite ejecutar diferentes acciones en función de la evaluación de una condición.

Sintaxis

La sintaxis de la función IF-THEN-ELSE en Vensim PLE es la siguiente:

```
IF THEN ELSE( {cond} , {ontrue} , {onfalse} )
```

En donde:

- **Cond**, es una expresión lógica que se evalúa como verdadera o falsa.
- **Ontrue**, es el valor que se devuelve si la condición es verdadera.
- **Onfalse**, es el valor que se devuelve si la condición es falsa.

Ejemplo aplicativo

Supongamos que estamos Modelando el crecimiento de una población y queremos establecer una tasa de crecimiento diferente en función de si la población actual supera cierto umbral. Podemos utilizar la función IF-THEN-ELSE para implementar esta lógica de la siguiente manera:

```
IF THEN ELSE(poblacion_actual > umbral, tasa_alta, tasa_baja)
```

- Si la «poblacion_actual» es mayor que el «umbral», se devuelve la «tasa_alta».
- Si la «poblacion_actual» es menor o igual al «umbral», se devuelve la «tasa_baja».

Esta aplicación permite ajustar la tasa de crecimiento de la población en función de una condición específica.

Sin embargo, John Sterman, profesor de MIT, en su libro **Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World** advierte contra el uso excesivo de declaraciones lógicas como **IF...THEN...ELSE** en los Modelos. Estas declaraciones Introducen discontinuidades bruscas en los Modelos, lo cual suele ser inapropiado ya que en los sistemas reales las cosas nunca serán una u otra, debe haber un proceso de transición entre estas.

- **LOOKUP**

Funcionamiento

La función **LOOKUP** se utiliza para buscar un valor específico en una tabla de búsqueda y devolver el valor correspondiente encontrado en dicha tabla. Funciona mediante una búsqueda aproximada, buscando el valor más cercano en la tabla que sea menor o igual al valor de búsqueda especificado.

Para utilizar la función **LOOKUP**, debes proporcionar dos argumentos: el valor de búsqueda y la tabla de búsqueda. La función busca el valor de búsqueda en la tabla y devuelve el valor correspondiente que se encuentra en la misma posición en la tabla. Es importante tener en cuenta que esta función asume una relación lineal entre los valores de la tabla de búsqueda. No realiza interpolación entre los valores de la tabla, sino que busca el valor más cercano en la columna de entrada y devuelve el valor correspondiente de la columna de salida.

Sintaxis

La sintaxis de la función LOOKUP en Vensim PLE es la siguiente:

LOOKUP NAME([(Xmin, Ymin)-(Xmax, Ymax),(Xref1, Yref1) ,(Xref2,Yref2), ... (Xrefn,Yrefn)])

En donde:

- **LOOKUP NAME:** Es el nombre que se le asigna a la función **LoOKUp** para su identificación en el Modelo.
- **(Xmin, Ymin) - (Xmax, Ymax):** Especifica el rango de valores mínimo y máximo en el eje X y Y respectivamente. Estos valores definen el dominio de la tabla de búsqueda.
- **(Xref1, Yref1), (Xref2, Yref2), ..., (Xrefn, Yrefn):** Son los puntos de referencia que se utilizan para construir la tabla de búsqueda. Cada punto de referencia consiste en un valor en el eje X (Xref) y su correspondiente valor en el eje Y (Yref).

Ejemplo aplicativo

Supongamos que deseamos realizar una interpolación lineal utilizando la función **LOOKUP**. Tenemos una tabla de valores que relaciona la temperatura en grados Celsius (eje X) con la velocidad del viento en kilómetros por hora (eje Y).

LOOKUP Temp_Viento([(0, 0)-(40, 120), (10, 20), (20, 40), (30, 80)], (5, 15), (25, 55), (35, 95))

En este ejemplo, tenemos los siguientes elementos:

- **LOOKUP Temp_Viento:** Es el nombre asignado a la función LOOKUP.
- **(0, 0)-(40, 120):** Define el rango de valores mínimos y máximos para la temperatura y la velocidad del viento.
- **(10, 20), (20, 40), (30, 80):** Son los puntos de referencia utilizados para construir la tabla de búsqueda.
- **(5, 15), (25, 55), (35, 95):** Son los valores correspondientes a la tabla de búsqueda que relacionan la temperatura con la velocidad del viento.

En este caso, si deseamos conocer la velocidad del viento para una temperatura de 15 grados Celsius, la función LOOKUP realizará una interpolación lineal utilizando los puntos de referencia y nos devolverá un valor aproximado.

- **RAMP**

Funcionamiento

La función **RAMP** se utiliza para Modelar cambios graduales y suaves en el valor de una variable a lo largo del tiempo. Establece un inicio y un fin para el cambio, especificando la duración y la tasa de cambio deseada. Es útil cuando se desea simular transiciones suaves en un sistema. La función RAMP permite establecer una transición gradual entre dos valores de una variable a lo largo del tiempo.

Se puede describir en tres partes:

- **Transición gradual:** A medida que avanza el tiempo, la función **RAMP** ajusta suavemente el valor de la variable desde el valor inicial hacia el valor final. La tasa de cambio especificada determina la velocidad a la que se produce esta transición. Cuanto mayor sea la tasa de cambio, más rápido se alcanzará el valor final.
- **Inicio:** La función **RAMP** comienza en el valor inicial especificado para la variable. En este punto, el cambio aún no se ha producido y la variable mantiene su valor original.
- **Fin:** Después de la duración especificada, la función **RAMP** alcanza el valor final y se mantiene constante a partir de ese momento. A partir de este punto, la variable ya no experimenta cambios y se establece en el valor final establecido.

Al especificar el inicio y el fin del cambio, junto con la duración y la tasa de cambio deseada, la función RAMP calcula automáticamente el valor correspondiente en cada momento de tiempo de la simulación.

Sintaxis

```
RAMP( {slope} , {start} , {finish} )
```

Donde:

- **Slope:** Especifica la tasa de cambio de la variable a lo largo del tiempo. Este valor representa la pendiente de la transición y determina la velocidad a la que la variable se mueve desde el valor inicial al valor final.
- **Start:** Indica el valor inicial de la variable antes de que comience la transición.
- **Finish:** Representa el valor final deseado al finalizar la transición. La variable alcanzará este valor después de la duración establecida.

Es importante tener en cuenta que los argumentos **slope**, **start** y **finish** pueden ser expresiones o referencias a otras variables dentro del Modelo. Esto brinda flexibilidad para ajustar dinámicamente la función **RAMP** en función de otras condiciones o variables en el sistema.

Ejemplo aplicativo

Supongamos que estás Modelando el crecimiento de una población a lo largo del tiempo, y deseas que la población aumente gradualmente desde un valor inicial de 100 hasta un valor objetivo de 1000 en un período de 10 años.

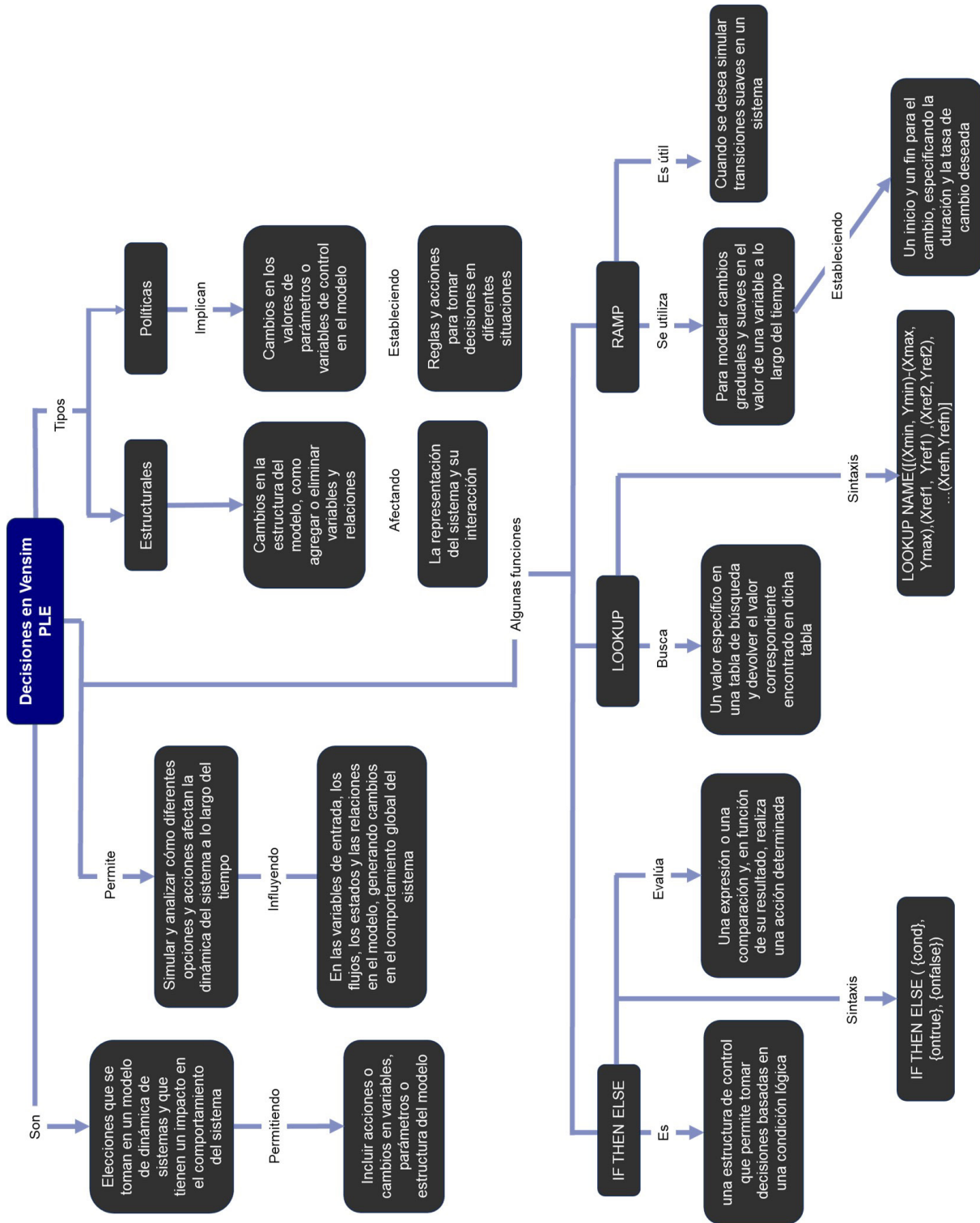
En este caso, puedes utilizar la función **RAMP** de la siguiente manera:

```
RAMP( {90, 100, 1000}
```

La tasa de cambio (**slope**) es de 90 unidades por año, el valor inicial (**start**) es de 100 y el valor final (**finish**) es de 1000. Esto significa que la población aumentará en 90 unidades por año durante 10 años hasta alcanzar el valor objetivo de 1000.

Puedes ajustar los parámetros de la función **RAMP** según tus necesidades. Por ejemplo, si deseas un crecimiento más rápido, puedes aumentar la tasa de cambio (slope), o si deseas una transición más lenta, puedes disminuirla.

A continuación, se presentará un mapa conceptual referente a las decisiones en Vensim PLE.



Funciones de Representar Ruido en Vensim PLE

Los ruidos se refieren a las perturbaciones o fluctuaciones aleatorias que pueden afectar a las variables en un Modelo de simulación. Estos ruidos representan la incertidumbre y la variabilidad inherente a los sistemas reales.

En un Modelo de simulación, se pueden Introducir ruidos en las variables para capturar la aleatoriedad y la variación que ocurren en la realidad. Estos ruidos pueden representar factores externos impredecibles, errores de medición, fluctuaciones aleatorias en el comportamiento de las variables, entre otros.

La Introducción de ruidos en un Modelo de simulación permite tener en cuenta la incertidumbre y la variabilidad en los resultados. Esto es especialmente útil cuando se realizan análisis de sensibilidad, pronósticos o evaluaciones de riesgo, ya que se pueden explorar diferentes escenarios teniendo en cuenta la aleatoriedad de los datos.

En Vensim PLE, existen diversas funciones y métodos para incorporar ruidos en un Modelo, como la generación de números aleatorios utilizando distribuciones probabilísticas, la Introducción de errores de medición o la inclusión de componentes estocásticos en las ecuaciones del Modelo.

Al considerar los ruidos en un Modelo de simulación, se puede obtener una visión más realista y completa del comportamiento de un sistema, permitiendo realizar análisis más robustos y tomar decisiones informadas en entornos caracterizados por la incertidumbre.

Entre las funciones que se utilizan para implementar los ruidos están **RANDOM NORMAL, RANDOM PINK NOISE, RANDOM UNIFORM, STEP**.

- **RANDOM NORMAL**

Funcionamiento

La función **RANDOM NORMAL** se utiliza para generar números aleatorios que siguen una distribución normal. Esta distribución es conocida por tener una forma de campana o gaussiana, donde la mayoría de los valores se concentran alrededor de la media.

El funcionamiento está basado en algoritmos de generación de números pseudoaleatorios. Esto significa que, aunque los valores parecen ser aleatorios, en realidad son determinados por un algoritmo y una semilla inicial. Si se utiliza la misma semilla, se generará el mismo conjunto de números aleatorios.

Sintaxis

```
RANDOM NORMAL( {min} , {max} , {mean} , {stdev} , {seed} )
```

Donde:

- **Min:** Especifica el valor mínimo del rango en el que se generarán los valores aleatorios.
- **Max:** Indica el valor máximo del rango en el que se generarán los valores aleatorios.
- **Mean:** Representa la media o valor promedio alrededor del cual se distribuyen los valores aleatorios.
- **Stdev:** Es la desviación estándar, que determina la dispersión de los valores aleatorios con respecto a la media.
- **Seed:** Es una semilla utilizada para iniciar la generación de valores aleatorios. Si se omite, se utilizará una semilla generada automáticamente.

Ejemplo aplicativo

Supongamos que estamos Modelando el tiempo de llegada de los clientes a un restaurante. Queremos Introducir aleatoriedad en los tiempos de llegada para simular la variabilidad en el flujo de clientes.

En nuestro Modelo, utilizamos la función RANDOM NORMAL con los siguientes datos de la sintaxis: un valor mínimo de 0 minutos, un valor máximo de 30 minutos, una media de 10 minutos y una desviación estándar de 5 minutos. Esto indica que los tiempos de llegada de los clientes seguirán una distribución normal con una media de 10 minutos y una dispersión de aproximadamente 5 minutos, y estarán limitados entre 0 y 30 minutos.

RANDOM NORMAL (0, 30, 10, 5)

Aquí, hemos especificado un rango de valores entre 0 y 30 minutos, una media de 10 minutos y una desviación estándar de 5 minutos.

Luego, utilizamos los valores generados por la función para simular los tiempos de llegada de los clientes en el Modelo. Por ejemplo, podríamos utilizar los valores generados para programar la llegada de nuevos clientes en intervalos de tiempo aleatorios.

- **RANDOM PINK NOISE**

Funcionamiento

La función **RANDOM PINK NOISE** se utiliza para generar ruido rosa, que es un tipo de señal aleatoria que tiene una distribución de frecuencia característica. Esta señal se caracteriza por tener una disminución constante en la amplitud a medida que aumenta la frecuencia.

El funcionamiento de la función **RANDOM PINK NOISE** se basa en la generación de valores aleatorios que siguen una distribución específica para simular el comportamiento del ruido rosa. Al especificar los parámetros en la función, como la media, la desviación estándar, el tiempo de correlación y la semilla (opcional), se puede controlar la forma y las propiedades del ruido generado.

Sintaxis

```
RANDOM PINK NOISE( {mean}, {std deviation}, {correlation time}, {seed} )
```

Donde:

- **Mean:** representa el valor promedio del ruido generado. Puede ser cualquier número real, positivo o negativo. Determina el nivel central alrededor del cual fluctuarán los valores generados.
- **Std deviation:** define la dispersión o variabilidad de los valores generados respecto a la media. Cuanto mayor sea la desviación estándar, mayor será la amplitud de los cambios aleatorios del ruido.
- **Correlation time:** Es el tercer parámetro que indica la duración durante la cual los valores de ruido generados están correlacionados entre sí. Un tiempo de correlación corto implica que los valores de ruido cambian rápidamente y están poco relacionados, mientras que un tiempo de correlación largo indica cambios más suaves y una mayor persistencia en los valores generados.
- **Seed:** Es un parámetro opcional que se utiliza para inicializar el generador de números aleatorios. Al proporcionar una semilla específica, se asegura la

reproducibilidad de la secuencia de valores generados. Si no se especifica, se utilizará una semilla predeterminada basada en la hora del sistema.

Ejemplo aplicativo

Supongamos que estamos Modelando la variación diaria de las temperaturas en una ciudad. Queremos agregar un componente de ruido rosa a nuestros datos para reflejar la aleatoriedad inherente en las mediciones. Utilizaremos la función «RANDOM PINK NOISE» en Vensim PLE para generar estos valores de ruido rosa.

RANDOM PINK NOISE (0, 1, 10, 1234)

En este ejemplo, asumimos que la media de las temperaturas es cero y la desviación estándar es de 1. Esto significa que los valores generados de ruido rosa estarán centrados alrededor de cero y tendrán una variabilidad de aproximadamente 1 grado. Además, establecemos un tiempo de correlación de 10 unidades, lo que implica que los valores generados estarán correlacionados entre sí durante un período de tiempo de 10 unidades. Por último, utilizamos la semilla 1234 para inicializar el generador de números aleatorios y asegurar que obtengamos la misma secuencia de valores en cada ejecución.

Al agregar esta función a nuestro Modelo de temperatura, podemos simular las fluctuaciones diarias con un componente de ruido rosa que refleje las características estadísticas de este tipo de ruido. Esto proporcionará una mayor variabilidad a nuestros datos y nos permitirá capturar mejor la naturaleza aleatoria de las temperaturas diarias en la ciudad.

Es importante tener en cuenta que los valores generados por la función «**RANDOM PINK NOISE**» serán diferentes en cada ejecución debido a la naturaleza aleatoria del proceso. Sin embargo, al utilizar la misma semilla, obtendremos la misma secuencia de valores de ruido rosa en cada simulación, lo que nos permite comparar y analizar los resultados de manera consistente.

- **RANDOM UNIFORM**

Funcionamiento

La función **RANDOM UNIFORM** se utiliza para generar valores aleatorios que siguen una distribución uniforme dentro de un rango específico. Esta distribución se caracteriza por tener una probabilidad constante para cada valor dentro del rango. Permite

Introducir elementos de aleatoriedad y variabilidad en los Modelos y simulaciones, lo que ayuda a capturar la incertidumbre inherente a muchas situaciones del mundo real. Al especificar el rango adecuado, se puede ajustar el grado de variabilidad deseado en los resultados.

Es importante destacar que los valores generados por la función **RANDOM UNIFORM** son independientes entre sí, lo que significa que no hay correlación o patrón predecible entre ellos. Cada valor generado tiene la misma probabilidad de ser seleccionado dentro del rango.

Sintaxis

```
RANDOM UNIFORM( {min} , {max} , {seed} )
```

Donde:

- **Min:** Es el valor mínimo del rango dentro del cual se generarán los valores aleatorios. Puede ser cualquier valor numérico.
- **Max:** Es el valor máximo del rango dentro del cual se generarán los valores aleatorios. Puede ser cualquier valor numérico mayor que min.
- **Seed:** Es una semilla opcional que se puede utilizar para inicializar el generador de números aleatorios. Si se proporciona la misma semilla, se generarán los mismos valores aleatorios en diferentes ejecuciones del Modelo.

Ejemplo aplicativo

Supongamos que estamos Modelando el rendimiento diario de una planta de energía solar. Queremos simular la variabilidad en la generación de energía a lo largo del día utilizando la función **RANDOM UNIFORM** en Vensim PLE.

$$\text{Energia_Generada} = \mathbf{RANDOM\ UNIFORM} (1000, 5000, 12345)$$

En este ejemplo, la función generará un número aleatorio uniformemente distribuido en el rango de 1000 a 5000. La semilla (seed) proporcionada es 12345, lo que significa que cada vez que se ejecute el Modelo, se generará el mismo conjunto de valores aleatorios.

El resultado de la función **RANDOM UNIFORM**, representado por la variable `Energia_Generada`, será un valor aleatorio dentro del rango especificado. Este valor

representará la cantidad de energía generada en un día determinado por la planta de energía solar.

Al utilizar la función **RANDOM UNIFORM** de esta manera, podemos simular la variabilidad diaria en la generación de energía solar. Cada día se generará un valor aleatorio diferente dentro del rango establecido, lo que reflejará la naturaleza estocástica de la producción de energía renovable.

Este enfoque nos permite tener en cuenta la incertidumbre y la variabilidad en el rendimiento de la planta de energía solar, lo cual es crucial para realizar análisis realistas y tomar decisiones informadas en el contexto del Modelado y la planificación energética.

- **STEP**

Funcionamiento

La función **STEP** en Vensim PLE se utiliza para Modelar cambios instantáneos en una variable en un punto específico en el tiempo. Su funcionamiento es bastante sencillo: antes del momento en que ocurre el salto, la variable mantiene su valor anterior, y a partir del instante del salto, toma un nuevo valor constante.

Es importante tener en cuenta que la función **STEP** asume que el cambio es instantáneo y no tiene una duración. No se produce una transición gradual entre los valores anterior y nuevo de la variable. Esto permite capturar de manera precisa y directa eventos importantes en el sistema.

Sintaxis

```
STEP( {height} , {stime} )
```

Donde:

- **Height** representa la altura o magnitud del cambio que ocurre en la variable. Es el valor que la variable toma después del salto.
- **Stime** es el momento en el tiempo en el que se produce el cambio. Es el instante en el que la variable salta a la altura especificada.

Ejemplo aplicativo

Supongamos que estamos Modelando el crecimiento de la población en una ciudad y queremos representar un evento en el que se produce un aumento repentino en la tasa de natalidad a partir de un año específico. Utilizaremos la función **STEP** para lograr este cambio brusco en la tasa de natalidad.

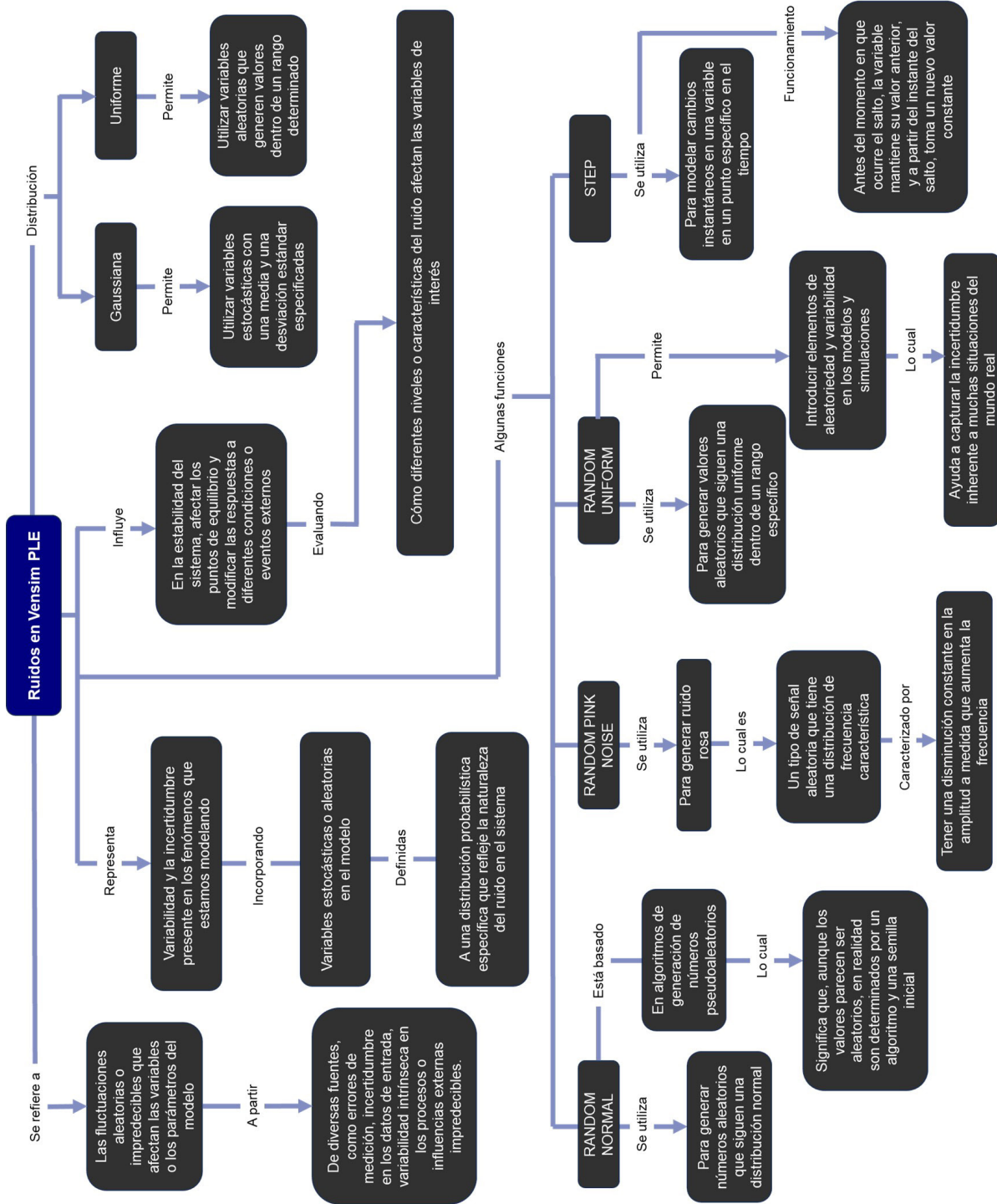
En nuestra ecuación, la variable «TasaNatalidad» representa la tasa de natalidad de la población. Antes del año de cambio, esta tasa se mantiene constante en un valor de 10 bebés por cada 1000 habitantes. A partir del año de cambio, queremos que la tasa de natalidad aumente a 15 bebés por cada 1000 habitantes.

$$TasaNatalidad = \mathbf{STEP} (5, 2025)$$

Donde 5 es el incremento en la tasa de natalidad (**new_value - old_value**) y 2025 es el año en el que se produce el cambio.

Con esta ecuación, antes de 2025, la tasa de natalidad se mantendrá en 10 bebés por cada 1000 habitantes. A partir de 2025, la tasa de natalidad aumentará repentinamente a 15 bebés por cada 1000 habitantes y se mantendrá constante en ese valor para los años posteriores.

A continuación se presentará un mapa conceptual referente a los ruidos en Vensim PLE.



SyntheSim en Vensim PLE

La simulación de Modelos es un proceso fundamental en el campo de la Modelización y toma de decisiones. Durante muchos años, la simulación se realizaba mediante un enfoque por lotes, donde se establecían suposiciones, se ejecutaba la simulación y luego se analizaban los resultados. Sin embargo, con los avances tecnológicos, ha surgido un enfoque más interactivo y práctico conocido como **SyntheSim**, que ha transformado la forma en que interactuamos con los Modelos y tomamos decisiones basadas en ellos.

Antes de la era de **SyntheSim**, las computadoras eran grandes, costosas y relativamente lentas en comparación con las actuales. El acceso a ellas se realizaba a través de terminales compartidos o incluso mediante el envío de trabajos en tarjetas perforadas para su ejecución. La salida de la simulación se recogía posteriormente en la oficina principal de computadoras o en impresoras limitadas. Este proceso limitaba la interacción con los Modelos y dificultaba el análisis en tiempo real.

Sin embargo, con el advenimiento de Vensim 5, se introdujo el enfoque **SyntheSim**, que ha revolucionado la simulación de Modelos. **SyntheSim** permite una interacción más ágil y práctica con los Modelos, lo que acelera el proceso de análisis y toma de decisiones. Con este enfoque, es posible ajustar parámetros, explorar diferentes configuraciones y observar los resultados instantáneamente.

SyntheSim brinda la capacidad de realizar cambios en tiempo real en los Modelos y ver cómo afectan los resultados. Esto permite un proceso de iteración más rápido y una mayor comprensión de la dinámica del sistema Modelado. Además, con **SyntheSim** se pueden explorar escenarios hipotéticos, realizar análisis de sensibilidad y evaluar el impacto de diferentes variables de manera inmediata.

La importancia de utilizar **SyntheSim** radica en su capacidad para mejorar la toma de decisiones informadas y el análisis de Modelos complejos. Al poder interactuar con los Modelos en tiempo real, los usuarios pueden explorar diferentes estrategias, identificar patrones y tendencias, y evaluar el impacto de políticas o acciones específicas. Esto facilita la identificación de soluciones óptimas y la mitigación de riesgos.

El uso de la herramienta **SyntheSim** en Vensim PLE puede resultar beneficioso en una amplia gama de escenarios, algunos de estos pueden ser:

- Crecimiento demográfico: Se utiliza para simular el crecimiento de la población en una región o país. Proyecta la evolución de la población a lo largo del tiempo y planifica estrategias de desarrollo social y económico.

- Pronóstico de ventas y demanda: Las empresas utilizan **SyntheSim** para simular y pronosticar la demanda de sus productos o servicios. Esto ayuda a tomar decisiones informadas sobre la producción, el inventario y las estrategias de comercialización.
- Análisis de inversiones: Es utilizado en el ámbito financiero para simular diferentes escenarios de inversión. Lo cual evalúa el rendimiento potencial de diferentes carteras de inversión y tomar decisiones basadas en la gestión de riesgos.
- Gestión de inventario y cadena de suministro: Es utilizado para simular y optimizar la gestión de su inventario y cadena de suministro. Esto ayuda a minimizar los costos operativos, optimizar la logística y garantizar un suministro eficiente.

Reality Check en Vensim PLE

Construye y usa Modelos para abordar problemas. A medida que se construyen estos Modelos, hay varias comprobaciones que deben realizarse con la realidad. Estas verificaciones pueden ser explícitas y tomar la forma de pruebas de comportamiento del Modelo o comportamiento del subsector bajo diferentes supuestos, o pueden ser simulaciones mentales implícitas y análisis basados en su propia comprensión de los Modelos y el proceso de Modelado. En cualquier caso, estas comprobaciones son muy importantes para garantizar que los Modelos que desarrolle puedan abordar adecuadamente los problemas a los que se están aplicando.

Reality Check le brinda una manera sencilla de hacer declaraciones que cree que deben ser verdaderas sobre un Modelo para que sea útil, y la maquinaria para probar automáticamente un Modelo para verificar su conformidad con esas declaraciones. **Reality Check** es una nueva tecnología que aumenta significativamente su capacidad para validar y defender los Modelos que construye. También puede enfocar la discusión lejos de suposiciones específicas hechas en Modelos hacia creencias más sólidas sobre la naturaleza de la realidad.

Los Modelos son representaciones de la realidad o nuestras percepciones de la realidad. Para validar la utilidad de un Modelo, es importante determinar si las cosas que se observan en la realidad también son verdaderas en el Modelo. Esta validación se puede realizar utilizando métodos formales o informales para comparar las medidas y el comportamiento del Modelo. La comparación se puede hacer mirando datos de series de tiempo, viendo si las condiciones corresponden a descripciones cualitativas, probando la sensibilidad de los supuestos en un Modelo y derivando explicaciones razonables para el comportamiento generado por el Modelo y los patrones de comportamiento.

Otro componente importante en la validación del Modelo es la consideración detallada de los supuestos sobre la estructura. Los agentes no deben requerir información que no esté disponible para ellos para tomar decisiones. Debe haber una aplicación estricta de la conexión causal. Es necesario conservar el material.

Entre los detalles de la estructura y la abrumadora riqueza del comportamiento, hay mucho que decir sobre un Modelo sobre el que rara vez se actúa. Si completara la oración «Para que un Modelo o subModelo sea razonable cuando yo _____ debería _____», vería que hay muchas cosas que podría hacer con un Modelo para encontrar problemas y desarrollar su confianza en él.

En la mayoría de los casos, algunas de las cosas necesarias para que un Modelo sea razonable son tan importantes que se prueban. En muchos casos, las cosas no se dicen sobre un Modelo completo, sino sobre un pequeño componente del Modelo, o incluso una ecuación. En tales casos, usted, como constructor de Modelos, puede aprovechar sus experiencias y el trabajo de otros en relación con el comportamiento de estructuras genéricas y formulaciones específicas.

Sin embargo, en última instancia, la mayoría de las cosas que deben ser ciertas para que un Modelo sea razonable nunca se prueban. Usando técnicas de Modelado tradicionales, el proceso de prueba requiere cortar sectores, manejarlos con diferentes entradas, cambiar la estructura básica en ubicaciones seleccionadas, hacer muchas simulaciones y revisar la salida. Incluso cuando se hace esto, a menudo se hace en una versión del Modelo que se revisa más tarde y el efecto de las revisiones no se prueba.

Las ecuaciones de **Reality Check** le brindan un lenguaje para especificar lo que se requiere para que un Modelo sea razonable, y la maquinaria para entrar y probar automáticamente la conformidad con esos requisitos. Las especificaciones que elabora no están vinculadas a una versión de un Modelo. Están separados de las ecuaciones del Modelo normal y no interfieren con la función normal del Modelo. Presionar un botón le permite ver si el Modelo viola o no las restricciones que impone la realidad.

Controles de entrada y salida

Los controles de entrada y salida son una característica clave que permite personalizar la forma en que interactuamos con los Modelos durante la simulación. Estos controles se utilizan para gestionar las entradas del Modelo y visualizar los resultados de la simulación de manera conveniente y efectiva.

La incorporación de controles de entrada y salida en las vistas del Modelo nos brinda la flexibilidad de diseñar nuestro propio espacio de control, donde podemos ajustar y modificar las variables de entrada del Modelo según sea necesario. Esto nos permite explorar diferentes escenarios y condiciones al variar los valores de entrada y observar cómo afectan los resultados.

Los controles de entrada nos permiten establecer valores iniciales, definir rangos permitidos, establecer incrementos y proporcionar comentarios sobre cada variable de entrada. Esto facilita el proceso de configuración de los parámetros del Modelo y garantiza que las entradas se ajusten a las condiciones deseadas.

Por otro lado, los controles de salida nos brindan la capacidad de visualizar los resultados de la simulación de manera clara y concisa. Podemos seleccionar las variables de salida relevantes y ver cómo evolucionan a lo largo del tiempo o en respuesta a cambios en las entradas. Esto nos ayuda a comprender mejor el comportamiento del Modelo y extraer información valiosa de los resultados.

Es importante destacar que los controles de entrada y salida no tienen un impacto directo en la funcionalidad y el comportamiento del Modelo en sí. Son herramientas complementarias que mejoran la experiencia de uso y facilitan la comprensión de los resultados para los usuarios.



Ejemplos *prácticos*



Vensim.

VENTANA

simulación

EJEMPLOS PRÁCTICOS

En esta sección, se encontrará una serie de tutoriales diseñados para ayudarte a desarrollar las habilidades en la creación de Modelos básicos, intermedios y complejos. Estos tutoriales están pensados especialmente para estudiantes y usuarios nuevos en Vensim, pero también ofrecen oportunidades de aprendizaje para aquellos que deseen ampliar su conocimiento y dominio de esta potente herramienta de Modelado de sistemas. En cada uno de los tutoriales se brindará el planteamiento del problema, las variables que se utilizarán en cada problema, un ciclo causal, un mapa conceptual que ayude a comprender el objetivo, y diversos pasos para la creación y el análisis de cada uno de los Modelos.

Modelos Básicos Modelo de Población de Conejos

1. Planteamiento del problema

En el presente ejemplo, se realiza un estudio del desarrollo de una población de conejos durante un período de 30 años en un área determinada. La muestra inicial está compuesta por 1000 conejos y se tienen en cuenta variables como la tasa de natalidad del 0.125% y una esperanza de vida de 8 años.

2. Tabla de variables

Las variables y ecuaciones que se utilizarán para resolver el Modelo son las siguientes:

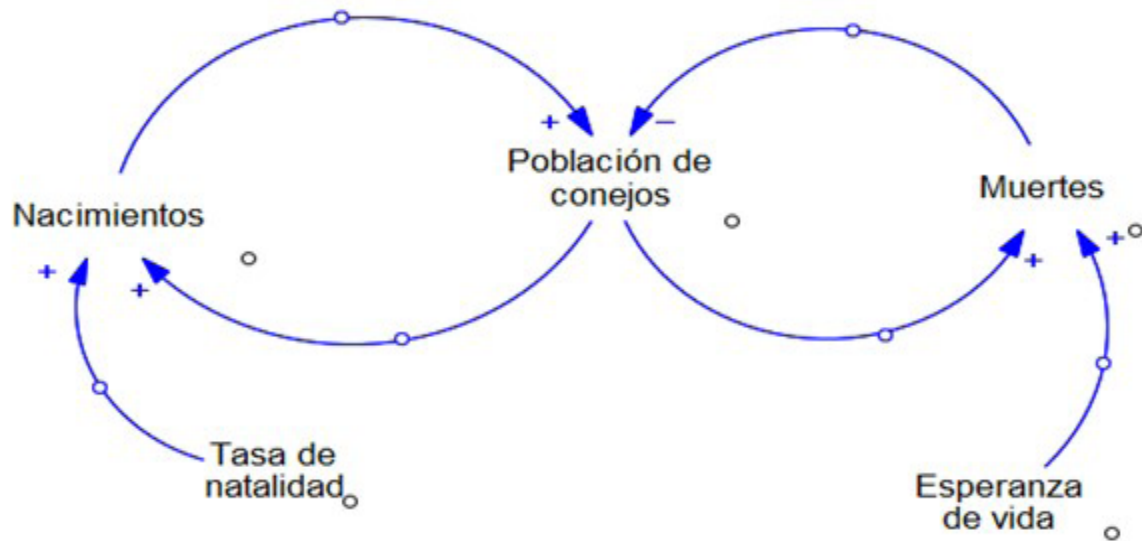
Variables	Ecuación	Unidades	Tipo de variable
Población de conejos	Nacimientos-Muertes	Conejos	Nivel
Nacimientos	Población de conejos*Tasa de natalidad	Conejos/Años	Flow
Tasa de natalidad	0.125%	1/Años	Constante
Muertes	Población de conejos/Esperanza de vida	Conejos/Años	Flow
Esperanza de vida	8	Años	Constante

En donde:

- Población de conejos: almacena la cantidad de conejos que están presentes.
- Nacimientos: es la cantidad de conejos que nacen cada año.
- Tasa de natalidad: es el número de nacimientos que se producen en una población determinada durante un período de tiempo específico.
- Muertes: es la cantidad de conejos que mueren cada año.
- Esperanza de vida: es la cantidad de tiempo que se vive un conejo en promedio.

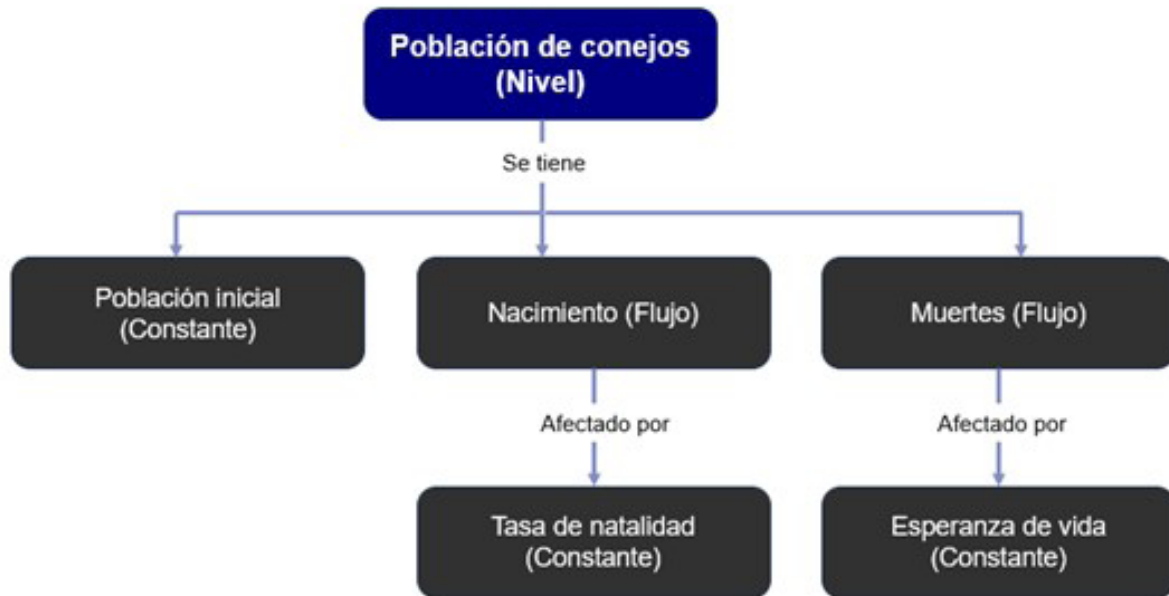
3. Ciclo causal

De acuerdo con el enunciado, se puede establecer un diagrama de ciclo causal en el cual indica que a medida que aumenta la población, se produce un aumento en el número de nacimientos. A su vez, este aumento en la cantidad de nacimientos puede llevar a una mayor población, pero también a un aumento en la cantidad de defunciones. En consecuencia, un mayor número de defunciones puede resultar en una disminución de la población.



4. Mapa conceptual

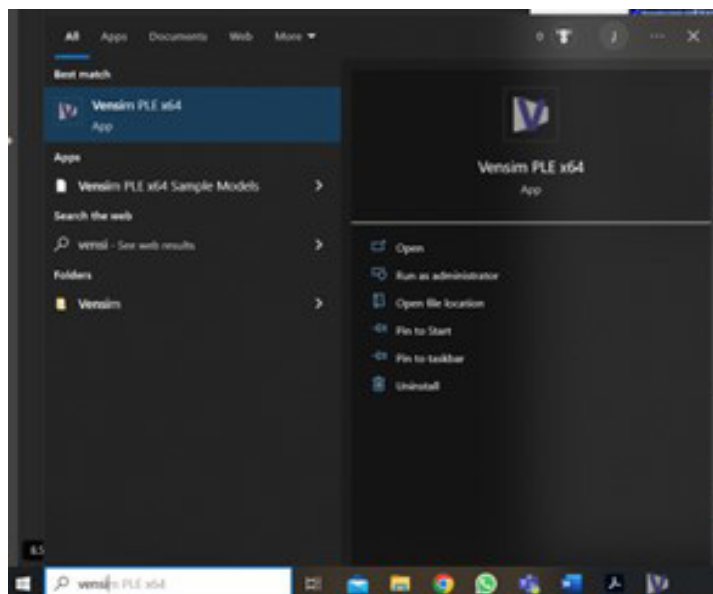
A continuación, se presenta un mapa conceptual que sirva como ayuda al entendimiento del Modelo.



5. Pasos para dibujar el modelo

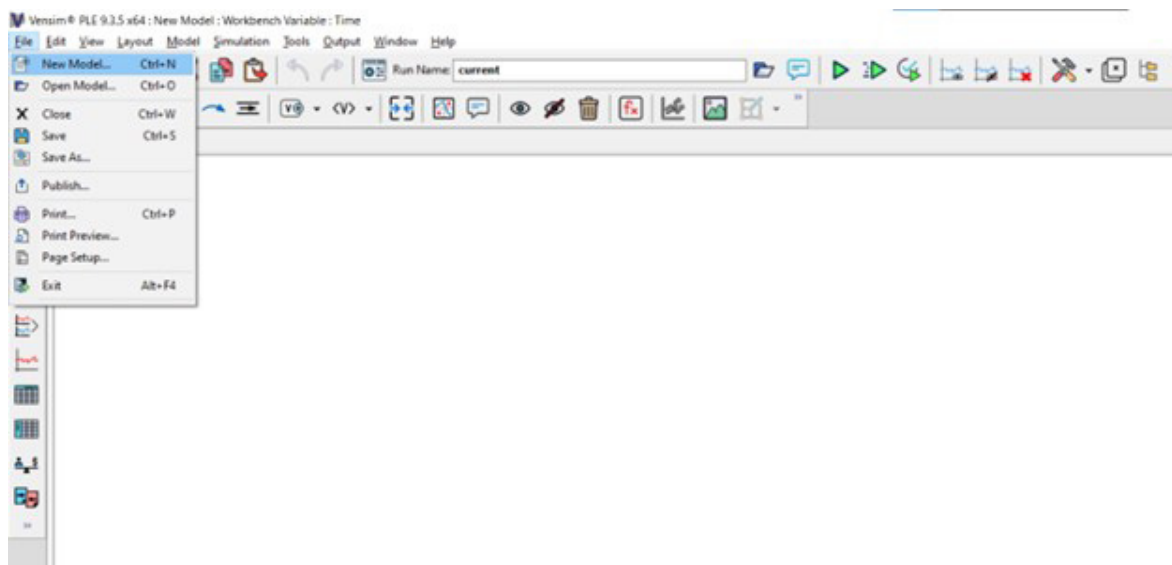


Ingresa a Vensim PLE. Puede acceder a él mediante la barra de búsqueda de su computadora o mediante el acceso directo creado en su escritorio.



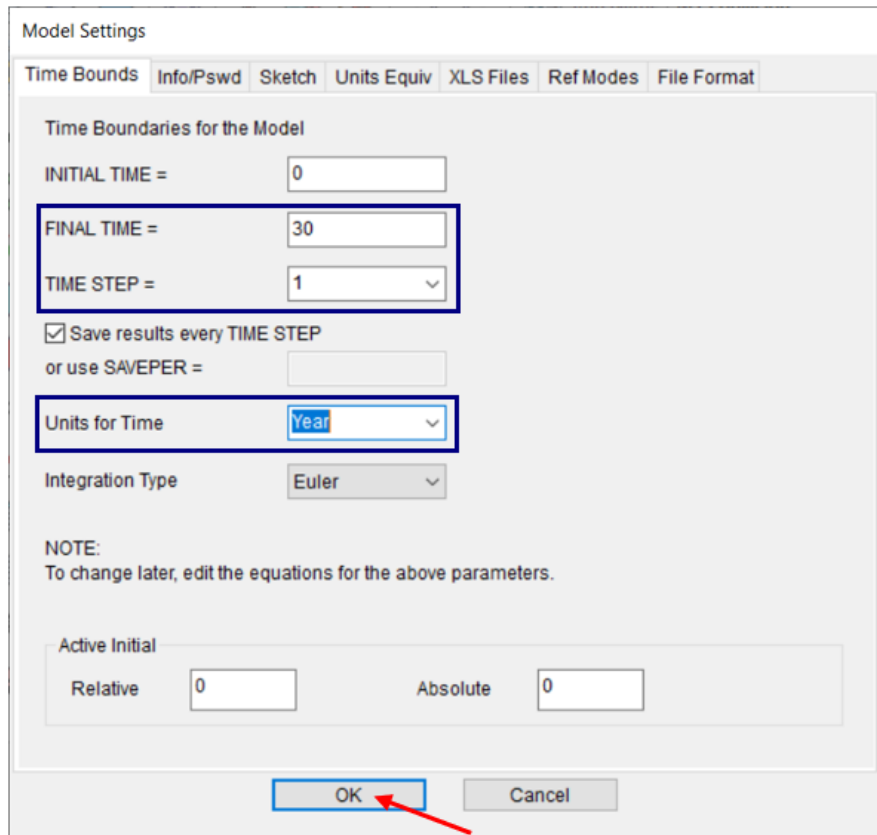
Paso N°2

Para comenzar a crear un nuevo Modelo en Vensim PLE, hay dos opciones. La primera es hacer clic en la opción «**New Model**» ubicada en la ventana principal del programa. La segunda opción es seleccionar la opción «**File > New Model**» en el menú de Archivo que se encuentra en la barra de menú de la ventana principal. Ambas opciones permiten abrir una nueva ventana en blanco para empezar a diseñar y construir el Modelo deseado.



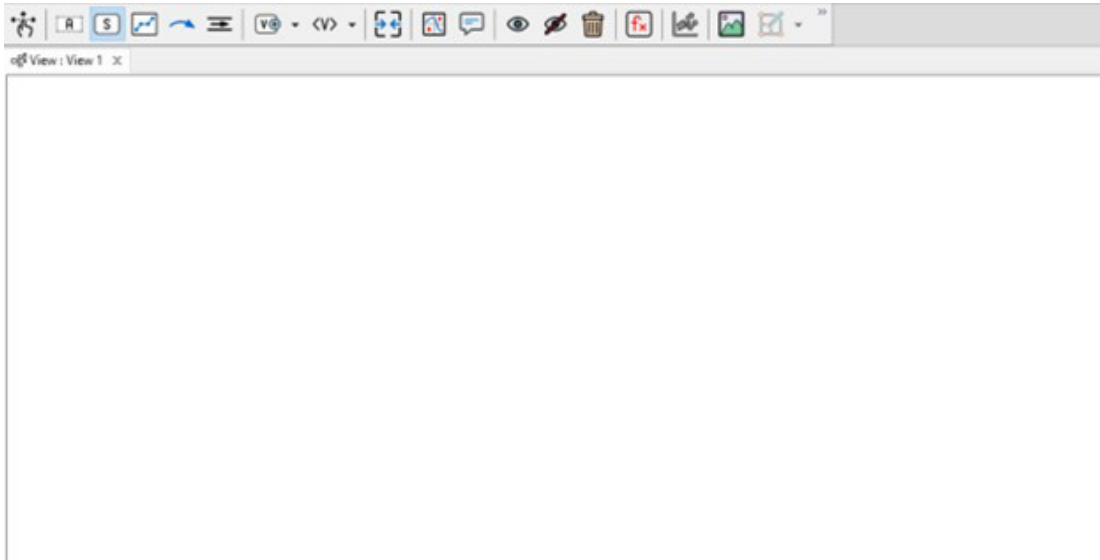
Paso N°3

Para configurar los parámetros de tiempo en el menú de **Model Settings**, ingrese el valor «30» en la opción **Final Time** (Tiempo final), seleccione «1» para el Time STEP (Paso de tiempo) y elija «year» para las **Units for Time** (Unidades de tiempo). Finalmente, haga clic en «**OK**» o presione la tecla «**Enter**» para guardar la configuración.



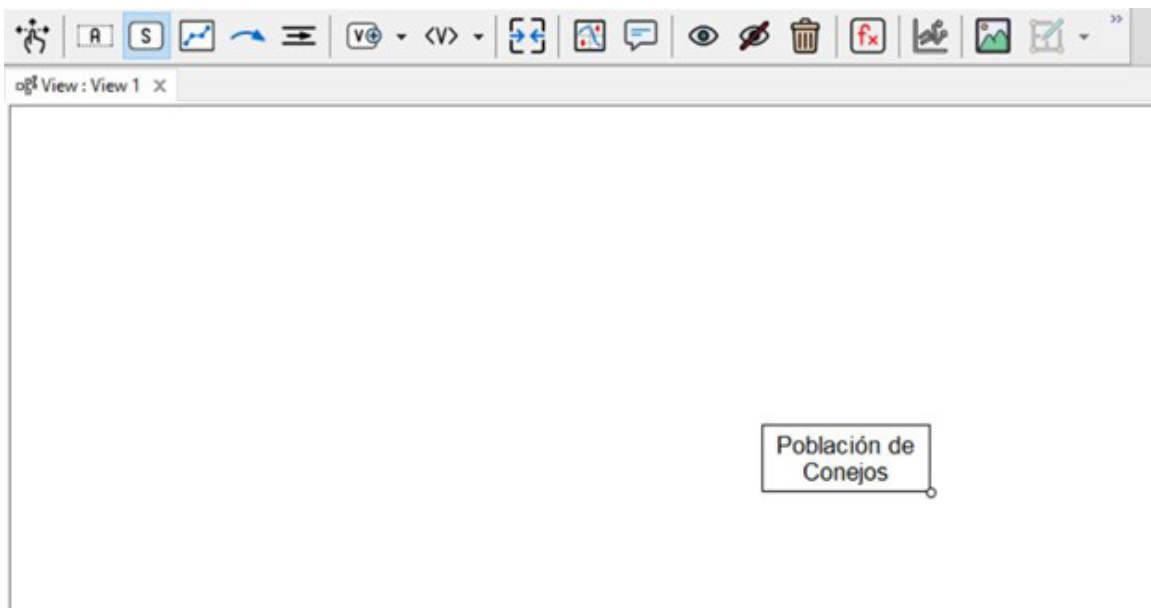
Paso N°4

Para crear las variables de tipo nivel, seleccione el ícono «Stock» y haga clic en el centro del área de dibujo.



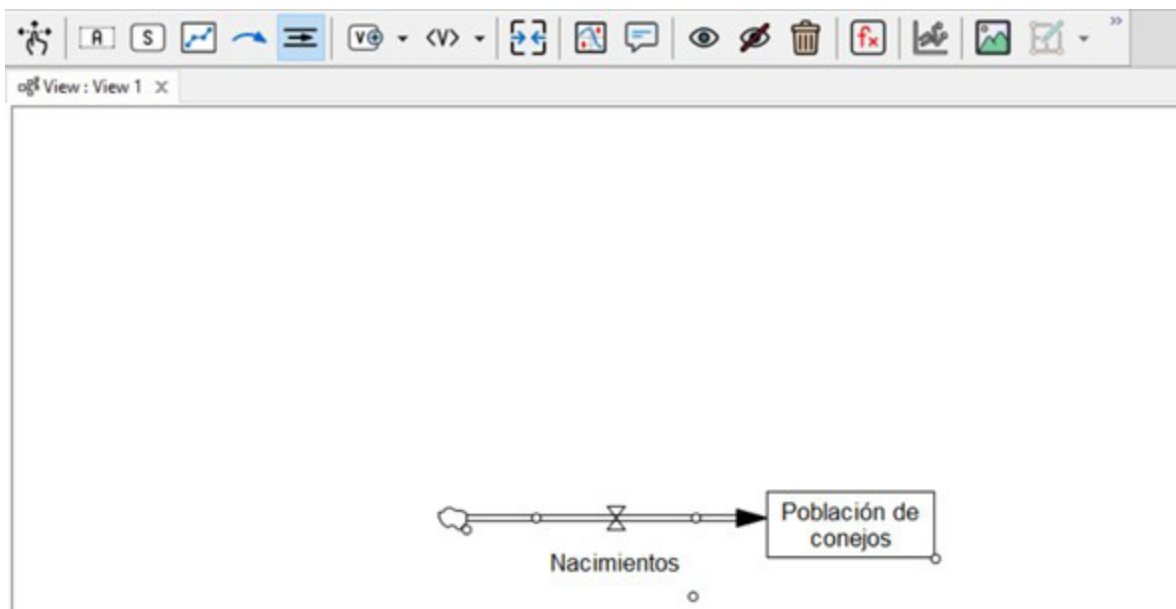
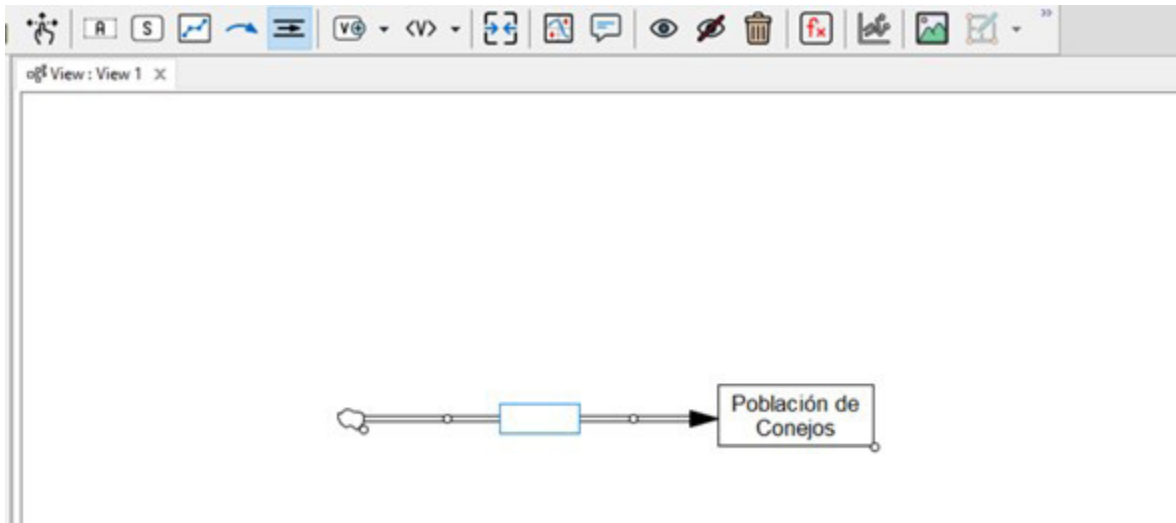
 **Paso N°5** 

Escriba el nombre «Población de Conejos» y presione la tecla «**Enter**».



 **Paso N°6** 

Para crear los flujos de entrada y/o salida, seleccione la herramienta «**Flow tool**» y haga clic en la parte izquierda del área de dibujo a una distancia no muy lejana de la caja «Población de Conejos». Luego, mueva el cursor sobre la variable de tipo nivel «Población de Conejos» y haga clic encima de ella. Luego, escriba el nombre «Nacimientos» y presione la tecla «**Enter**».

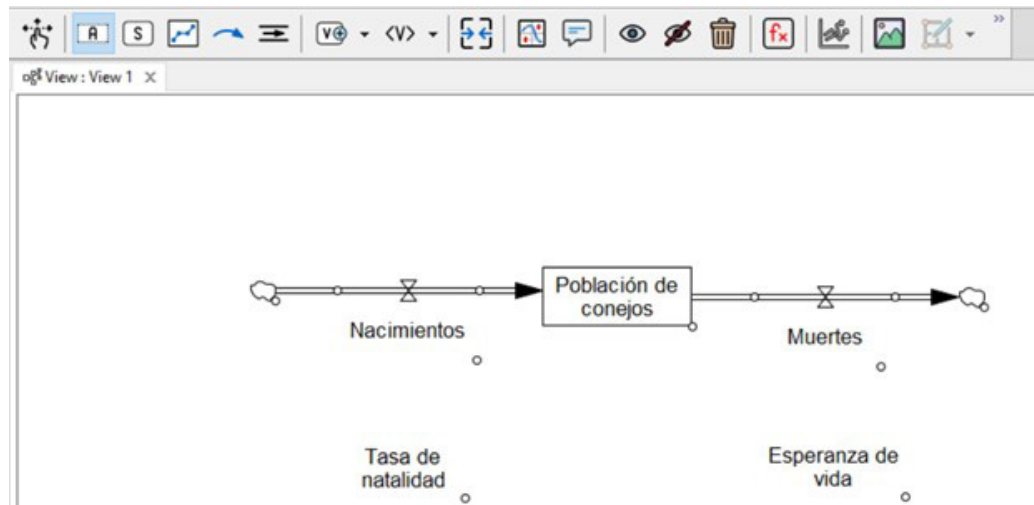


Paso N°7

Teniendo ícono «**Flow tool**» activo, haga clic encima de la variable de tipo nivel «Población de conejos», después mueva el cursor hacia la zona de dibujo que está a la derecha de «Población de conejos»y haga clic encima del espacio vacío. Posteriormente, escriba el nombre «Muertes» y presione la tecla «**Enter**».

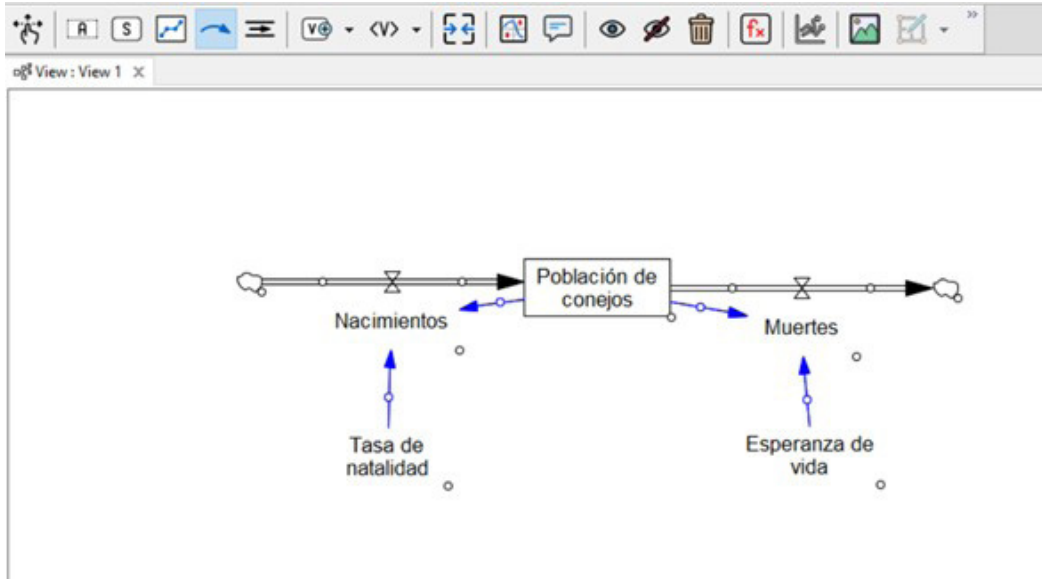
Paso N°8

Para crear las variables auxiliares, seleccione el ícono «Variable»y haga clic en la zona de dibujo debajo del flujo «Nacimientos». Después, escriba «Tasa de natalidad» y presione la tecla «**Enter**». Repita este mismo paso para crear la variable «Esperanza de vida». Al culminar este paso deberá obtener lo siguiente: Para vincular las

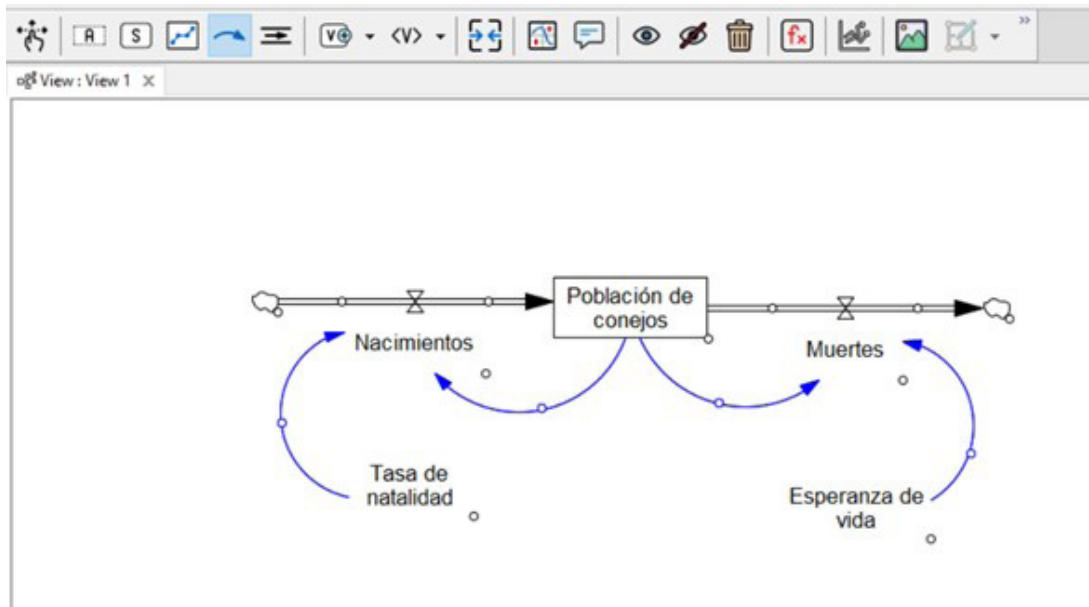


Paso N°9

distintas variables que afectan al sistema en estudio, seleccione el ícono «**Arrow tool**» y haga clic sobre «Tasa de natalidad». Posteriormente, realice otro clic encima de «Nacimientos». De esta manera, se genera una flecha que apunta a la segunda variable. Repita el mismo procedimiento desde «Esperanza de vida» hacia «Muertes», desde «Población de conejos» hacia «Nacimientos» y desde «Población de conejos» hacia «Muertes».



Paso N° 10



Paso N° 11

Es importante recordar guardar su trabajo a medida que construye el Modelo, ya que pueden ocurrir situaciones inesperadas. Para guardar su trabajo, haga clic en el ícono «**Save Model**». A continuación, se abrirá una ventana en la que deberá indicar la ubicación donde desea guardar el archivo y asignarle un nombre específico.

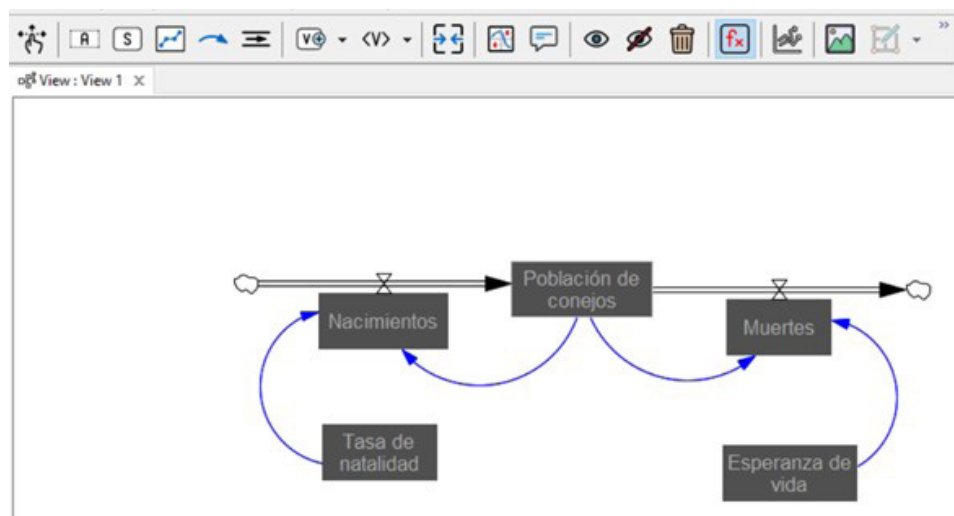


6. Pasos para Introducir las ecuaciones

Aunque la composición del Modelo puede estar completa en términos de la estructura de las variables y sus interacciones, es posible que surjan errores al intentar simularlo. Esto se debe a que es necesario especificar las ecuaciones que describen cada interacción entre las variables. Seguidamente, se especifica los pasos para Introducir las ecuaciones.

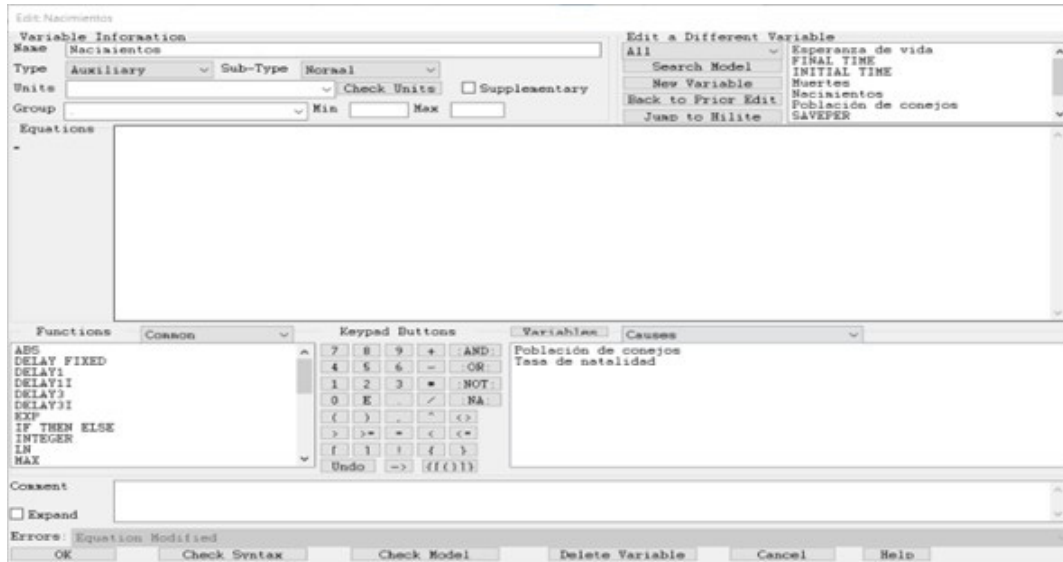
Paso N° 1

Al hacer clic en el ícono «**Equation tool**», todas las variables se resaltan en color gris para aquellas que no han sido definidas o están incompletas. Una vez que se completan las ecuaciones para cada variable, las partes resaltadas desaparecerán.



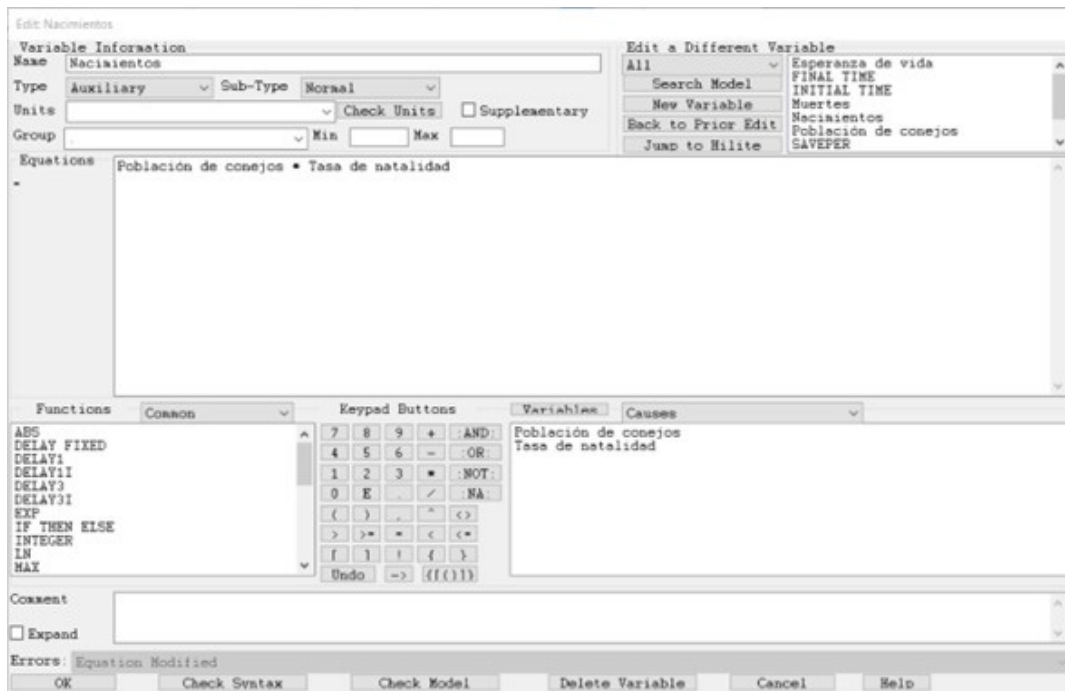
Paso N°2

Haga clic sobre la variable «Nacimientos». Esto lo llevará al editor de las ecuaciones. Se puede observar que en el parte superior izquierdo muestra el nombre de la variable activa y en la parte central derecha aparece la lista de variables que se encuentran conectadas a este mismo.



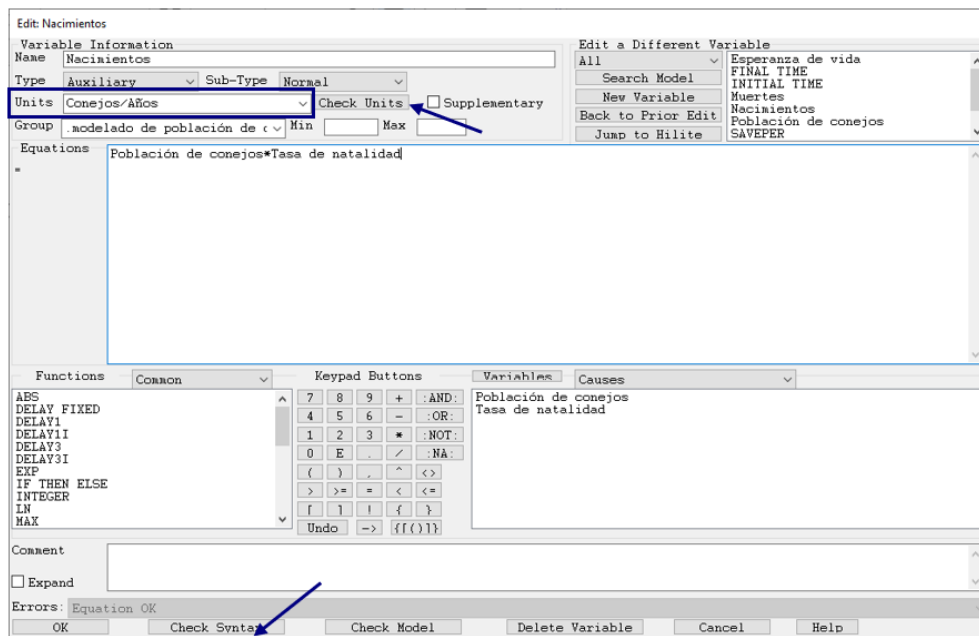
Paso N°3

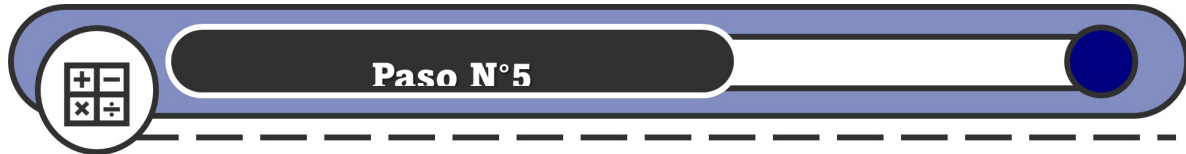
Para escribir la ecuación, colóquese en el cuadro que está situada al lado de «Equations» y escriba «Población de conejos * tasa de natalidad». Existe otra alternativa que es hacer clic en la lista de variables y colocar los signos matemáticos según el orden de la operación. Puede incluir espacios en blanco para una mejor lectura; sin embargo, este no afecta a la ecuación.



Paso N°4

Escriba «Conejos/Años» en el cuadro de las unidades (**Units**). Verifique que la unidad está correcta haciendo clic en «**Check Units**». Finalmente, haga clic en «**Check Syntax**» para verificar que la ecuación está escrita correctamente y cierre el editor de ecuaciones pulsando en el botón «**OK**». Podrá observar que el resalto en color gris se desaparece, ya que no existen errores con la estructura y/o la ecuación.





Paso N°5

Haga clic en «Población de conejos» y podrá observar que Vensim automáticamente escribió la ecuación, ya que en el Modelo conectamos dos flujos junto a la variable de tipo nivel. Cabe destacar que para Vensim, los flujos de entrada son considerados como positivo y los flujos de salida son considerados como negativo. Si los flujos son invertidos, entonces tendrá que escribir la ecuación manualmente. En este caso, la ecuación está bien escrita porque si hay aumento en los nacimientos, consecutivamente, aumenta la población y si aumenta las muertes, la población disminuirá.



Paso N°6

Haga clic en el cuadro de «**Initial Value**» y escriba «1000» para establecer el número inicial de conejos cuando el tiempo equivale a cero.

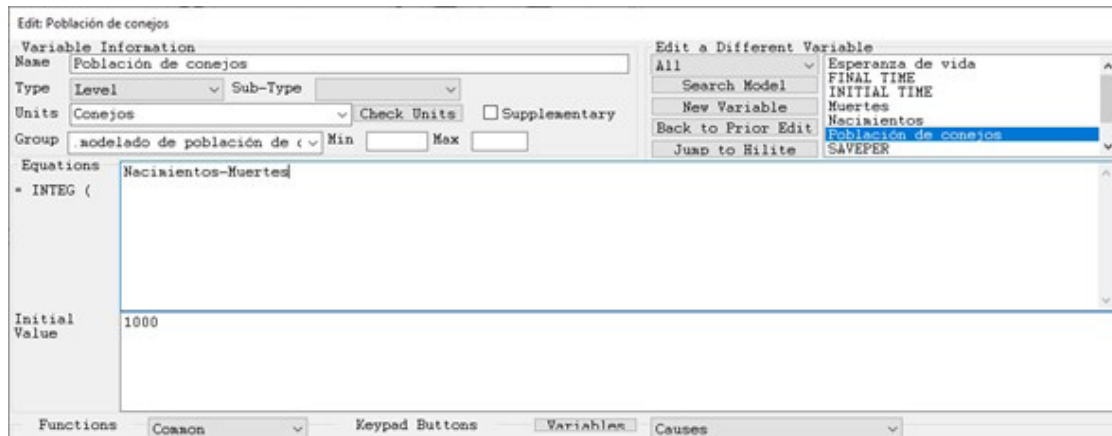


Initial Value 1000



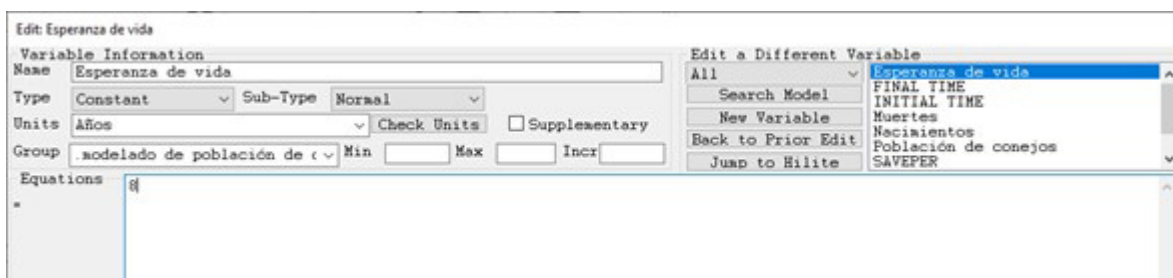
Paso N°7

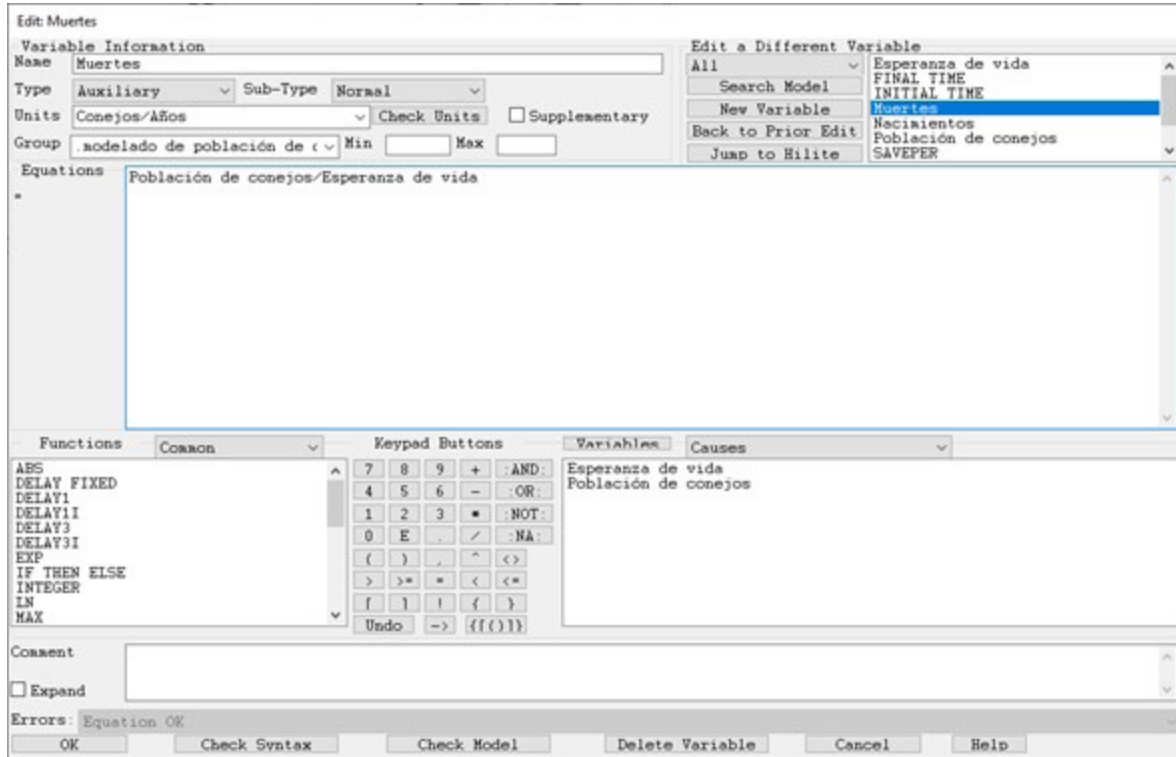
Escriba «Conejos» en el cuadro de «**Units**». Verifique que la unidad está correcta haciendo clic en «**Check Units**». Luego, haga clic en «**Check Syntax**» para verificar que la ecuación está escrita correctamente y cierre el editor de ecuaciones pulsando en el botón «**OK**». Podrá observar que el resalto en color gris se desaparece, ya que no existen errores con la estructura y/o la ecuación.



Paso N° 10

Repita los pasos que sean necesarios para completar las dos ecuaciones restantes con los procedimientos ante descritos. Debe tomar en cuenta que, al finalizar, todas las variables no deben estar resaltadas de color gris en el dibujo del Modelado y recuerde revisar la sintaxis de la ecuación antes de cerrar el editor de ecuaciones. Al final, debe obtener lo siguiente:

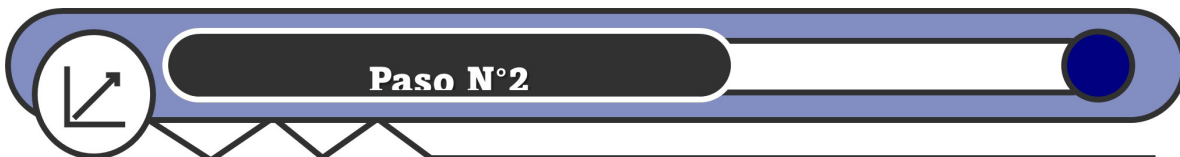




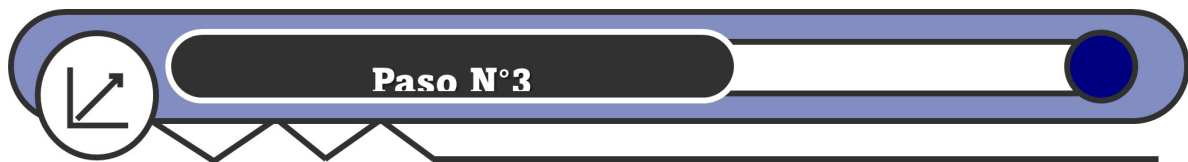
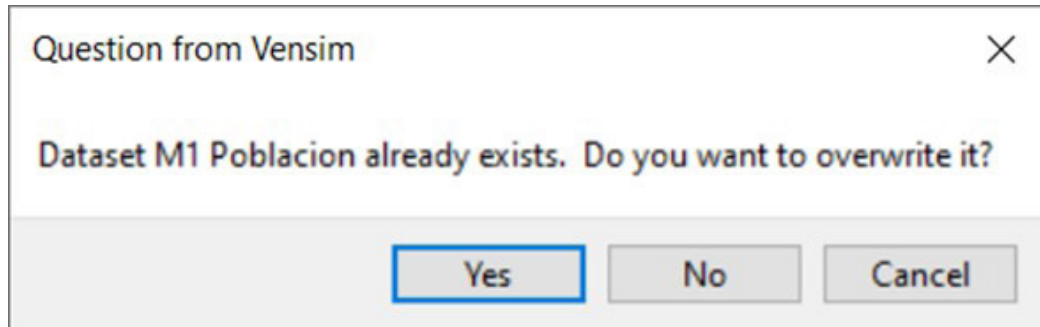
7. Pasos para la simulación y análisis de resultados



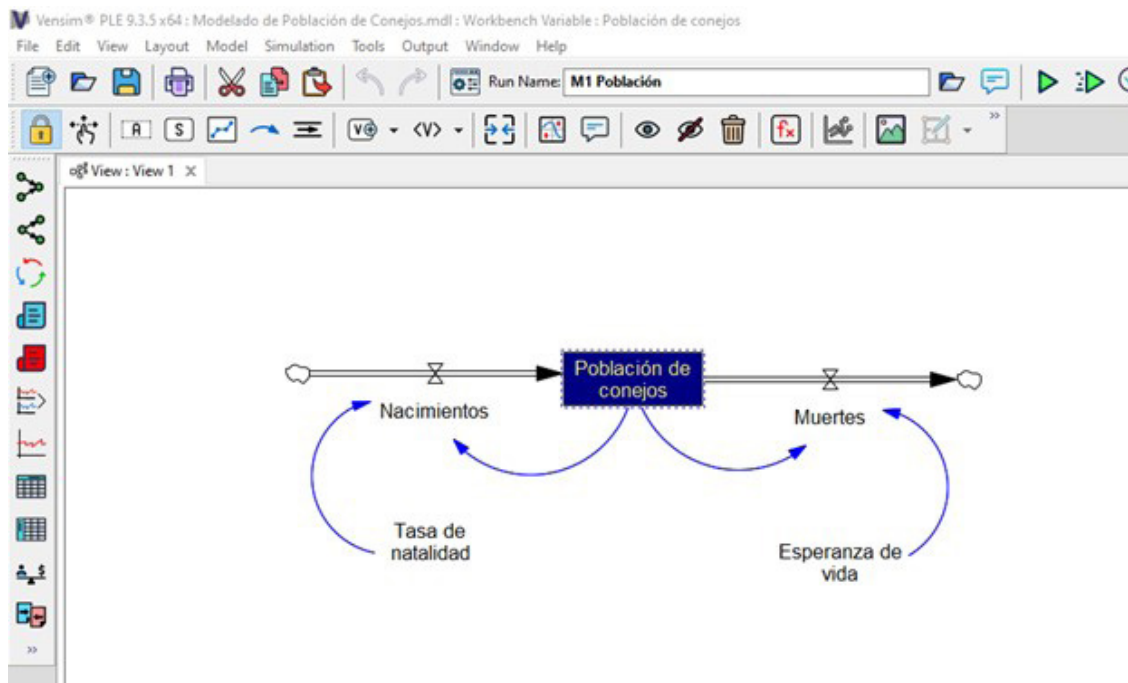
Presione en el ícono «Run a single simulation».

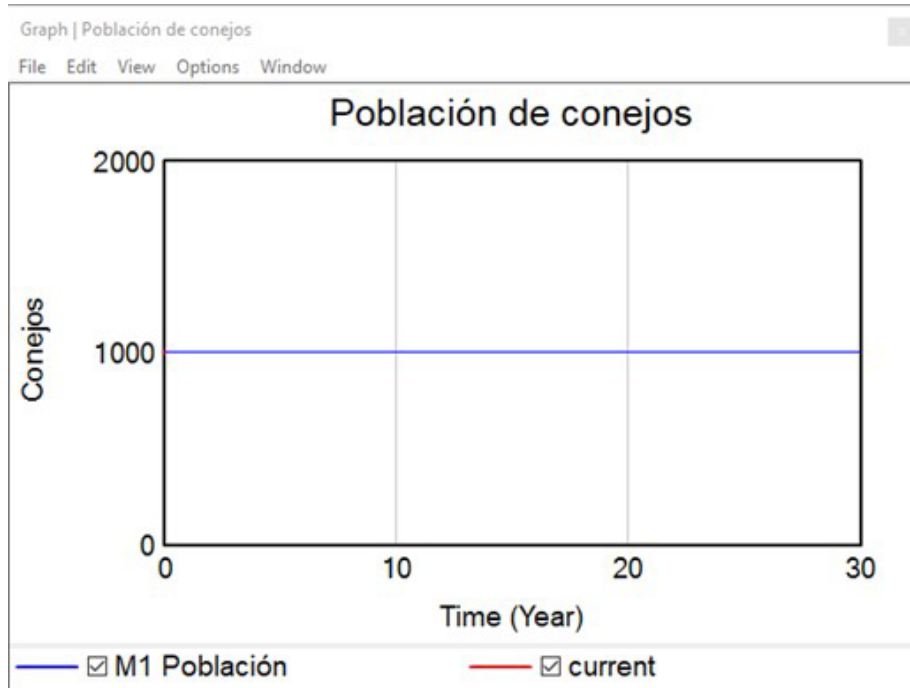


Le mostrará el siguiente mensaje y de clic en «Yes». Si su Modelo tiene errores, le mostrará una alerta de advertencia.



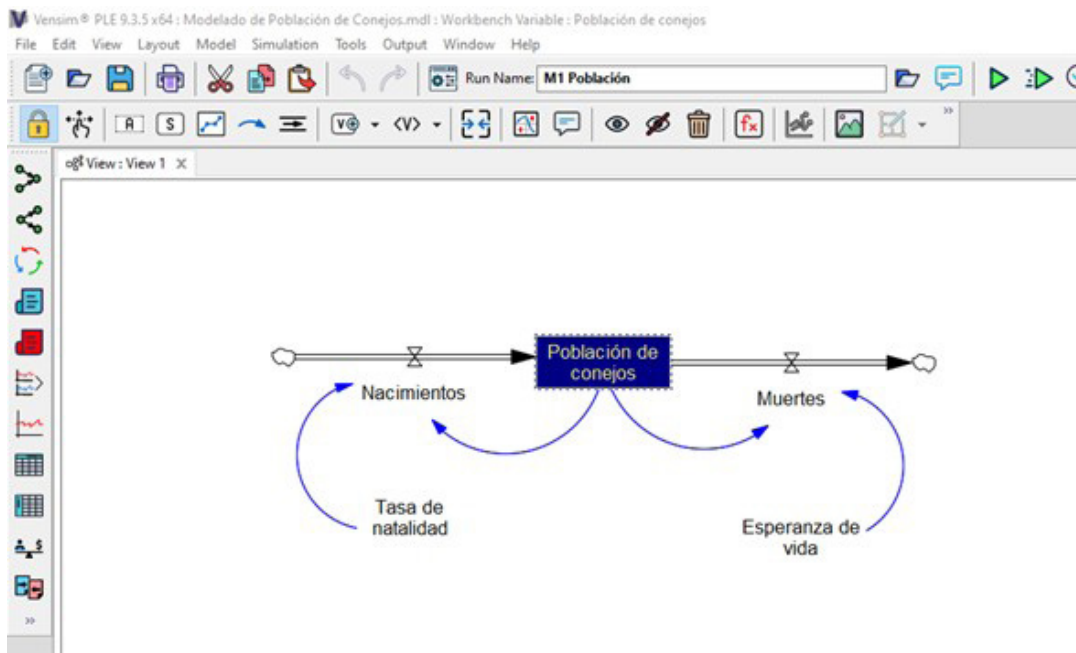
Seleccione la variable de tipo nivel «Población de conejos» en la zona de dibujo. Luego, presione el instrumento «**Graph**» que se encuentra en la herramienta de análisis y se mostrará la siguiente gráfica que indica la cantidad de conejos al transcurrir el tiempo.





Paso N°4

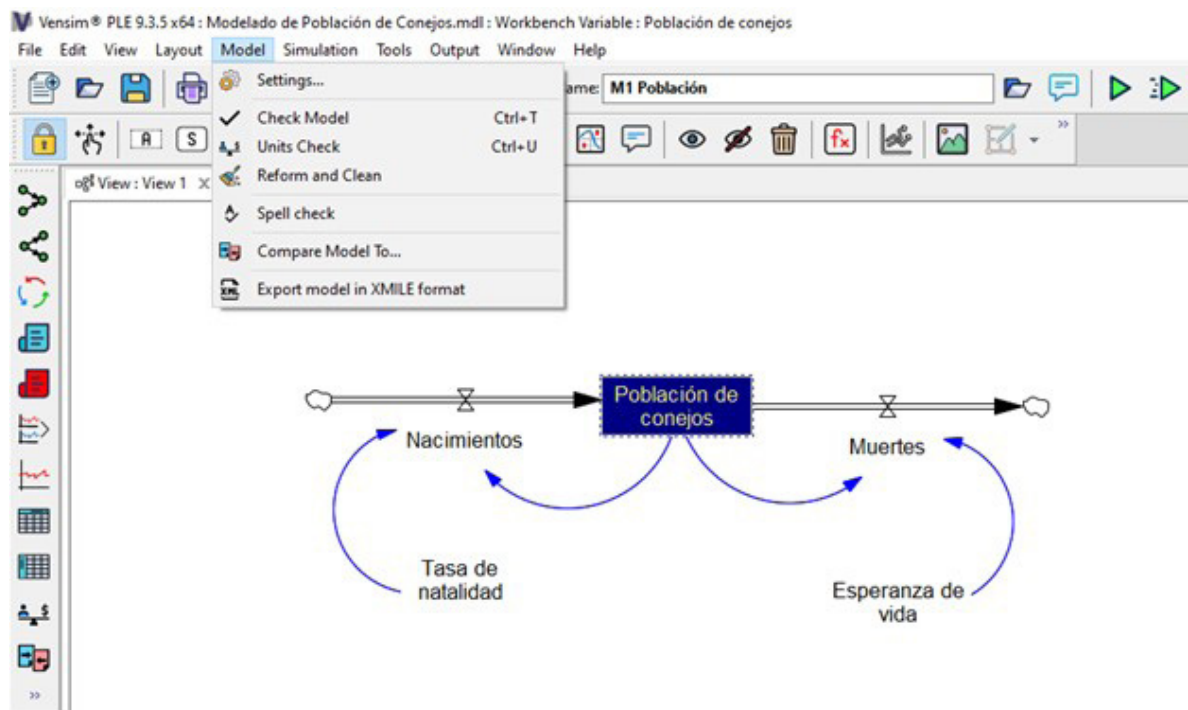
Debido a que la línea de la gráfica no se puede apreciar en detalle, se puede hacer uso del instrumento «**Table**» para verificar los valores en cada instante de tiempo. Para



Time (Year)	47	48	49	50	51	52	53	54	10
Población de conejos : M1 Población	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Población de conejos : current									

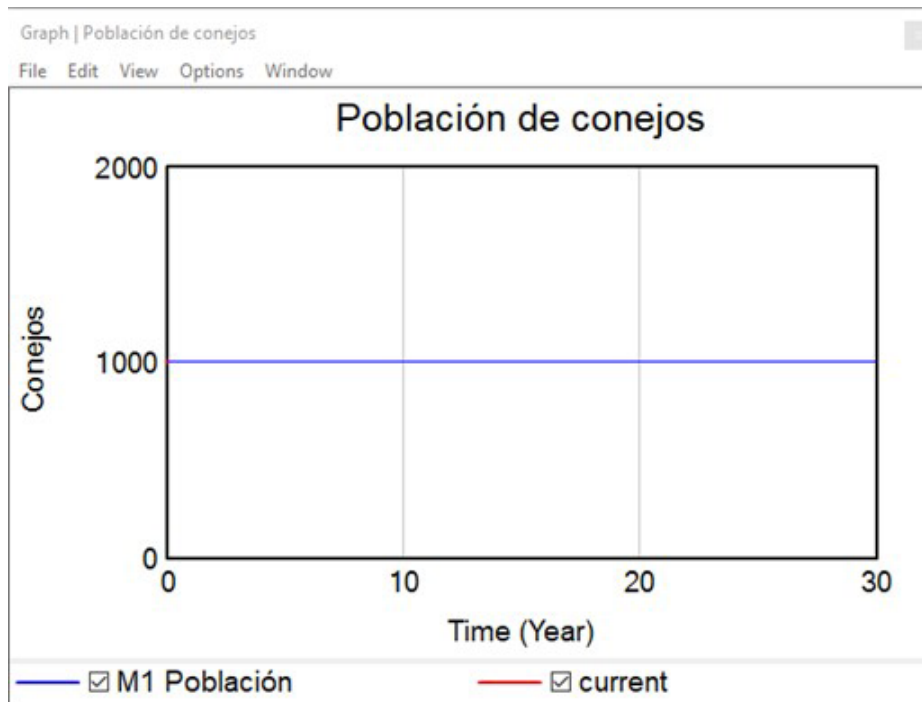
Paso N°5

hacer un contraste, se puede recorrer el Modelo a largo plazo. Para esto, diríjase a «**Model**» y seleccione «**Settings**»



Paso N°6

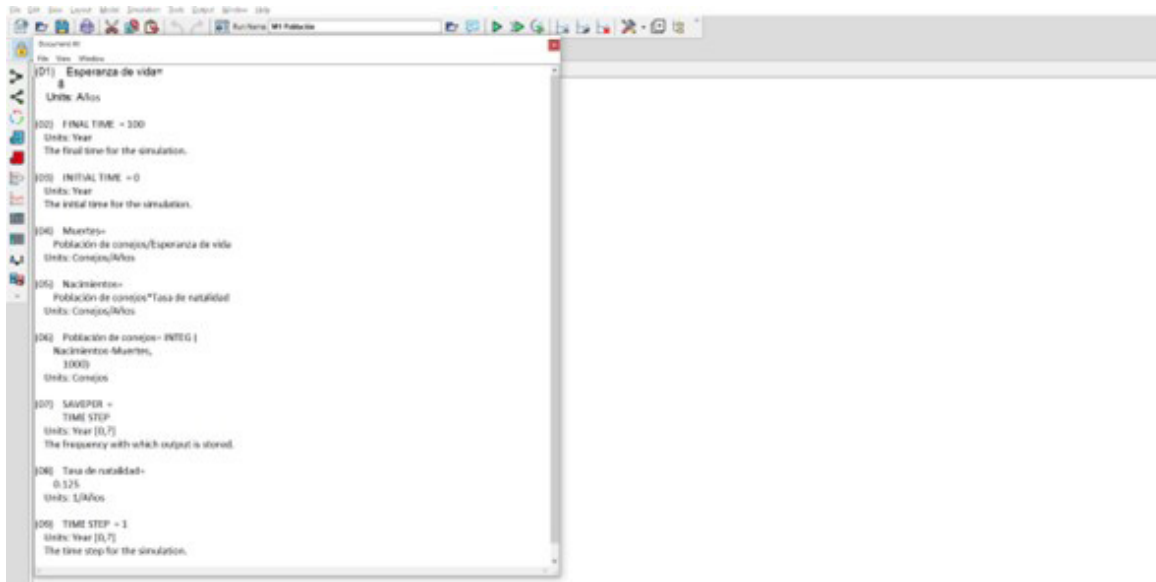
Cambie el tiempo final a 100 años para ver su comportamiento y presione el botón «OK». Repita desde el paso 1 para genera las gráficas.



Time (Year)	47	48	49	50	51	52	53	54	10
Población de conejos : M1 Población	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Población de conejos : current									

Paso N°7

Para conocer las ecuaciones que ejecuta Vensim por detrás de cada Modelo, seleccione el botón «**Document All**» y se mostrará cada una de las ecuaciones que fue configurada para cada una de las variables.



Como se puede observar, el software utiliza ecuaciones matemáticas para describir la relación entre las diferentes variables y cómo cambian a lo largo del tiempo. En otras palabras, Vensim utiliza una combinación de ecuaciones diferenciales y algoritmos de integración numérica para calcular cómo las variables del Modelo cambian con el tiempo. De esta manera, los usuarios pueden ajustar los parámetros del Modelo y realizar simulaciones para ver cómo estos cambios afectan el comportamiento del sistema en diferentes escenarios.

8. Análisis del modelo

El Modelo en cuestión busca demostrar cómo se alcanza un equilibrio numérico en una población de conejos. Para lograr esto, se han establecido las constantes de tasa de natalidad y esperanza de vida de los conejos de tal manera que generen flujos de entrada y salida del 12.5% de la población total de conejos. Esto significa que, en promedio, cada conejo tiene una probabilidad de reproducción del 12.5% y una probabilidad de fallecer del 12.5% en cada ciclo del Modelo.

De esta forma, al correr el Modelo a lo largo del tiempo, se puede observar que la población de conejos se estabiliza numéricamente, sin originar cambios significativos

en el valor de la población total. Es decir, el Modelo demuestra que, si las condiciones de tasa de natalidad y esperanza de vida se mantienen estables, la población de conejos puede alcanzar un equilibrio en el cual la cantidad de nuevos conejos que nacen es equivalente a la cantidad de conejos que fallecen, lo que resulta en un estado estable a largo plazo.

Modelo de Enfriamiento

1. Planteamiento de problema

En este ejemplo particular, se está Modelando una situación donde una persona tiene un vaso de café que se encuentra a una temperatura inicial de 82 grados Celsius y desea enfriarlo en un periodo de 20 minutos, considerando que la temperatura del ambiente se mantiene constante en 30 grados Celsius.

2. Tabla de variables

Las variables y ecuaciones que se utilizarán para resolver el Modelo son las siguientes:

Variables	Ecuación	Unidades	Tipo de variable
Temperatura cafe	-enfriamiento	Celsius	Nivel
Enfriamiento	$(\text{Temperatura café} - \text{Temperatura ambiente}) / \text{tiempo a enfriar}$	Celsius/Min	Flow
Temperatura inicial	82	Celsius	Constante
Temperatura ambiente	30	Celsius	Constante
Tiempo en enfriar	20	Min	Constante

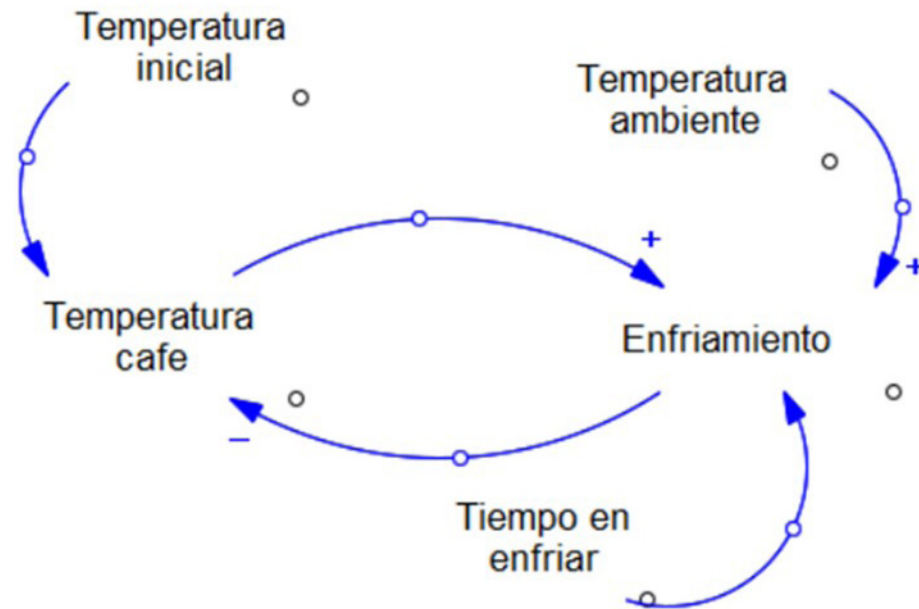
En donde:

- Temperatura cafe: indica la intensidad del calor del café.
- Enfriamiento: es la disminución de la temperatura.
- Temperatura inicial: es la intensidad del calor del café cuando el tiempo equivale a cero.

- Temperatura ambiente: es la temperatura límite que la temperatura del café va a llegar.
- Tiempo en enfriar: es el tiempo que tarda en disminuir la temperatura.

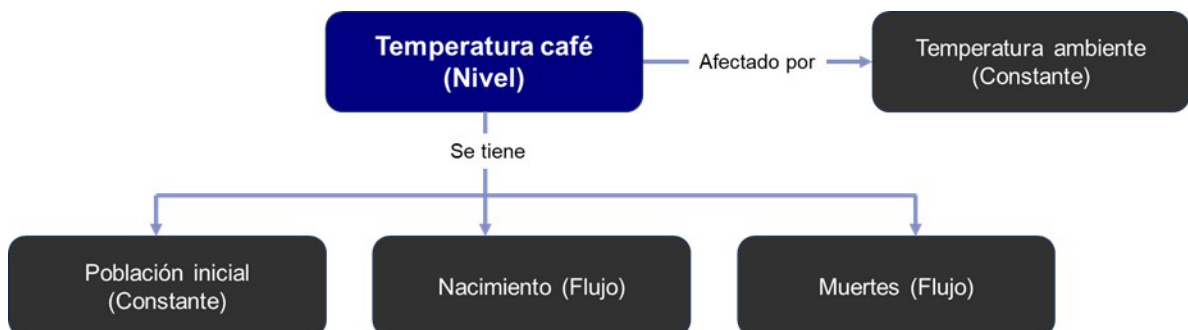
3. Ciclo causal

De acuerdo con el enunciado, se puede establecer un diagrama de ciclo causal tal como se ejemplifica en la siguiente imagen:



4. Mapa conceptual

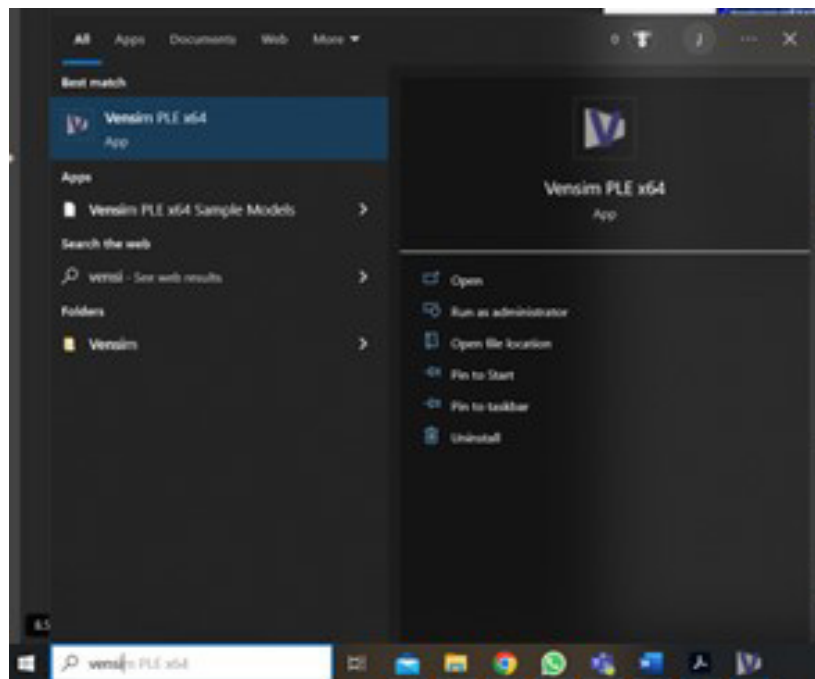
A continuación, se presenta un mapa conceptual que sirva como ayuda al entendimiento del Modelo.



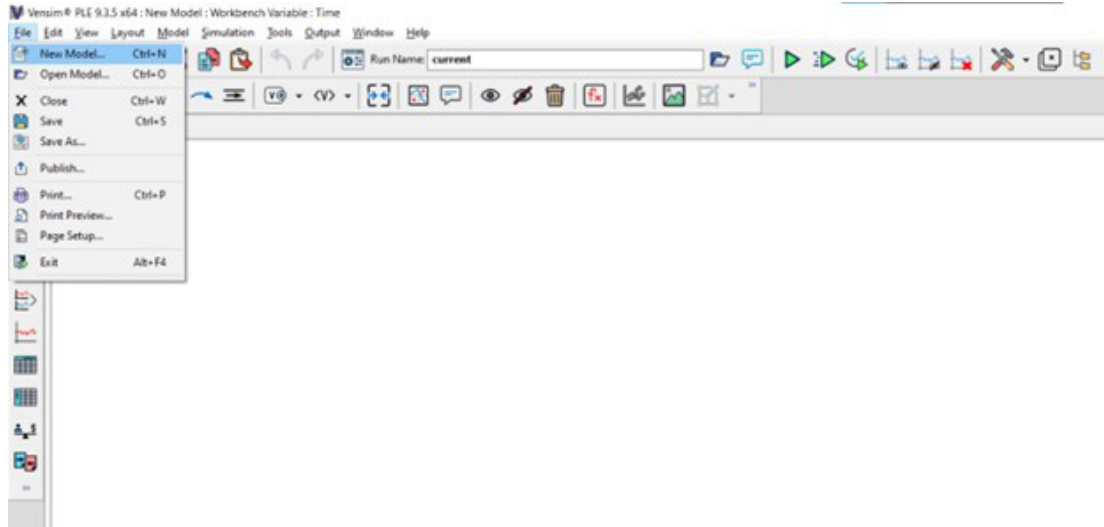
5. Pasos para dibujar el modelo



Ingrese a Vensim PLE. Puede acceder a él mediante la barra de búsqueda de su computadora o mediante el acceso directo creado en su escritorio.

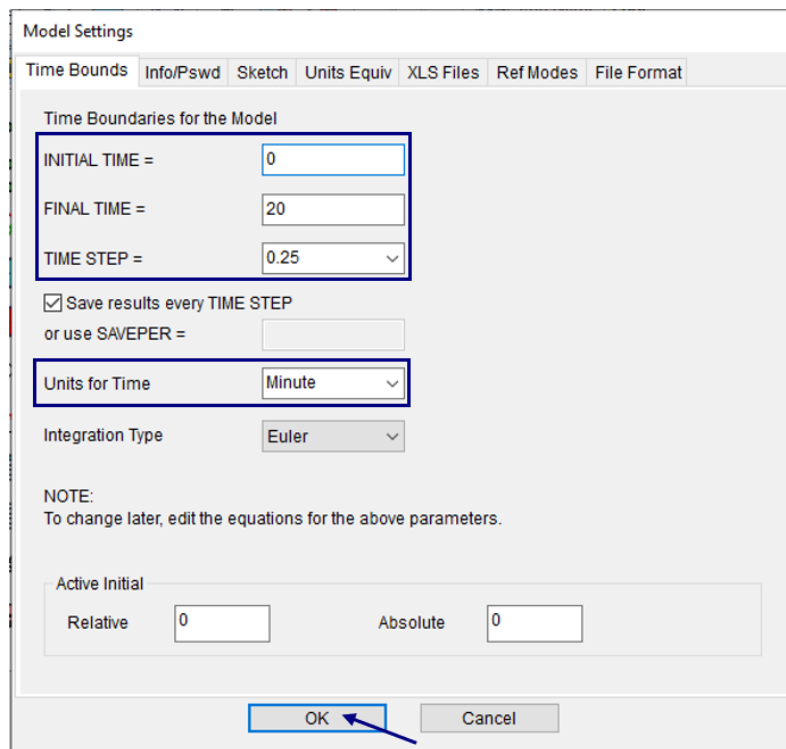


Para comenzar a crear un nuevo Modelo en Vensim PLE, hay dos opciones. La primera es hacer clic en la opción «**New Model**» ubicada en la ventana principal del programa. La segunda opción es seleccionar la opción «**File > New Model**» en el menú de Archivo que se encuentra en la barra de menú de la ventana principal. Ambas opciones permiten abrir una nueva ventana en blanco para empezar a diseñar y construir el Modelo deseado.



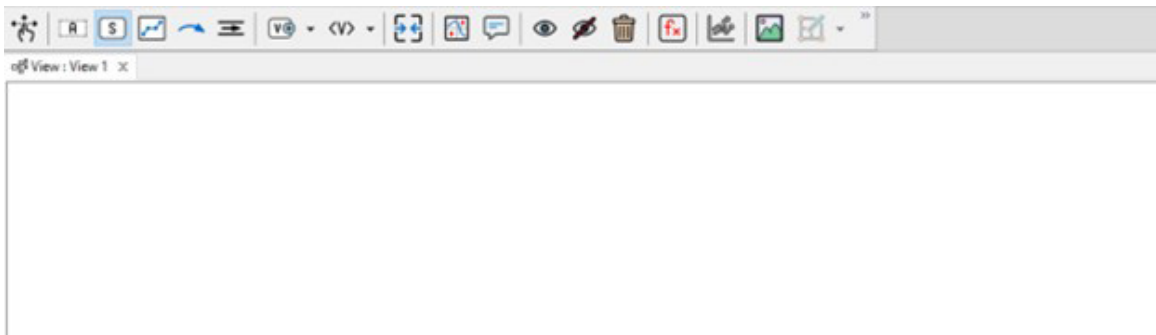
Paso N°3

Para configurar los parámetros de tiempo en el menú de **Model Settings**, ingrese el valor «0» en la opción de **Initial Time** (tiempo inicial), «20» en la opción **Final Time** (Tiempo final), seleccione «0.25» para el **Time STEP** (Paso de tiempo) y elija «minute» para las **Units for Time** (Unidades de tiempo). Finalmente, haga clic en «**OK**» o presione la tecla «**Enter**» para guardar la configuración.



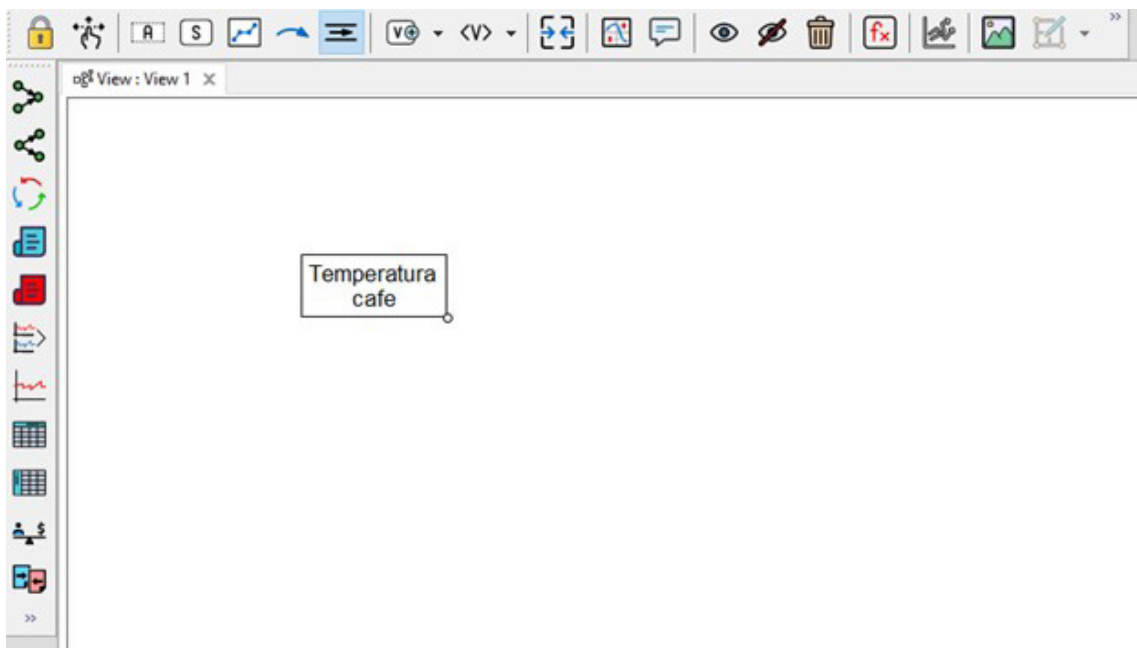
Paso N°4

Para crear las variables de tipo nivel, seleccione el ícono «**Stock**» y haga clic en el centro del área de dibujo.



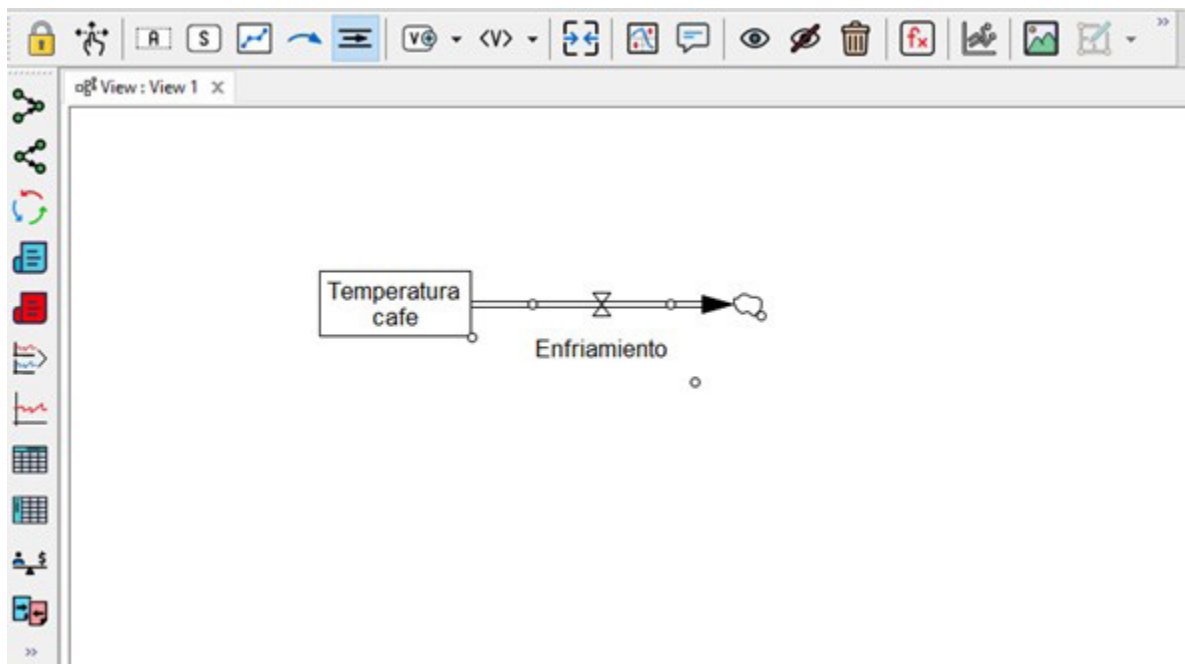
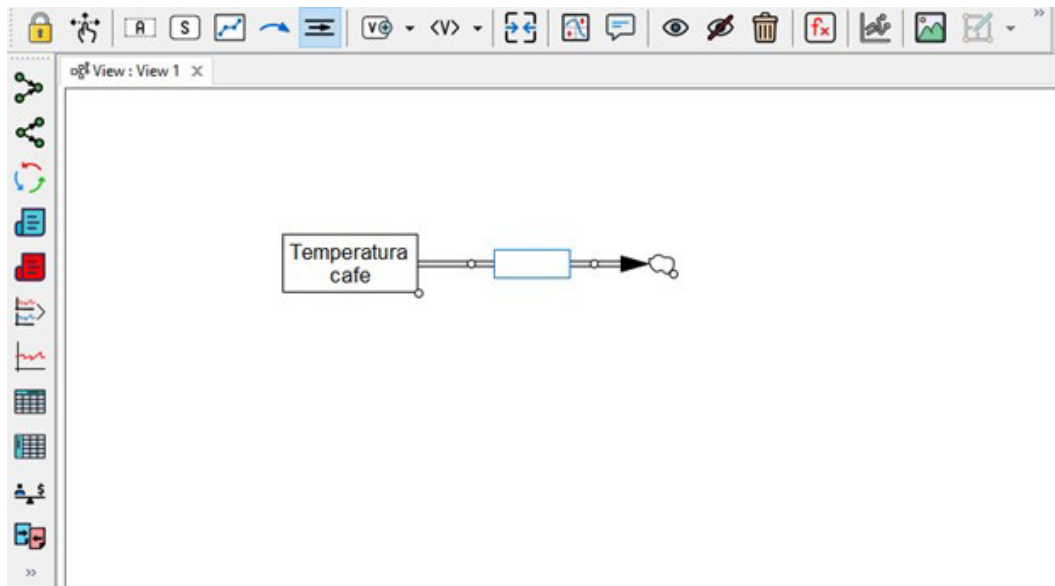
Paso N°5

Escriba el nombre «*Temperatura cafe*» y presione la tecla «**Enter**».



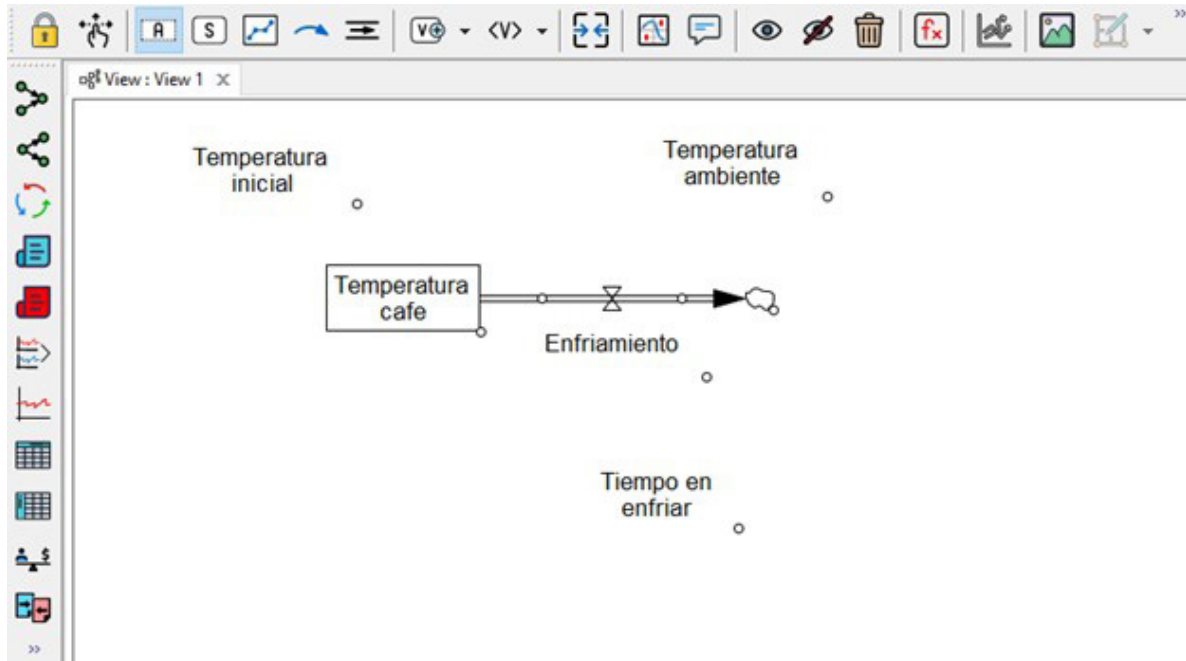
Paso N°6

Para crear los flujos de entrada y/o salida, seleccione la herramienta «**Flow tool**» y haga clic encima de la variable de tipo nivel «*Temperatura cafe*», después mueva el cursor hacia la zona de dibujo que está a la derecha de «*Temperatura cafe*» y haga clic encima del espacio vacío. Posteriormente, escriba el nombre «*Enfriamiento*» y presione la tecla «**Enter**».



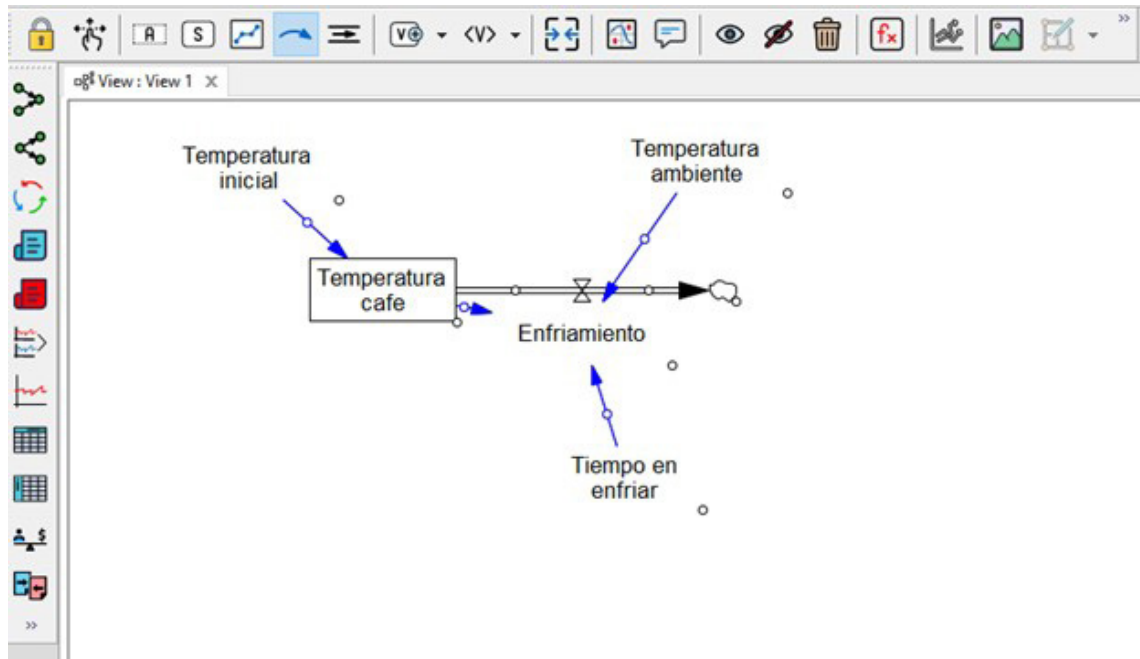
Paso N°7

Para crear las variables auxiliares, seleccione el ícono «Variable» y haga clic en la zona de dibujo debajo del flujo «Enfriamiento». Después, escriba «Tiempo en enfriar» y presione la tecla «**Enter**». Repita este mismo paso para «Temperatura inicial» y «Temperatura ambiente». Al culminar este paso deberá obtener lo siguiente:



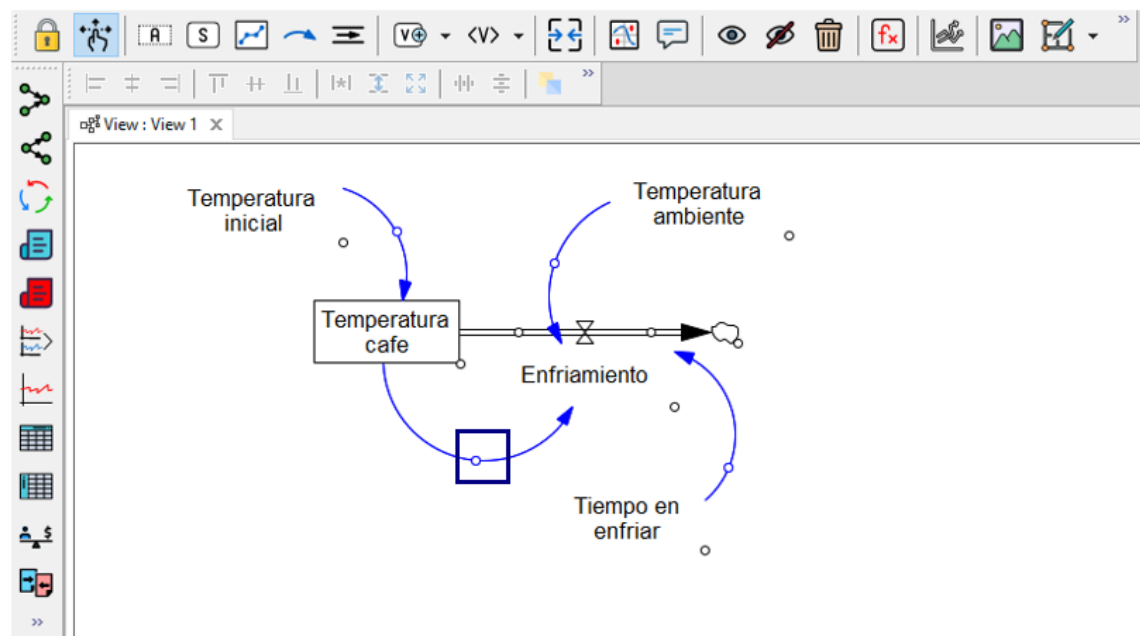
Paso N°8

Para vincular las distintas variables que afectan al sistema en estudio, seleccione el ícono «**Arrow tool**» y haga clic sobre «*Temperatura cafe*». Posteriormente, realice otro clic encima de «*Enfriamiento*». De esta manera, se genera una flecha que apunta a la segunda variable. Repita el mismo procedimiento desde «Temperatura ambiente» hacia «Enfriamiento», desde «Tiempo en enfriar» hacia «Enfriamiento» y desde «Temperatura inicial» hacia «*Temperatura cafe*». Al finalizar, debe tener lo



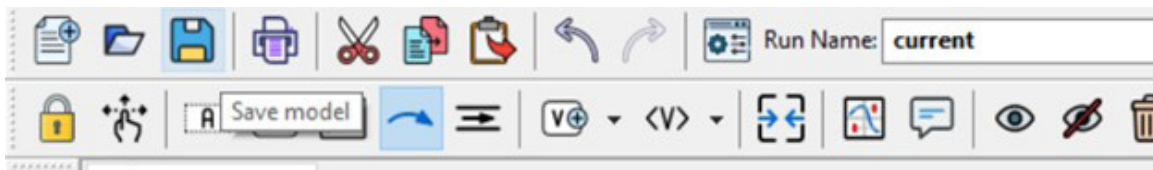
Paso N°9

siguiente: Para crear flechas curvas, sitúe el cursor en el punto medio de la flecha. Luego haga clic y manteniéndolo, arrastre hacia los lados. Suelte el clic cuando tenga la curvatura deseada.





Es importante recordar guardar su trabajo a medida que construye el Modelo, ya que pueden ocurrir situaciones inesperadas. Para guardar su trabajo, haga clic en el ícono «**Save Model**». A continuación, se abrirá una ventana en la que deberá indicar la ubicación donde desea guardar el archivo y asignarle un nombre específico.

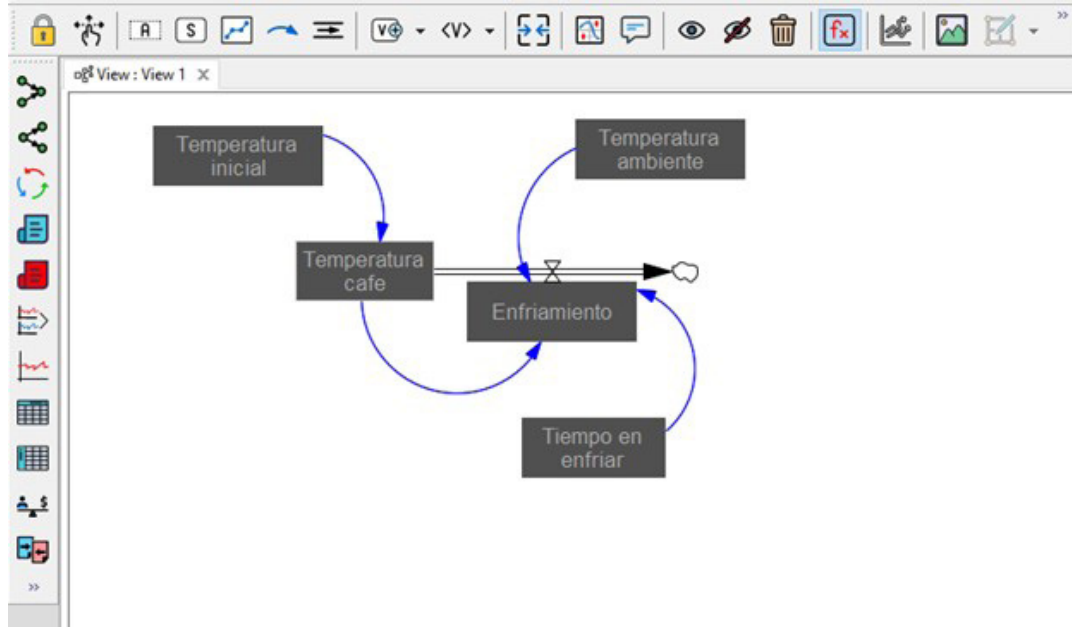


6. Pasos para Introducir las ecuaciones

Aunque la composición del Modelo puede estar completa en términos de la estructura de las variables y sus interacciones, es posible que surjan errores al intentar simularlo. Esto se debe a que es necesario especificar las ecuaciones que describen cada interacción entre las variables. Seguidamente, se especifica los pasos para **Introducir** las ecuaciones.

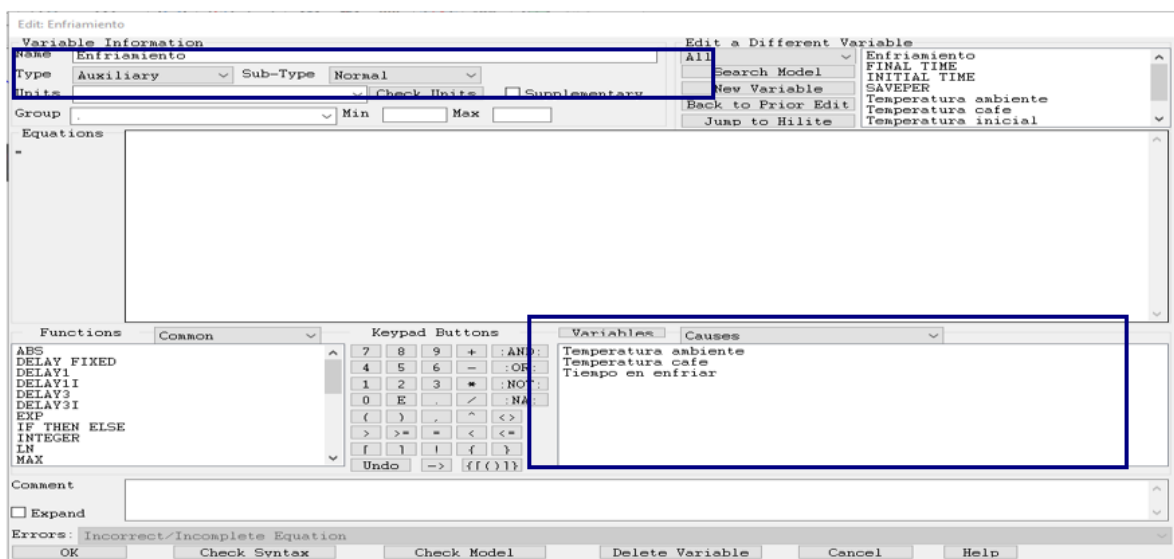


Al hacer clic en el ícono «**Equation tool**», todas las variables se resaltan en color gris para aquellas que no han sido definidas o están incompletas. Una vez que se completan las ecuaciones para cada variable, las partes resaltadas desaparecerán.



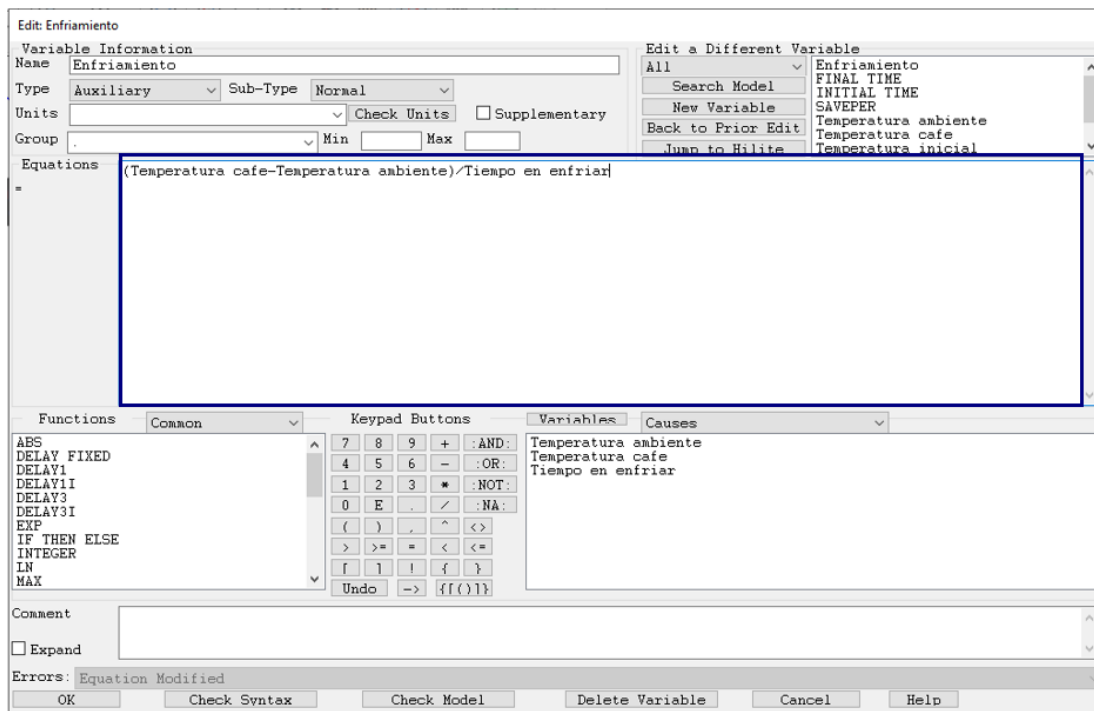
Paso N°2

Haga clic sobre la variable «Enfriamiento». Esto lo llevará al editor de las ecuaciones. Se puede observar que en el parte superior izquierdo muestra el nombre de la variable activa y en la parte central derecha aparece la lista de variables que se encuentran conectadas a este mismo.



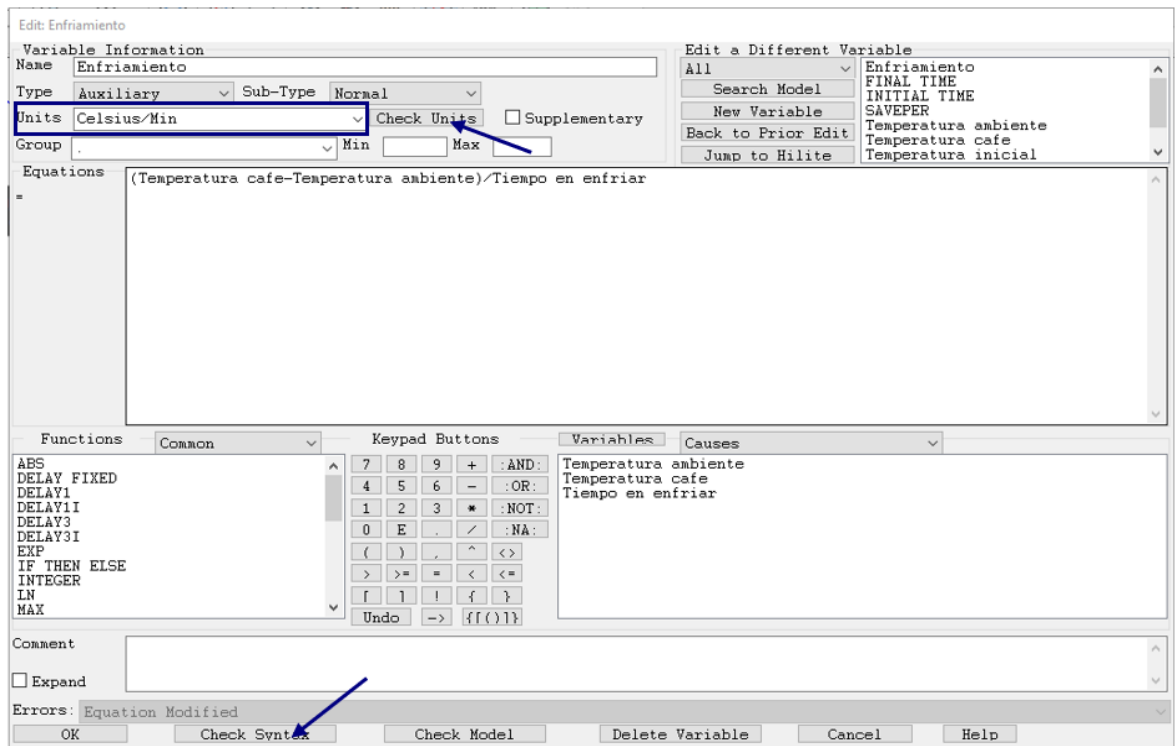
Paso N°3

Para escribir la ecuación, colóquese en el cuadro que está situada al lado de «**Equations**» y escriba «(Temperatura cafe-Temperatura ambiente)/Tiempo en enfriar». Existe otra alternativa que es hacer clic en la lista de variables y colocar los signos matemáticos según el orden de la operación. Puede incluir espacios en blanco para una mejor lectura; sin embargo, este no afecta a la ecuación.



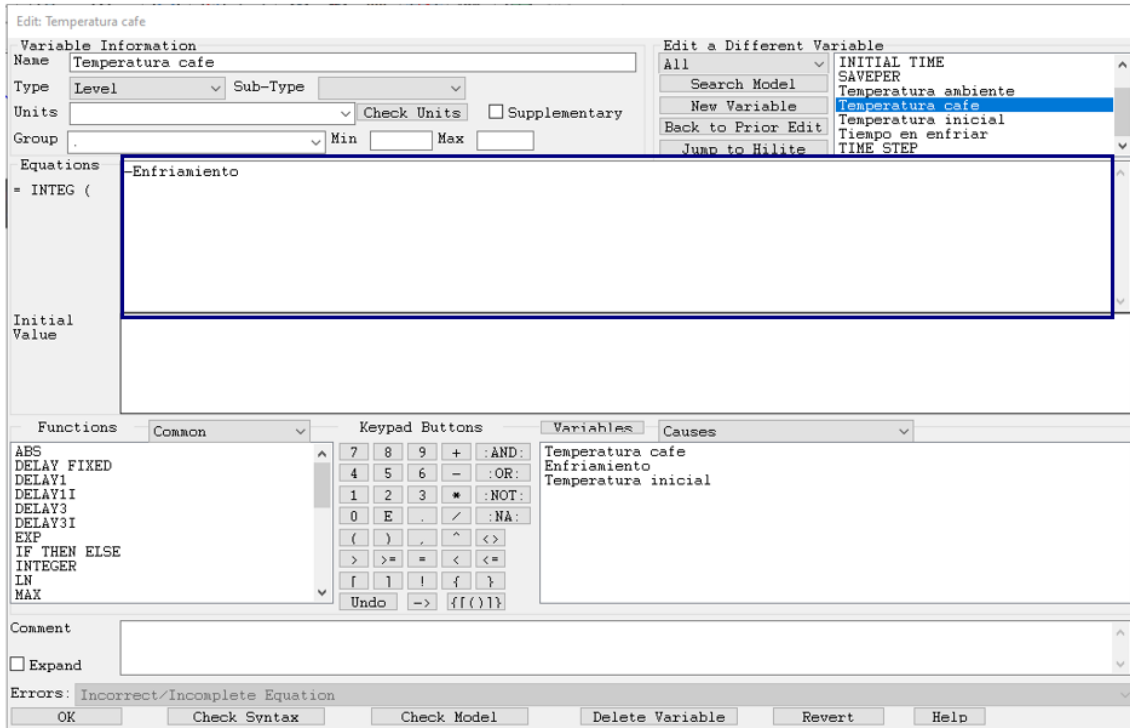
Paso N°4

Escriba «Celsius/Min» en el cuadro de las unidades (**Units**). Verifique que la unidad está correcta haciendo clic en «**Check Units**». Finalmente, haga clic en «**Check Syntax**» para verificar que la ecuación está escrita correctamente y cierre el editor de ecuaciones pulsando en el botón «**OK**». Podrá observar que el resalto en color gris se desaparece, ya que no existen errores con la estructura y/o la ecuación.



Paso N°5

Haga clic en «Temperatura cafe» y podrá observar que Vensim automáticamente escribió la ecuación, ya que en el Modelo conectamos dos flujos junto a la variable de tipo nivel. Cabe destacar que para Vensim, los flujos de entrada son considerados como positivo y los flujos de salida son considerados como negativo. Si los flujos son invertidos, entonces tendrá que escribir la ecuación manualmente. En este caso, como no tenemos flujo de entrada, Vensim directamente aplica un signo negativo al flujo de salida.



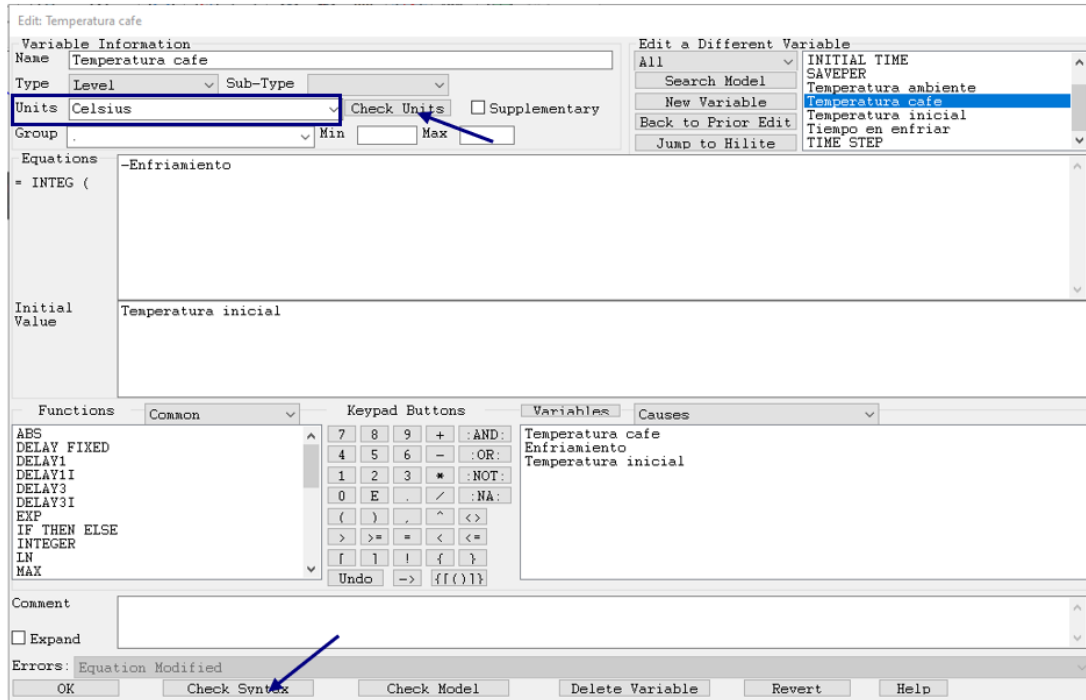
Paso N°6

Haga clic en el cuadro de «Initial Value» y escriba «Temperatura inicial» para establecer la temperatura inicial del vaso de café cuando el tiempo equivale a cero.



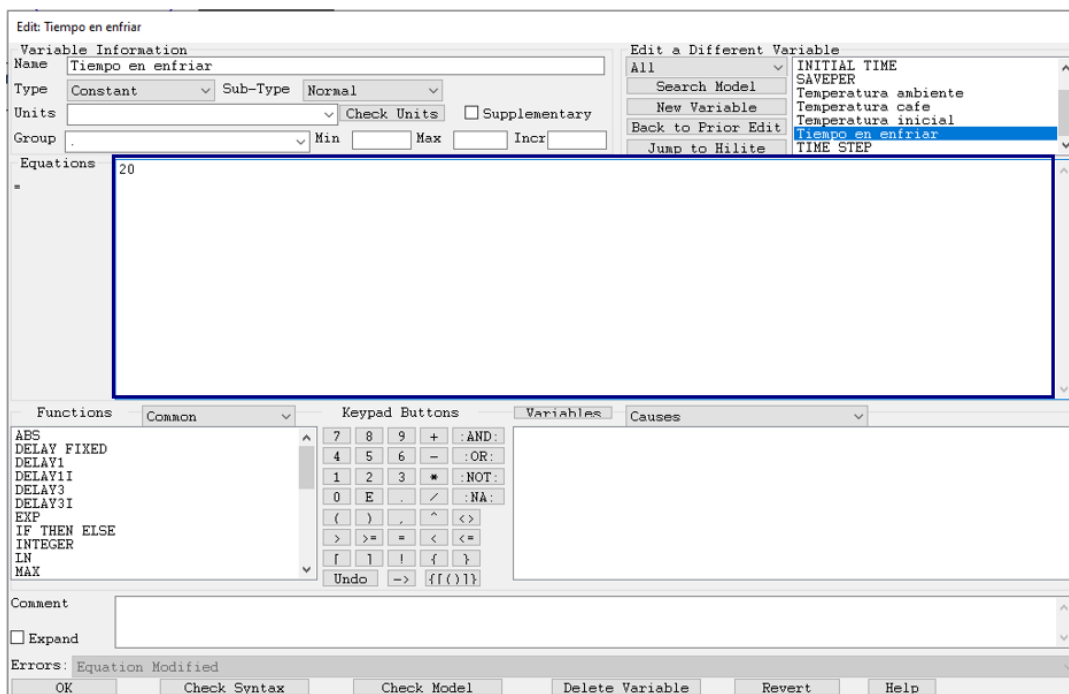
Paso N°7

Escriba «Celsius» en el cuadro de «Units». Verifique que la unidad está correcta haciendo clic en «Check Units». Luego, haga clic en «Check Syntax» para verificar que la ecuación está escrita correctamente y cierre el editor de ecuaciones pulsando en el botón «OK». Podrá observar que el resalto en color gris se desaparece, ya que no existen errores con la estructura y/o la ecuación.



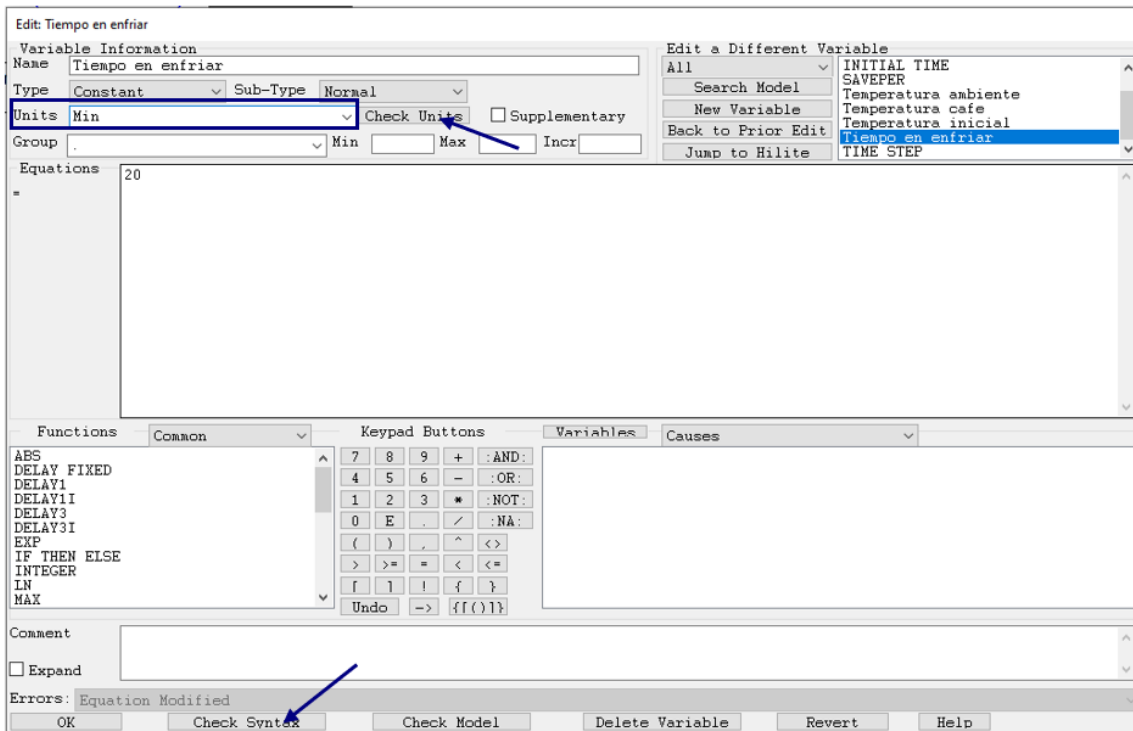
Paso N°8

Haga clic en «Tiempo en enfriar» y escriba el número «20» en el cuadro de «Equations».



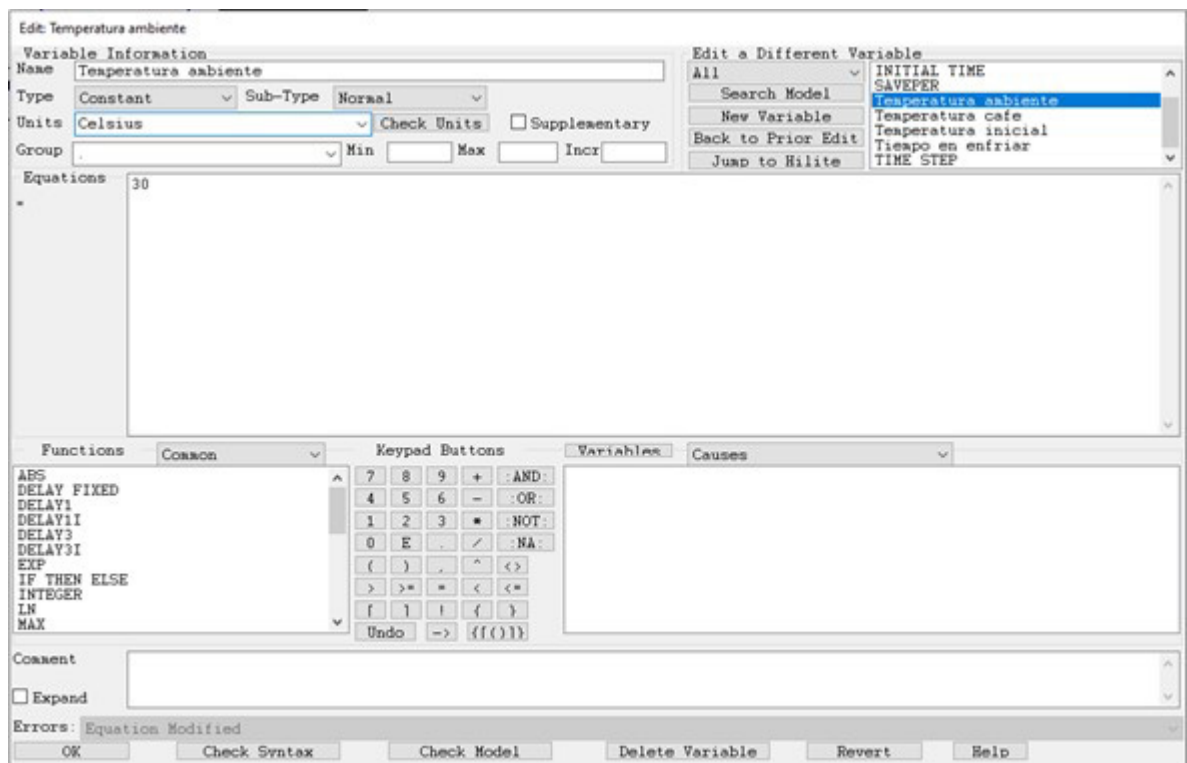
Paso N°9

Escriba «Min» en el cuadro de «Units». Verifique que la unidad está correcta haciendo clic en «**Check Units**». Luego, haga clic en «**Check Syntax**» para verificar que la ecuación está escrita correctamente y cierre el editor de ecuaciones pulsando en el botón «**OK**». Podrá observar que el resalto en color gris se desaparece, ya que no existen errores con la estructura y/o la ecuación.



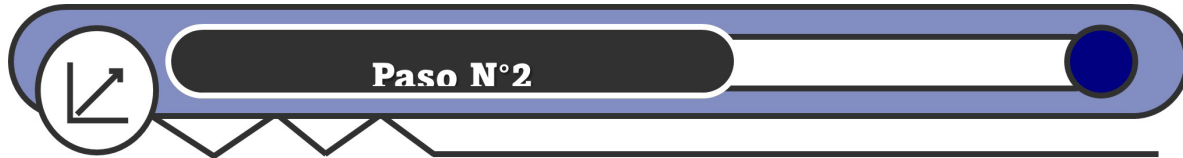
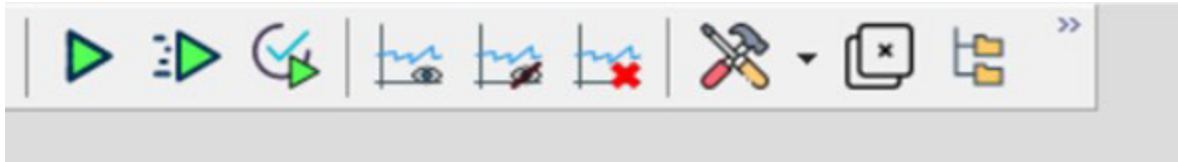
Paso N°10

Repita los pasos que sean necesarios para completar las tres ecuaciones restantes con los procedimientos ante descritos. Debe tomar en cuenta que, al finalizar, todas las variables no deben estar resaltadas de color gris en el dibujo del **Modelado** y recuerde revisar la sintaxis de la ecuación antes de cerrar el editor de ecuaciones. Al final, debe obtener lo siguiente:

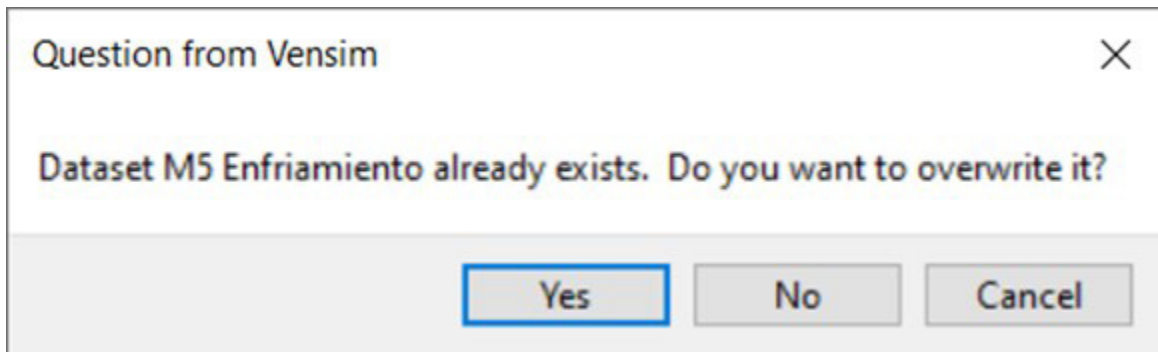


7. Pasos para la simulación y análisis de resultados

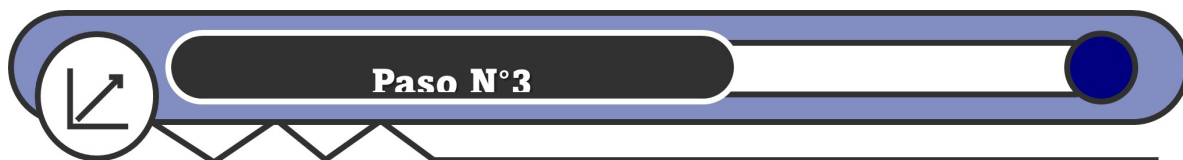


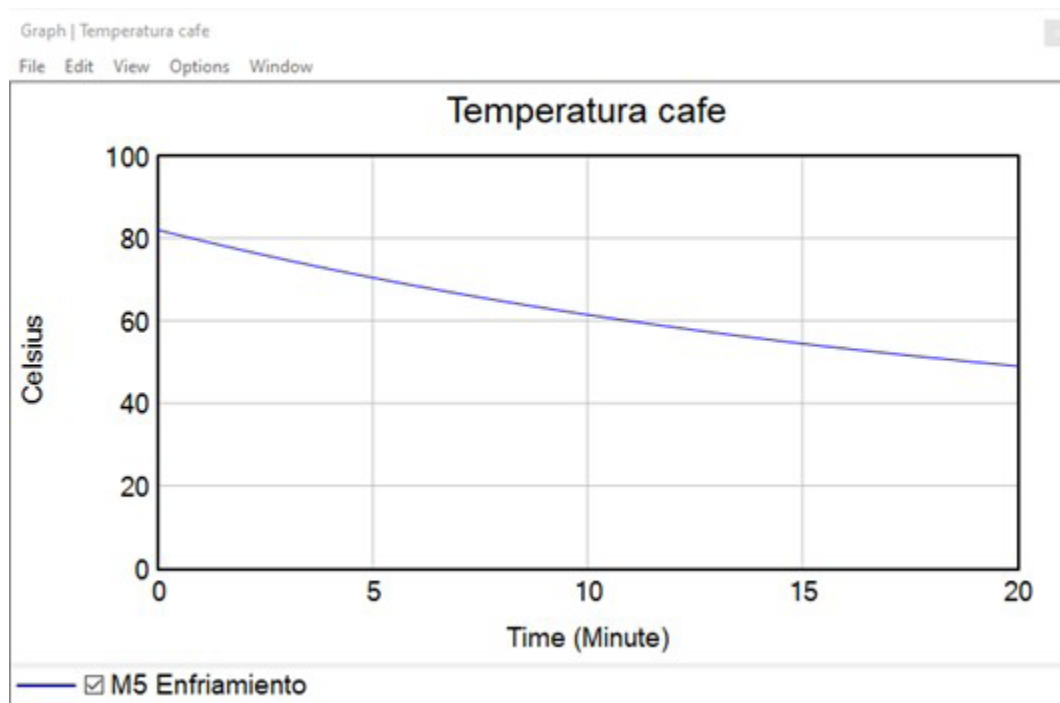
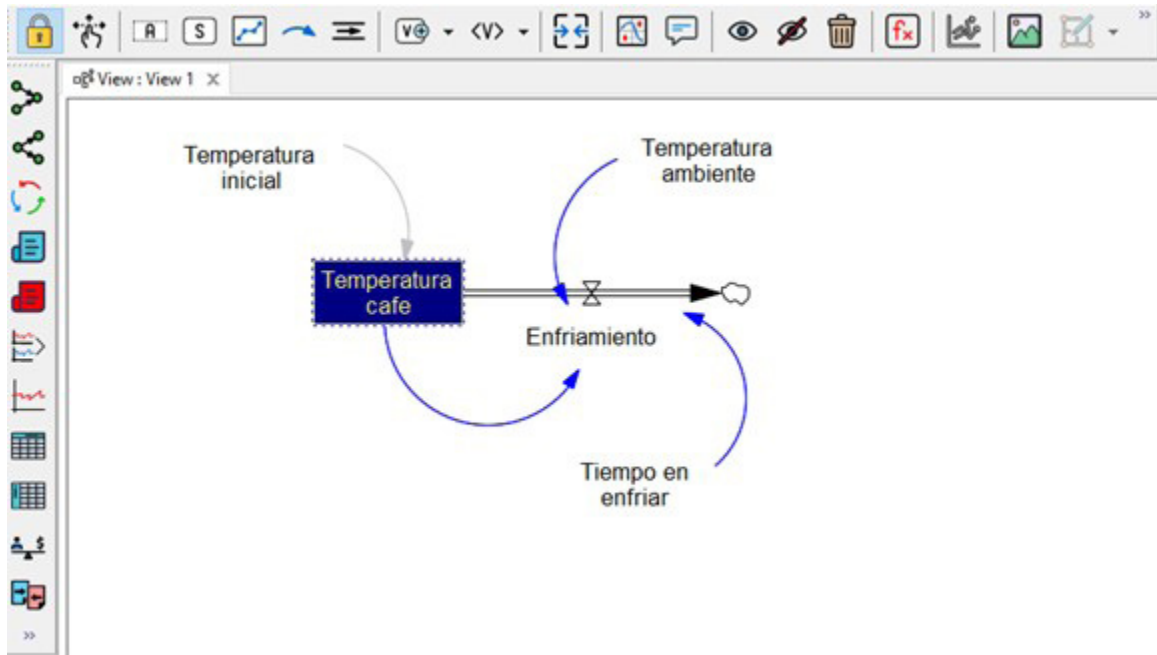


Le mostrará el siguiente mensaje y de clic en «Yes». Si su Modelo tiene errores, le mostrará una alerta de advertencia.



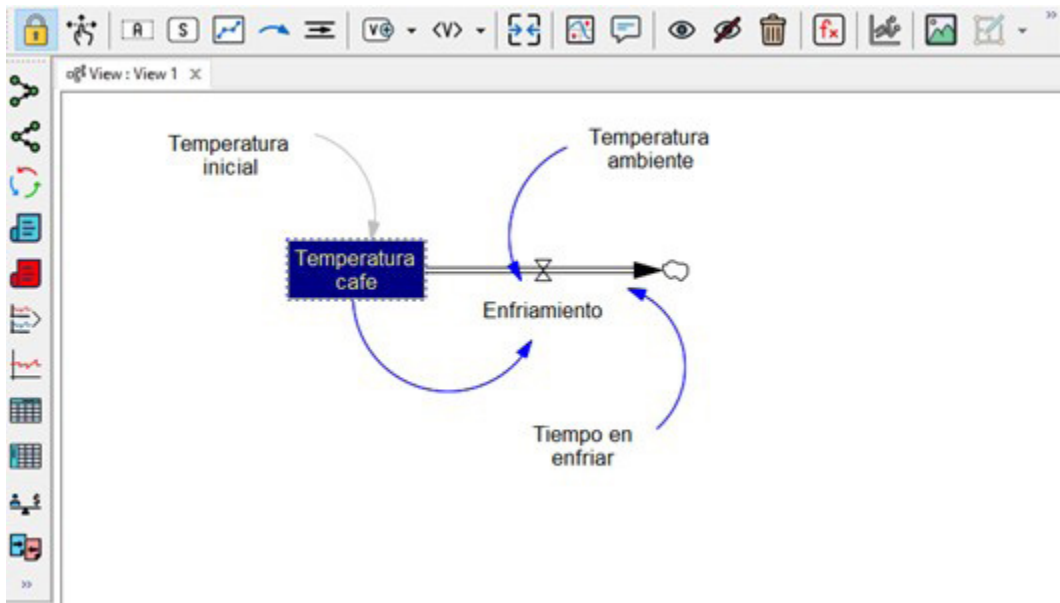
Seleccione la variable de tipo nivel «Temperatura cafe» en la zona de dibujo. Luego, presione el instrumento «**Graph**» que se encuentra en la herramienta de análisis y se mostrará la siguiente gráfica que indica el monto ahorrado con interés al transcurrir el tiempo.





Paso N°4

Debido a que la línea de la gráfica no se puede apreciar en detalle, se puede hacer uso del instrumento «**Table**» para verificar los valores en cada instante de tiempo.



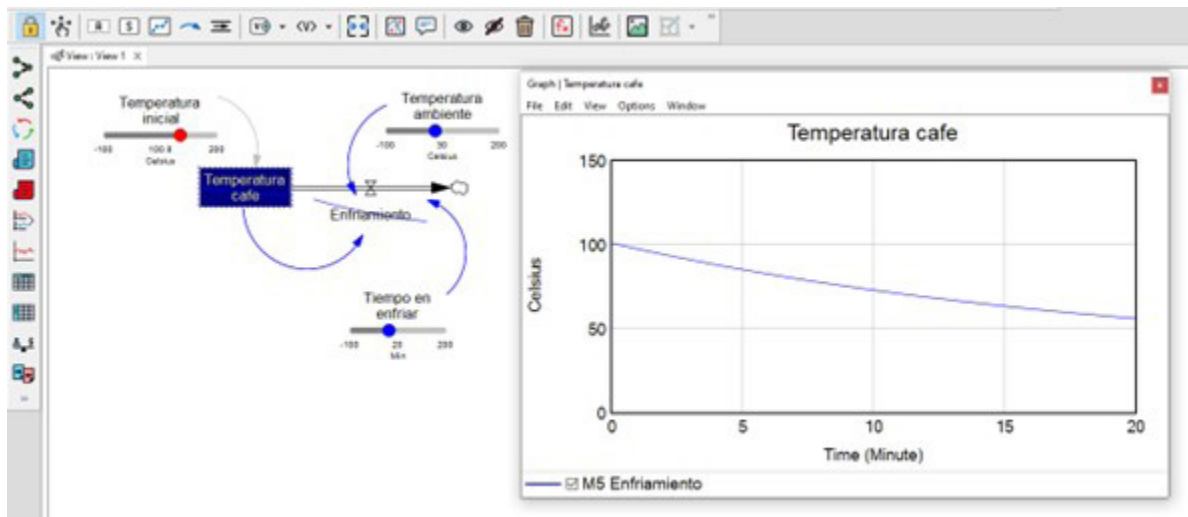
Paso N°5

Presione en el ícono «**Run simulation on each slider change**». Proceda a modificar



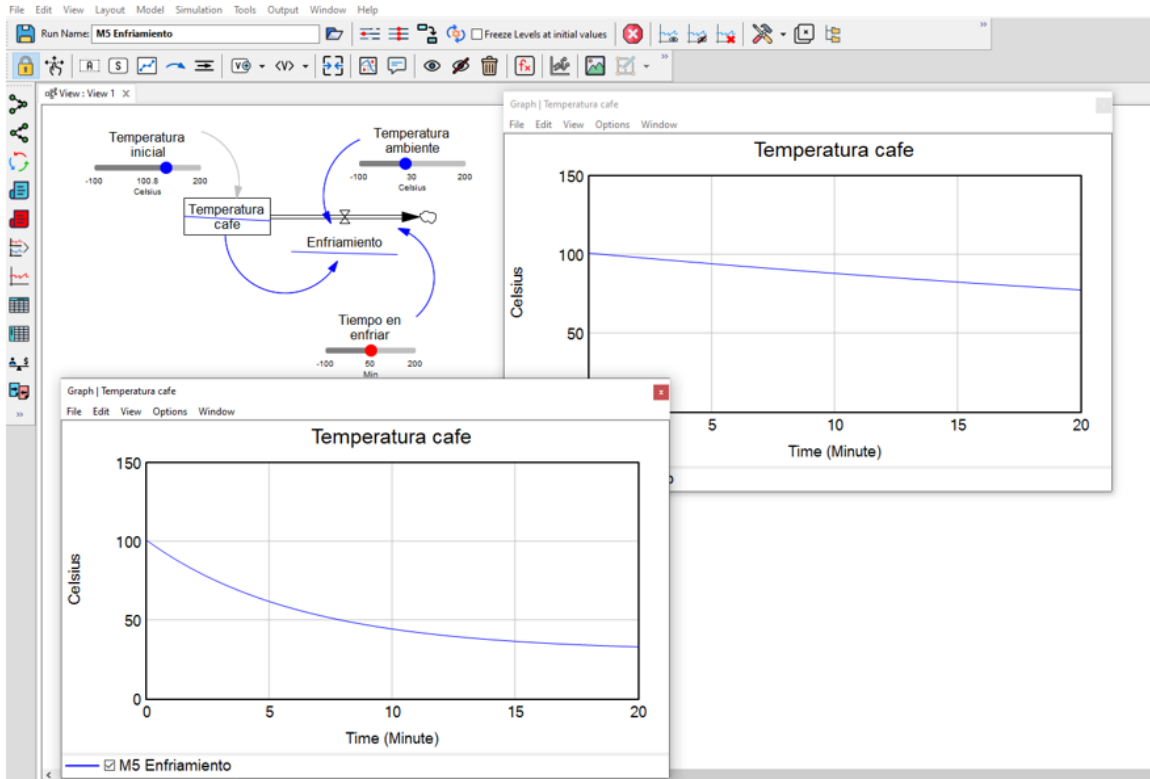
Paso N°6

el valor de «*Temperatura inicial*» para ver el comportamiento de las gráficas. En este caso, se establece este valor a 100.8 grados Celsius.



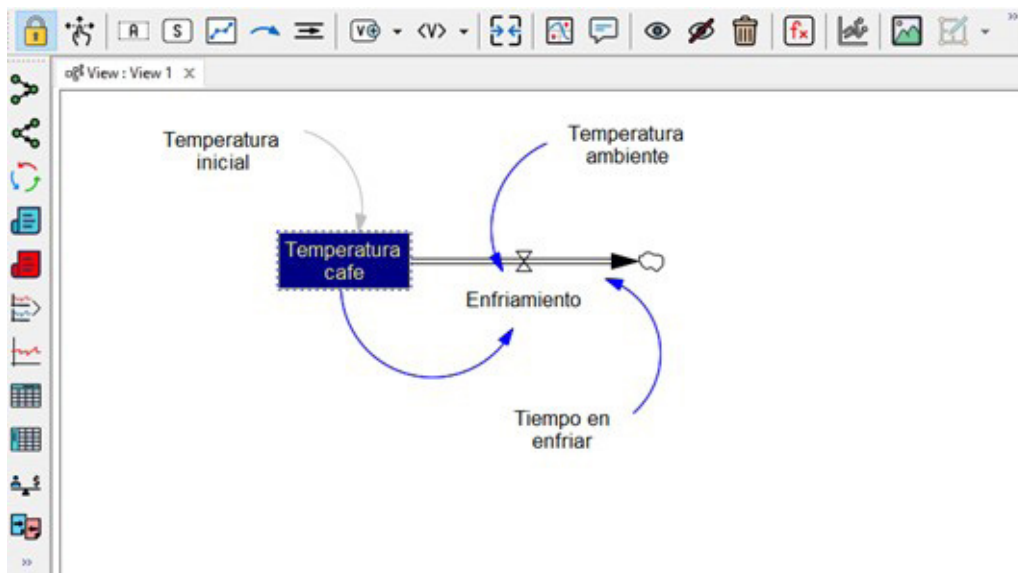
Paso N°7

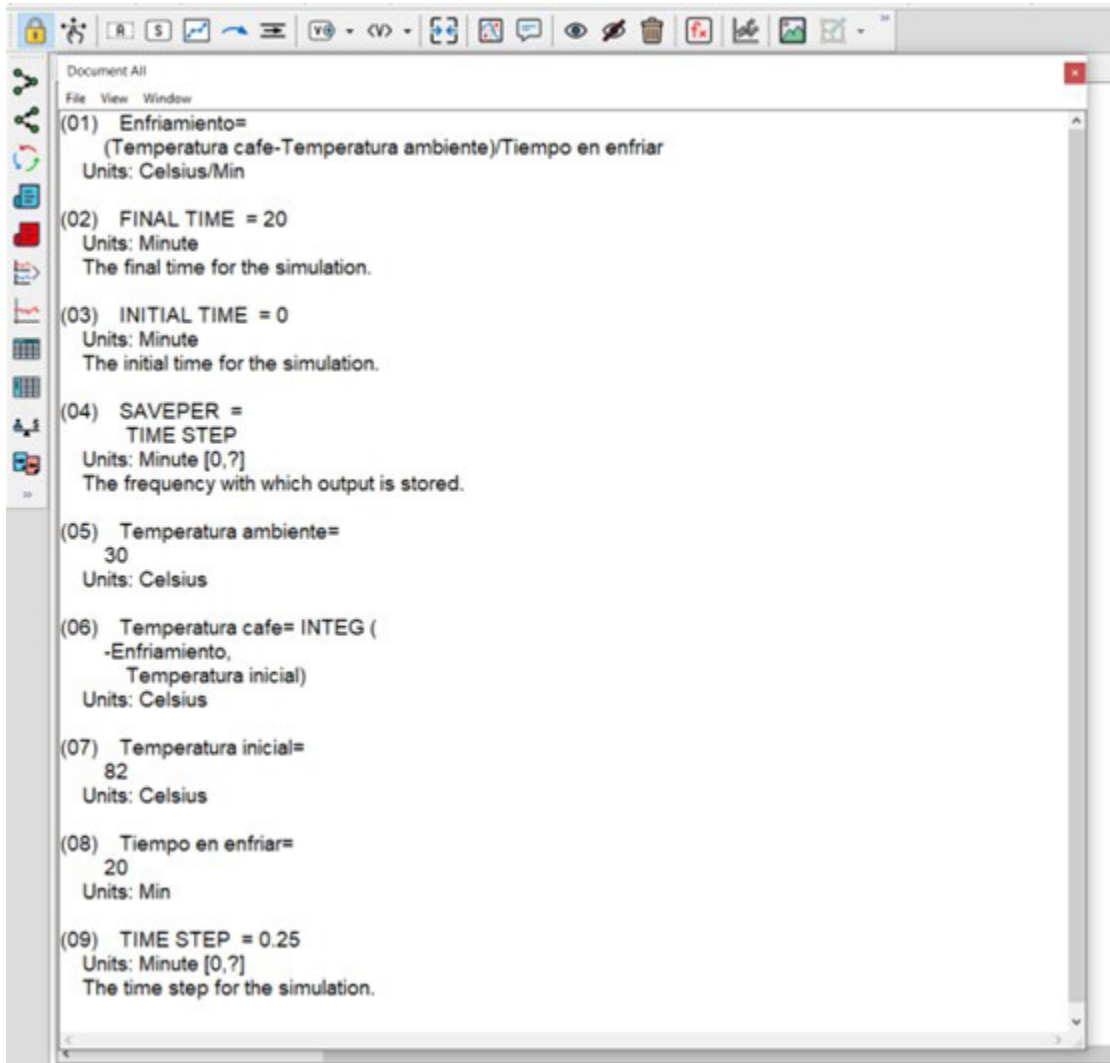
Proceda a modificar el valor de «*Tiempo en enfriar*» para ver el comportamiento de



Paso N°8

Para conocer las ecuaciones que ejecuta Vensim por detrás de cada Modelo, seleccione el botón «**Document All**» y se mostrará cada una de las ecuaciones que fue configurada para cada una de las variables.





Como se puede observar, el software utiliza ecuaciones matemáticas para describir la relación entre las diferentes variables y cómo cambian a lo largo del tiempo. En otras palabras, Vensim utiliza una combinación de ecuaciones diferenciales y algoritmos de integración numérica para calcular cómo las variables del Modelo cambian con el tiempo. De esta manera, los usuarios pueden ajustar los parámetros del Modelo y realizar simulaciones para ver cómo estos cambios afectan el comportamiento del sistema en diferentes escenarios.

8. Análisis del modelo

Al analizar los resultados de la gráfica de este Modelo, se puede concluir que la temperatura del café sigue un patrón exponencial decreciente a medida que pasa el tiempo y se enfría. Este comportamiento es influenciado principalmente por la variable del tiempo, ya que a medida que este disminuye, la curva de enfriamiento se vuelve más pronunciada.

Por otro lado, cuando el tiempo aumenta, la curva se acerca a una constante, lo que indica que el café se está enfriando más lentamente. En otras palabras, la velocidad a la que el café se enfría disminuye a medida que la diferencia de temperatura entre el café y la temperatura ambiente se reduce.

Es interesante observar que la temperatura inicial del café no afecta el comportamiento de la gráfica, ya que la tasa de enfriamiento sigue siendo la misma, independientemente de la temperatura inicial. Esto indica que la tasa de enfriamiento es más influida por la diferencia de temperatura entre el café y el ambiente que por la temperatura inicial del café.

Modelo de Población Infectada

1. Planteamiento de problema

Deseamos estudiar una población y el número de infecciones nuevas en caso de un virus, contamos con un valor de población infectada inicial de 1 persona, 99 personas nos infectadas, factor de contacto que es de 10, probabilidad de infección que es de 0.05, población total que es de 100 personas. También tomaremos en cuenta el número de gente capaz de infectarse en cada instante de tiempo.

2. Tabla de variables

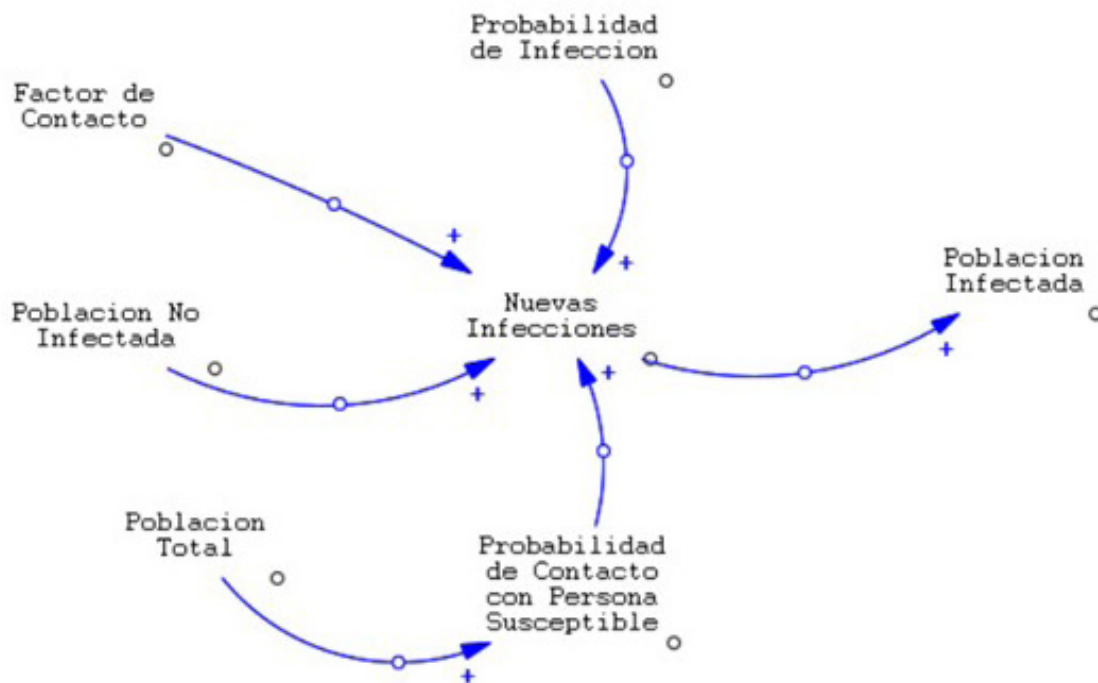
Las variables y ecuaciones que se utilizarán para resolver el Modelo son las siguientes:

Variable	Valor/ Ecuación
Población Infectada	1
Población No Infectada	99
Factor de Contacto	10
Probabilidad de Infección	0.05
Población Total	100
Probabilidad de Contacto de Persona Susceptible	$\frac{\text{Población No Infectada}}{\text{Población Total}}$
Nuevas Infecciones	$\text{Factor de Contacto} * \text{Probabilidad de Infección} * \text{Probabilidad de Contacto de Persona Susceptible} * \text{Población Infectada}$

Para facilitar la diagramación en los puntos siguientes se utilizarán combinaciones de letras para hacer referencia a las variables:

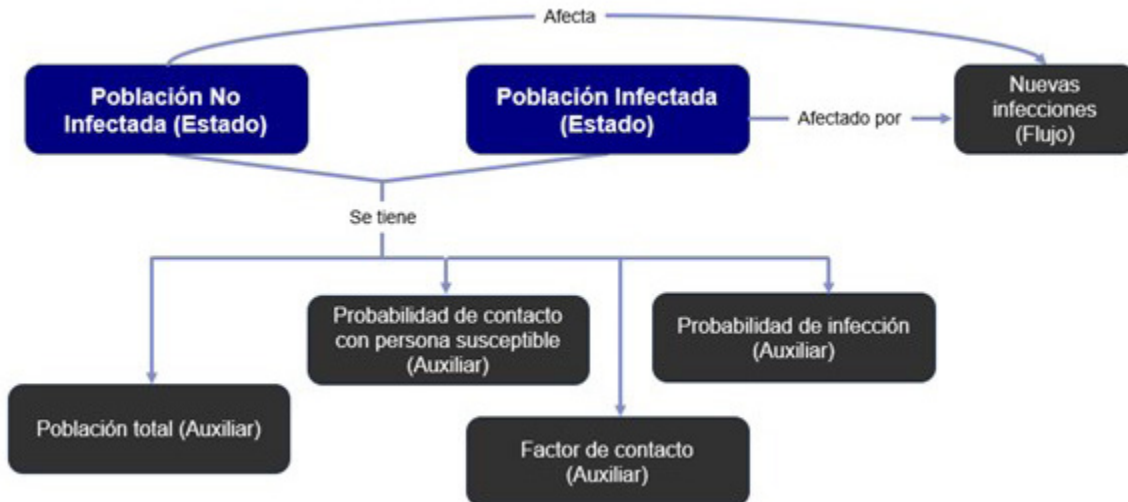
Variable	Valor/ Ecuación
Población Infectada	PSI
Población No Infectada	PNI
Factor de Contacto	FC
Probabilidad de Infección	PI
Población Total	PT
Probabilidad de Contacto con Persona Susceptible	PCS
Nuevas Infecciones	NI

3. Ciclo causal



4. Mapa conceptual

A continuación, se presenta un mapa conceptual que sirva como ayuda al entendimiento del Modelo.



5. Pasos para dibujar el modelo

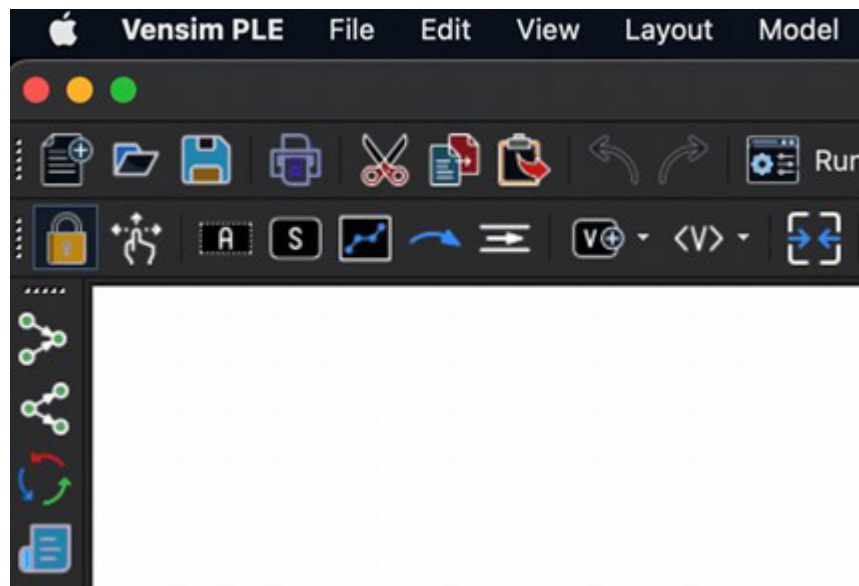


Abrir el software Vensim PLE



Paso N°2

Dirjase a la barra superior en Files y en el menú desplegado haga clic en **New Model...**

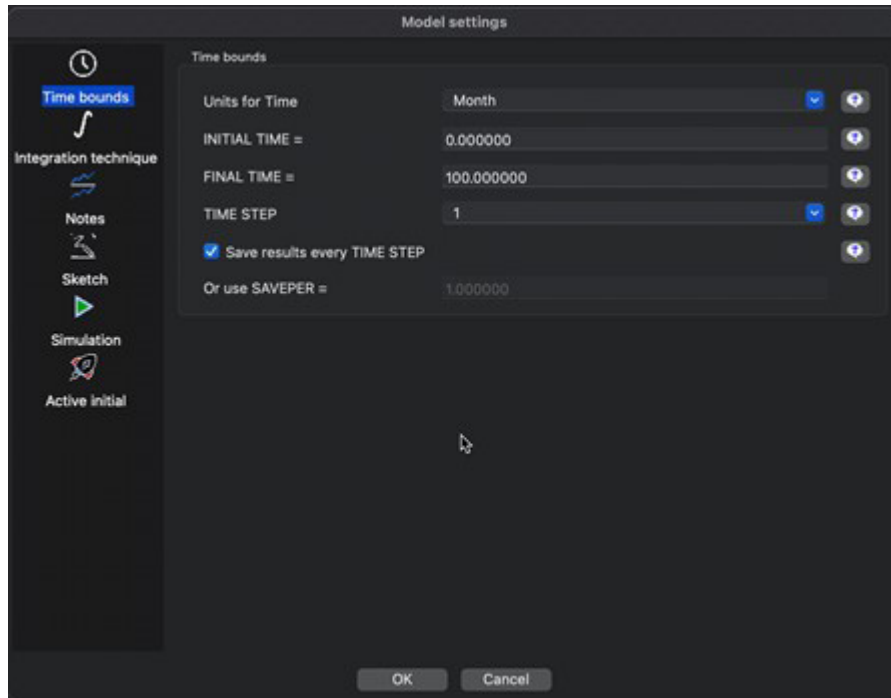


Luego de hacer clic en **New Model...** se muestra la ventana de Model Settings, y vamos a definir los límites de tiempo del Modelo con los siguientes datos:

Units for Time = Day

FINAL TIME = 25

TIME **STEP** = 1



Paso N°3

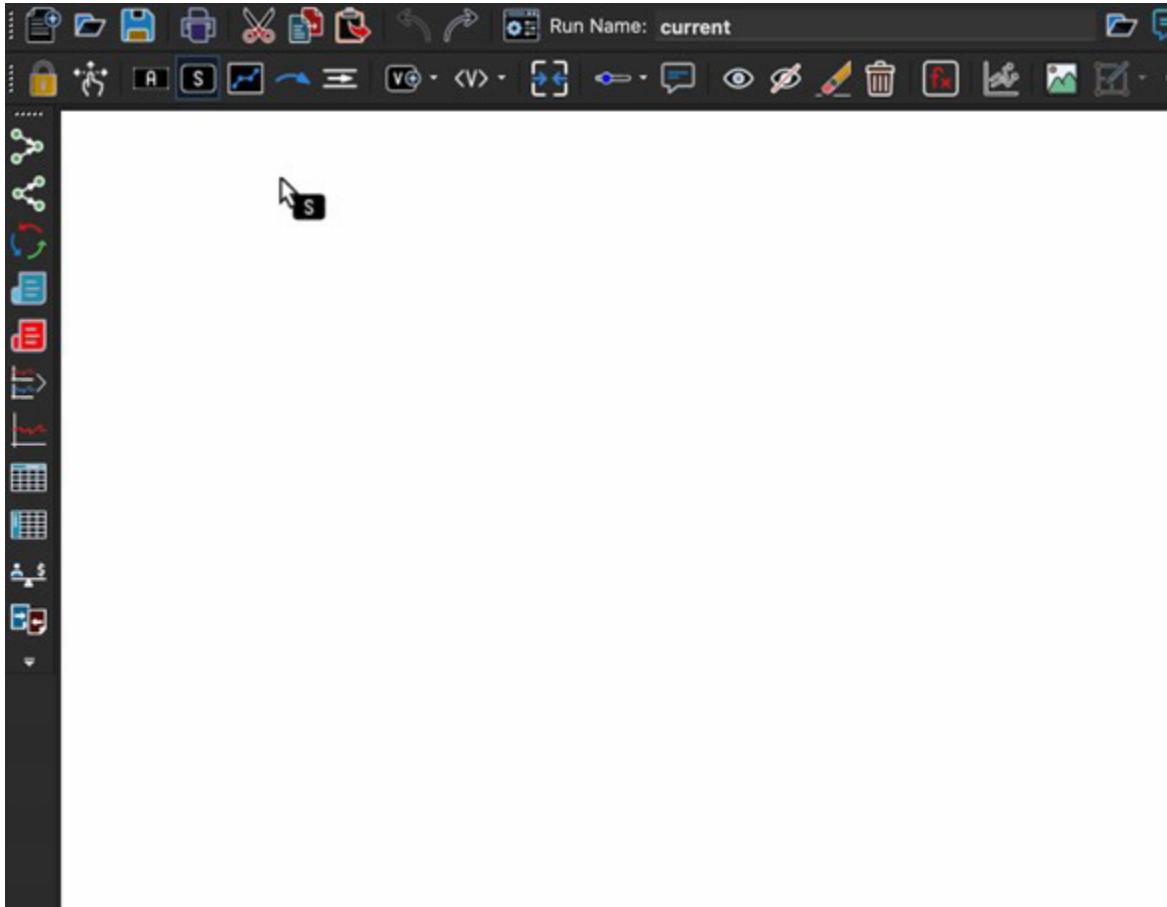
Haremos uso de la tabla de variables y clasificaremos las variables en alguna de las siguientes:

- Variable de Flujo (Se agregará con Flow)
- Variable Auxiliar (Se agregará con Variable)
- Variable de Estado (Se agregará con Stock)

<i>Variable</i>	<i>Tipo</i>
Población Infectada	Variable de Estado
Población No Infectada	Variable de Estado
Factor de Contacto	Variable Auxiliar
Probabilidad de Infección	Variable Auxiliar
Población Total	Variable Auxiliar
Probabilidad de Contacto con Persona Susceptible	Variable Auxiliar
Nuevas Infecciones	Variable de Flujo

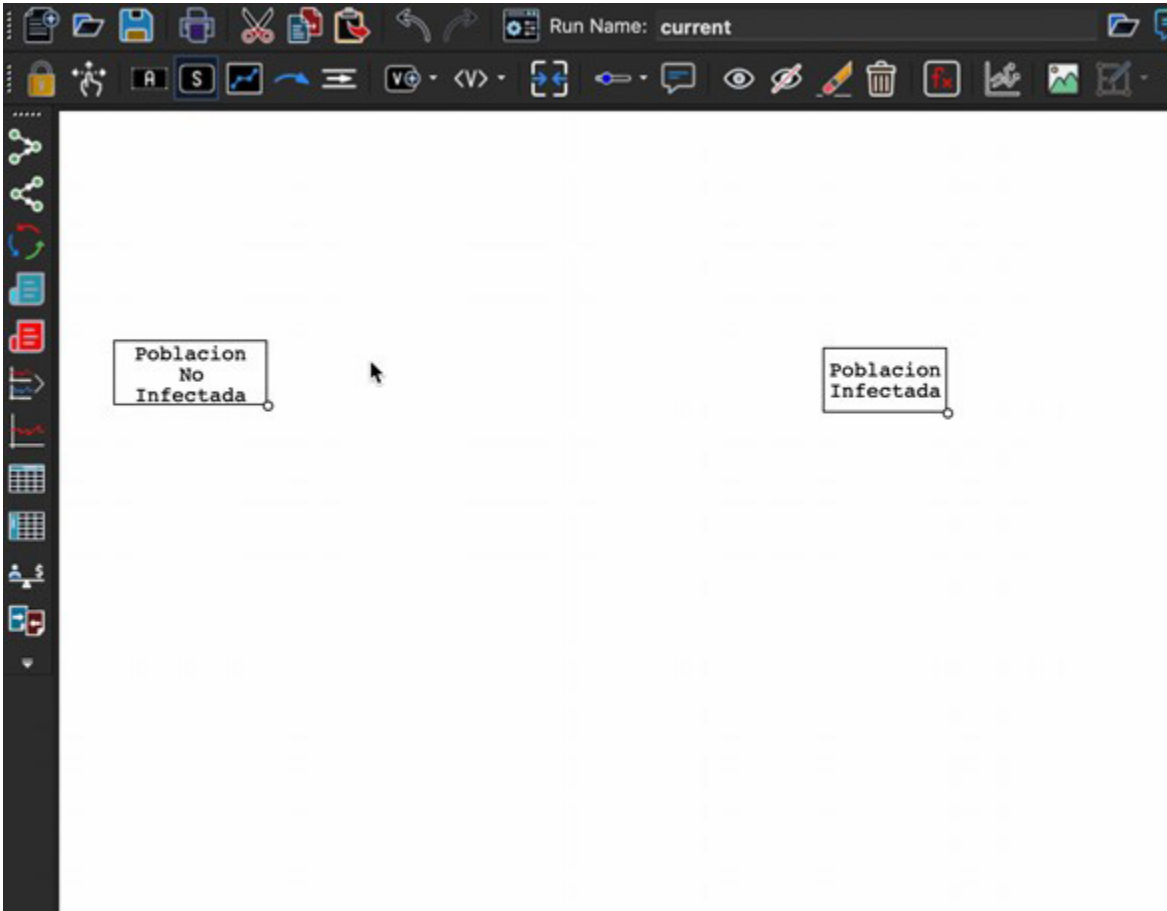
Paso N°4

Agregaremos las Variables de Estado usando el botón Stock, dando clic en el canvas, escribiendo el nombre de la Variable de Estado y presionando **Enter**.



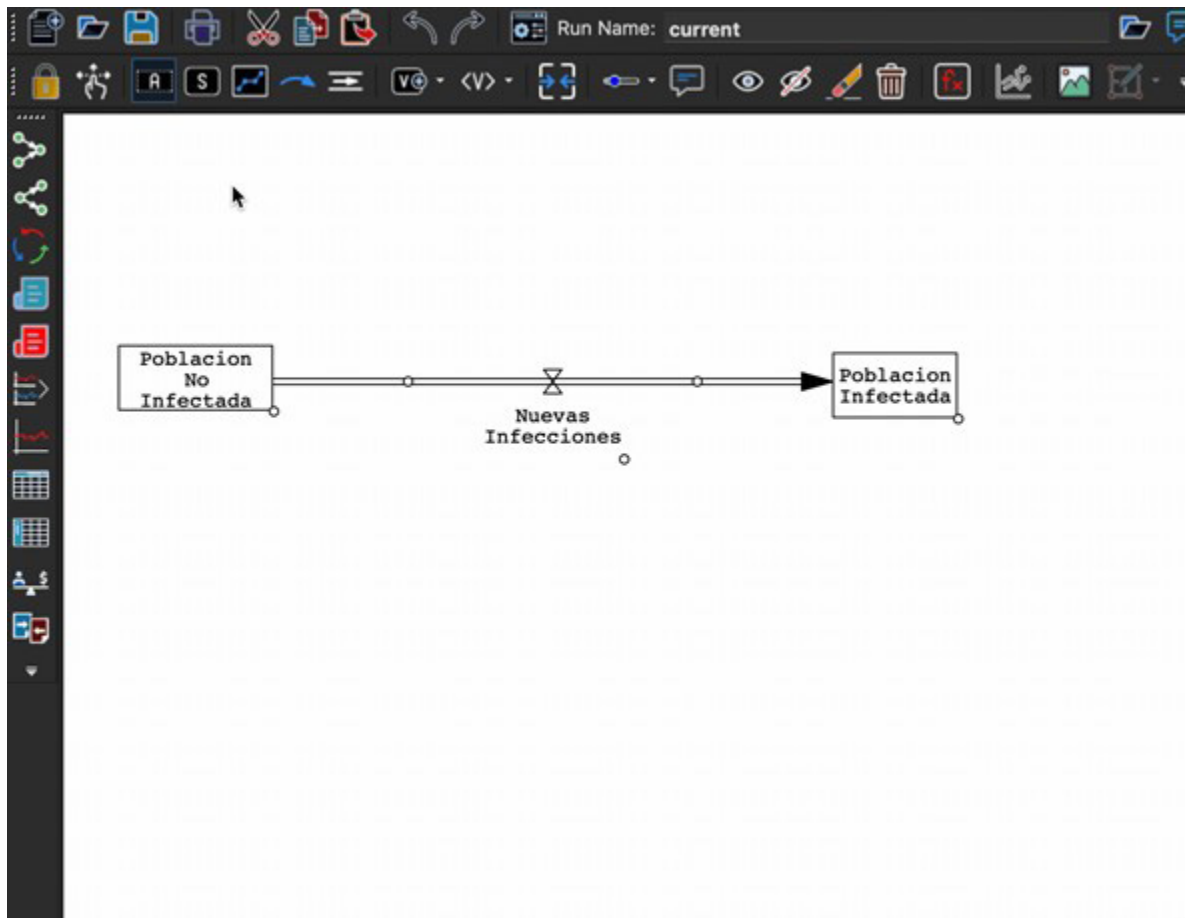
Paso N°5

Agregaremos las Variables de Flujo usando el botón **Flow**, dando clic en el canvas o la variable conectada origen para definir el origen y luego otro clic en la conexión en dirección en la cual va el flujo y luego escribir el nombre de la Variable de Flujo y presionando **Enter**.



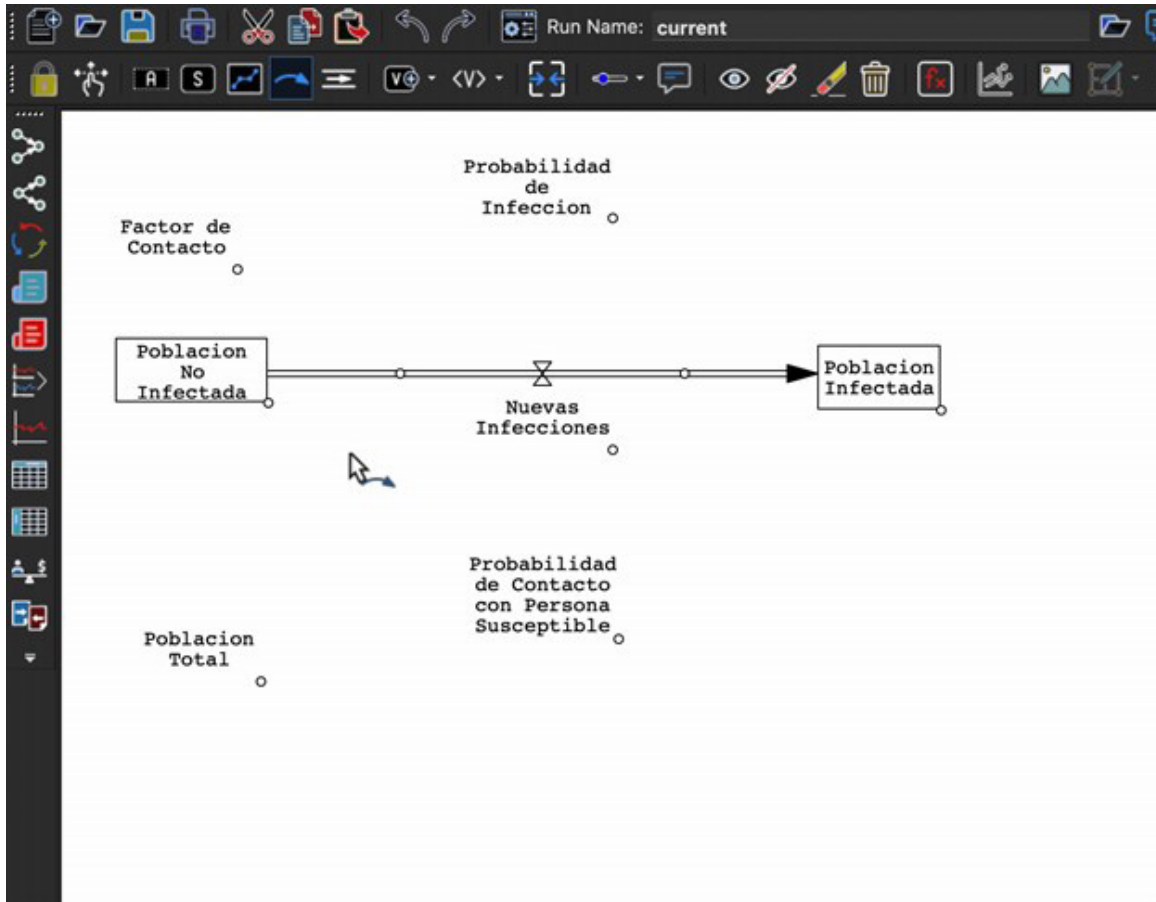
 **Paso N°6** 

Agregaremos las Variables Auxiliares usando el botón Variable, dando clic en el canvas, escribiendo el nombre de la Variable Auxiliar y presionando **Enter**. Ahora



 **Paso N°7** 

procedemos a conectar las variables con flechas haciendo uso del botón **Arrow**, haciendo clic en la variable origen y luego clic en la variable donde apunta la flecha.

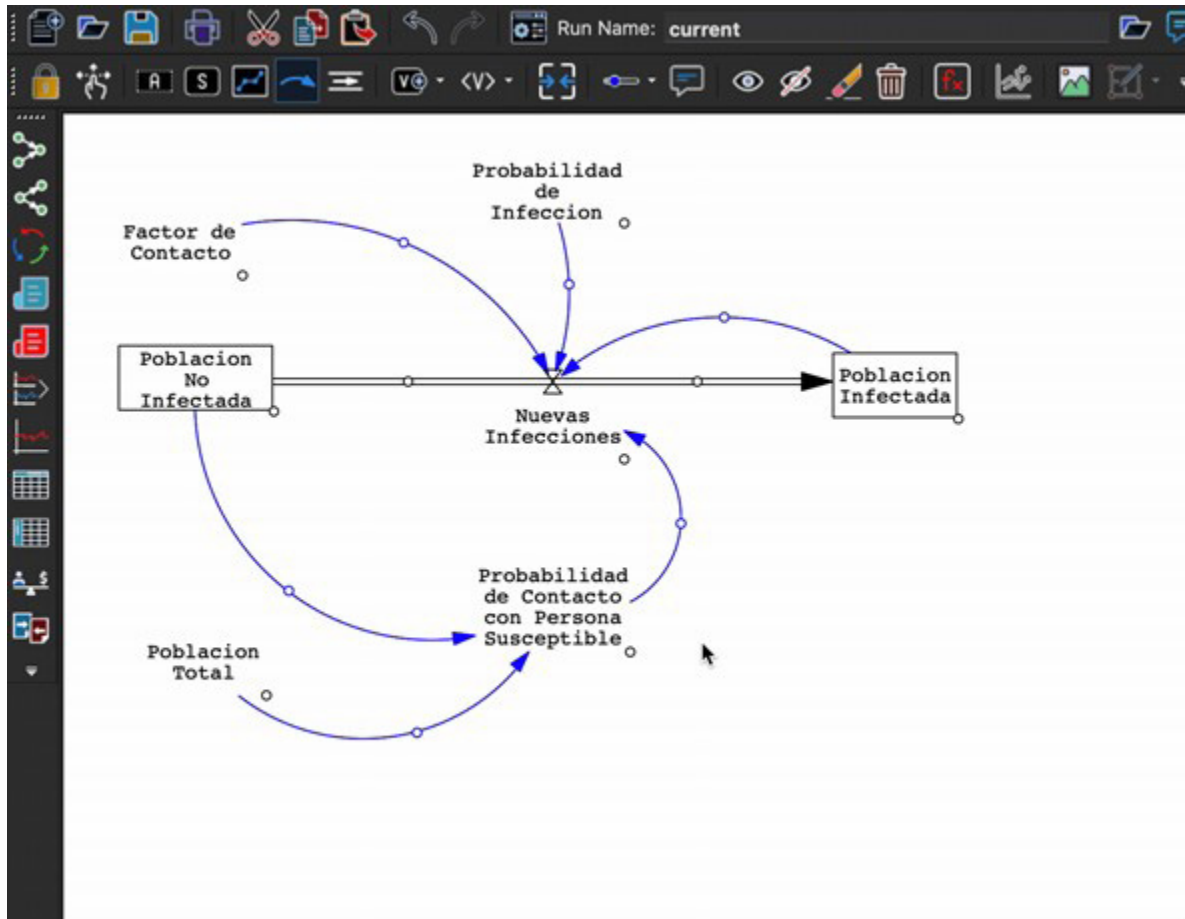


6. Pasos para Introducir las ecuaciones

Una vez realizado el diseño del Diagrama Stock & Flow, procederemos a **Introducir** las ecuaciones en las variables para permitirnos empezar a realizar simulaciones con el Modelo.

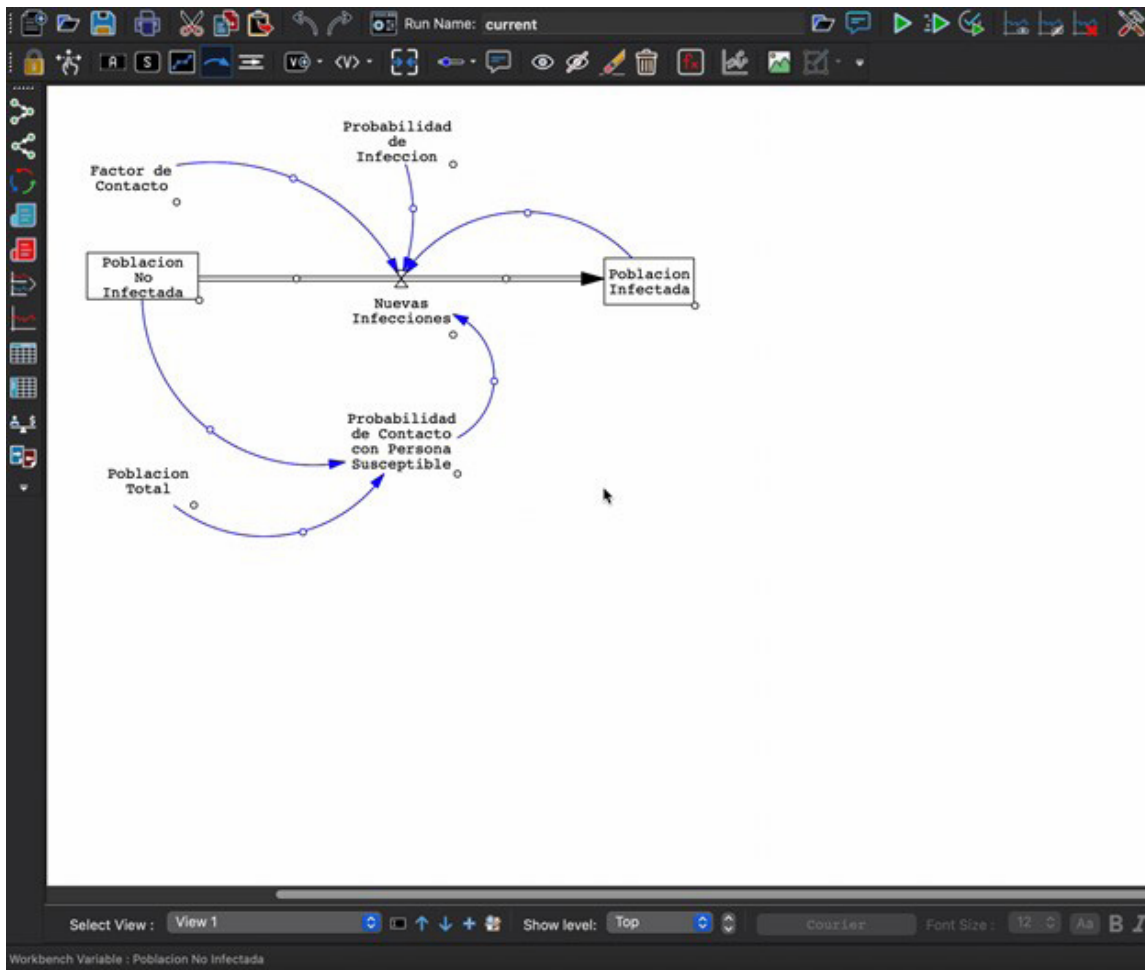


Haremos clic en el botón **Equation**, y una vez que esté activo, podemos ver que las variables estarán resaltadas en negro, significando que no tienen ecuaciones definidas.



Paso N°2

Procederemos a hacer clic en la variable 'Poblacion No Infectada' abriendo la ventana de **Variable Information**, en donde pondremos el valor inicial en 99, y no modificaremos la ecuación ya que Vensim define la ecuación de esta variable automáticamente debido al diseño Stock & Flow bien realizado, luego presionamos **OK**. Procedemos

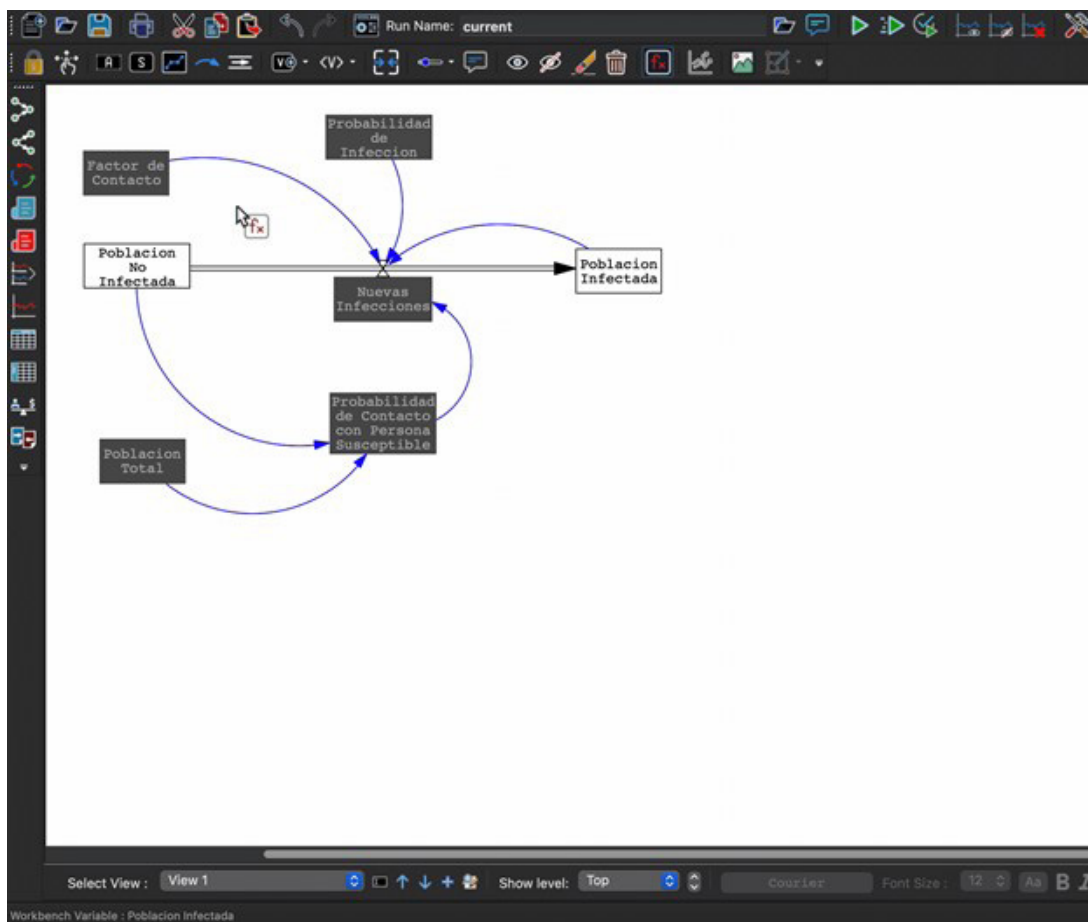


a hacer lo mismo con la variable 'Población Infectada' pero agregando 1 como valor inicial.

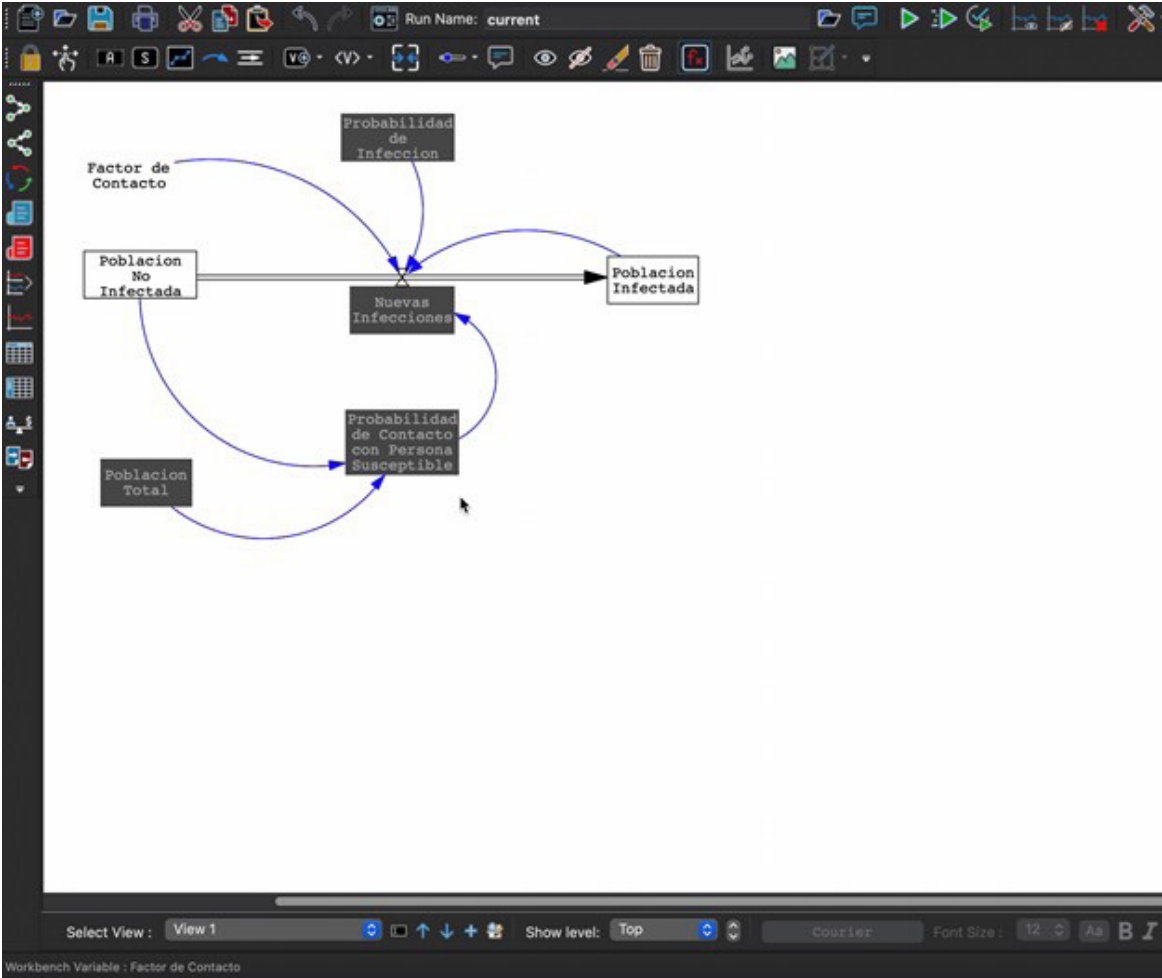
Paso N°3

Realizaremos el proceso de definir las variables hasta que ninguna de las variables este resaltada en negro con el botón **Equation** activo. Las variables se deben definir con las siguientes ecuaciones en este ejemplo:

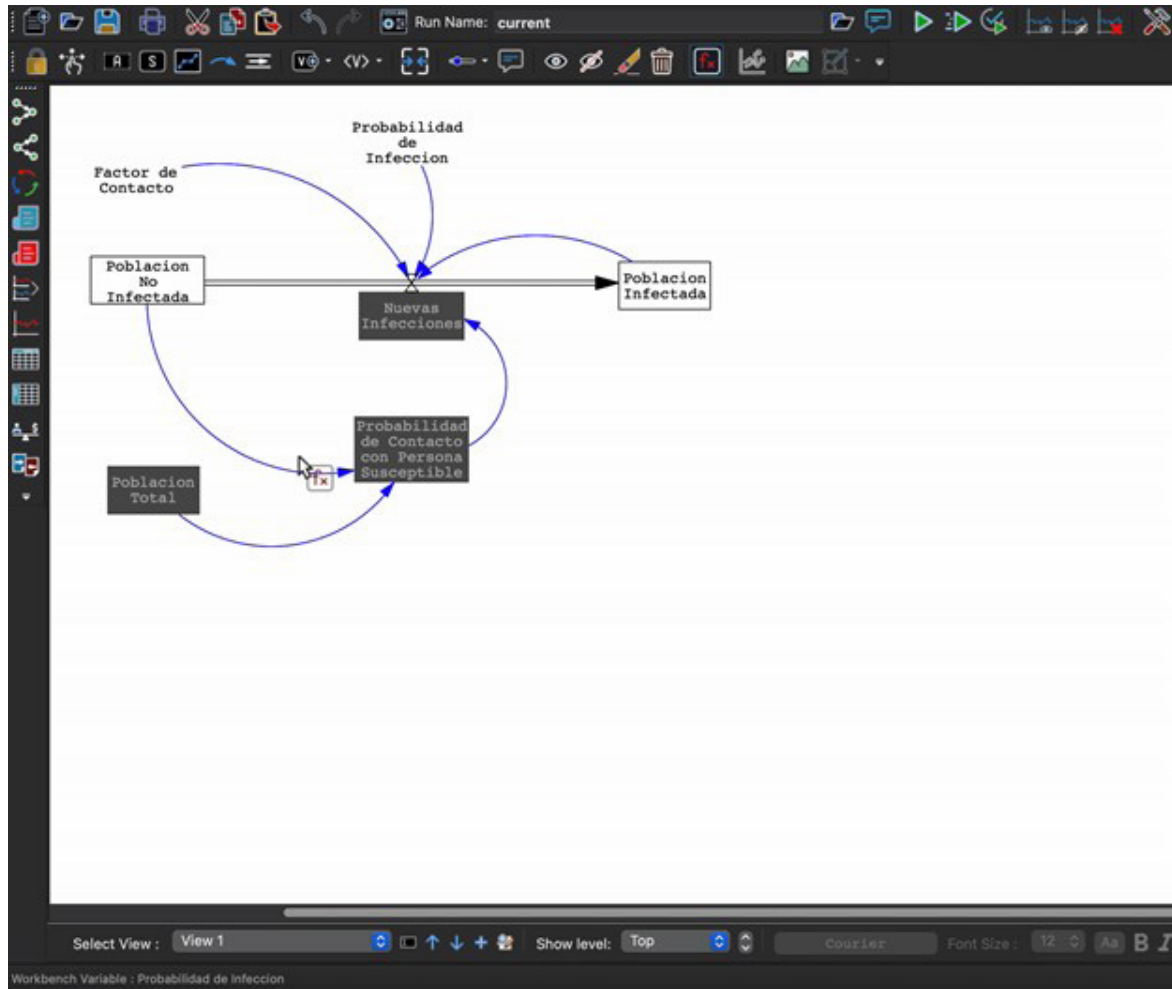
Factor de Contacto – **Equations:** 10



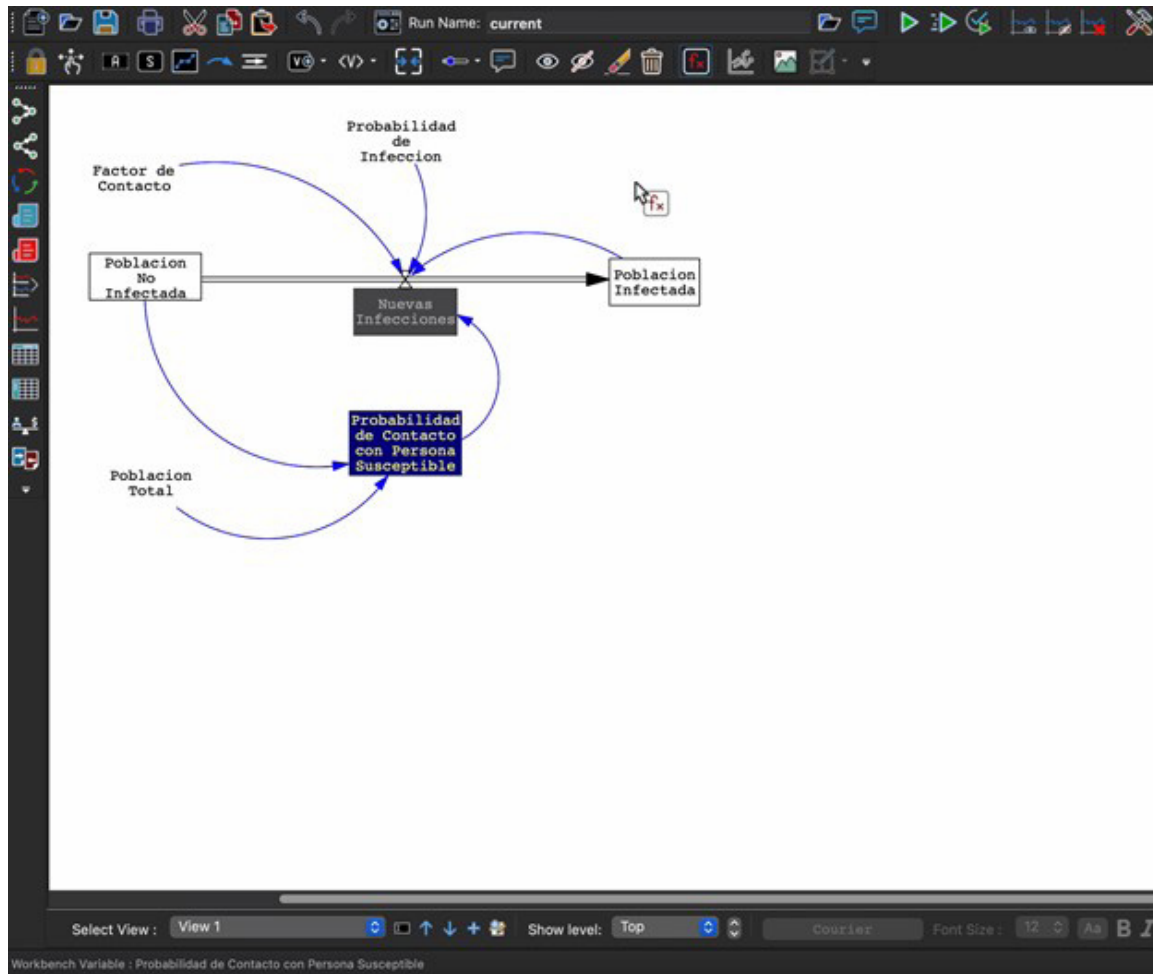
Probabilidad de Infección – **Equations:** 0.05



Población Total – **Equations:** 100



Probabilidad de Contacto con Persona Susceptible – **Equations:** Persona No Infectada/Poblacion Total



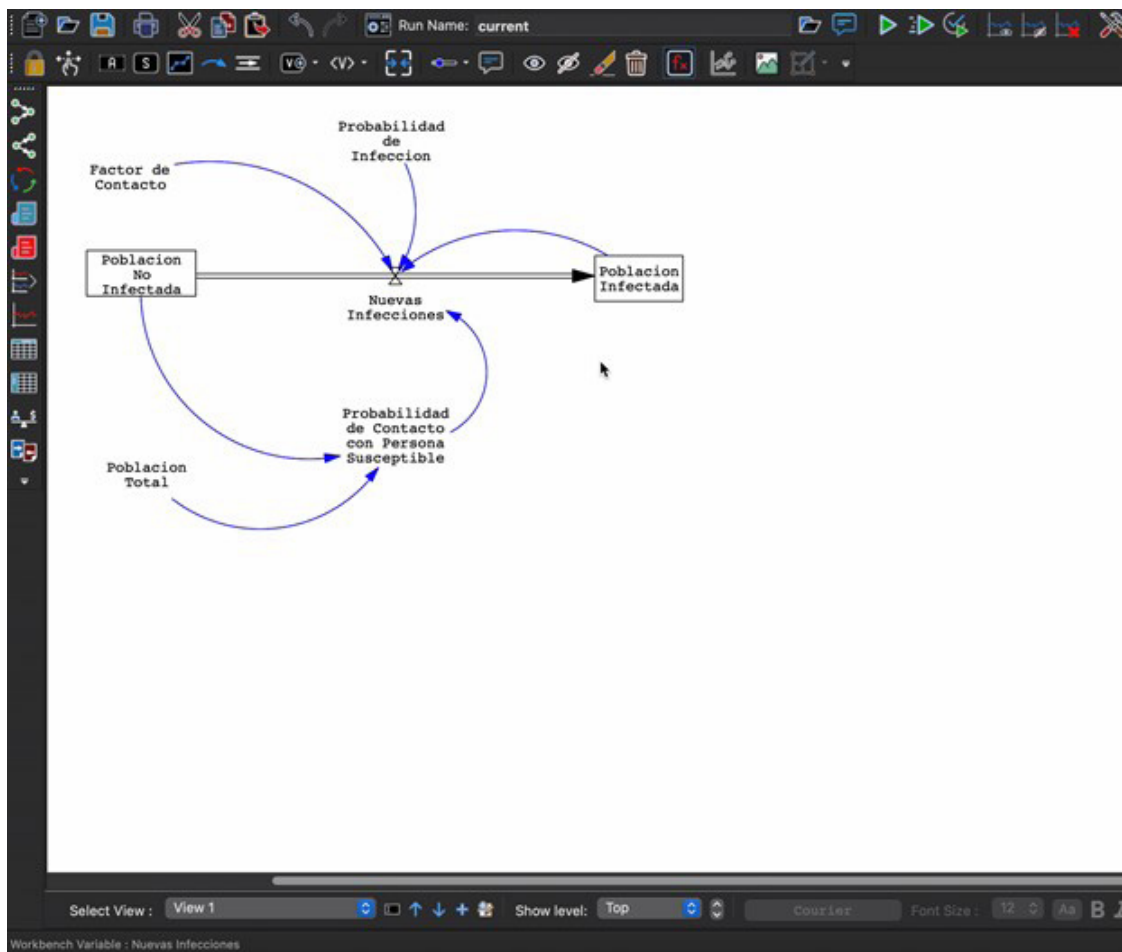
Nuevas Infecciones – **Equations:** Factor de Contacto*Probabilidad de Infeccion*Probabilidad de Contacto con Persona Susceptible*Poblacion Infectada

7. Pasos para la simulación y análisis de resultados

Ahora que hemos tanto diseñado el Diagrama Stock & Flow como definido las ecuaciones en las variables, podemos simular el Modelo.

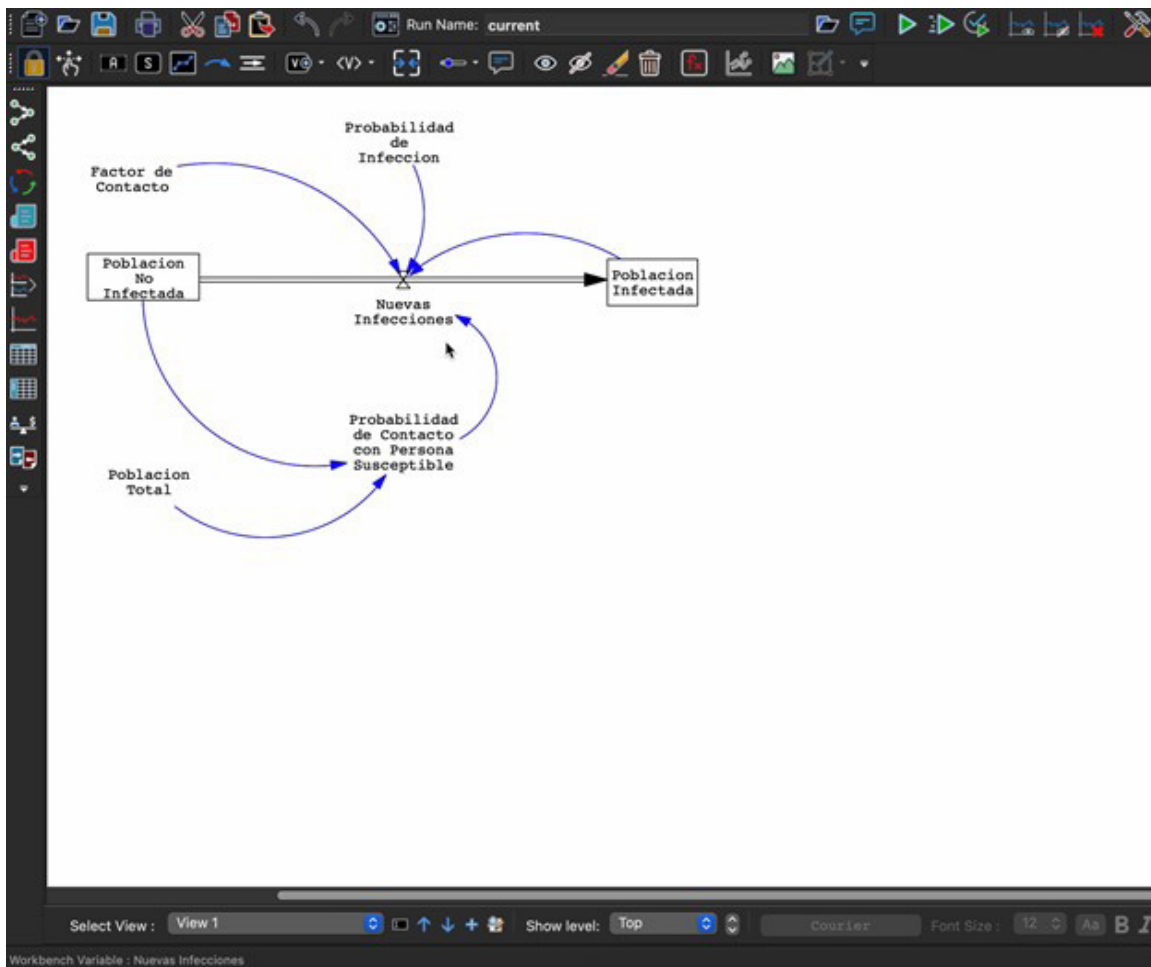


Para simular el Modelo usaremos el botón **Simulate** o el **SyntheSim**, en este caso recomendamos de forma más sencilla usar **Simulate**.



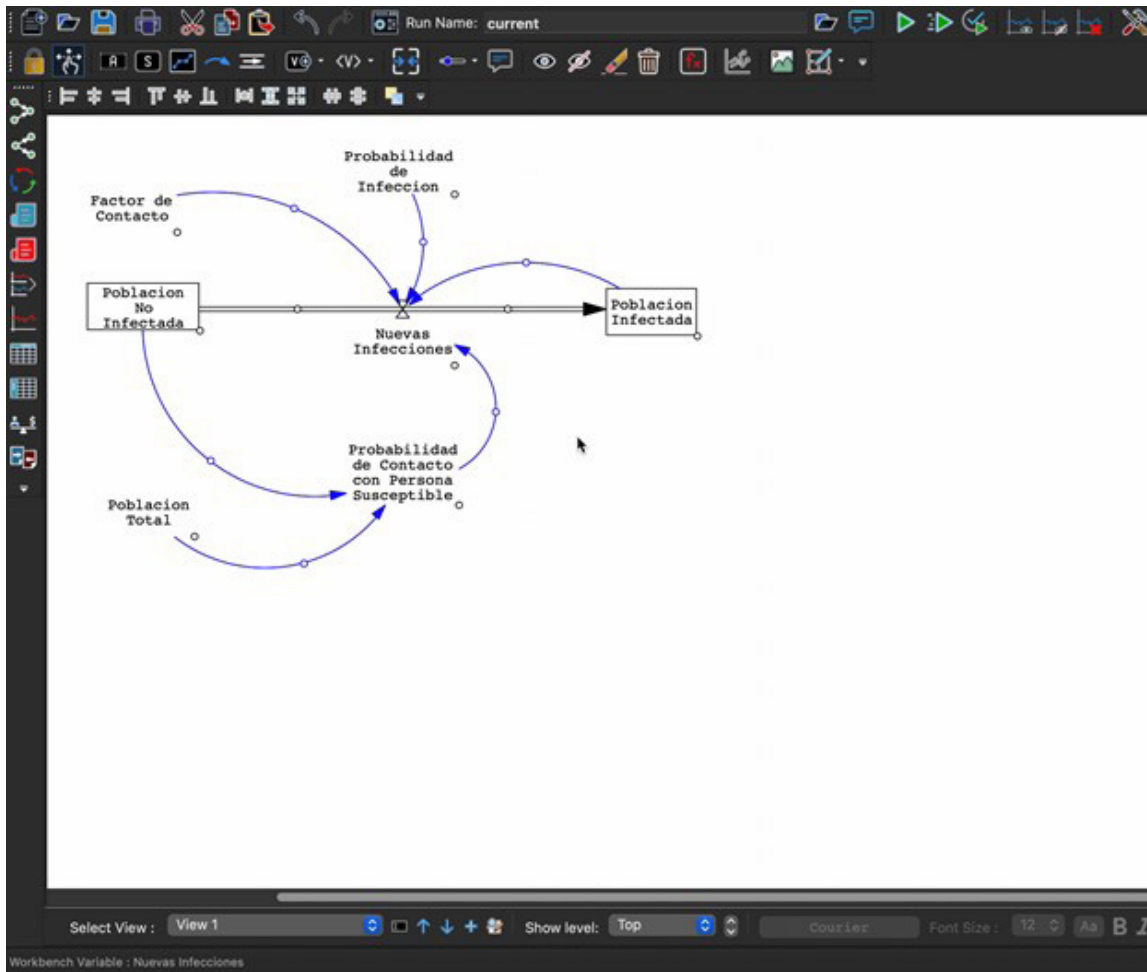
Paso N°2

Ahora veremos las gráficas de los resultados de la simulación, por lo que seleccionaremos nuestra variable de interés que en este caso es 'Nuevas Infecciones', y luego daremos clic en el botón **Graph**.



A partir de las gráficas podemos hacer observaciones, en este ejemplo podemos llegar a ver que con el paso del tiempo el número de nuevas infecciones incrementa, pero después de cierto tiempo vuelve a bajar.

Pro Tip: Vensim permite seleccionar múltiples variables para observar en Graph, en este caso, por ejemplo, podemos seleccionar 'Nuevas Infecciones' y 'Población Infectada', y observar la proporcionalidad presente entre estas debido a que son parte del flujo del Modelo.

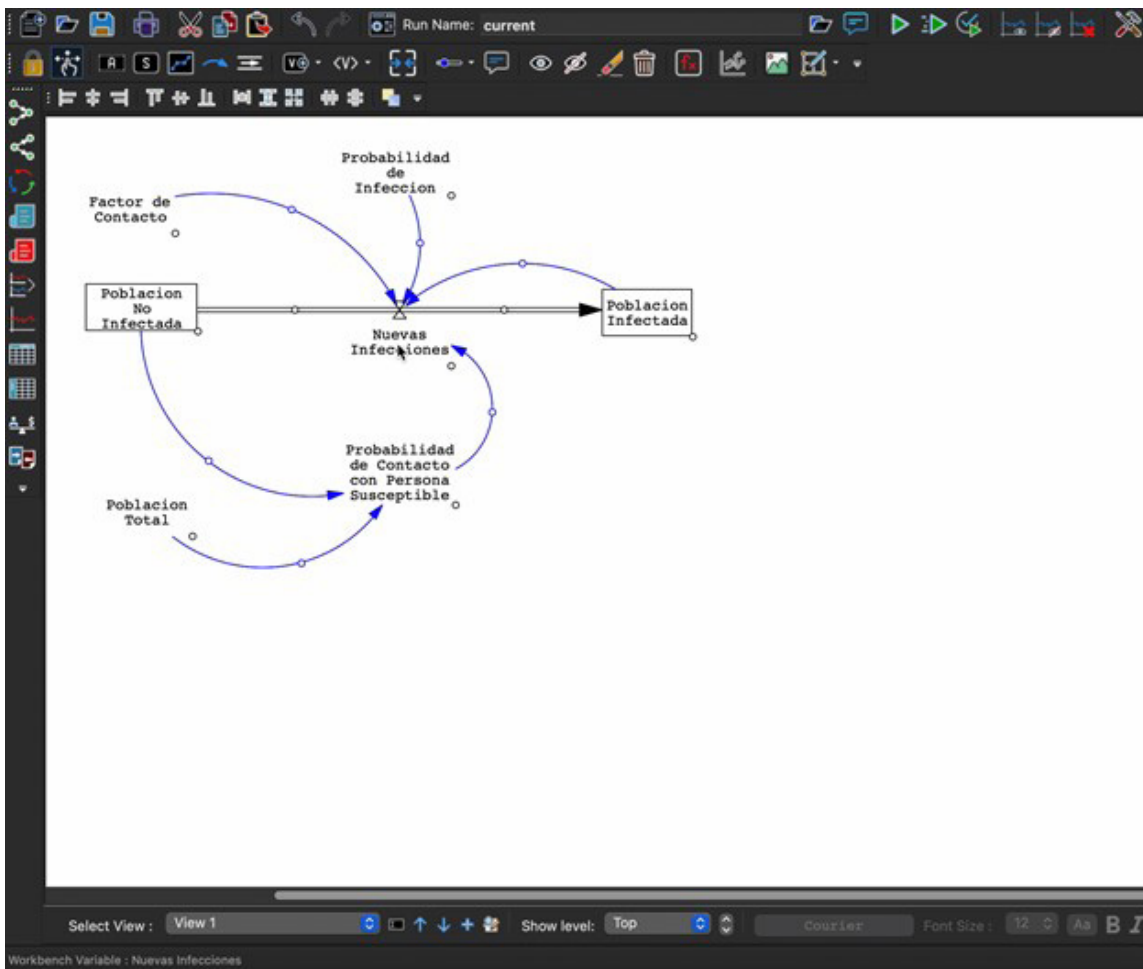


Gracias a esto se aprecia que las Nuevas Infecciones disminuyen después de que la mitad de Población Total, apreciándose como la infección abarca poco a poco toda la población, por lo cual con casos de Nuevas Infecciones llegan a reducir.

Paso N°3

Podemos observar también **Árboles Causales** y de usos de las diferentes variables que genera Vensim para mejor entendimiento del Modelo.

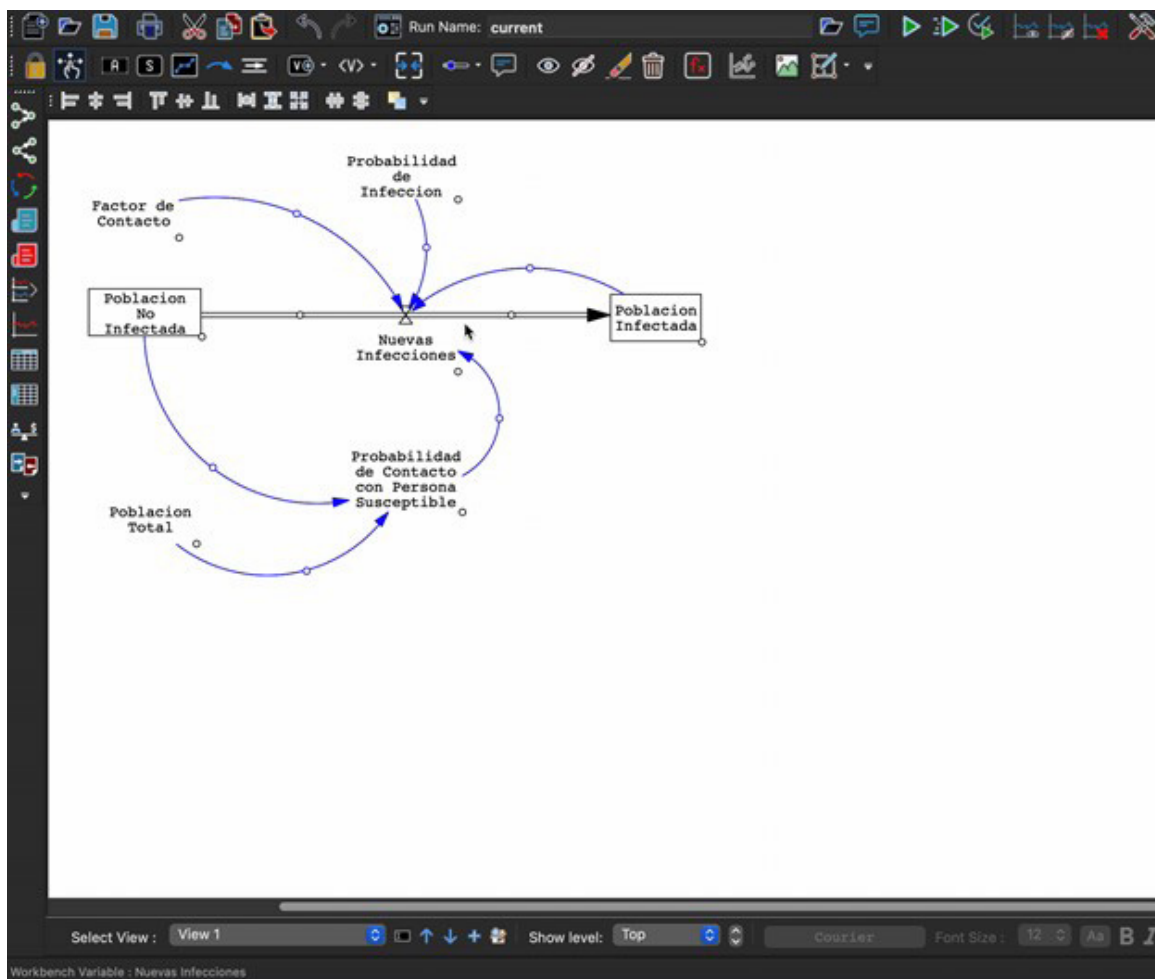
Solo tenemos que seleccionar la variable que deseemos evaluar y presionar el botón **Causes Tree** o **Uses Tree**.



Paso N°4

Podemos igualmente observar los datos que recopila **Vensim** para el ecosistema creado mediante la simulación, y así ver en valores de forma más directa el cambio de estos según el paso del tiempo.

Solo debemos seleccionar la variable a evaluar y dar clic en el botón **Table** o **Table Time Down**.



Una vez realizado este paso, usted ha observado como hacer la Descripción del Modelo, diseñado el Diagrama Causal y Stock & Flow de este y definido las variables y ecuaciones para poder simular y visualizar el comportamiento del Modelo, por lo que ya tiene un mejor entendimiento del proceso para realizar Modelos usted mismo!

¿Quieres aprender más? Recomendamos repetir el tutorial haciendo uso de los Shortcuts, Tips y Pro Tips encontrados en este tutorial para acostumbrarte al funcionamiento de Vensim y poder trabajar de forma más eficiente en Modelos. También puedes probar Tips de este tutorial en previos tutoriales para familiarizarte con Vensim.

Modelo de Llenado de un Vaso con Agua

1. Planteamiento de problema

Se quiere llenar un vaso con agua, comenzando desde 0 cm³ hasta la cantidad de agua deseada durante un minuto.

- Escenario 1: la proporción de agua es de 0.5 y la cantidad de agua deseada es de 200 cm³.
- Escenario 2: la proporción de agua es de 0.1 y la cantidad de agua deseada es de 200 cm³.
- Escenario 3: la proporción de agua es de 0.1 y la cantidad de agua deseada es de 100 cm³.Tabla de variables

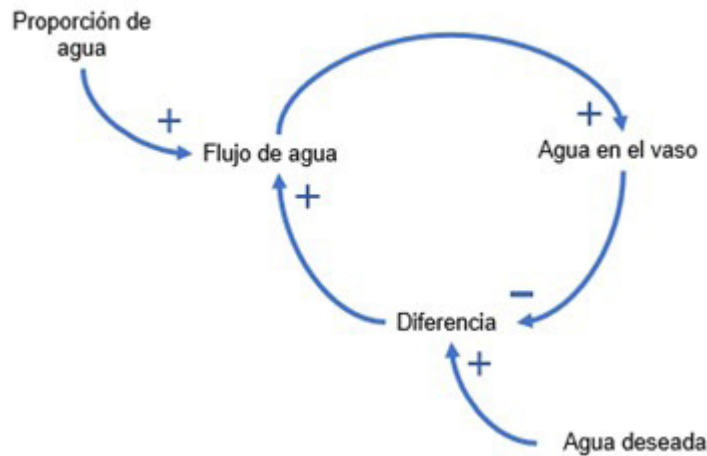
2. Tabla de variables

Las variables y unidades que se utilizarán para resolver el Modelo son las siguientes:

Nombre	Definición	Unidad
Agua en el vaso	Cantidad de agua presente en el vaso	cm ³
Flujo de agua	Cantidad de agua que se está echando al vaso	cm ³
Diferencia	Cantidad de agua que falta por echar al vaso	cm ³
Proporción de agua	Tasa de aumento del flujo de agua	-
Agua deseada	Cantidad de agua que se quiere en el vaso	cm ³

3. Ciclo causal

A mayor proporción de agua, mayor flujo de agua. A mayor flujo de agua, mayor agua en el vaso. A mayor agua en el vaso, menor es la diferencia. A mayor diferencia, mayor flujo de agua. A mayor agua deseada, mayor es la diferencia.



4. Mapa conceptual

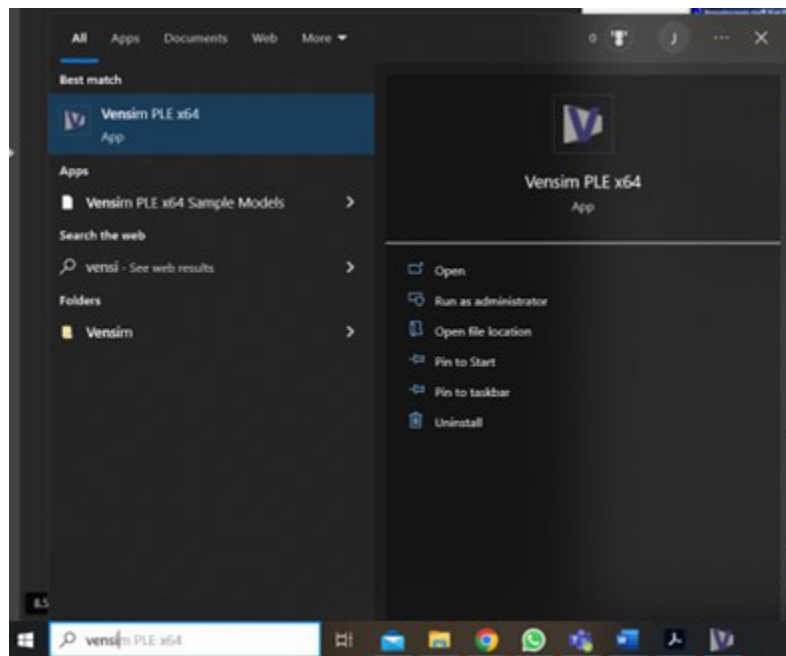
A continuación, se presenta un mapa conceptual que sirva como ayuda al entendimiento del Modelo.



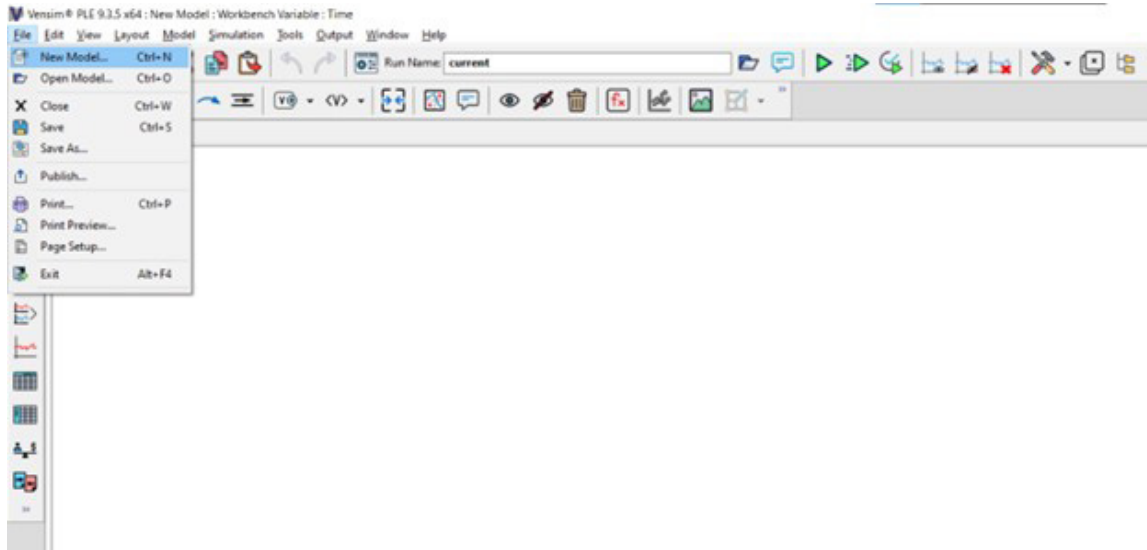
5. Pasos para dibujar el modelo



Ingresa a Vensim PLE. Puede acceder a él mediante la barra de búsqueda de su computadora o mediante el acceso directo creado en su escritorio.

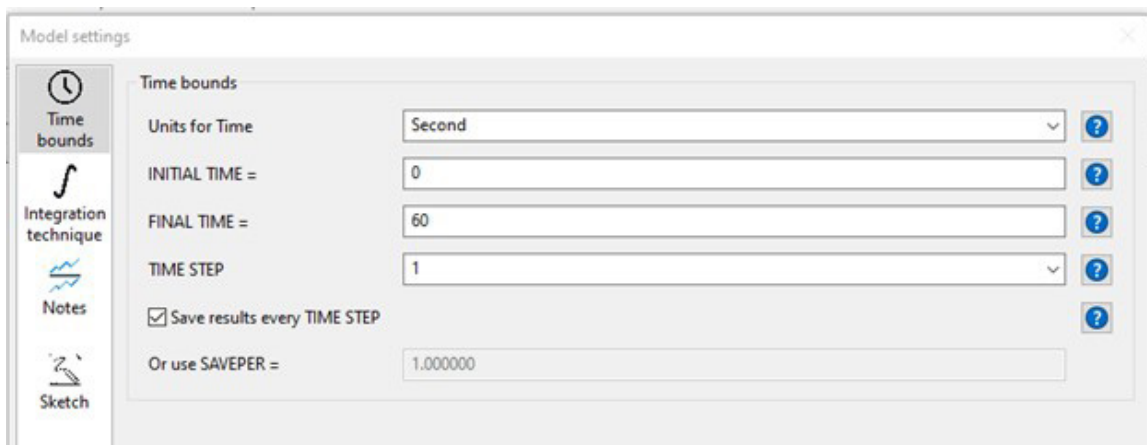


Para comenzar a crear un nuevo Modelo en Vensim PLE, hay dos opciones. La primera es hacer clic en la opción «**New Mode**» ubicada en la ventana principal del programa. La segunda opción es seleccionar la opción «**File > New Model**» en el menú de Archivo que se encuentra en la barra de menú de la ventana principal. Ambas opciones permiten abrir una nueva ventana en blanco para empezar a diseñar y construir el Modelo deseado.



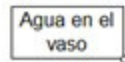
Paso N°3

En la casilla **Units for Time** (Unidades para el tiempo) En la casilla Units for Time (Unidades para el tiempo) seleccionaremos Second, en **INITIAL TIME** (Tiempo inicial) colocaremos 0, en **FINAL TIME** (tiempo final) colocaremos 60 y en **TIME STEP** seleccionaremos 1. Esto indica el inicio y fin de la simulación del Modelo. Por último, pulsamos **OK** para regresar al área de trabajo.



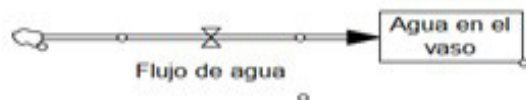
Paso N°4

Creamos la primera variable. Para ello pulsamos el ícono **Stock tool (Herramienta de nivel)**, pulsamos el lugar donde pondremos la variable dentro del área de trabajo, escribiremos Agua en el vaso y pulsamos la tecla **Enter**.



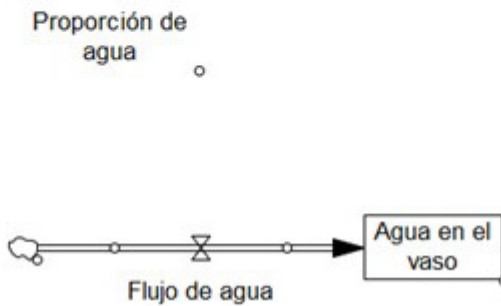
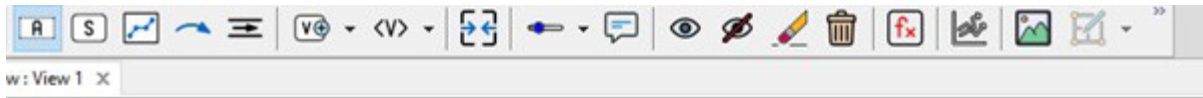
Paso N°5

Pulsamos el ícono **Flow tool (Herramienta de flujo)**, pulsamos en un lugar al lado izquierdo de la variable que acabamos de colocar, luego pulsamos dicha variable, escribimos Flujo de agua y pulsamos la tecla **Enter**. Este es nuestro flujo de entrada.



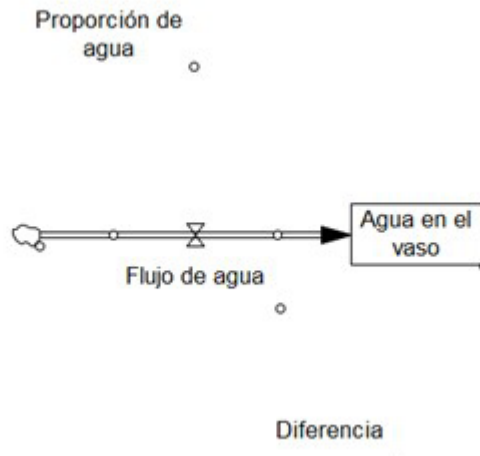
Paso N°6

Ingresaremos una variable auxiliar. Pulsamos el ícono **Variable tool (Herramienta de variable)**, pulsamos en un lugar arriba de Flujo de agua, escribimos *Proporción de agua* y pulsamos la tecla **Enter**.



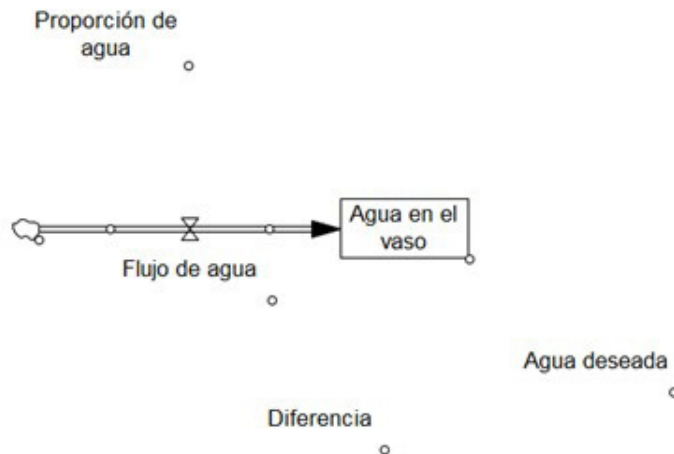
Paso N°7

Ingresaremos otra variable auxiliar. Pulsamos en un lugar abajo de Agua en el vaso, escribimos *Diferencia* y pulsamos la tecla **Enter**.



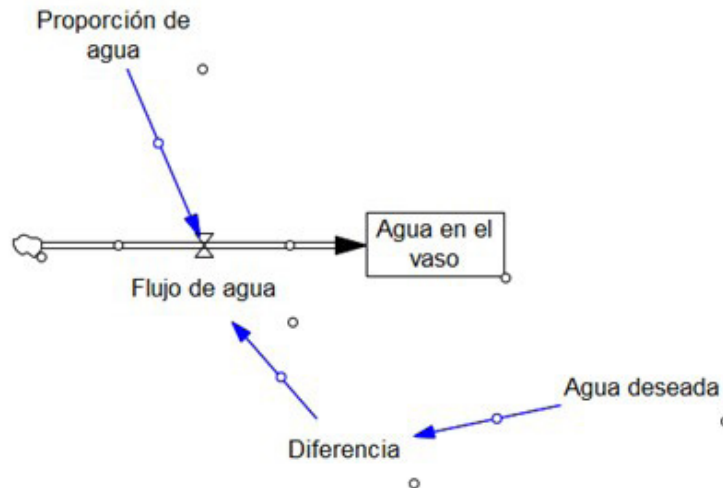
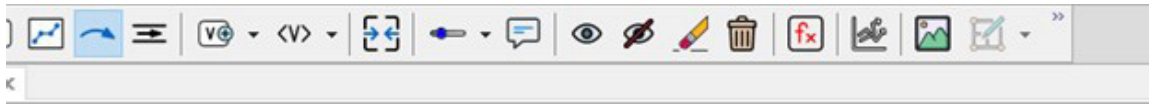
Paso N°8

Ingresaremos una última variable auxiliar. Pulsamos en un lugar al lado derecho de la variable *Diferencia*, escribimos Agua deseada y pulsamos la tecla **Enter**.



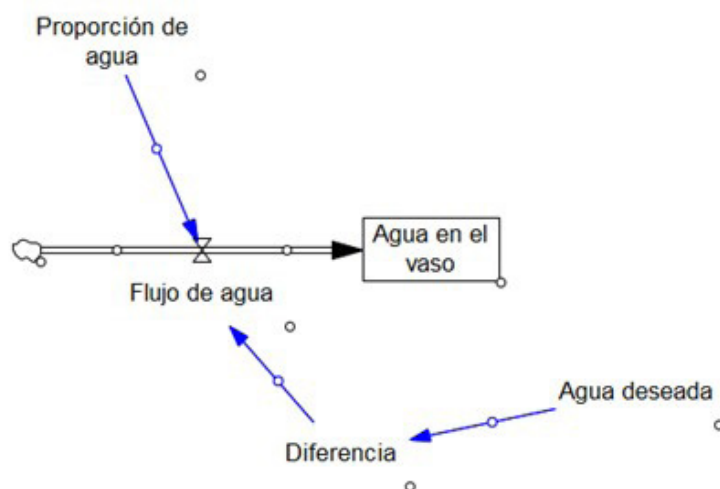
Paso N°9

Enlazaremos las variables auxiliares creadas con la variable o el flujo respectivo con el que se relacionan. Pulsamos el ícono **Arrow tool (Herramienta de flecha)**, pulsamos en la variable *Proporción de agua* y pulsamos el símbolo parecido a un reloj de arena arriba de *Flujo de agua*. Luego, pulsamos en la variable *Diferencia* y pulsamos *Flujo de agua*. Por último, pulsamos en la variable *Agua deseada* y pulsamos la variable *Diferencia*.



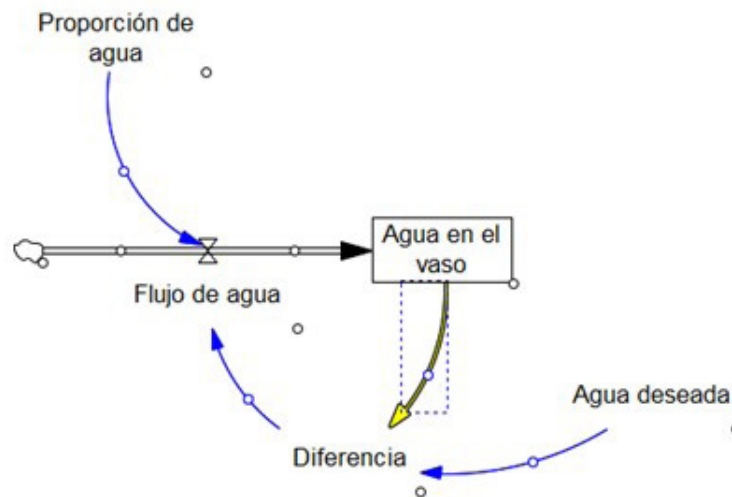
Paso N° 10

Enlazaremos la variable *Agua en el vaso* con la variable con la que se relaciona. Pulsamos en la variable *Agua en el vaso* y pulsamos la variable *Diferencia*.



Paso N° 11

Para hacer que las flechas azules dejen de verse rectas, mantenga pulsado el círculo blanco ubicado en el medio de las flechas y arrastre el cursor hacia el lado que prefiera.

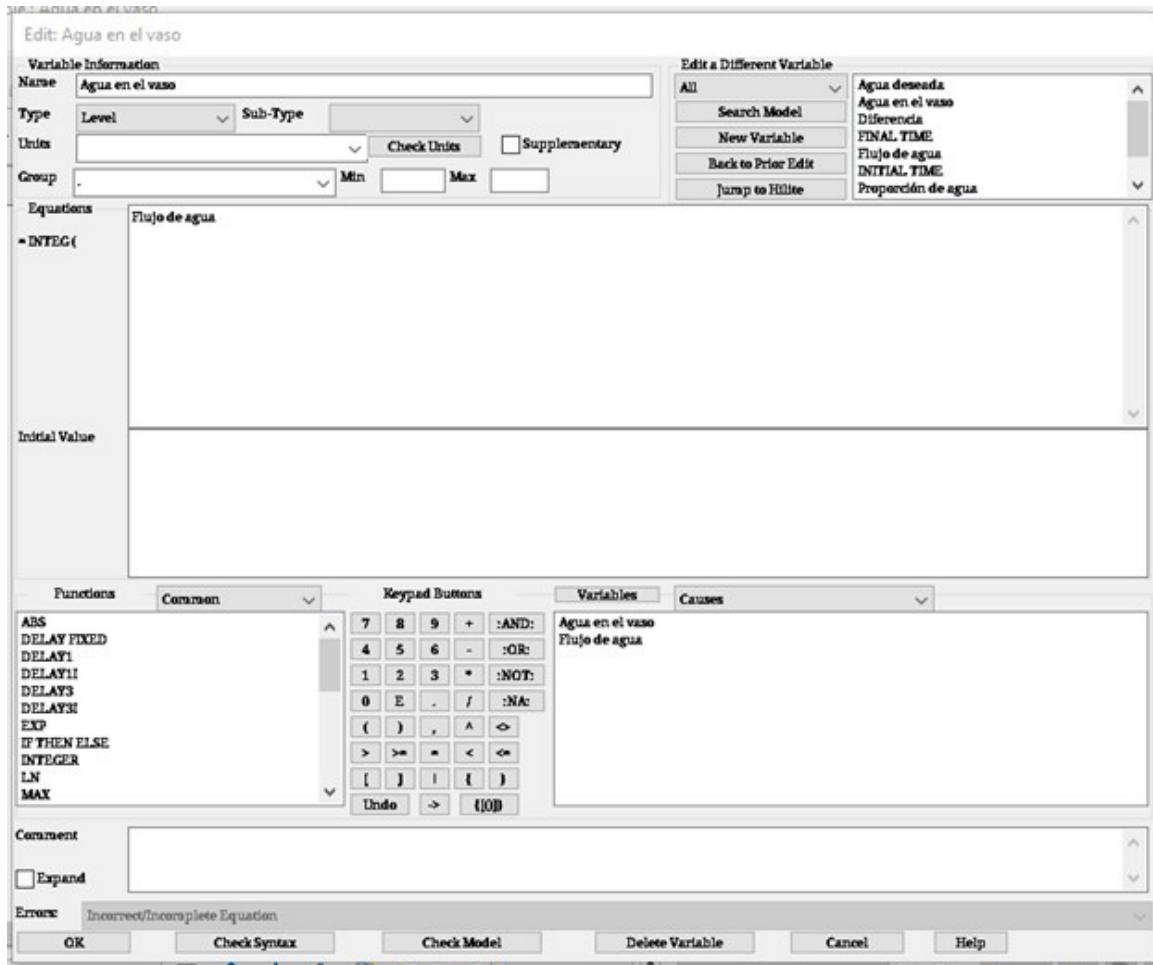


6. Pasos para Introducir las ecuaciones

Ahora editaremos las variables.

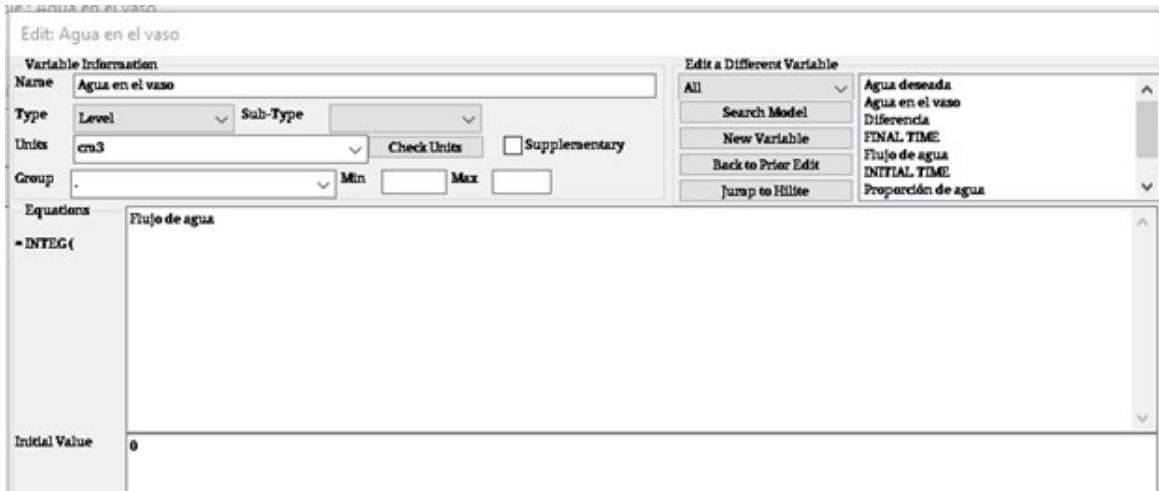
Paso N° 1

Pulsamos el ícono **Equation tool** (Herramienta de ecuación) y pulsamos la variable Agua en el vaso. Se abrirá la siguiente ventana. Nótese que en la casilla de **INTEG** (aparece Flujo de agua, esto indica que se calculará la integral de esta variable).



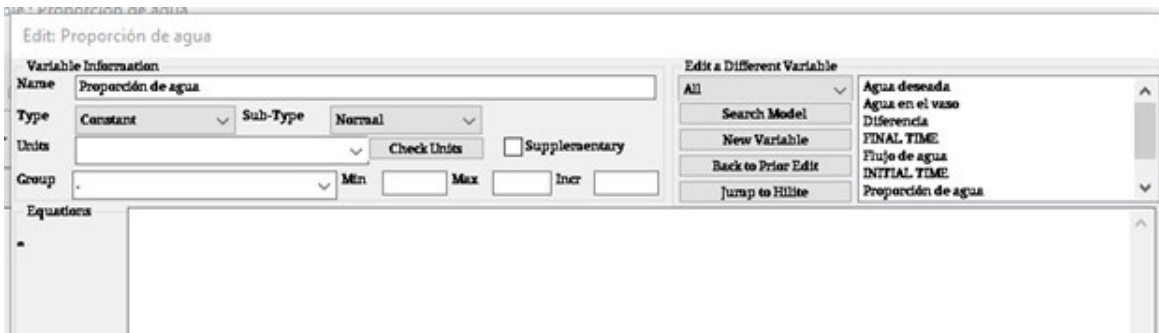
Paso N°2

En la casilla de **Initial Value** (Valor inicial), escriba 0. En la casilla **Units** (Unidades), coloque cm³. Por último, pulsamos **OK** para regresar al área de trabajo. Pulsamos la



Paso N°3

variable *Proporción de agua*, se abrirá la siguiente ventana.



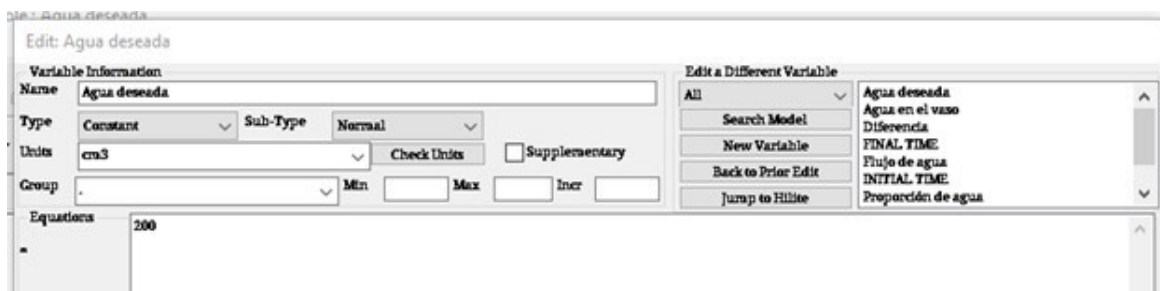
Paso N°4

En la casilla Equations (Ecuaciones), colocaremos 0.5, el cual es el valor de la proporción de agua. Por último, pulsamos **OK** para regresar al área de trabajo. Pulsamos la variable Agua deseada y se abrirá una ventana como la del paso 13. En



Paso N°5

la casilla **Equations** (Ecuaciones), colocaremos 200, el cual es el valor de la cantidad de agua deseada y en la casilla **Units** (Unidades), seleccionaremos cm³. Por último, pulsamos **OK** para regresar al área de trabajo.

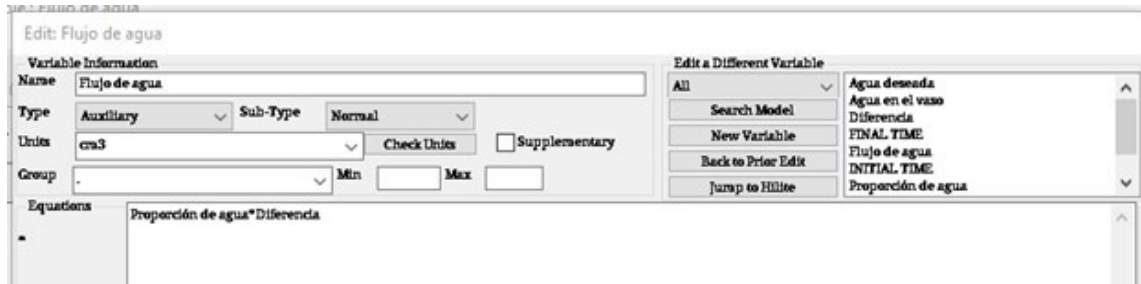


Paso N°6

Pulsamos en Flujo de agua y se abrirá una ventana como la del paso 13. En la casilla **Equations** (Ecuaciones), colocaremos:

$$\text{Proporción de agua} * \text{Diferencia}$$

Y en la casilla **Units** (Unidades), colocaremos cm³. Por último, pulsamos **OK** para regresar al área de trabajo.



Paso N°7

Pulsamos la variable *Diferencia* y se abrirá una ventana como la del paso 13. En la casilla *Equations* (Ecuaciones), colocaremos:

Agua deseada-Agua en el vaso

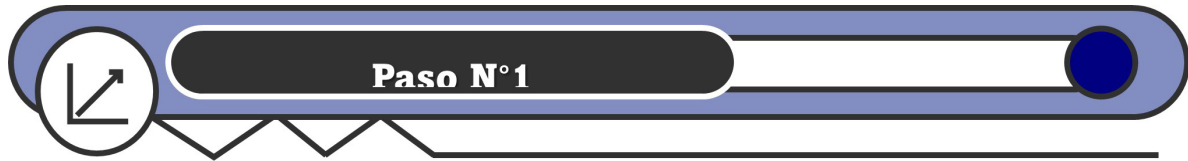
Y en la casilla **Units** (Unidades), seleccionaremos cm3. Por último, pulsamos **OK** para regresar al área de trabajo.



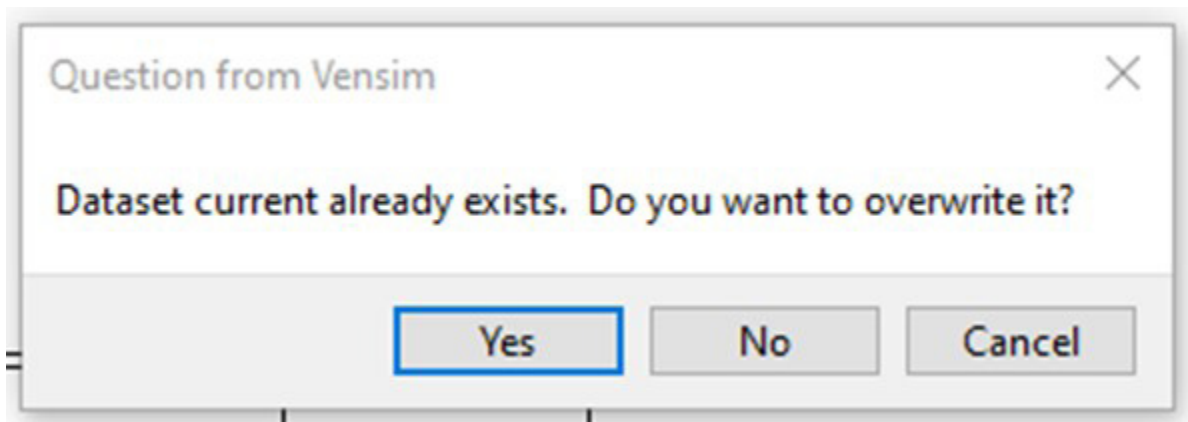
Paso N°8

Guardaremos nuestro Modelo. Pulsamos **File (Archivo)**, luego **Save as... (Guardar como...)**. Se abrirá la ventana de archivos de su computador. Deberá seleccionar el lugar donde desee guardar el Modelo, como File name (Nombre de archivo) escriba M3_VasoAgua, presione Save (Guardar) para guardar el Modelo y regresar al área de trabajo.

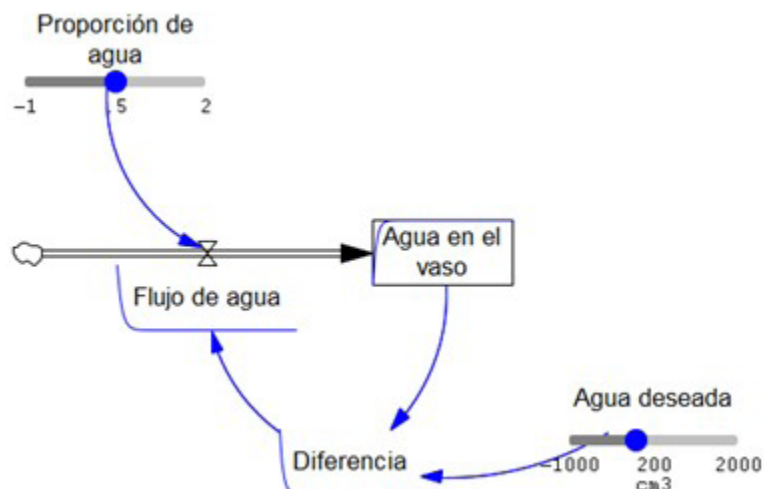
7. Pasos para la simulación y análisis de resultados



Pulsamos en el ícono **Run simulation on each slider change (Ejecutar simulación en cada cambio de control deslizante)** para correr la simulación y poder cambiar el valor de las variables al mismo tiempo si se desea. Si le aparece el siguiente mensaje, pulse **Yes (Si)** para iniciar la simulación.

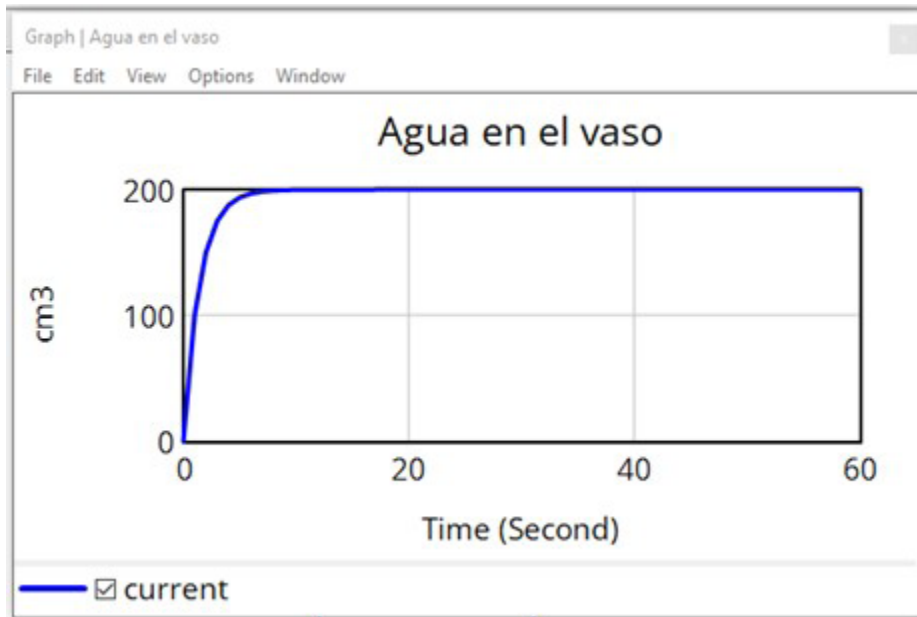


La simulación se verá de la siguiente manera. Para ver la gráfica correspondiente a



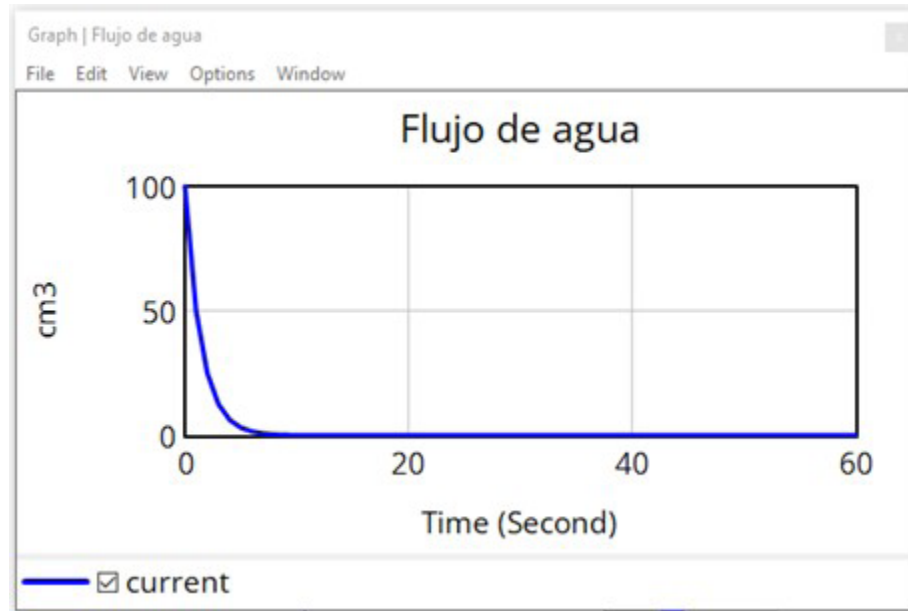
Paso N°3

Agua en el vaso, pulse en Agua en el vaso y luego pulse el ícono **Graph (Gráfico)**. Verá que la gráfica es una función creciente. Pulse la equis de la esquina superior derecha de la ventana para regresar al área de trabajo.



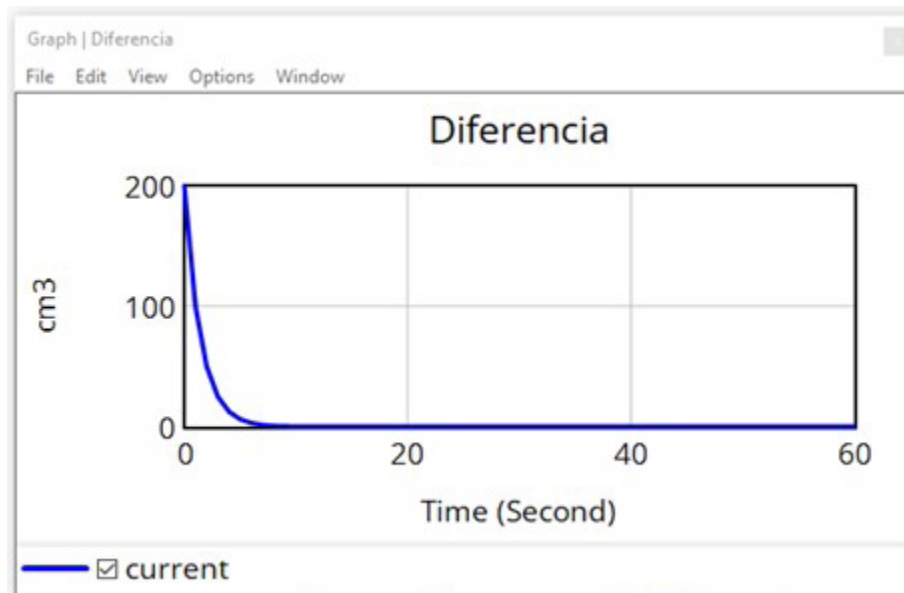
Paso N°4

Repita el paso 3 para *Flujo de agua*. Verá que la gráfica es una función decreciente.



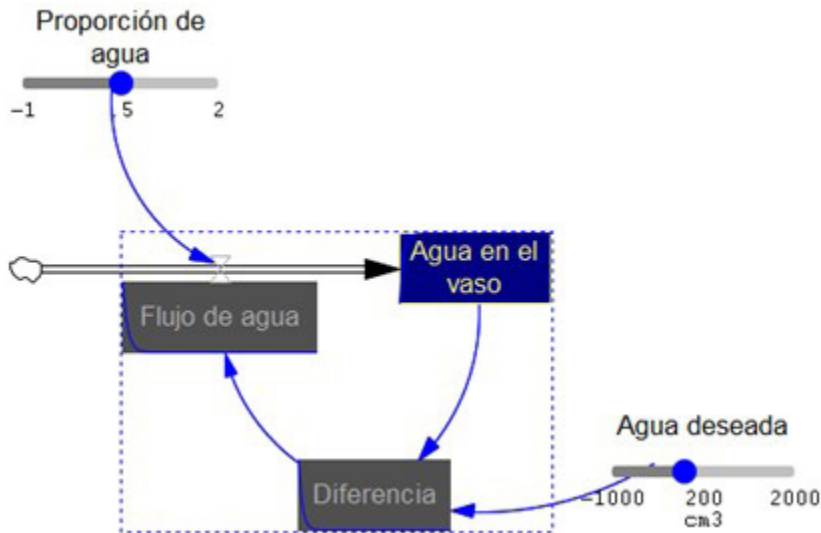
Paso N°5

Repita el paso 3 para la variable *Diferencia*. Verá que la gráfica es una función decreciente.



Paso N°6

Ahora, pulse la variable *Diferencia* y mantenga pulsada la tecla **Shift** mientras pulsa *Flujo de agua* y *Agua en el vaso* para tener seleccionadas estas tres variables.



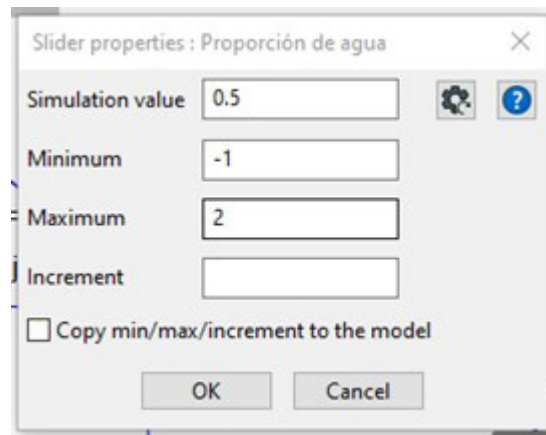
Paso N°7

Para ver la tabla con los valores calculados de las variables seleccionadas en el paso anterior, pulse el ícono **Table (Tabla)**. Se abrirá una ventana con la tabla de valores. Pulse la equis de la esquina superior derecha de la ventana para regresar al área de trabajo.

Table Selected Variables						
File View Window						
Time (Second)	0	1	2	3	4	5
Agua en el vaso : current	0	100	150	175	187.5	193.75
Diferencia : current	200	100	50	25	12.5	6.25
Flujo de agua : current	100	50	25	12.5	6.25	3.125

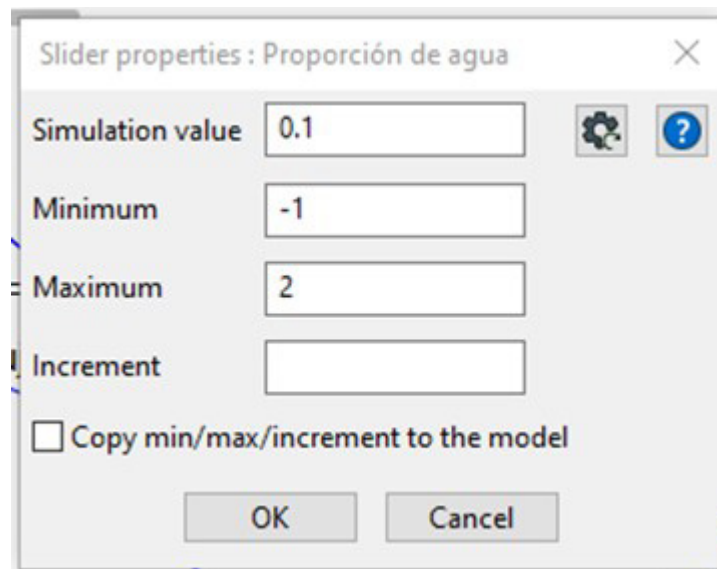
Paso N°8

Se pondrá a prueba el escenario N°2. Modifiquemos el valor de Proporción de agua. Para ello pulse sobre la barra deslizador situada debajo de la variable Proporción de agua. Se abrirá la siguiente ventana.



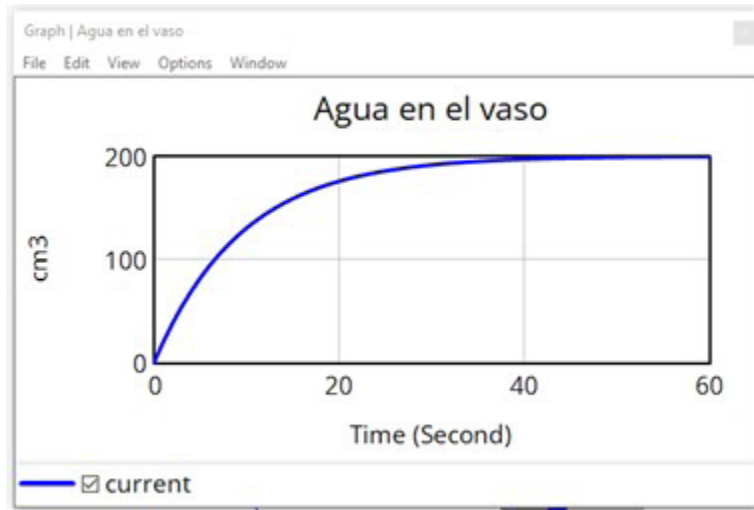
Paso N°9

En la casilla **Simulation Value** (Valor de simulación), coloque 0.1. Pulse **OK** para regresar al área de trabajo.



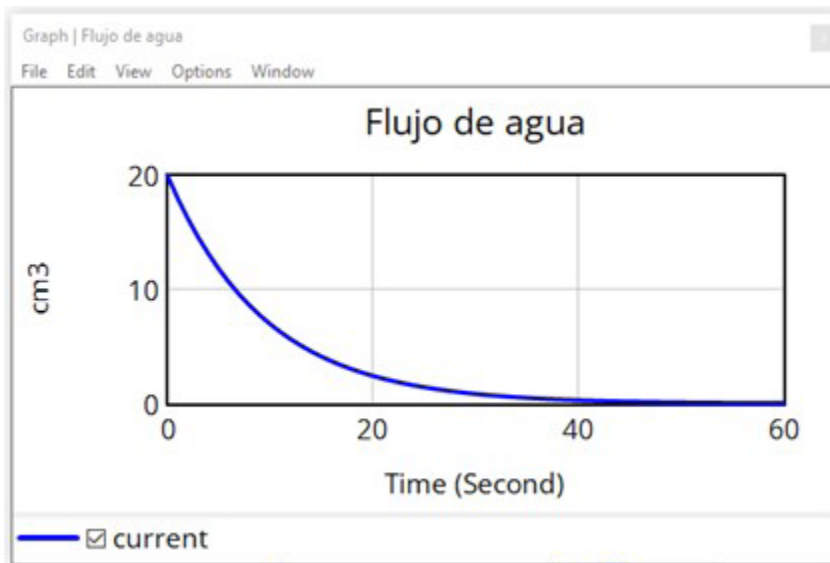
Paso N° 10

Repita el paso 3. Verá que la gráfica es una función creciente.



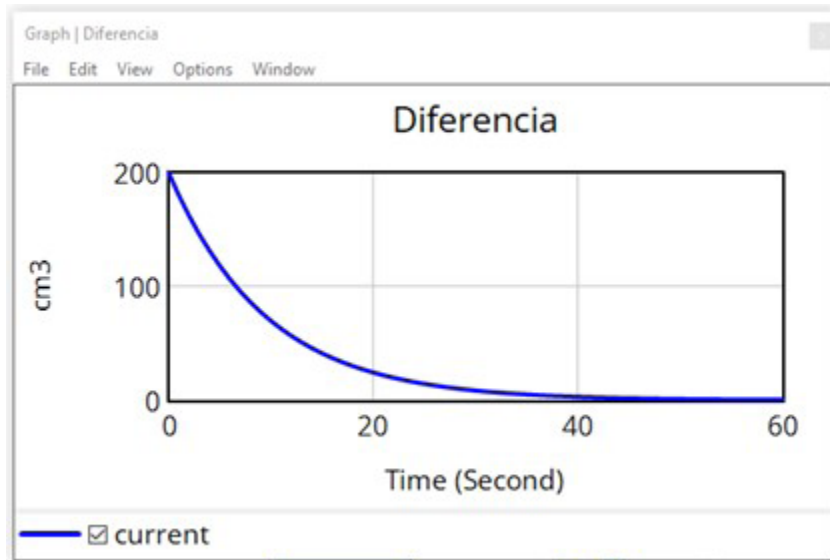
Paso N° 11

Repita el paso 4. Verá que la gráfica es una función decreciente.



Paso N° 12

Repita el paso 5. Verá que la gráfica es una función decreciente.



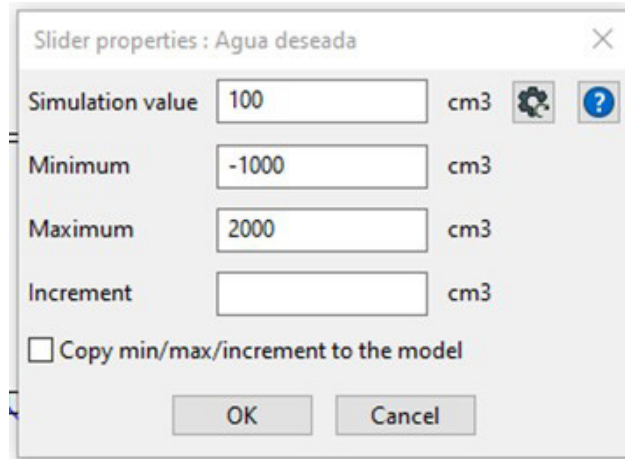
Paso N° 13

Repita el paso 6 y luego el paso 7 para ver la tabla de valores.

Time (Second)	0	1	2	3	4	5
Agua en el vaso : current	0	20	38	54.2	68.78	81.902
Diferencia : current	200	180	162	145.8	131.22	118.098
Flujo de agua : current	20	18	16.2	14.58	13.122	11.8098

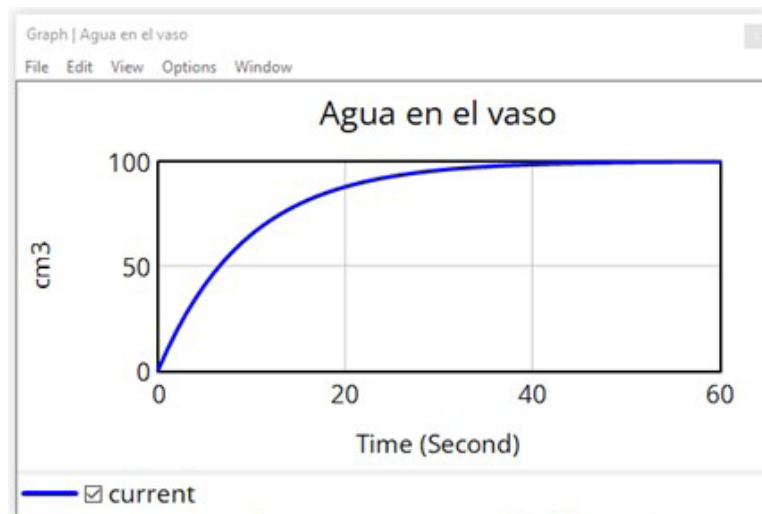
Paso N° 14

Se pondrá a prueba el escenario N°3. Modifiquemos el valor de Agua deseada. Para ello pulse sobre la barra deslizadora situada debajo de la variable Agua deseada. Se abrirá una ventana similar a la del paso 26. En la casilla **Simulation Value** (Valor de simulación), coloque 100. Pulse **OK** para regresar al área de trabajo.



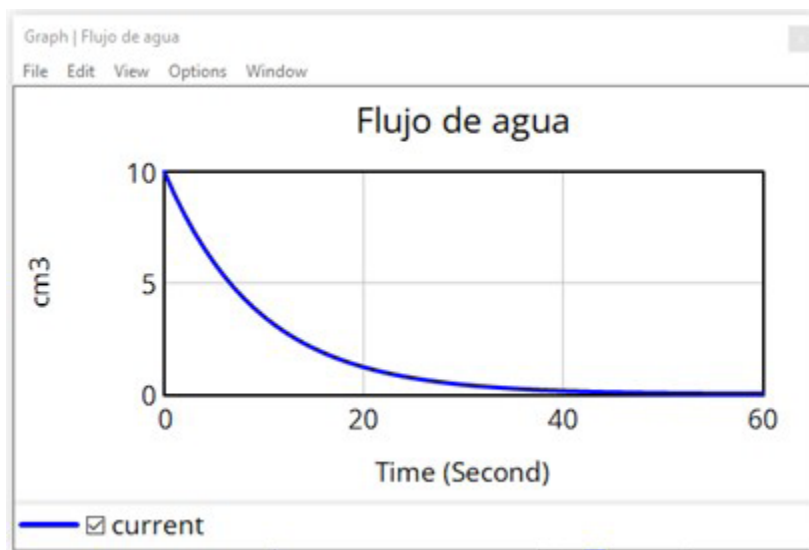
Paso N° 15

Repita el paso 3. Verá que la gráfica es una función creciente.



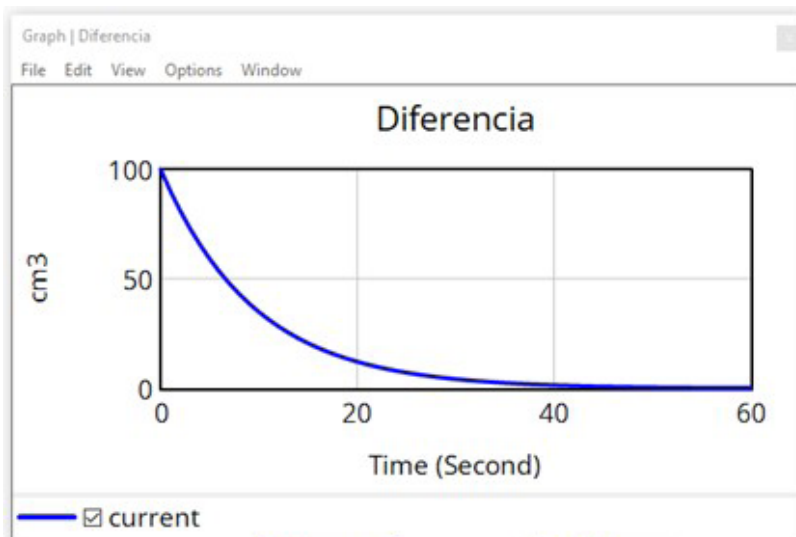
Paso N° 16

Repita el paso 4. Verá que la gráfica es una función decreciente.



Paso N° 17

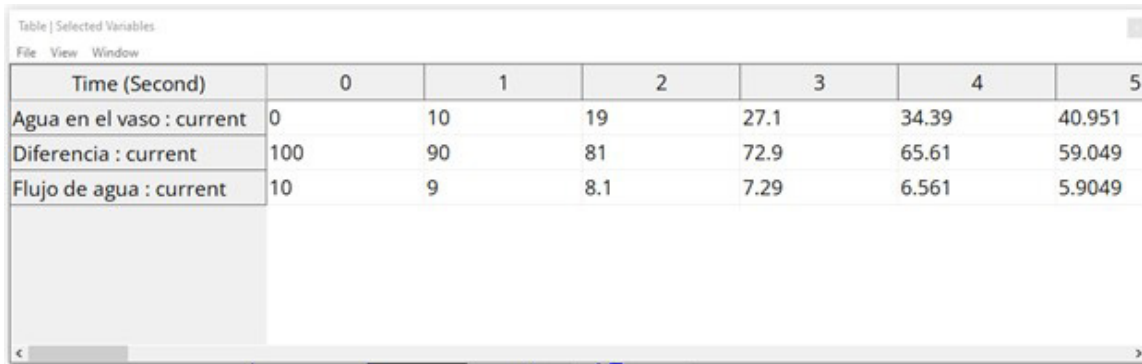
Repita el paso 23. Verá que la gráfica es una función decreciente.





Paso N° 18

Repita el paso 6 y luego el paso 7 para ver la tabla de valores.



Time (Second)	0	1	2	3	4	5
Agua en el vaso : current	0	10	19	27.1	34.39	40.951
Diferencia : current	100	90	81	72.9	65.61	59.049
Flujo de agua : current	10	9	8.1	7.29	6.561	5.9049



Paso N° 19

Para ver las ecuaciones matemáticas usadas por Vensim para la solución del Modelo, debe pulsar la variable que desee observar y luego pulsar el ícono **Document (Documento)**. Comenzaremos con *Agua en el vaso*.



```
Document
File View Window
Agua en el vaso= INTEG (
  Flujo de agua,
  0)
Units: cm3
*****
```



Paso N°20

Repita el paso 19 con Flujo de agua.

```
Document
File View Window
Flujo de agua=
  Proporción de agua*Diferencia
Units: cm3
*****
```



Paso N°21

Repita el paso 19 con la variable Diferencia.

```
Document
File View Window
Diferencia=
  Agua deseada-Agua en el vaso
Units: cm3
*****
```

8. Análisis del modelo

Con este Modelo podemos saber cuánta agua hay en el vaso desde 0 segundos hasta 60 segundos, así como la cantidad de agua que se le va echando al vaso y la cantidad que falta para llegar a la cantidad de agua deseada. Se observa que, para una proporción de agua de 0.5 y un agua deseada de 200 cm³, el flujo de agua y la diferencia disminuyen mientras la cantidad de agua en el vaso aumenta hasta que la diferencia es 0, esto se logra en muy pocos segundos. En cambio, para una proporción de agua de 0.1 y un agua deseada de 200 cm³, debido a que el flujo de agua es menor que en el escenario 1, la cantidad de agua en el vaso aumenta de forma más lenta. Por último, para una proporción de agua de 0.1 y un agua deseada

de 100 cm³, se nota que el flujo de agua es menor que en el escenario 2 debido a que el volumen a llenar es menor.

Modelo de Cuenta de Ahorro

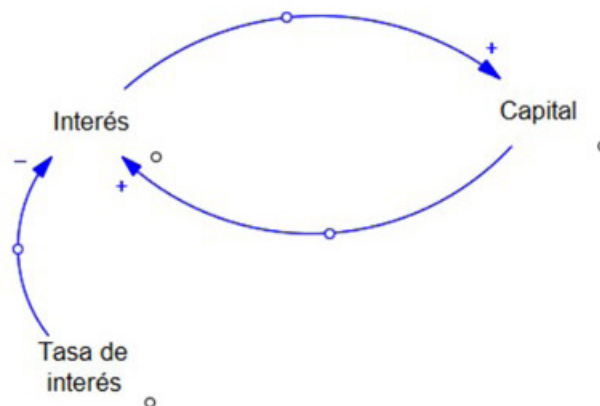
1. Planteamiento de problema

En este caso se implementará un Modelo con retroalimentación el cual representa un Modelo de crecimiento exponencial. Para este caso evaluaremos una cuenta que tiene como capital 2300 dólares, con una tasa de interés de 0.5%. Este análisis se realizará por meses.

2. Tabla de variables

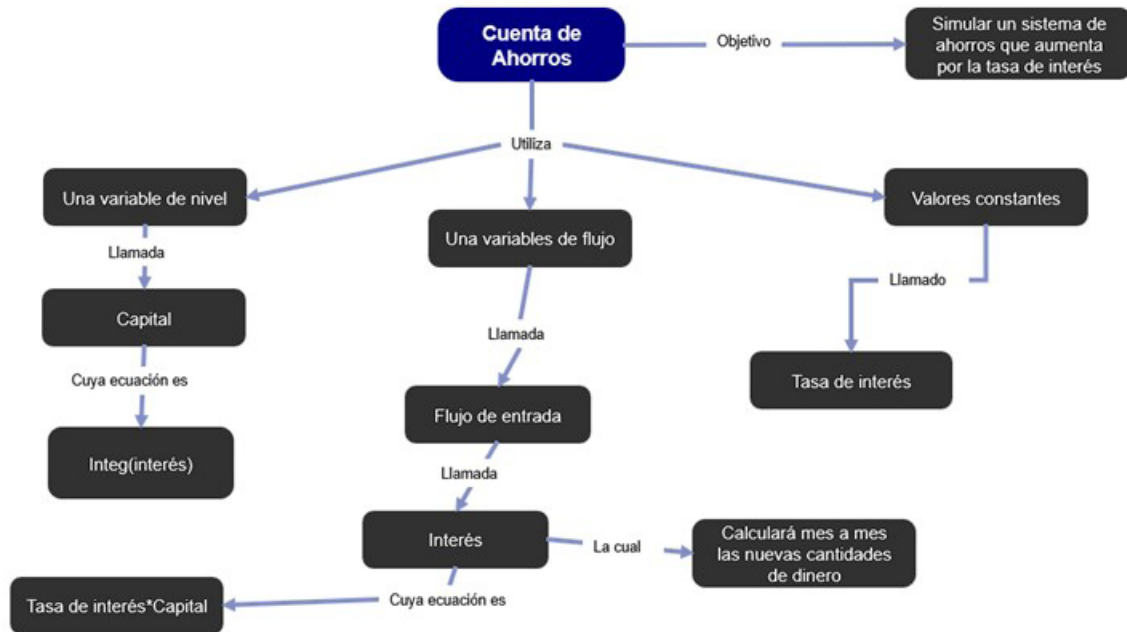
Las variables, ecuaciones, y unidades que se utilizarán para resolver el Modelo son las siguientes:

<i>Variables</i>	<i>Ecuación</i>	<i>Unidades</i>
Tasa de interés	0.005	1/Month
Interés	Tasa de interés*Capital	dólares/Month
Capital	Integ(interés)	dólares



4. Mapa conceptual

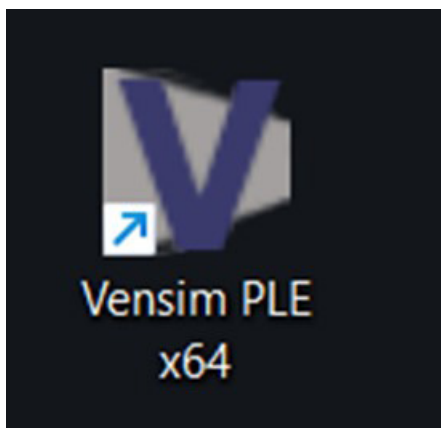
A continuación, se presenta un mapa conceptual que sirva como ayuda al entendimiento del Modelo.



5. Pasos para dibujar el modelo

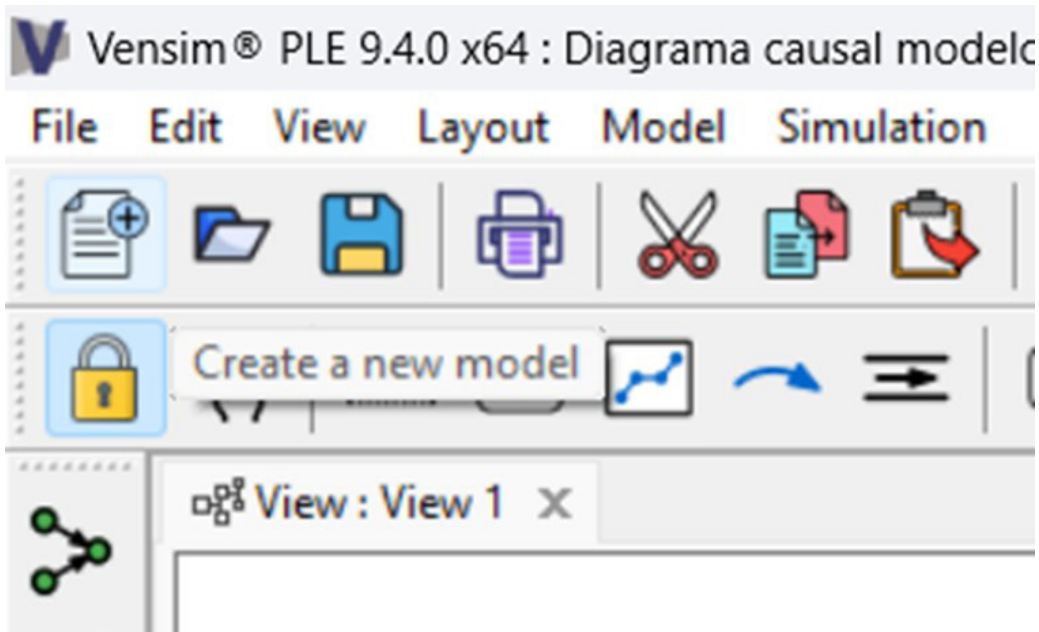


Abrir el software Vensim tocando sobre su icono.



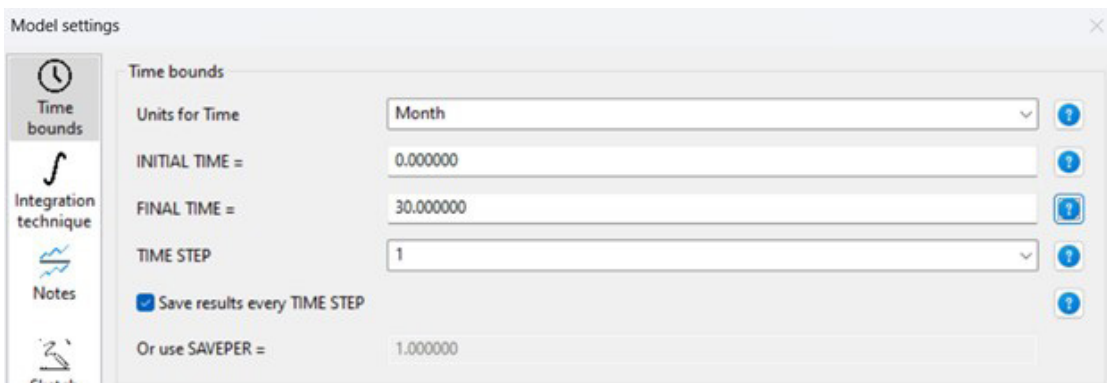
Paso N°2

Crear un nuevo Modelo, para esto podemos ir a la esquina superior izquierda, seleccionar file y luego New Model, o bien, el icono que se encuentra bajo la pestaña file.



Paso N°3

Al crear un nuevo Modelo, debemos primero predefinir los parámetros de la simulación, esto se hará en la pestaña que aparecerá luego de clicar **New Model**.

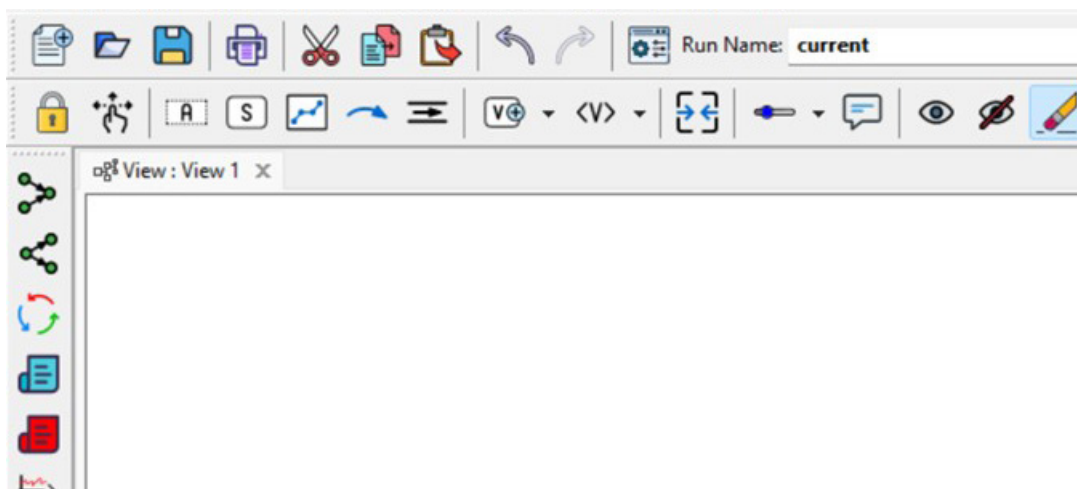


En este ejemplo se analizarán 60 meses por lo que la unidad de tiempo será mes, el tiempo inicial 1 y el tiempo final 60, con paso de 1.

Introducimos estos datos y presionamos el botón **OK**.



Ahora colocaremos las variables, empezaremos con la variable Estudiantes. Esta es una variable de nivel y para dibujarla nos iremos a la barra de herramientas donde están las variables, y seleccionamos «**stock tool**».



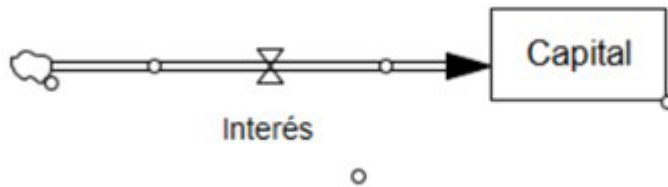
Luego de seleccionarla, clicamos sobre el lienzo y colocamos el nombre correspondiente.



Procedemos a colocar las variables de flujo, para esto empezamos utilizamos la herramienta llamada «**Flow tool**» ubicada en la barra de herramientas.

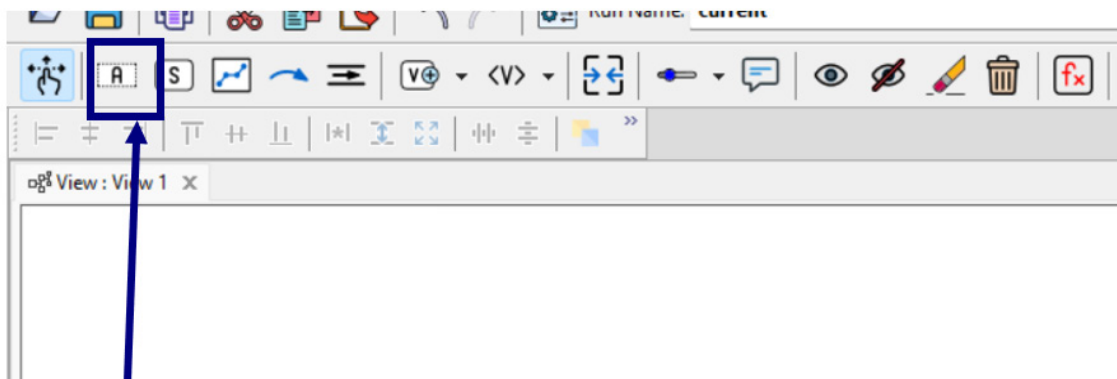


Primero colocaremos la variable Interés, para esto, luego de seleccionar la herramienta indicada, clicamos a la izquierda, un poco alejado, de la variable Capital, luego clicamos sobre la variable Capital e **Introducimos** el nombre de la variable de flujo «Interés», deberían obtener algo de la siguiente manera.

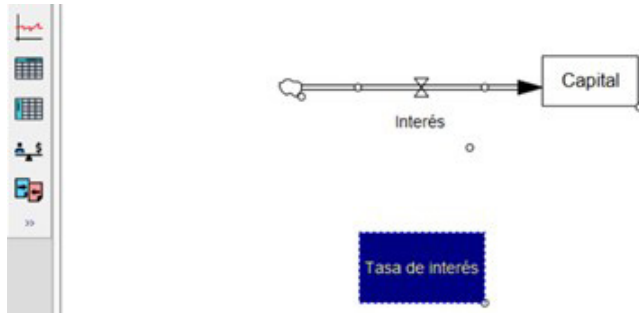


Paso N°6

Ahora se agregamos la variable auxiliar Tasa de interés, para esto haremos uso de la herramienta llamada «**Variable tool**» de la barra de herramientas.

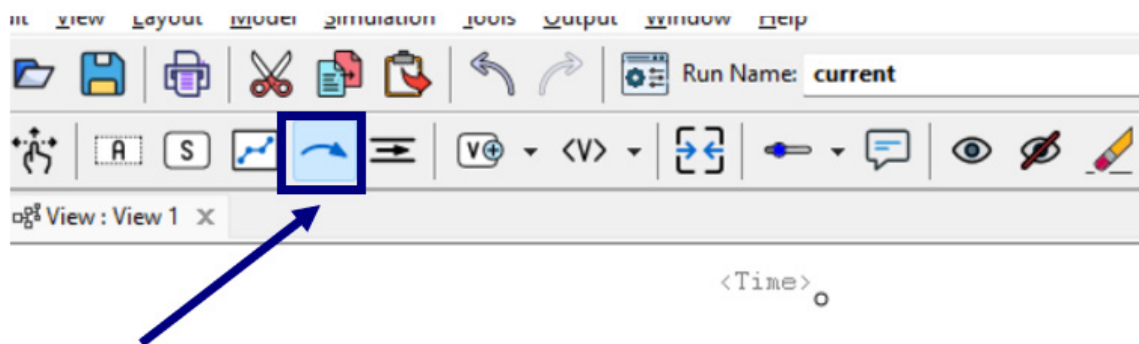


Dado que esta se relaciona con la variable Interés, la colocaremos sobre esta, un poco alejada, dando clic sobre el lienzo teniendo ya seleccionada la herramienta «**Variable tool**» y al clicar colocaremos el nombre de la variable. Quedaría de la siguiente manera.



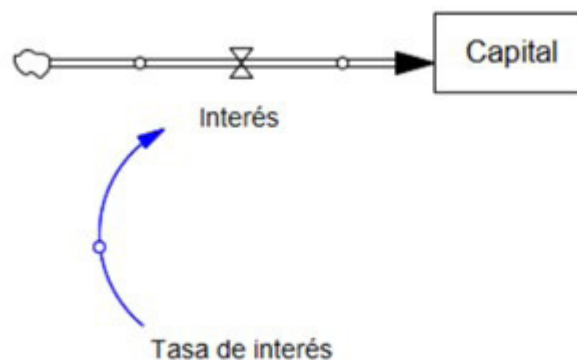
Paso N°7

Ahora estableceremos las relaciones entre las variables, para esto utilizaremos la herramienta llamada «**Arrow tool** que se encuentra en la barra de herramientas».

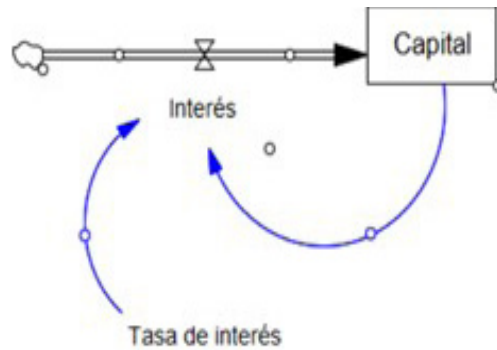


Luego de seleccionar la herramienta clicamos sobre la variable donde nace la flecha y luego hacia a donde va, empecemos con la relación entre Interés y Tasa de interés.

Luego de establecer la relación se hará evidente la flecha que los une. En el centro de esta flecha hay un punto blanco que nos permitirá curvar la flecha en caso lo queramos, es recomendable ya que puede ayudar a la estética del Modelo.



Ahora establecemos la relación entre capital e interés

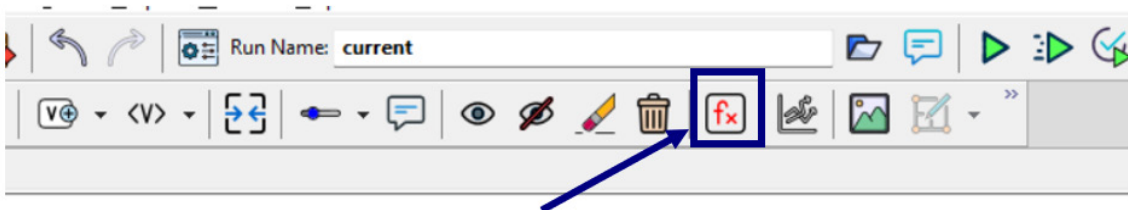


6. Pasos para Introducir las ecuaciones

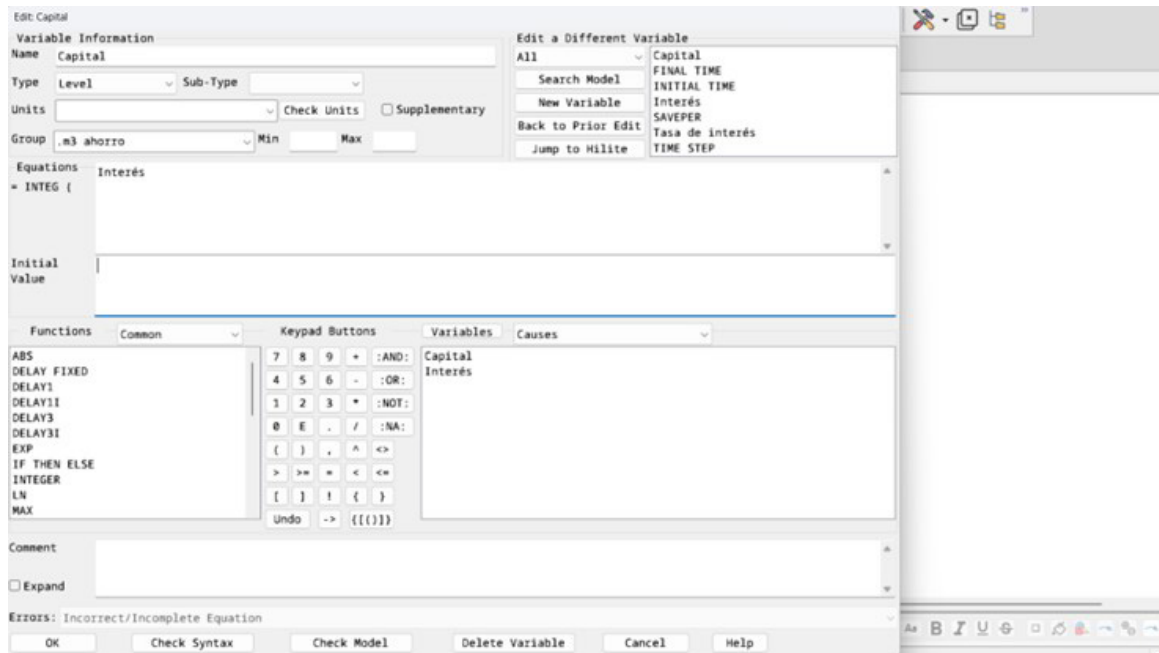
Aunque la composición del Modelo puede estar completa en términos de la estructura de las variables y sus interacciones, es posible que surjan errores al intentar simularlo. Esto se debe a que es necesario especificar las ecuaciones que describen cada interacción entre las variables. Seguidamente, se especifica los pasos para **Introducir** las ecuaciones.



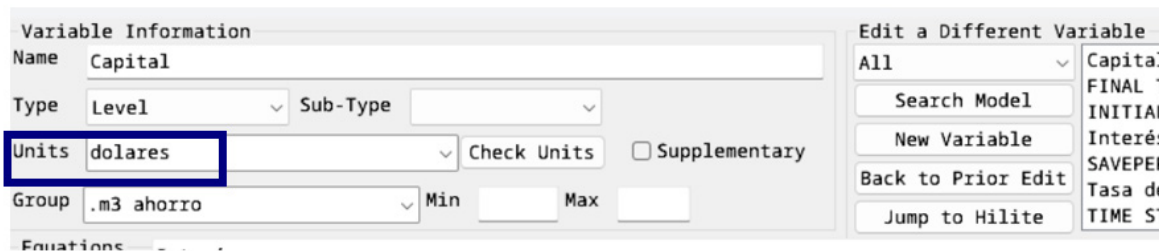
Ahora procederemos a colocarles las ecuaciones y los valores a las variables, comencemos por la variable de nivel. Para esto seleccionaremos la herramienta llamada «Equation tool» de la barra de herramientas.



Con esta herramienta seleccionada, ahora clicamos sobre la variable capital y aparecerá el siguiente menú.



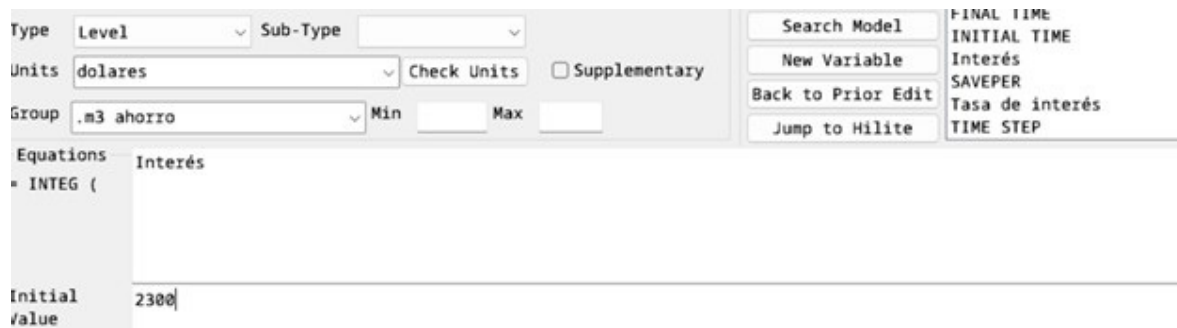
Ahora establecemos las propiedades de esta ecuación, como se vio en el planteamiento, la unidad de esta variable es dólares por lo que en el campo «**Units**» escribiremos dicha unidad.



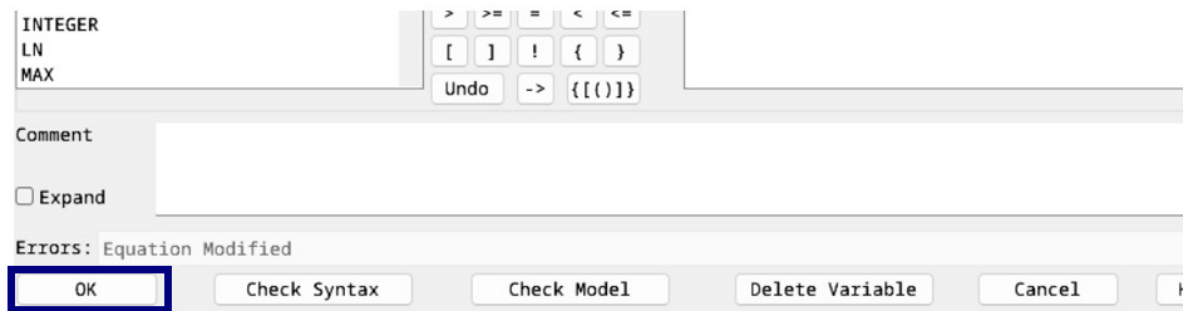
Ahora estableceremos la ecuación de esta variable, la cual es Interés ya que la integral de este, que es lo que se calcula, da como resultado el nuevo capital, la cual se colocará en el campo «**Equations**» y su valor inicial, 2300, se colocará en el campo «**Initial Value**». Para agregar la ecuación sin errores usamos el apartado de variables en la parte inferior del menú de ecuaciones.



Ahora planteamos la ecuación y el valor inicial.



Luego de colocar los valores clicamos **OK**.



Ahora agregaremos los datos de la variable Interés, de igual forma con la herramienta «**Equation tool**» seleccionada, clicamos la variable Interés.

Para esta tenemos que las unidades son dólares/Month que la pondremos en el campo «**Units**» y la ecuación Tasa de interés*Capital que colocaremos en el campo «**Equation**». Además, el tipo de la variable debe quedar en «**Auxiliary – Normal**».

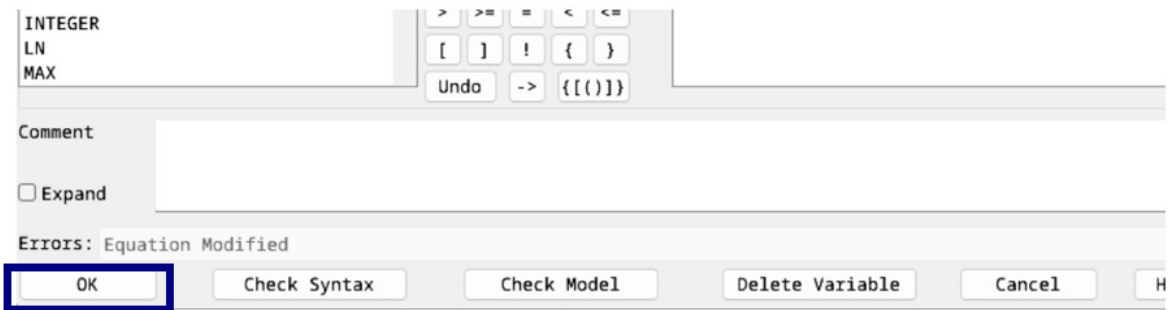
Luego de colocar los valores clicamos **OK**.

Paso N°2

Ahora agregaremos los datos de la variable Interés, de igual forma con la herramienta «**Equation tool**» seleccionada, clicamos la variable Interés.

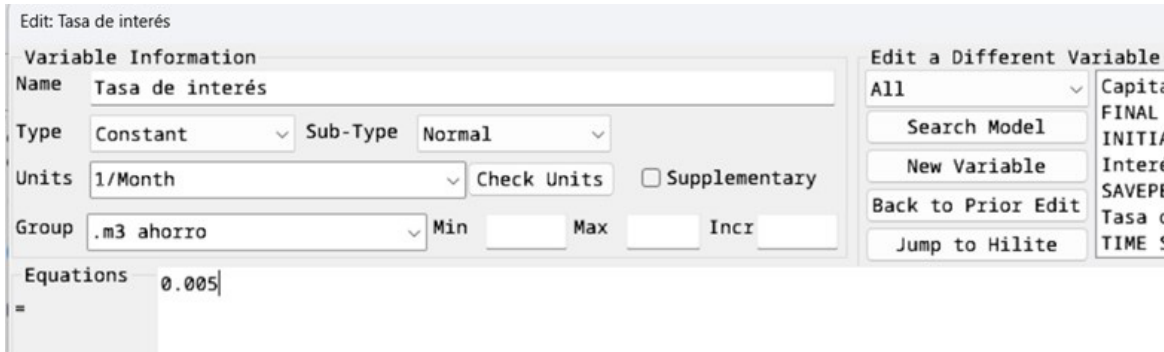
Para esta tenemos que las unidades son dólares/Month que la pondremos en el campo «**Units**» y la ecuación Tasa de interés*Capital que colocaremos en el campo «**Equation**». Además, el tipo de la variable debe quedar en «**Auxiliary – Normal**».

Luego de colocar los valores clicamos **OK**.

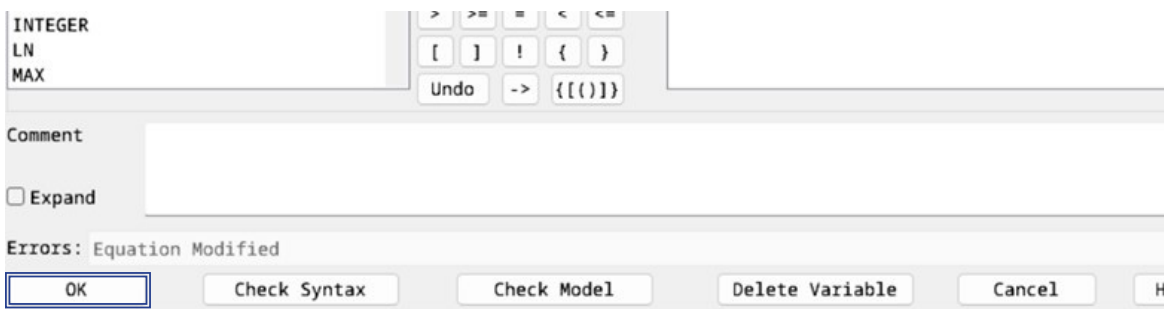


Agregamos los valores de la variable tasa de interés. De igual manera, con la herramienta «**Equation tool**» seleccionada, clicamos la variable tasa de interés.

Recordando que esta es una constante por lo que el tipo será «Constant – Norma». Para esta las unidades serán 1/Month colocadas en el campo «**Units**» y la ecuación en este caso es la constante 0.005 que se coloca en el campo «**Equations**»

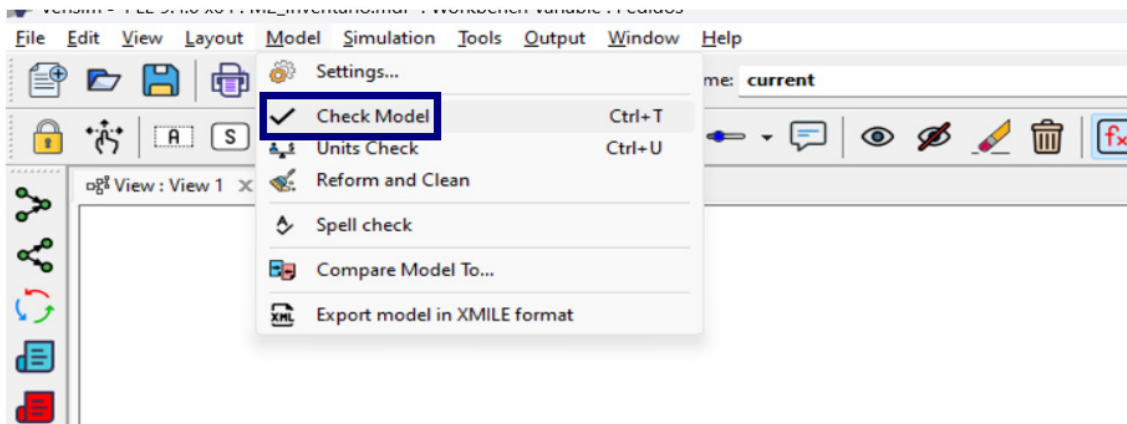


Luego de colocar los valores clicamos **OK**.



Paso N°4

Ahora tendremos que comprobar la sintaxis del Modelo. Para eso nos dirigiremos a la pestaña «Model» > «Check Model».

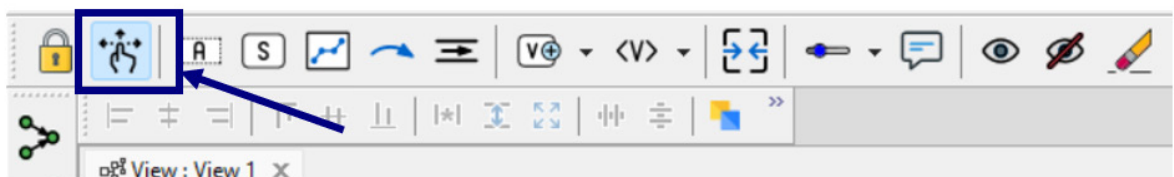


Clicamos sobre esta y nos debería indicar que, si seguimos todos los pasos, el Modelo está correcto.

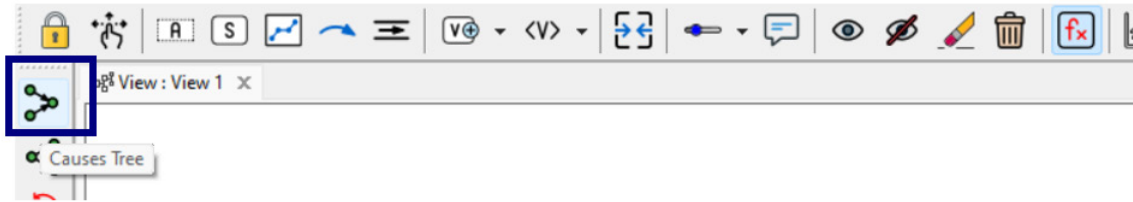
7. Pasos para la simulación y análisis de resultados

Paso N°1

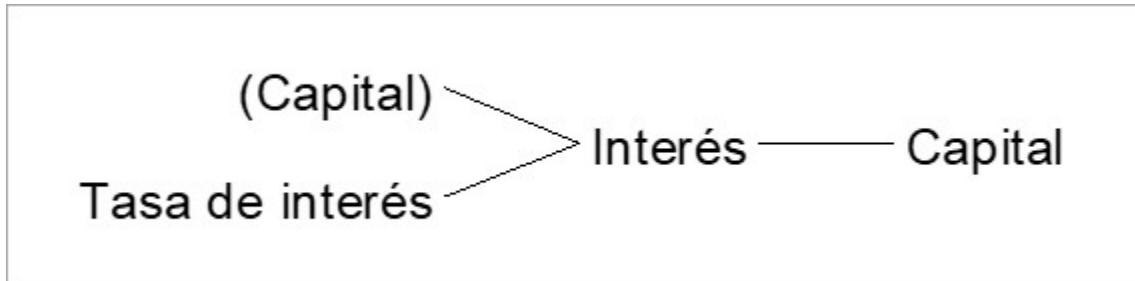
Pasamos a la herramienta «Move tool».



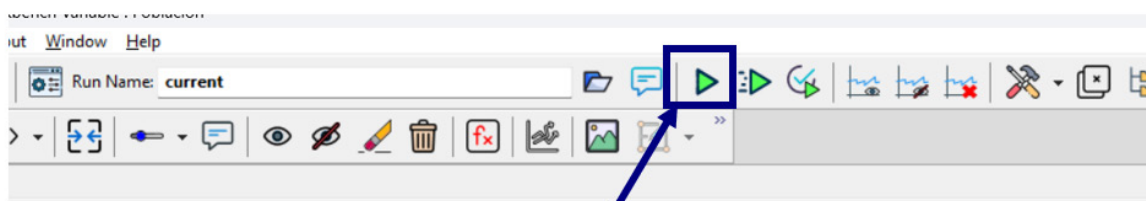
Para poder analizar la estructura del Modelo podremos recurrir al árbol de causas, para esto hacemos clic en la variable Capital, luego en la barra de herramientas situada a la izquierda sobre la herramienta que lleva por nombre «Causes Tree».



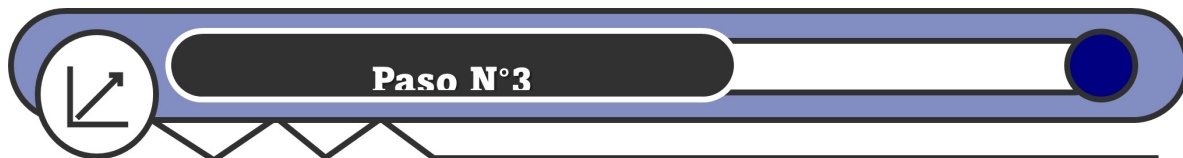
Nos mostrará el árbol de causas que sería el siguiente.



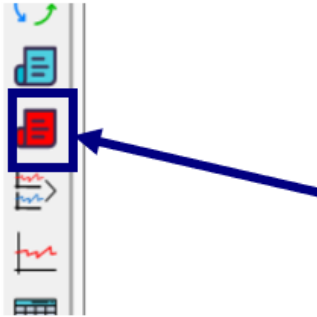
Para ver los resultados de la simulación debemos primero correr el Modelo, para esto nos dirigiremos a la barra de herramientas, en el botón llamado «Run a single simulation».



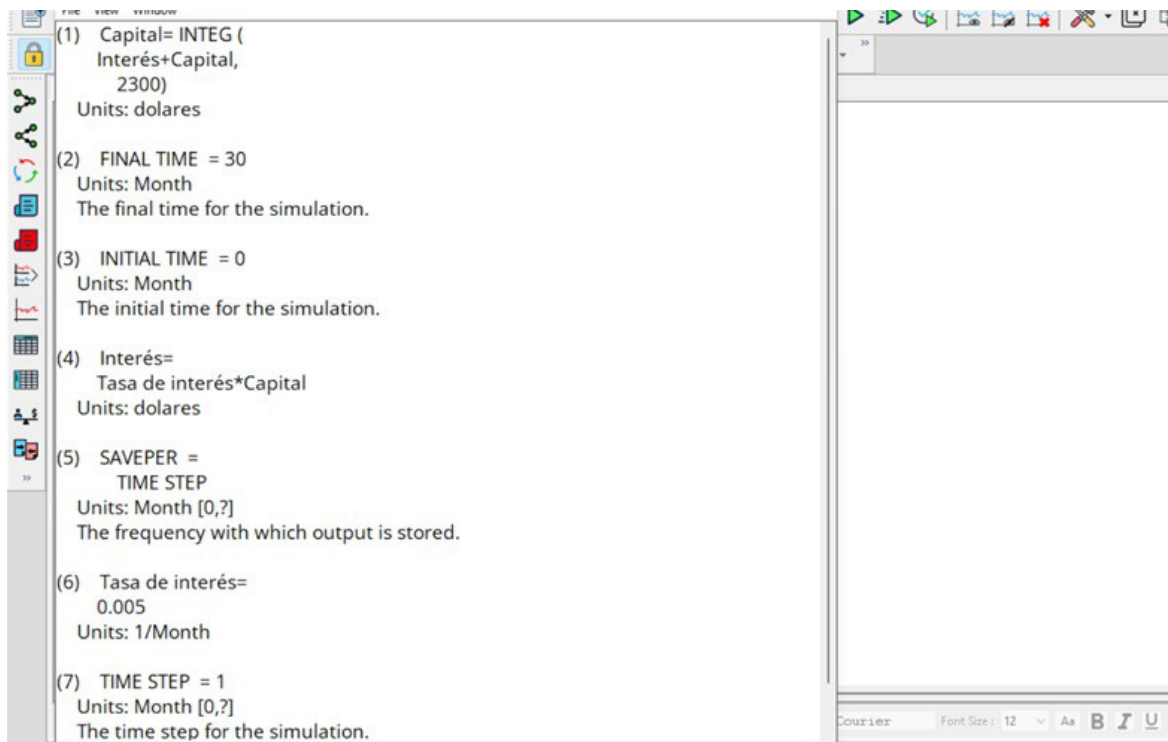
Clicamos sobre él y ya podremos ver las gráficas para cada una de las variables.



Ahora revisaremos la documentación del Modelo donde podremos apreciar todas las ecuaciones que está utilizando Vensim para simular el Modelo. Para esto nos ayudará la herramienta «Document All» de la barra de herramientas lateral.

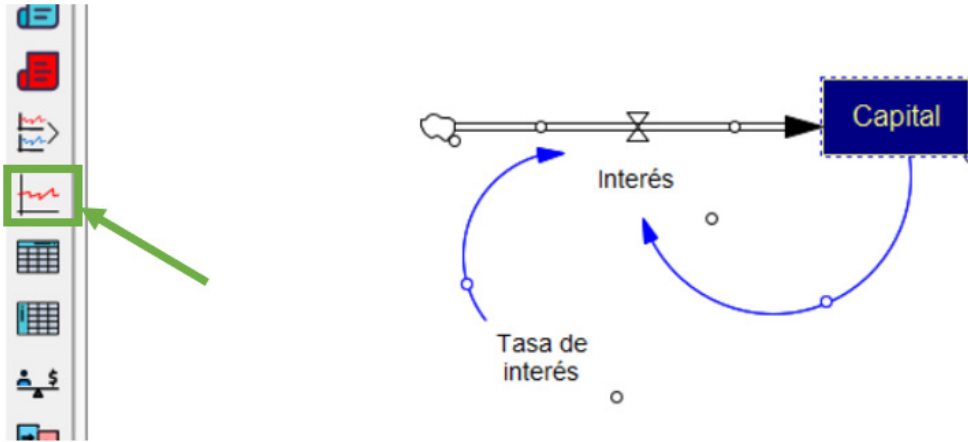


Se desplegará la siguiente pantalla con las ecuaciones.

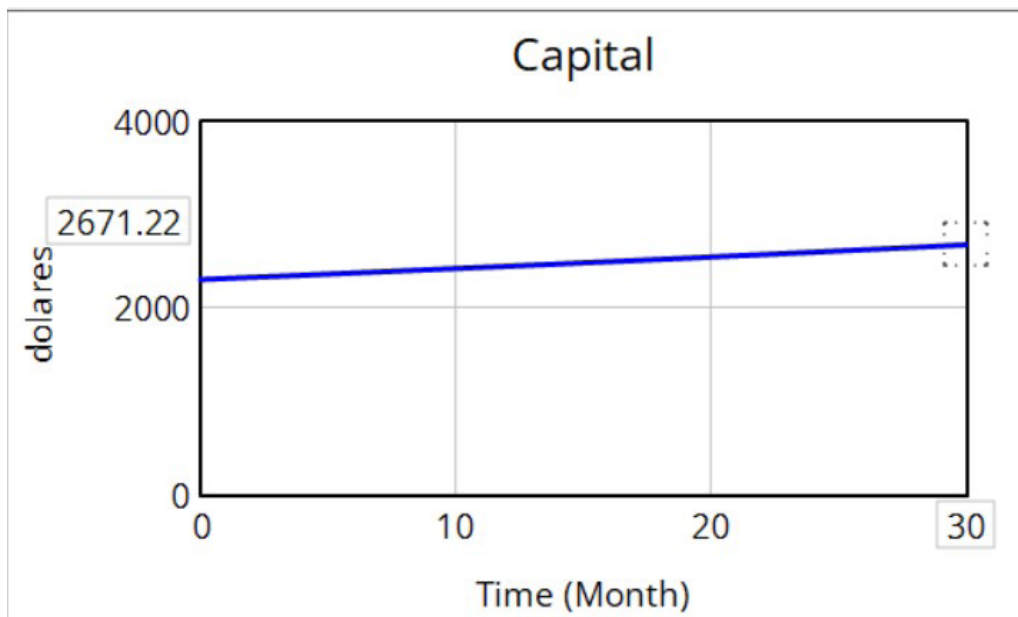


Paso N°4

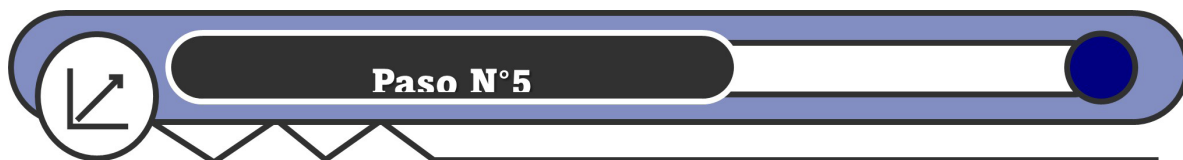
Ahora podremos analizar las gráficas para cada variable, en este caso veremos la gráfica de la variable capital, para esto clicamos sobre dicha variable y, con ayuda de la barra de herramientas lateral, buscamos la herramienta «**Graph**».



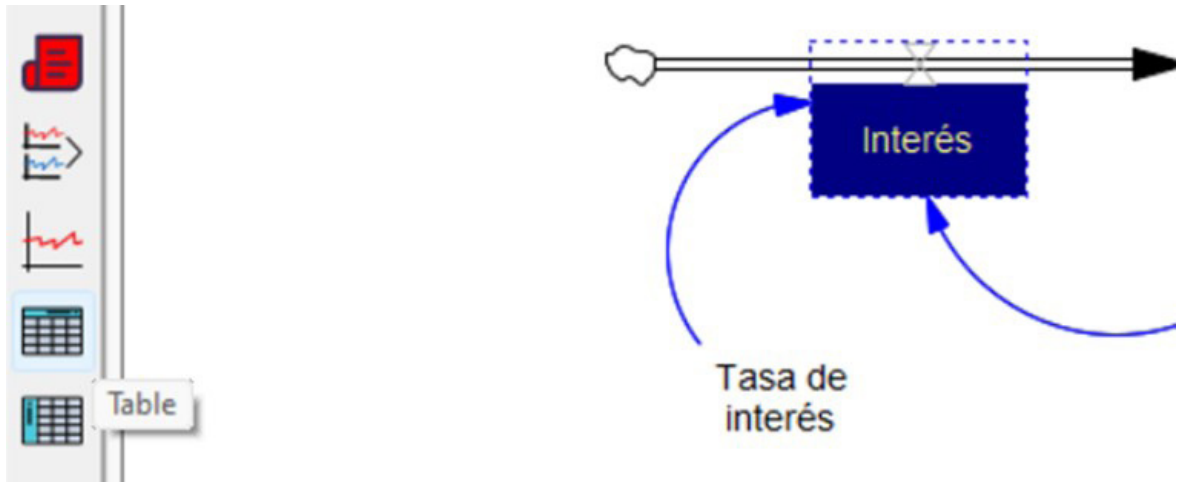
Se nos desplegará la gráfica correspondiente a esa variable que es la siguiente.



Como podremos ver aquí tendremos la cantidad de dinero que habría en la cuenta al cabo de los 30 meses, que serían 371.22 dólares más que al inicio.



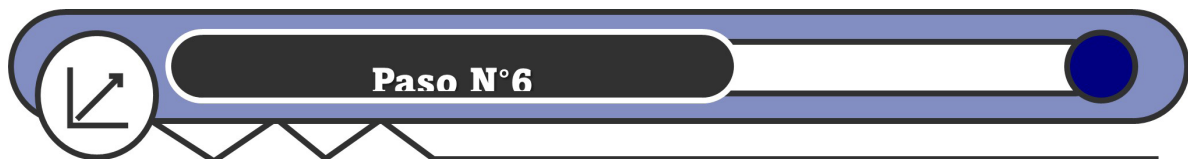
Ahora mostraremos los datos generados por la variable interés, o sea, lo que se fue sumando mes a mes para llegar a los 371.22, para esto clicamos en la variable interés y luego en la barra de herramientas lateral, seleccionamos la herramienta «Table».



Se nos desplegará la siguiente tabla.

Table Interés							
File View Window							
Time (Month)	0	1	2	3	4	5	6
Interés : current	11.5	11.5575	11.6153	11.6734	11.7317	11.7904	11.8493

Como podemos ver, los datos de los primero 6 meses, al moverse a través de esta ventana tendrá acceso a los datos completos.



Aumentaremos la tasa de interés para contrastar diferentes simulaciones, para esto seguimos el paso 10 y cambiamos la tasa de interés a 0.05.

Edit: Tasa de interés

Variable Information

Name: Tasa de interés

Type: Constant Sub-Type: Normal

Units: 1/Month Check Units Supplementary

Group: .m3 ahorro Min: Max: Incr:

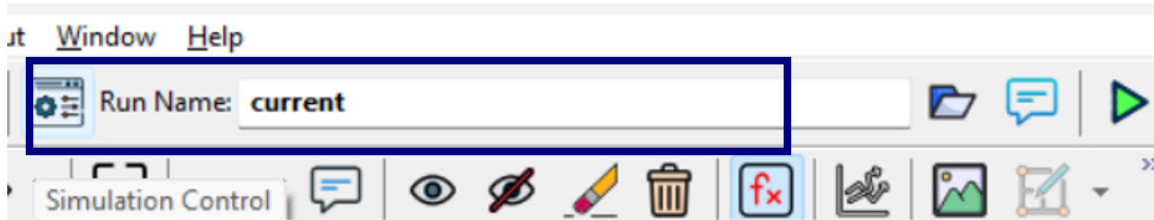
Equations: 0.05

Edit a Different Variable:

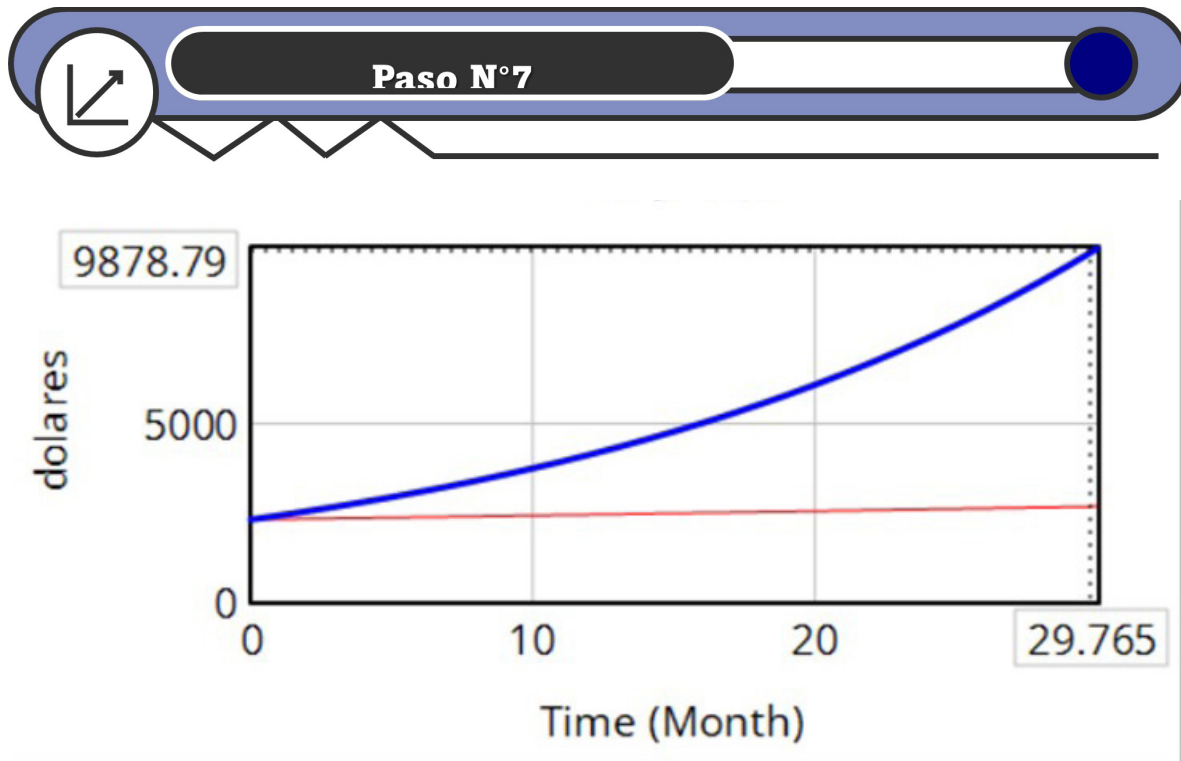
All

Clicamos **OK** y debemos volver a correr la simulación, no sin antes cambiar el nombre para que no se sobre escriba.

Para esto, en la barra de herramientas, clicamos sobre el campo alado de **Run Name** y cambiamos este.



Y volvemos a ejecutar el paso 2.



Podemos apreciar claramente como el haber aumentado el interés aumentó de manera grande el capital, en la primera simulación (Gráfica roja) se alcanzó la cantidad de 2671.22, y en la segunda simulación (Azul) se alcanza 9940.47.

8. Análisis del modelo

Este Modelo es sencillo ya que describe el funcionamiento normal de una cuenta bancaria que genera un interés según un capital. El mismo puede ser aplicado a un Modelo más elaborado donde intervengan depósitos y retiros sobre esta cuenta.

Para este caso pudimos ver como el sistema se retroalimentaba de la información que el generaba, según avanzaba cada mes, el sistema recalculaba el nuevo dinero en la cuenta con el dinero que previamente había calculado de modo que se genera un ciclo entre las variables Interés y Capital.

Al realizar ambas simulaciones pudimos ver como al aumentar la tasa de interés un 10% se hizo evidente el aumento que pudo provocar y ambos partiendo del mismo capital por lo que deja en evidencia el funcionamiento del Modelo.

Modelos Intermedios

Modelo de Almacén de una Empresa

1. Planteamiento de problema

El ejemplo consiste en el análisis del comportamiento de un almacén en donde se da una entrada y salida de mercancía, en donde se debe considerar que la mercancía se deteriora a través del tiempo, y debe ser eliminada del almacén. El tiempo inicial 0 y uno final de 240, con unidades de tiempo «Mes», y un paso de 1.

2. Tabla de variables

Las variables y unidades que se utilizarán para resolver el Modelo son las siguientes:

<i>Variable</i>	<i>Unidad</i>
Mercancías del almacen	Unidades
Entrada mercancías	Unidades/mes
Salida mercancías	Unidades/mes
Deterioro mercancías	Unidades/mes
Tasa de deterioro mercancías alisada	Sd
Tasa de deterioro de mercancías	Sd
Tasa de entrada de mercancías	Unidades/mes
Tabla tasa de entradas mercancía	Unidades/mes
Salidas deseadas de mercancías	sd
Salidas máximas deseadas	Unidades/mes
Salidas mínimas deseadas	Unidades/mes
Time	-

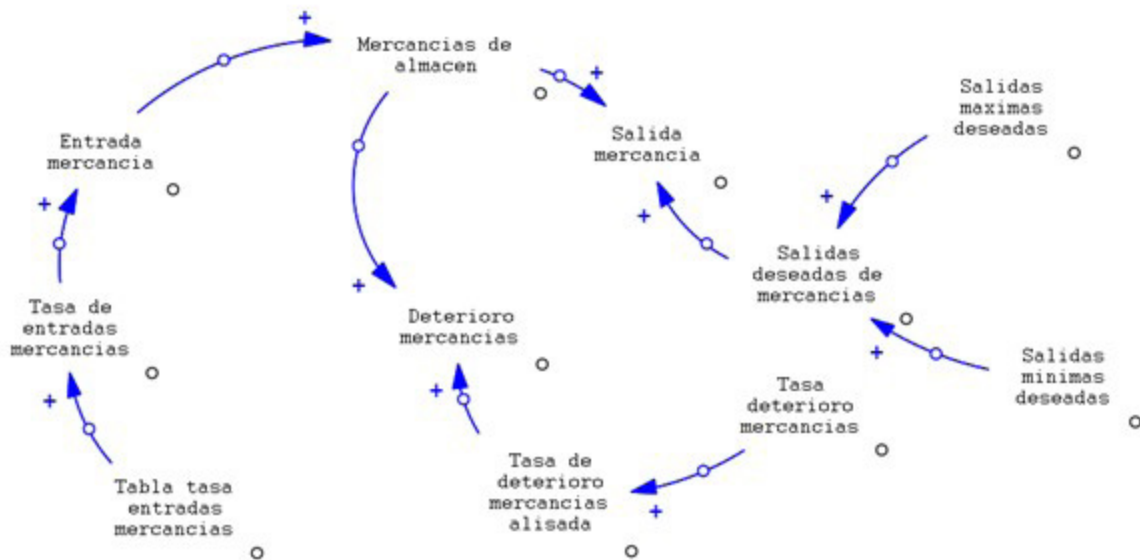
Donde:

- Mercancías del almacén = INTEG(Entradas mercancías – deterioro mercancías – salidas mercancías)
- Entrada mercancías = DELAY FIXED (Tasa de entrada mercancías, 2, 90)
- Salida mercancías = IF THEN ELSE(mercancías de almacén > 150, salidas deseadas de mercancías, 60)
- Deterioro mercancías = SMOOTH (Mercancías de almacén * Tasa de deterioro mercancías alisada, 12)
- Tasa de deterioro mercancías alisada = SMOOTH (Tasa de deterioro de mercancías, 4).
- Tasa de deterioro de mercancías = RAMP (0.01, 0, 10)
- Tasa de entrada de mercancías = Tabla tasa de entradas mercancía(Time)
- Tabla tasa de entradas mercancía = [(0 , 80) – (240 , 200)],(0 , 90) , (120 , 110) , (240 , 115)
- Salidas deseadas de mercancías = RANDOM UNIFORM(Salidas mínimas deseadas, salidas máximas deseadas, 234)
- Salidas máximas deseadas = 110
- Salidas mínimas deseadas = 80

3. Ciclo causal

Se tiene que:

- Mientras mayor entrada de mercancía, mayor almacén, que se ve directamente relacionado con el aumento de la tasa de entradas, lo que quiere decir, que al tener una tasa mayor, la entrada de mercancía es más
- A mayor mercancía, mayor salida.
- Para la salida de mercancía se tiene información de lo máximo y mínimo deseado, al crecer la estimación de salida, la salida deseada promedio es mayor, por lo cual la salida de mercancía será mayor.
- Pues bien, la mercancía que no sale se ve deteriorada con el tiempo, a mayor mercancía, mayor será la cantidad de mercancía deteriorada, que, a su vez, está relacionada con su tasa de deterioro, que al igual que la tasa de entradas, al aumentar esta, el deterioro de mercancía será mayor.



4. Mapa conceptual

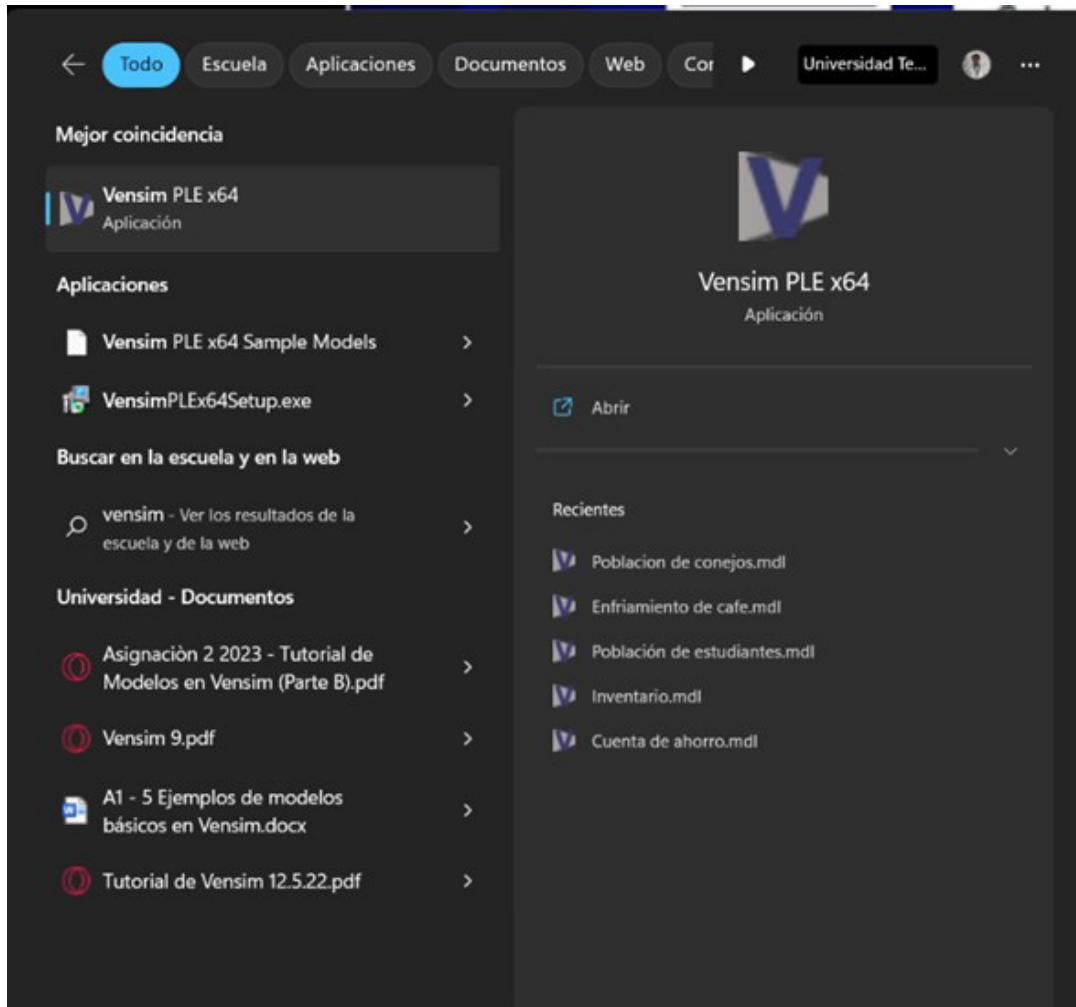
A continuación, se presenta un mapa conceptual que sirva como ayuda al entendimiento del Modelo.



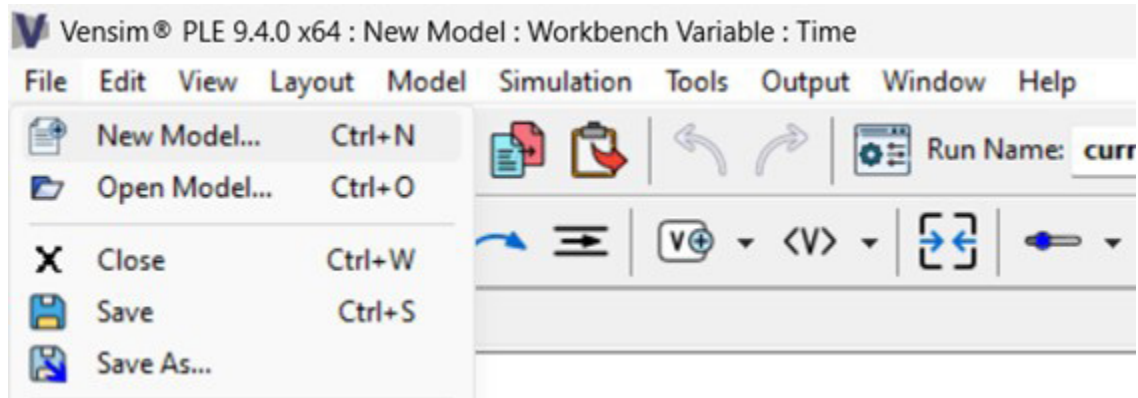
5. Pasos para dibujar el modelo



Entre a la herramienta Vensim previamente instalada, eso lo logrará oprimiendo sobre el icono de acceso directo, o buscándolo entre sus aplicaciones. Ahora, diríjase a la



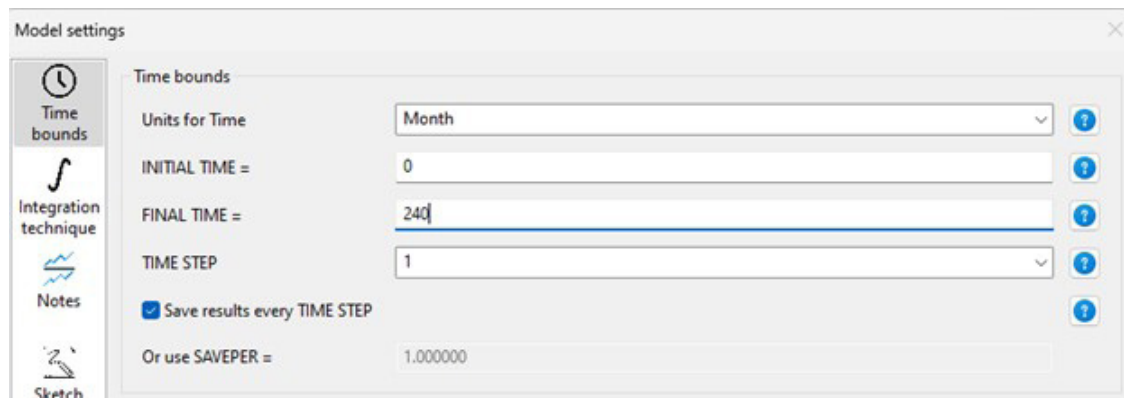
parte superior derecha en la opción **File>New Model** o simplemente oprima **Ctrl+N**.



Paso N°3

Una vez se haya creado el archivo que se utilizará para el desarrollo de Modelo, se mostrará la pestaña «**Model Setting**», en donde deberá ingresar los principales datos del problema. En este caso son los siguientes:

- **Units** for time = Mes
- INITIAL TIME = 0
- FINAL TIME = 240
- TIME **STEP** = 1

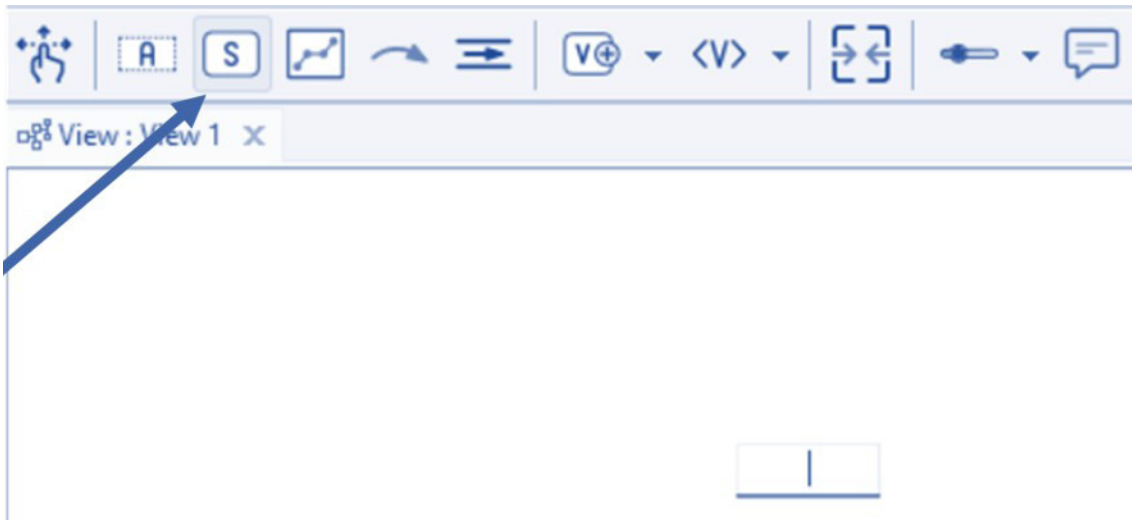


Luego presione el botón «**OK**» para seguir con el desarrollo del Modelo.



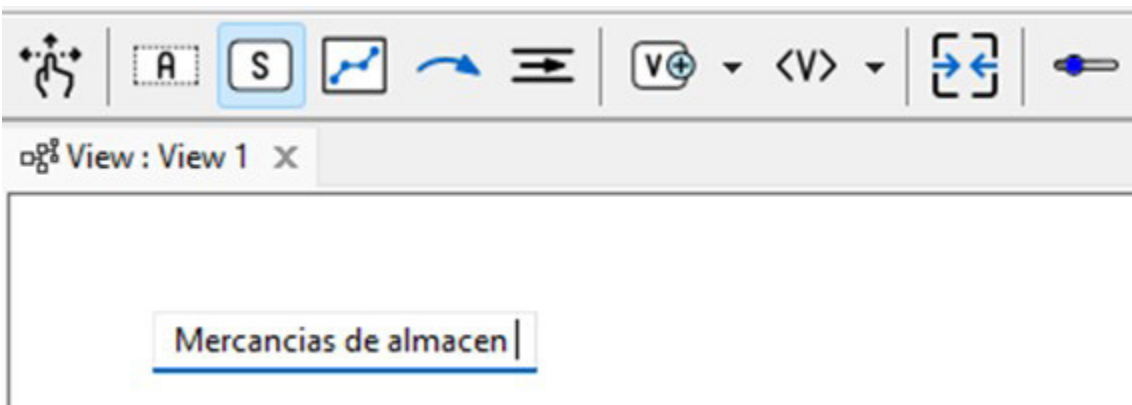
Paso N°4

Seleccionar sobre el icono de «**Stock Tool**» para ingresar la variable de nivel, y haga clic sobre algún lugar en medio de la pantalla.



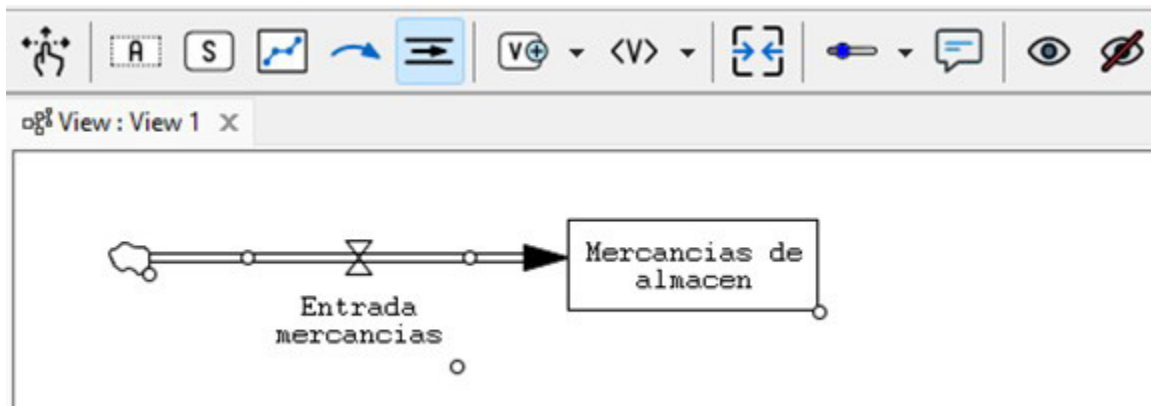
Paso N°5

En este caso la variable de nivel es «Mercancías de almacen», por lo cual deberá escribirlo en el espacio que se habilitó. Luego presione **Intro**.



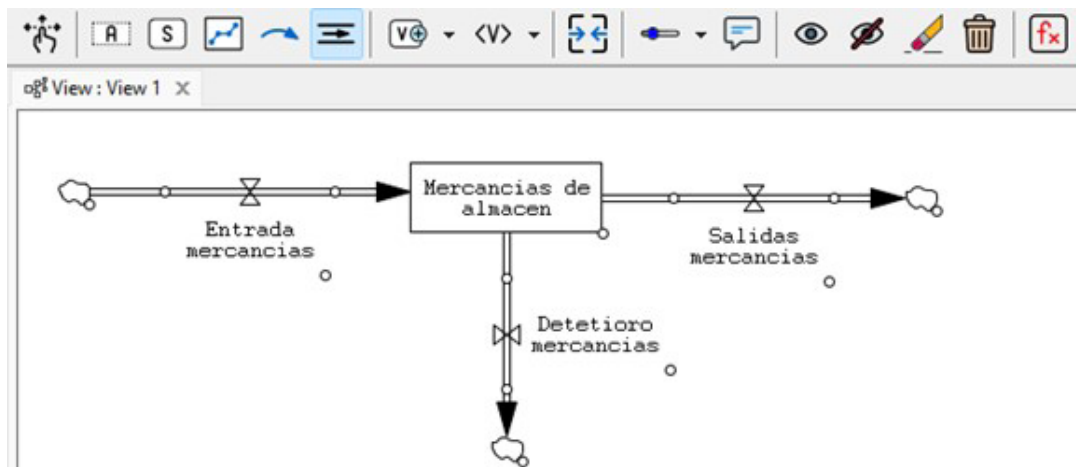
Paso N°6

Ahora deberá ingresar la variable de entrada, para eso deberá seleccionar el icono de «Flow Tool» una vez, para luego clicar a la izquierda de la variable de nivel «Mercancías de almacén», luego mueva el cursor sobre este y presione una vez más, esto le habilitará un espacio donde deberá escribir una variable que representa una entrada, esta es «Entrada mercancías», luego presione **Intro**.



Paso N°7

Repetimos el paso N°6, pero ahora moviendo el cursor al lado derecho, y escriba «Salidas mercancías», lo cual representa una salida, luego presione **Intro**. Nuevamente repetir lo anterior, pero ahora moviendo el cursor hacia abajo, generando otra salida, en ese campo deberá colocar «Deterioro mercancías», por último, presione **Intro**.

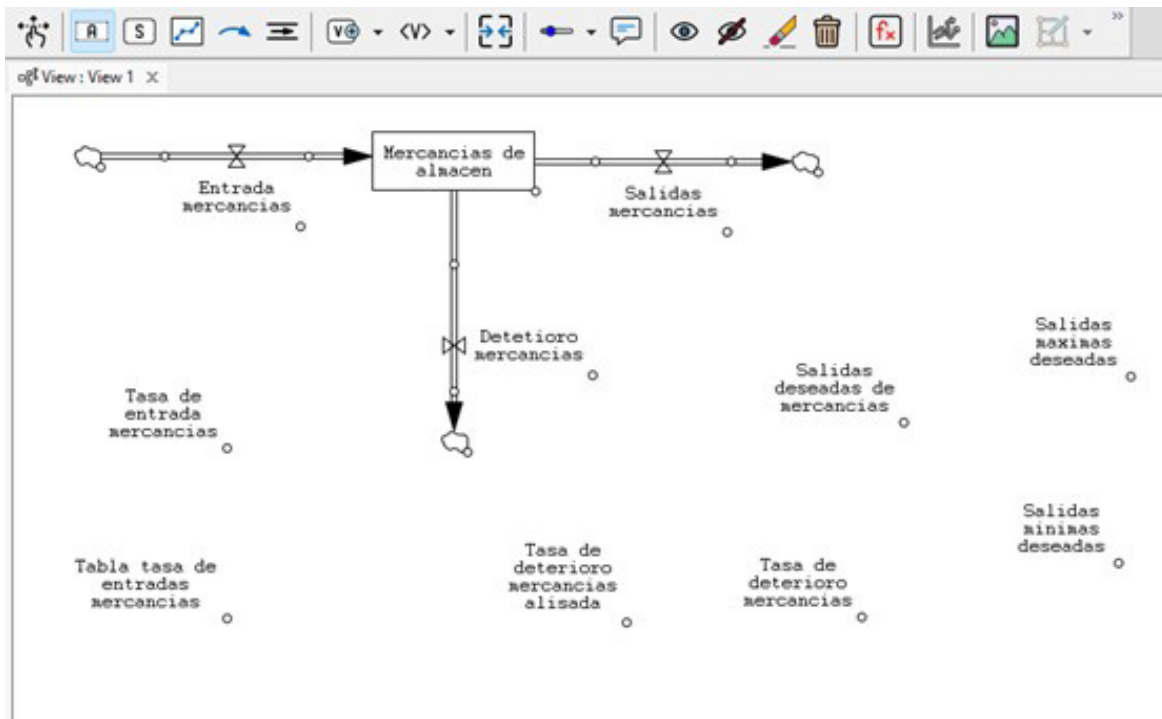


Paso N°8

Ahora deberá crear las demás variables que van a interactuar con el Modelo. Esto lo va a lograr haciendo clic sobre el icono de «**Variable Tool**», luego seleccione en la pantalla y escriba el nombre de la variable que necesite.

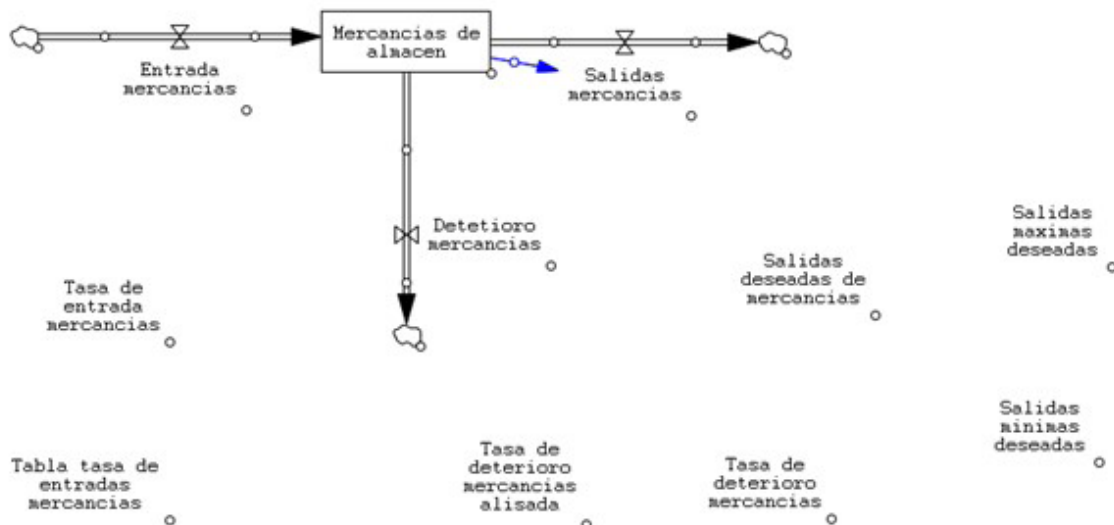
En este caso son:

- Tasa de deterioro mercancías alisada
- Tasa de deterioro de mercancías
- Tasa de entrada de mercancía
- Tabla tasa de entradas mercancía
- Salidas deseadas de mercancías
- Salidas máximas deseadas
- Salidas mínimas deseadas
- Time (Variable sombra o Shadow variable)



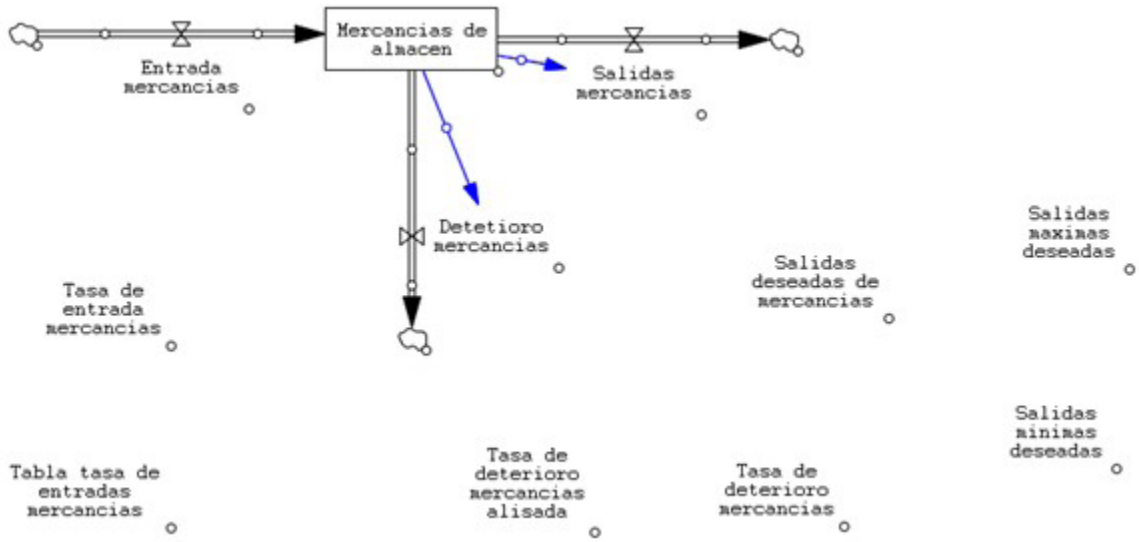
Paso N°9

Deberá crear las relaciones entre las variables, esto lo hará primeramente seleccionando el botón «**Arrow tool**». Presione una vez sobre «Mercancías de almacen», y «Salida de mercancías».



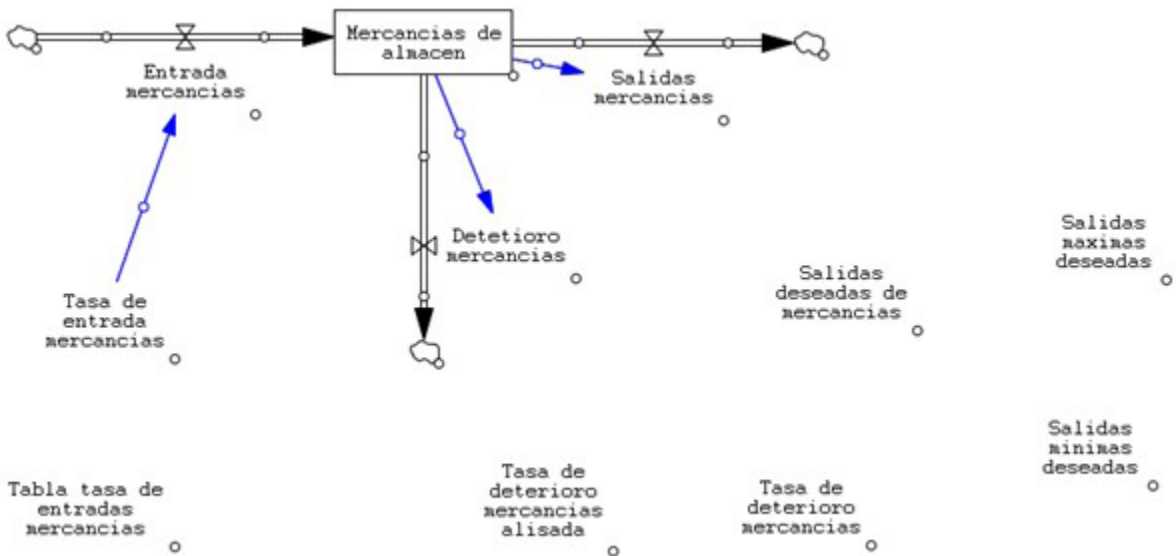
Paso N°10

Ahora presione en «Mercancías de almacen», y «Deterioro mercancías».



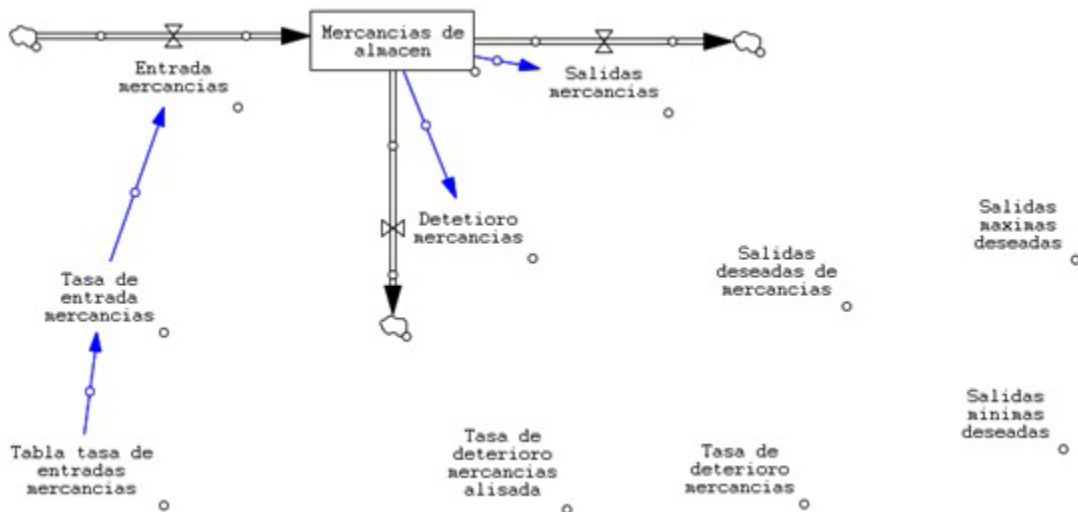
Paso N° 11

Ahora presione en «Tasa de entradas mercancías», y «Entradas mercancía».



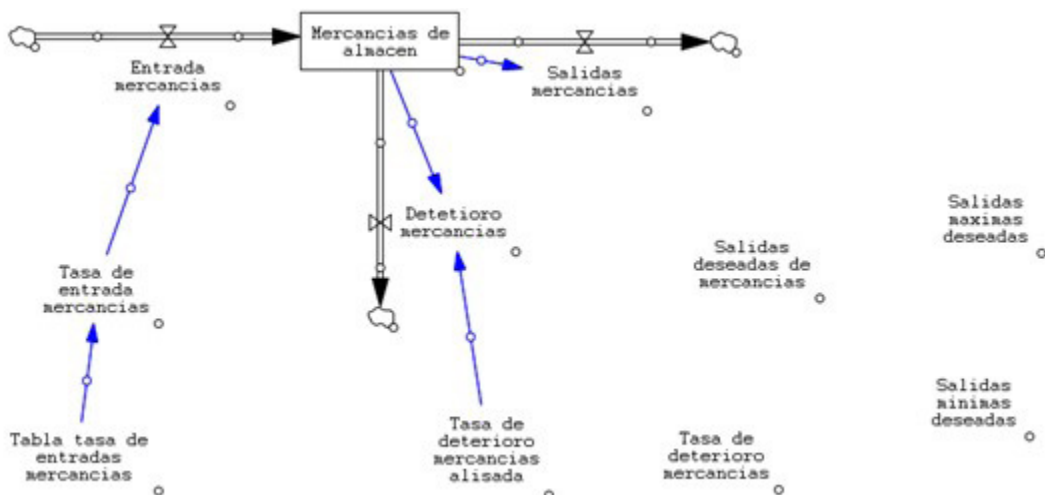
Paso N° 12

Ahora presione en «Tabla tasa de entradas mercancías», y «Tasa de entrada mercancías».



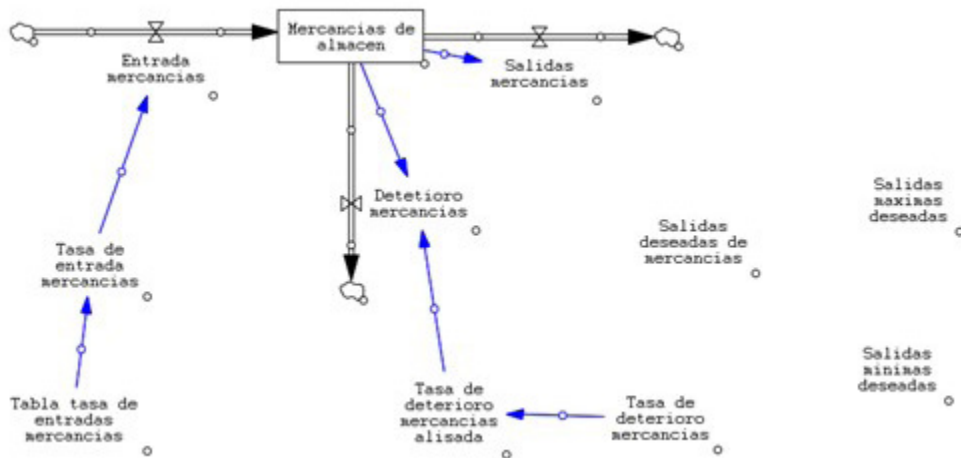
Paso N° 13

Ahora presione en «Tasa de deterioro mercancías alisada», y «Deterioro mercancías».



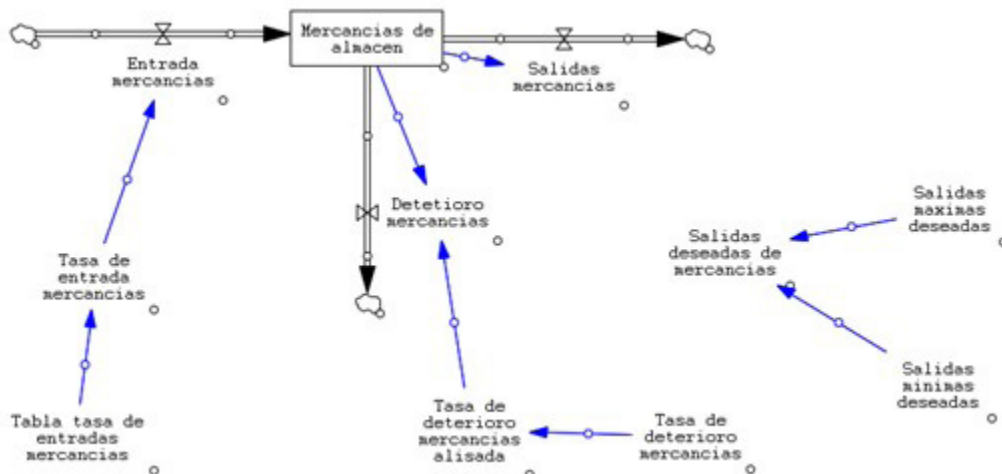
Paso N° 14

Ahora presione en «Tasa de deterioro mercancías», y «Tasa de deterioro mercancías alisada».



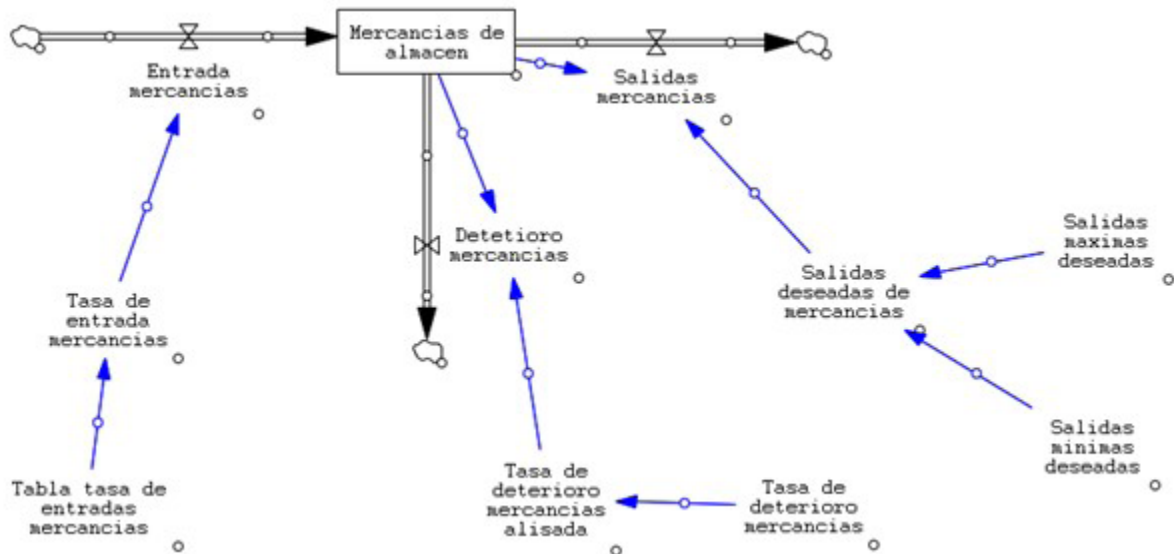
Paso N° 15

Ahora presione en «Salidas mínimas deseadas», y «Salida deseada de mercancía». Luego, «Salidas máximas deseadas», y «Salida deseada de mercancía».



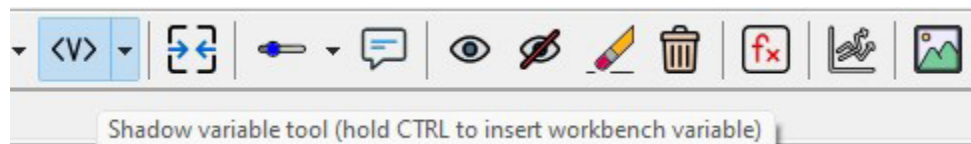
Paso N° 16

Ahora presione en «Salidas máximas deseadas», y «Salida mercancías».

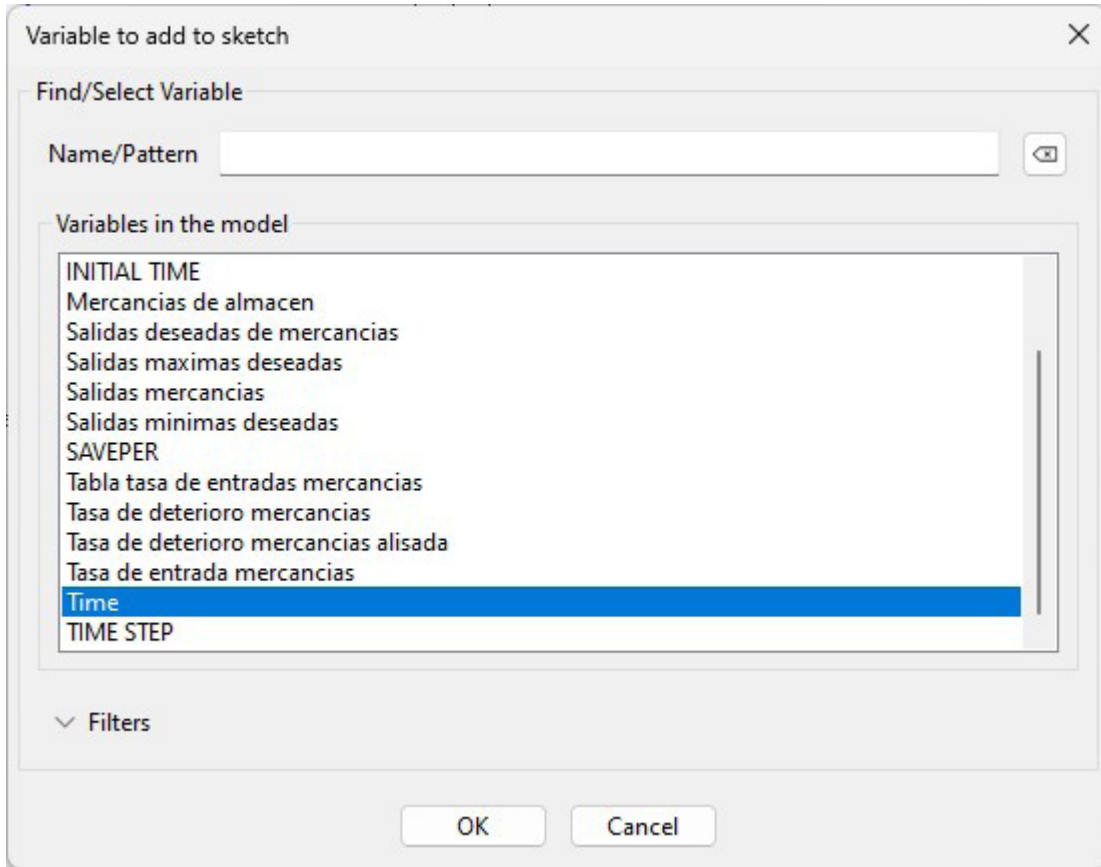


Paso N° 17

Dentro de este Modelo se estará utilizando una variable sombra que interactúe y mejore la tasa de entradas mercancía. Para crearla, oprimir sobre el icono «**Shadow variable tool**»



De desplegará una pestaña en donde deberá bajar y seleccionar la opción «**Time**», pues es que la implementará en este Modelo.

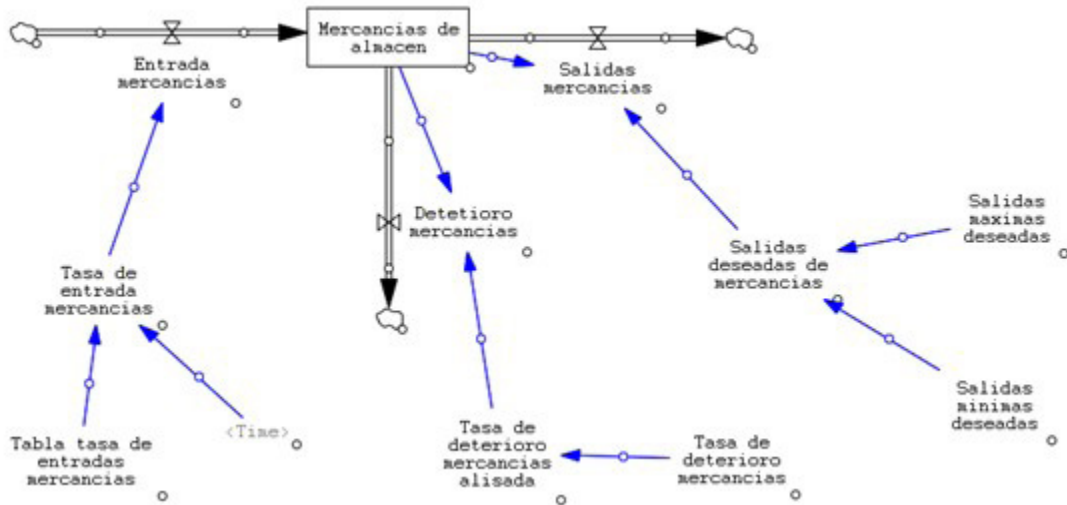


Presione «OK».



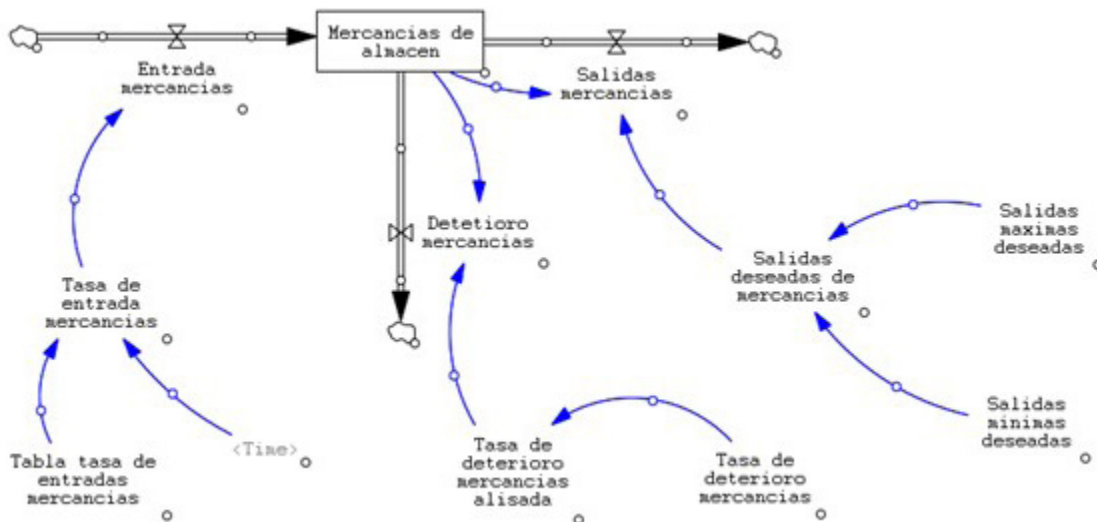
Paso N° 18

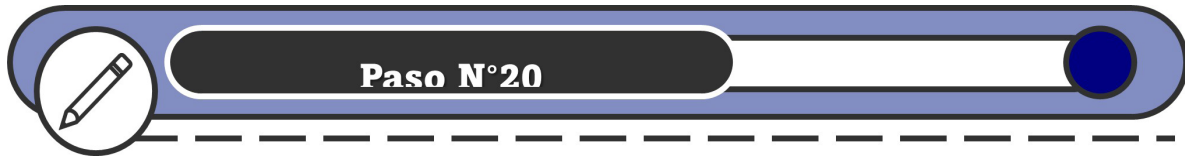
Nuevamente haga clic en el botón «**Arrow tool**». Ahora presione sobre la variable sombra «**Time**», y luego sobre «Tasa de entrada mercancias», esto para crear la relación entre las variables.



Paso N° 19

Una vez realizados los pasos anteriores, modifique las líneas que representan las relaciones para que se vea más limpio y estará representado de manera correcta la «causa-efecto», lo logrará oprimiendo sobre el círculo que está en medio de cada línea, y moviéndolo hacia donde guste.





Ahora deberá guardar el Modelo, para ello, oprima sobre el icono de «**Save Model**» o diríjase a opción **File>Save As**, y coloque donde desea guardar el Modelo. Luego de hacer esto, el Modelo de inventario ya estaría completo, pero sin aún tener las ecuaciones.

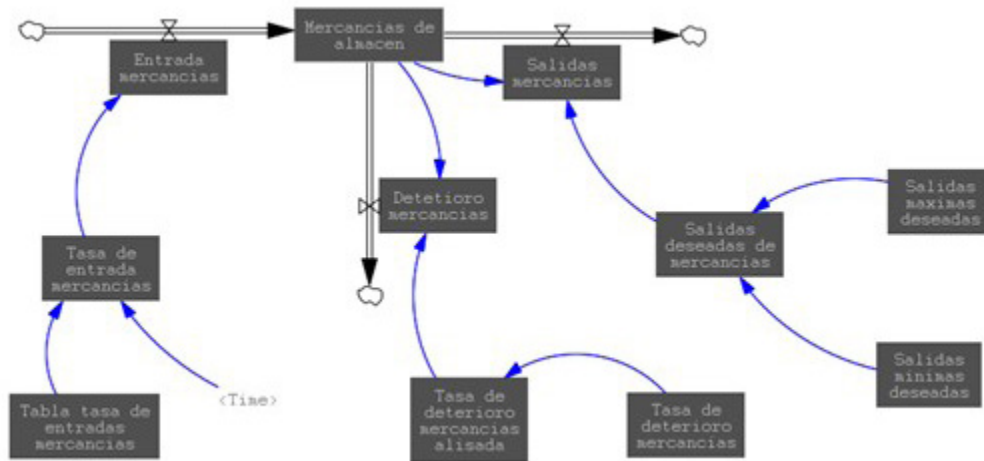


6. Pasos para Introducir las ecuaciones



Haga clic en el ícono de **Ecuaciones**, el cual tiene el nombre de «**Equation tool**». Todas las variables del Modelo estarán en negro, lo cual significa que están sin definir. Cuando cada una este completa, esta diferencia desaparecerá.





Paso N°2

Haga clic sobre la variable de nivel, en este caso es «Mercancía de almacén», se desplegará la ventana en donde deberá agregar las ecuaciones correspondientes.

Edit: Mercancías de almacén

<p>Variable Information</p> <p>Name: <input type="text" value="Mercancías de almacén"/></p> <p>Type: <input type="text" value="Level"/> Sub-Type: <input type="text"/></p> <p>Units: <input type="text"/> Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary <input type="checkbox"/></p> <p>Group: <input type="text"/> Min: <input type="text"/> Max: <input type="text"/></p> <p>Equations: <input type="text" value="Entrada mercancías-Detetioro mercancías-Salidas mercancías"/></p> <p>Initial Value: <input type="text"/></p>	<p>Edit a Different Variable</p> <p>All <input type="text" value="All"/></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Detetioro mercancías <input type="checkbox"/> Entrada mercancías <input type="checkbox"/> FINAL TIME <input type="checkbox"/> INITIAL TIME <input type="checkbox"/> Mercancías de almacén <input type="checkbox"/> Salidas deseadas de mercancías <input type="checkbox"/> Salidas máximas deseadas <p>Search Model <input type="button" value="Search Model"/></p> <p>New Variable <input type="button" value="New Variable"/></p> <p>Back to Prior Edit <input type="button" value="Back to Prior Edit"/></p> <p>Jump to Hilite <input type="button" value="Jump to Hilite"/></p>
--	--

<p>Functions</p> <ul style="list-style-type: none"> ABS DELAY FIXED DELAY1 DELAY1I DELAY3 DELAY3I EXP IF THEN ELSE INTEGER LN MAX 	<p>Keypad Buttons</p> <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>+</td><td>:AND:</td></tr> <tr><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>-</td><td>:OR:</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>*</td><td>:NOT:</td></tr> <tr><td>0</td><td>E</td><td>.</td><td>/</td><td>:NA:</td></tr> <tr><td>(</td><td>)</td><td>,</td><td>^</td><td><></td></tr> <tr><td>></td><td>>=</td><td>=</td><td><</td><td><=</td></tr> <tr><td>[</td><td>]</td><td>!</td><td>{</td><td>}</td></tr> <tr><td>Undo</td><td colspan="4">-> [{}]</td></tr> </table>	7	8	9	+	:AND:	4	5	6	-	:OR:	1	2	3	*	:NOT:	0	E	.	/	:NA:	()	,	^	<>	>	>=	=	<	<=	[]	!	{	}	Undo	-> [{}]				<p>Variables</p> <ul style="list-style-type: none"> Mercancías de almacén Detetioro mercancías Entrada mercancías Salidas mercancías
7	8	9	+	:AND:																																						
4	5	6	-	:OR:																																						
1	2	3	*	:NOT:																																						
0	E	.	/	:NA:																																						
()	,	^	<>																																						
>	>=	=	<	<=																																						
[]	!	{	}																																						
Undo	-> [{}]																																									

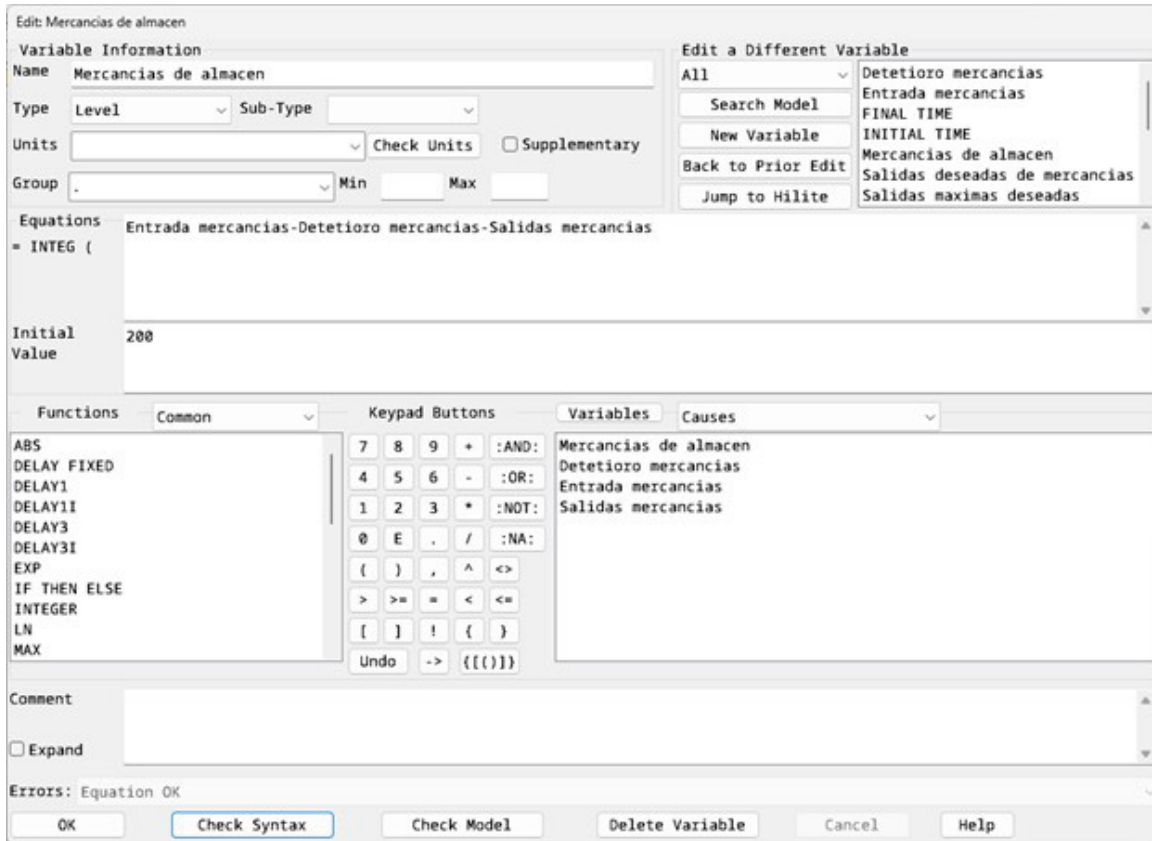
Comment:

Expand

Errors: Equation Modified

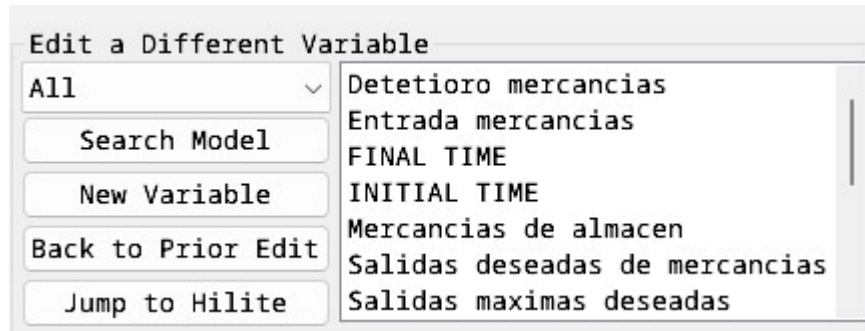
Paso N°3

Deberá colocar el número 200 dentro del campo de Initial Value. Luego oprima sobre la opción «**Check Syntax**». En el campo de errores se tendrá como respuesta que la ecuación está correcta.



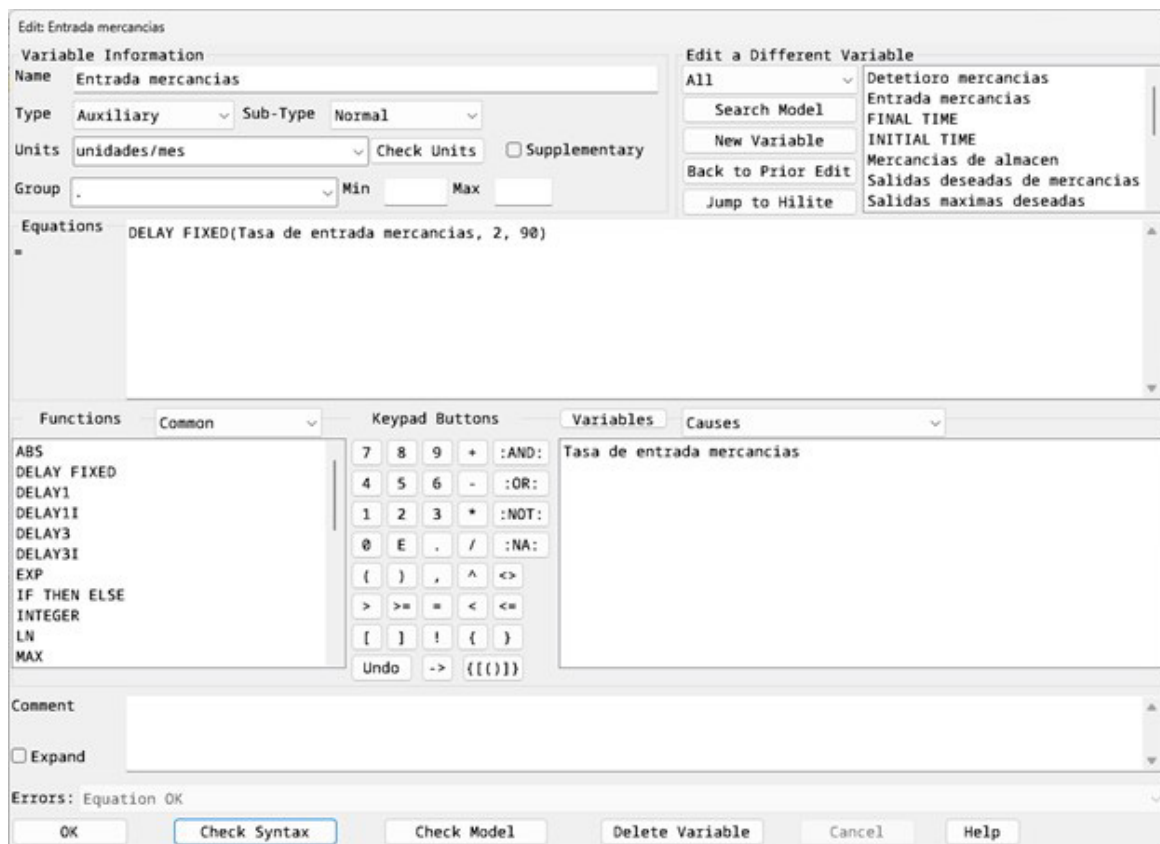
Paso N°4

La siguiente ecuación para **Introducir** es la «Entrada mercancías». En la parte superior derecha de la misma ventana encontrará una sección llamada «**Edit a Different Variable**», deberá oprimir sobre la variable a la que quiera ingresarle su ecuación.



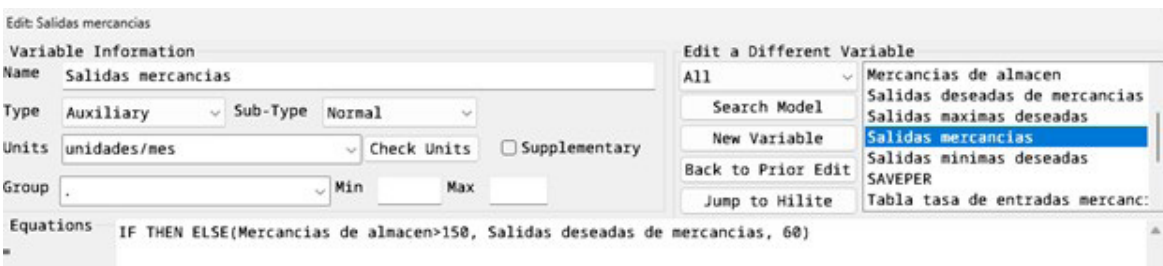
Paso N°5

Siguiendo con el paso anterior, luego de seleccionada la variable «Entrada mercancías», ingrese la ecuación, que en este caso es «DELAY FIXED (Tasa de entrada mercancías, 2, 90)», y su unidad es «unidades/mes». Por último, oprima sobre la opción «**Check Syntax**».



Paso N°6

Repita las indicaciones del paso N°4-5, pero ahora con la variable «Salida mercancías», en este caso su ecuación equivale a «IF THEN ELSE(mercancías de almacen>150, salidas deseadas de mercancías, 60)». Además, coloque «unidades/mes» en **Units**. Por último, oprima sobre la opción «**Check Syntax**».



Paso N°7

Repita las indicaciones del paso N°4-5, pero ahora con la variable «Deterioro mercancías», en este caso su ecuación equivale a «SMOOTH(Mercancías de almacen*Tasa de deterioro mercancías alisada, 12)». Además, coloque «unidades/mes» en **Units**. Por último, oprima sobre la opción «**Check Syntax**».



Paso N°8

Repita las indicaciones del paso N°4-5, pero ahora con la variable «Tasa de deterioro mercancías alisada», en este caso su ecuación equivale a «SMOOTH (Tasa de deterioro de mercancías, 4)». Además, coloque «unidades/mes» en **Units**. Por último, oprima sobre la opción «**Check Syntax**».

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Tasa de deterioro mercancías alisada	All	Detetioro mercancías
Type	Auxiliary	Sub-Type	Normal
Units	sd	Check Units	<input type="checkbox"/> Supplementary
Group	.	Min	Max
Equations		SMOOTH(Tasa de deterioro mercancías, 4)	

Paso N°9

Repita las indicaciones del paso N°4-5, pero ahora con la variable «Tasa de deterioro de mercancías», en este caso su ecuación equivale a «RAMP (0.01, 0, 10)». Además, coloque «sd» en **Units**. Por último, oprima sobre la opción «**Check Syntax**».

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Tasa de deterioro mercancías	All	Detetioro mercancías
Type	Constant	Sub-Type	Normal
Units	sd	Check Units	<input type="checkbox"/> Supplementary
Group	.	Min	Max
Equations		RAMP(0.01, 0, 10)	

Paso N°10

Repita las indicaciones del paso N°4-5, pero ahora con la variable «Tasa de entrada de mercancías», en este caso su ecuación equivale a «Tabla tasa de entradas mercancía(Time)». Además, coloque «unidades/mes», ponga que el tipo sea constante. Por último, oprima sobre la opción «**Check Syntax**».

Paso N° 11

Repita las indicaciones del paso N°4-5, pero ahora con la variable «Tabla tasa de entradas mercancía», pero en este caso es un poco diferente. Cambie el tipo de variable a «LOOKUP» y justo a su derecha encontrará un botón llamado «As Graph», oprímalo.

Variable Information

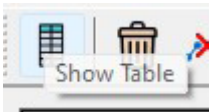
Name

Type Sub-Type

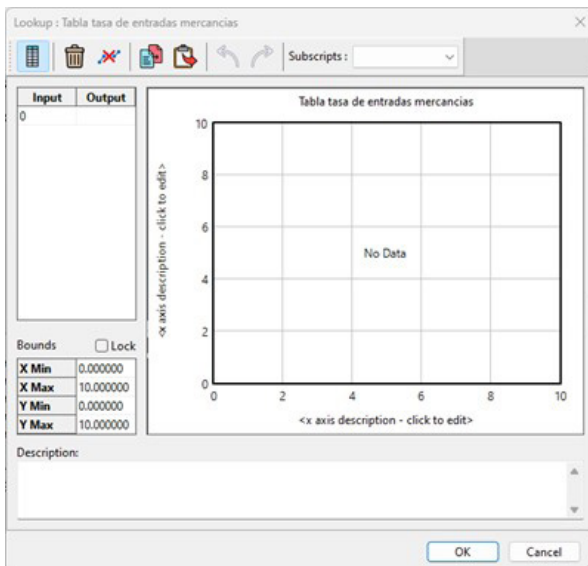
Units Supplementary

Group Min Max

Una vez desplegada la pestaña, oprima el botón «**Show Table**», el cual se encuentra en la parte superior izquierda.



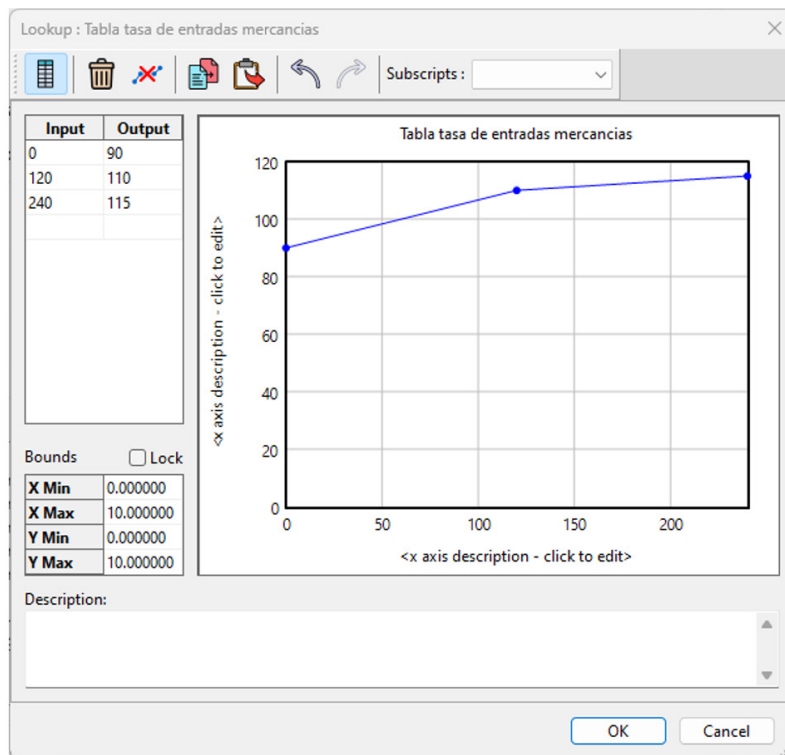
Se le mostrará lo siguiente:



Si observa, se tienen dos campos, «**Input**» y «**Output**», en ellos ingresará los siguientes datos. Para ingresar una nueva línea en la tabla, simplemente oprima **Intro**.

Input	Output
0	90
120	110
140	115

Una vez ingresados los datos de interés, oprima «**OK**».



Una vez hecho lo anterior, eso actualiza automáticamente la ecuación. Además, coloque «unidades/mes», ponga que el tipo sea constante. Por último, oprima sobre la opción «**Check Syntax**».

```
Equations
(
[ (0,0) - (10,10) ], (0,90) , (120,110) , (240,115)
```

Paso N° 12

Repita las indicaciones del paso N°4-5, pero ahora con la variable «Salidas deseadas de mercancías», en este caso su ecuación equivale a «RANDOM UNIFORM(Salidas mínimas deseadas, salidas máximas deseadas, 234)». Por último, oprima sobre la opción «**Check Syntax**».

The screenshot shows the 'Variable Information' and 'Edit a Different Variable' panels. The variable name is 'Salidas deseadas de mercancías', its type is 'Auxiliary', and its sub-type is 'Normal'. The equation is set to 'RANDOM UNIFORM(Salidas minimas deseadas, Salidas maximas deseadas, 234)'. The 'Edit a Different Variable' panel shows a list of variables including 'Detetioro mercancías', 'Entrada mercancías', 'FINAL TIME', 'INITIAL TIME', 'Mercancías de almacen', 'Salidas deseadas de mercancías', and 'Salidas maximas deseadas'.

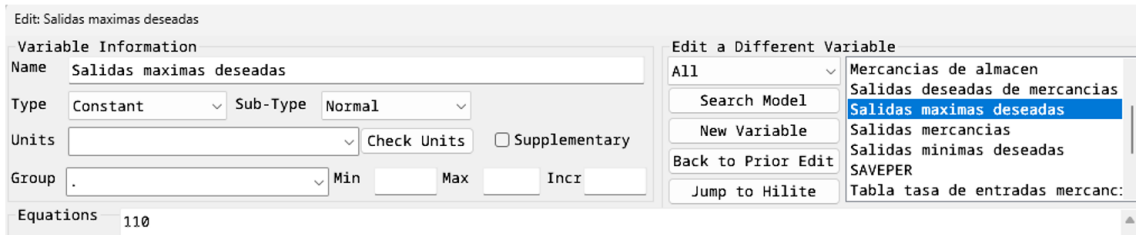
Paso N° 13

Repita las indicaciones del paso N°4-5, pero ahora con la variable «Salidas mínimas deseadas», en este caso su ecuación equivale a 80. Además, coloque «unidades/mes», y asegúrese que el tipo sea constante. Por último, oprima sobre la opción «**Check Syntax**».

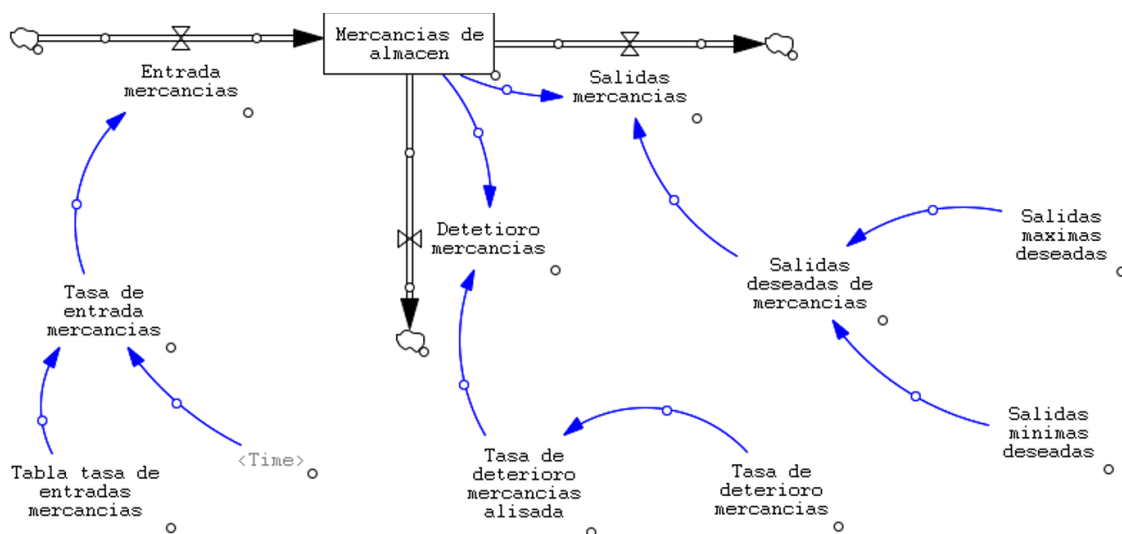
The screenshot shows the 'Variable Information' and 'Edit a Different Variable' panels. The variable name is 'Salidas minimas deseadas', its type is 'Constant', and its sub-type is 'Normal'. The units are set to 'unidades/mes' and the equation is '80'. The 'Edit a Different Variable' panel shows a list of variables including 'Detetioro mercancías', 'Entrada mercancías', 'FINAL TIME', 'INITIAL TIME', 'Mercancías de almacen', 'Salidas deseadas de mercancías', and 'Salidas maximas deseadas'.

Paso N° 14

Repita las indicaciones del paso N°4-5, pero ahora con la variable «Salidas máximas deseadas», en este caso su ecuación equivale a 110. Además, coloque «unidades/mes», y asegúrese que el tipo sea constante. Por último, oprima sobre la opción «**Check Syntax**».



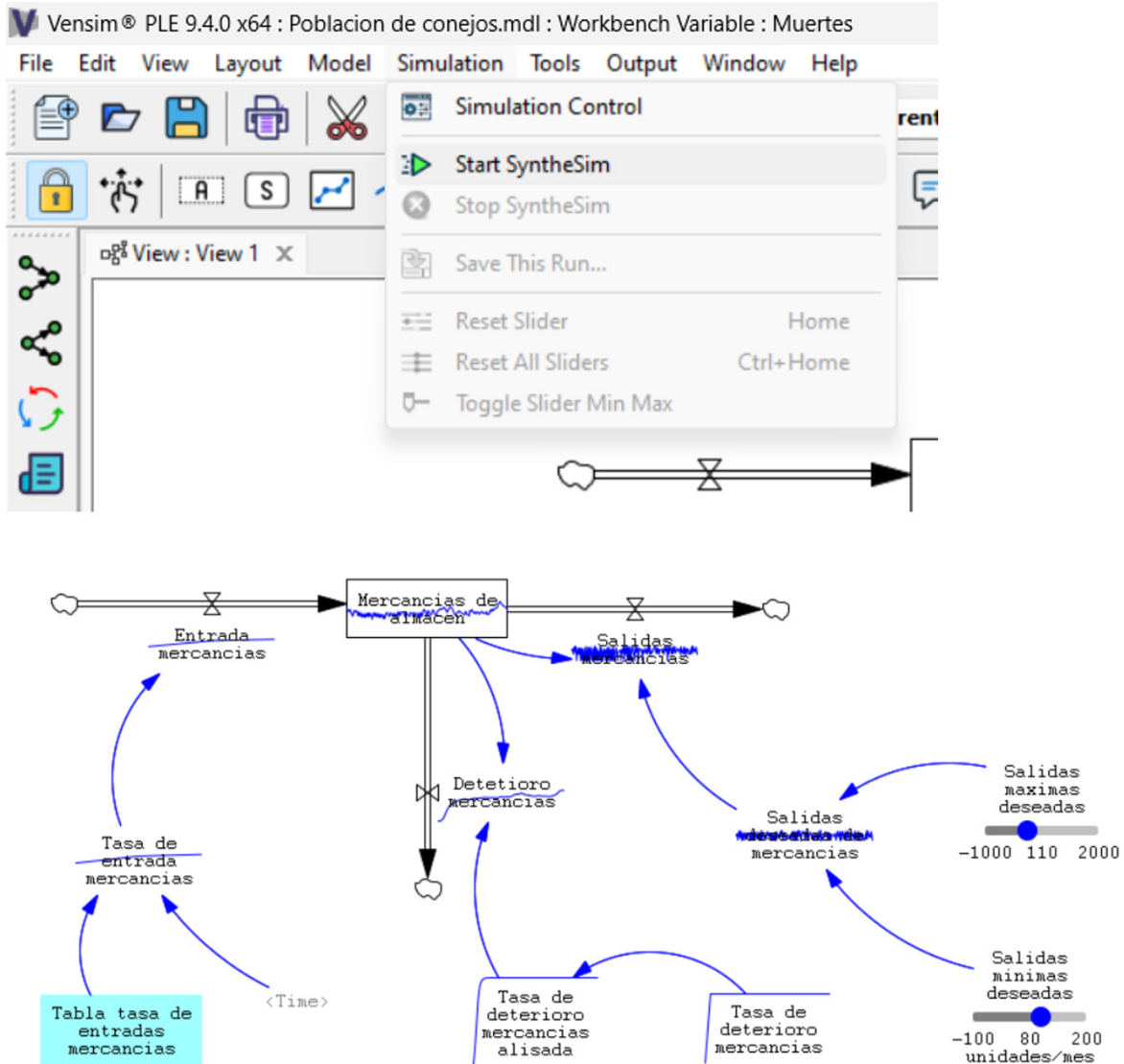
Paso N°15



7. Pasos para la simulación y análisis de resultados

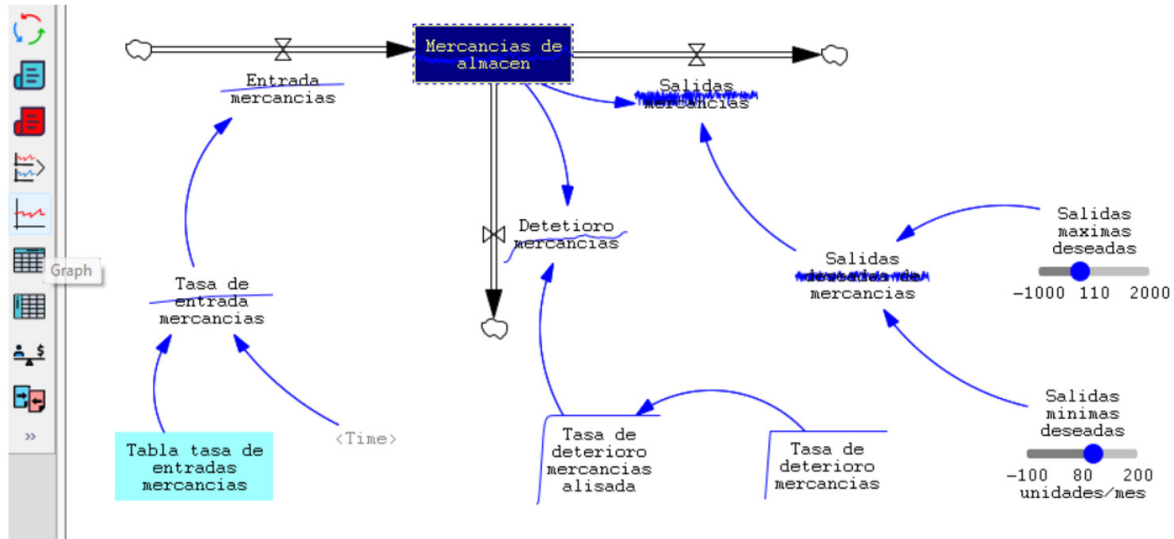
Paso N°1

Seleccionar la opción de simulación en la parte superior derecha, y luego «**Start SyntheSim**».

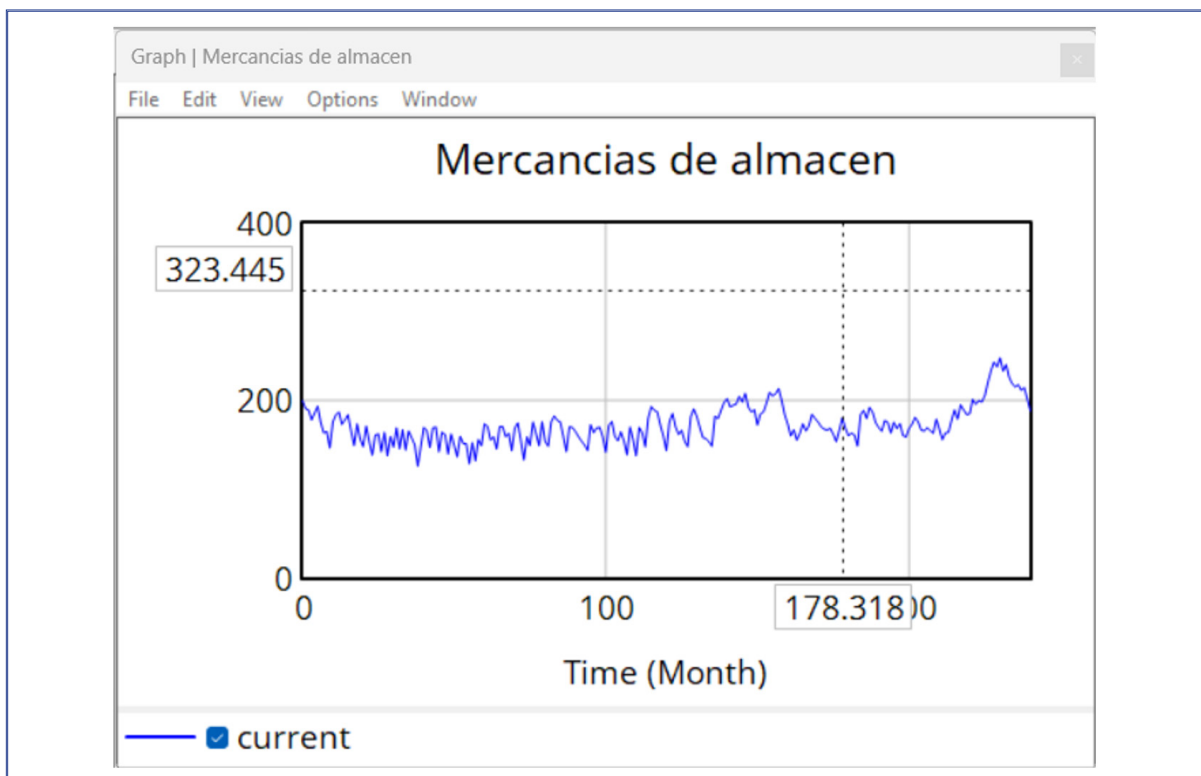


Paso N°2

Ahora deberá ver las gráficas generadas para luego analizar a detalle el comportamiento del Modelo y, como las variables interactúan con este. Primeramente, haga clic sobre la variable de nivel (Mercancías de almacén), se dará cuenta que esta se ha iluminado de color azul, luego en el botón «**Graph**» que está en la barra izquierda para ver el comportamiento de la gráfica a detalle. Se verá la simulación.



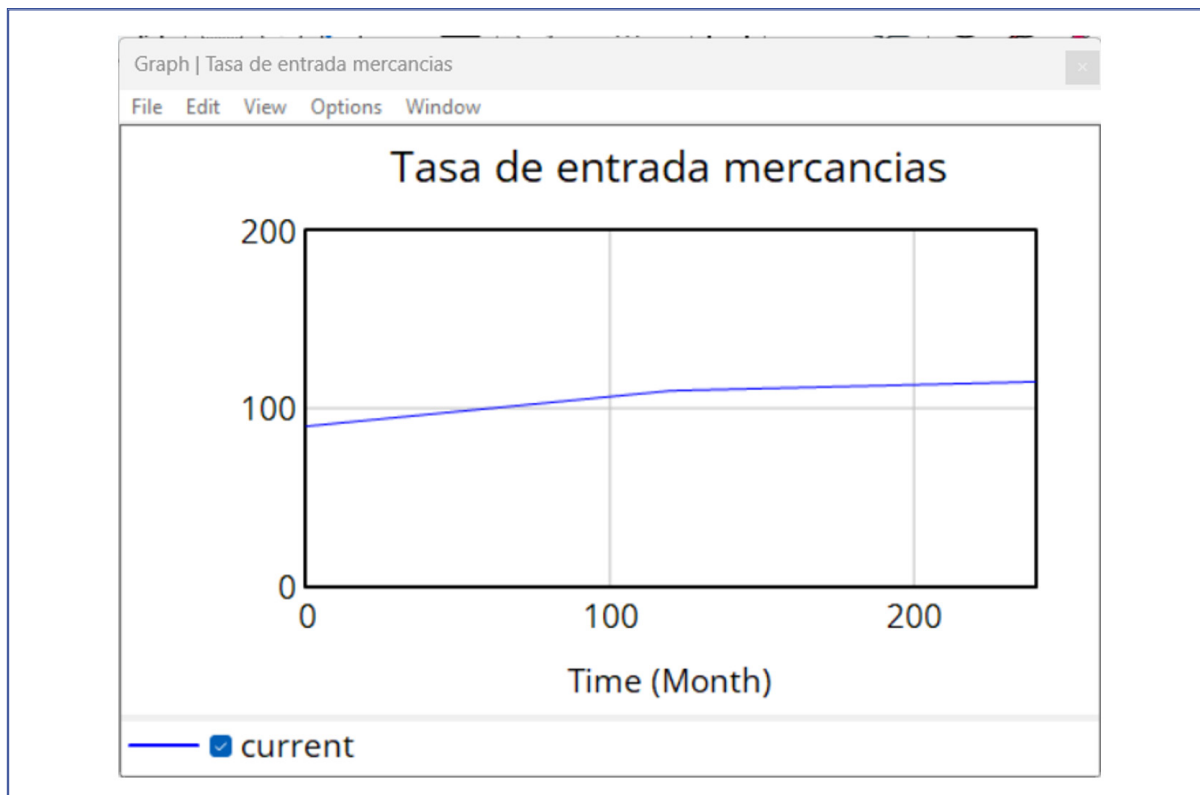
Se mostrará lo siguiente:



Aquí se presenta el comportamiento de las unidades dentro de la variable de estudio, en este caso fue seleccionada la de nivel (Mercancías de almacén). Observe que esta variable está relacionada y directamente afectada por la entrada de mercancías, y la salida de ellas; si todo se realizó de manera correcta, la cantidad menor de unidades con la que alguna vez se tuvo fue de 38, y el mayor fue 230, siguiendo el concepto de aumento de las unidades en el tiempo.

Paso N°3

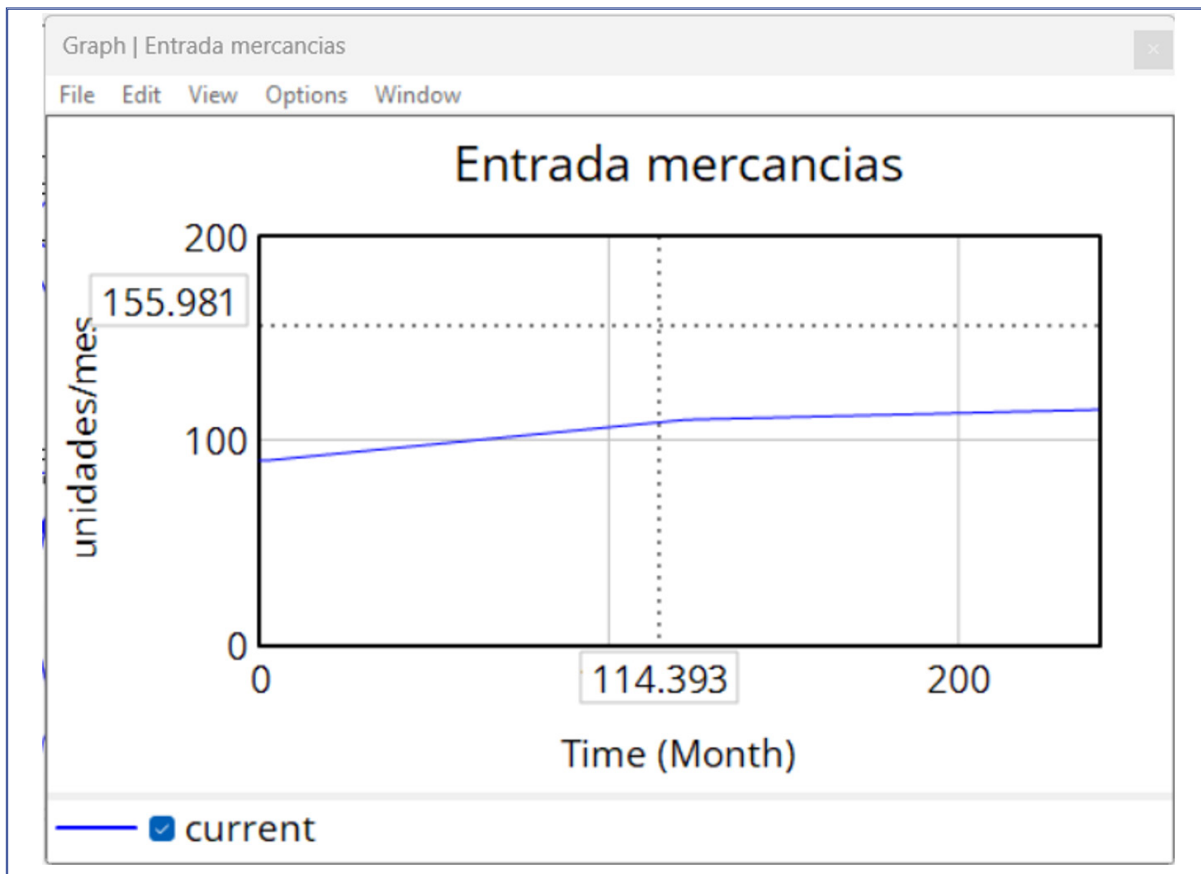
Repita las principales indicaciones del paso N°2, pero ahora haga clic sobre la variable «Tasa de entrada mercancías», y luego en «**Graph**».



Este es el comportamiento de la gráfica correspondiente a la tasa de entrada mercancías, que está estrictamente relacionado con la entrada de mercancías, puesto que es lo que permite identificar la cantidad de unidades que ingresarán en el almacén. Recuerde que se utilizó una variable tipo «**LOOKUP**» en donde almacené los principales datos de la tabla, y se ve reflejado en el comportamiento que toma esta gráfica, empezando con un crecimiento exponencial desde 90 hasta 238, el cual fue el último valor Introducido.

Paso N°4

Repita las principales indicaciones del paso N°2, pero ahora haga clic sobre la variable «Entrada mercancías», y luego en «**Graph**».

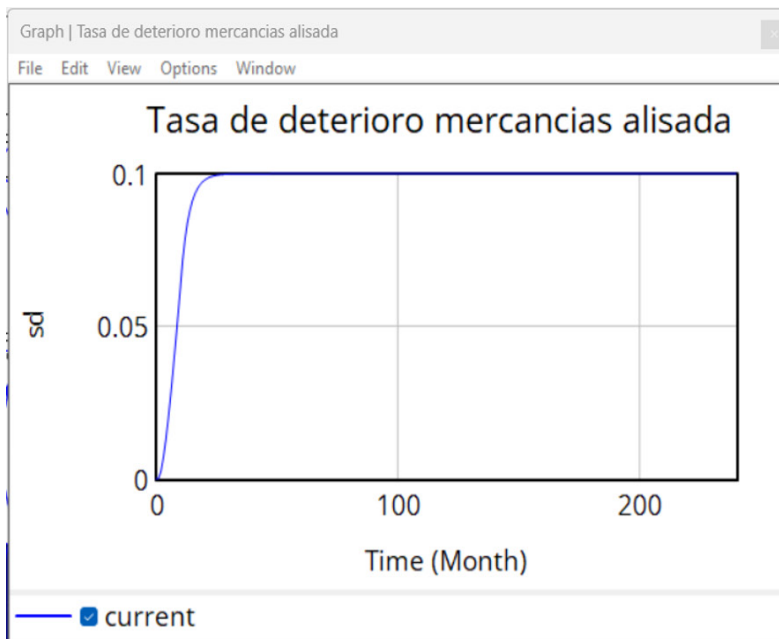
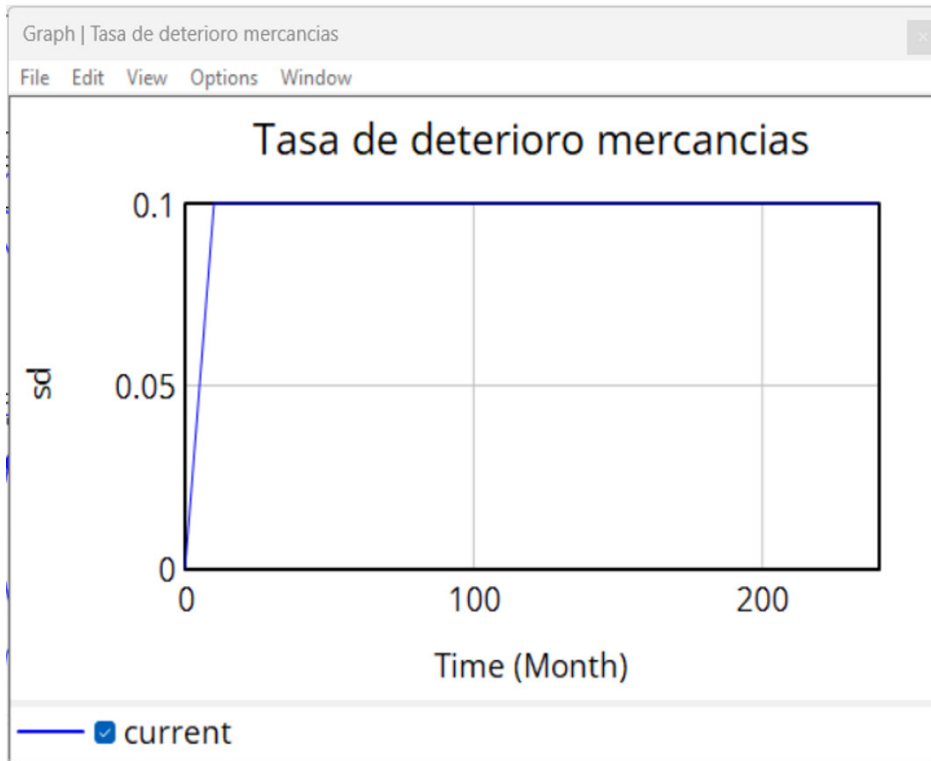


Aquí puede observar el comportamiento de la entrada de mercancías, que como se mencionó en el análisis inicial de la tasa de entradas, esto se vio afectado directamente, pues según la tasa inicial, se determinó la cantidad de unidades que ingresaron en el almacén.

Paso N°5

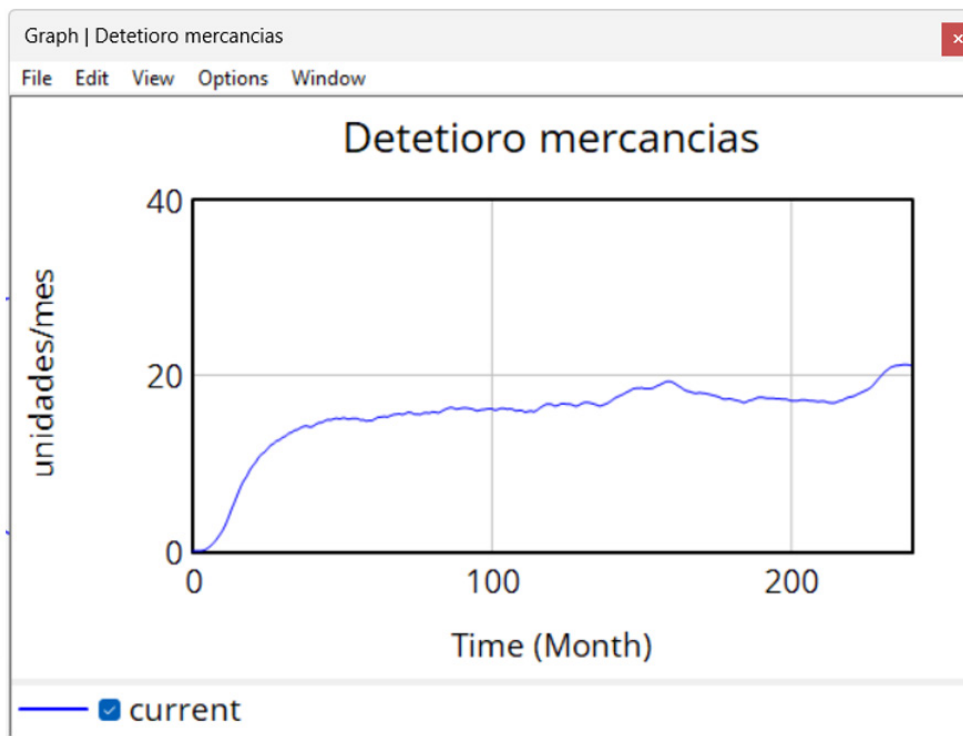
Ahora pasaremos a observar detalladamente las variables que tengan que ver con el deterioro de la mercancía, incluyendo las tasas que permitan determinar la cantidad de unidades que se deterioran con el tiempo, siendo esta una variable que representa una salida del almacén.

Para ello, repita las principales indicaciones del paso N°2, pero ahora haga clic sobre la variable «Tasa de deterioro mercancías», y luego en «**Graph**». Además, haga lo mismo, pero con «Tasa de deterioro mercancías alisada».



Nótese que el comportamiento de estas dos variables es parecido, pero distinto a la vez. Observe la forma de la gráfica, en la primera se tiene un crecimiento exponencial constante hasta 0.1, sin embargo, en la segunda, se presenta una curva, eso quiere decir que al llegar a 0.1 (en ambos casos), se mantiene constante hasta el final de las cantidades, empezando desde la unidad 58 hasta la 240.

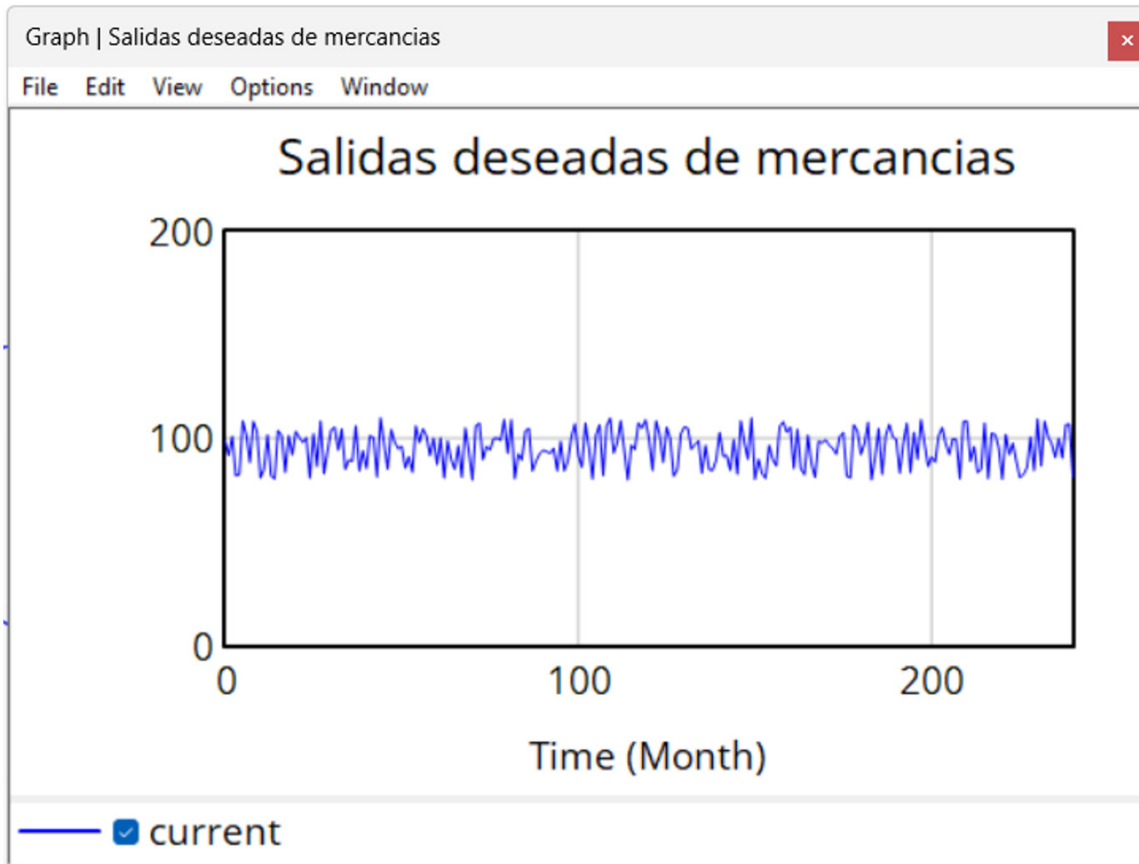
Por último, haga clic sobre la variable «Deterioro mercancías» y luego en «Graph».



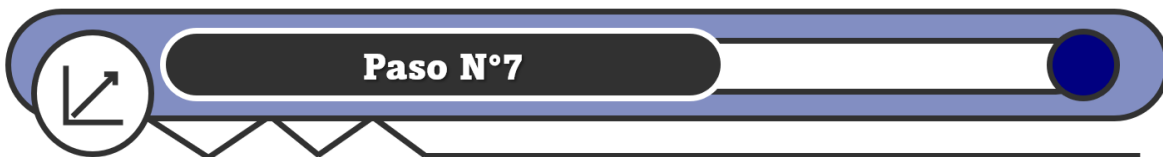
El comportamiento de esta gráfica se ve afectado directamente por la tasa de mercancía alisada, por lo cual, se da un crecimiento elevado hasta la unidad 22, de allí, esta empieza a cambiar un poco, pues se ven crecimiento y decrecimiento mínimos en diversas unidades.



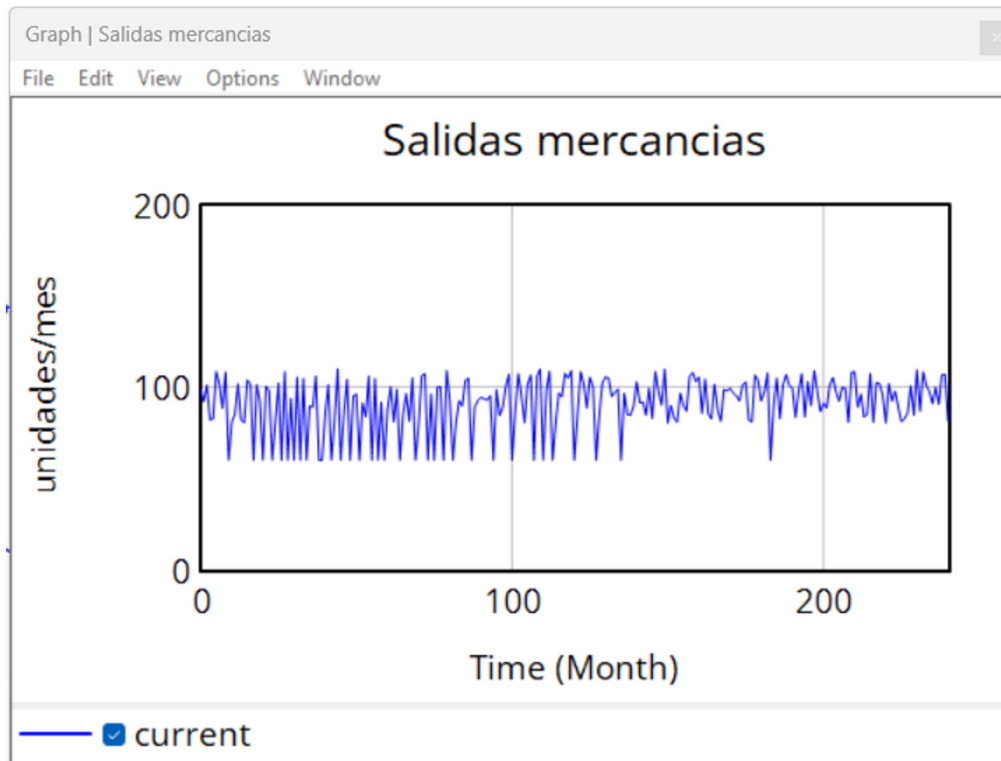
En este paso se revisará el comportamiento de las variables que se ven involucrados con la salida de mercancía, por lo cual, se estudiarán las salidas máximas y mínimas deseadas, que a su vez afectan las salidas deseadas de mercancía. Para ello, repita las principales indicaciones del paso N°2, pero ahora haga clic sobre la variable «Salidas deseadas de mercancía», y luego en «**Graph**».



Para esa variable se utilizó un ruido que involucra las salidas mínimas y máximas, en un rango de 234 unidades, pero se debe recordar que las salidas mínimas y máximas son valores constantes, correspondientes a 110, y 80 respectivamente. Al analizar la gráfica se dará cuenta que ningún valor sobrepasa aquellos de salida deseados, eso quiere decir que no permite que en las salidas deseadas por mes sobrepasen lo requerido.



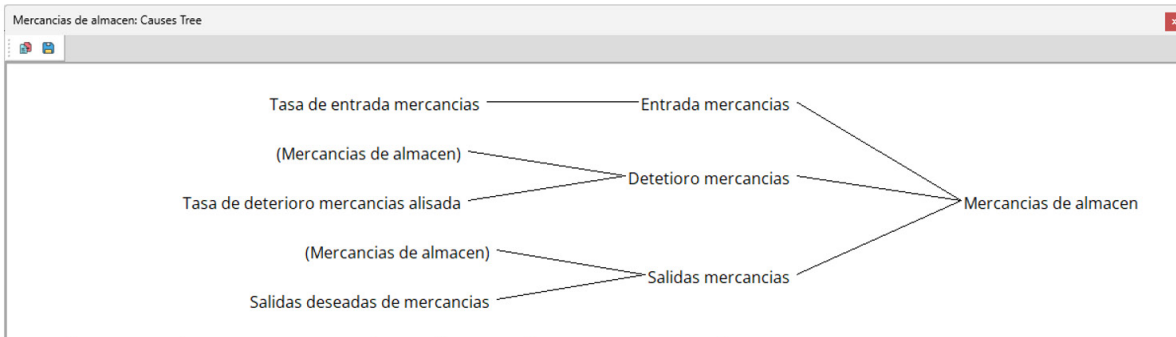
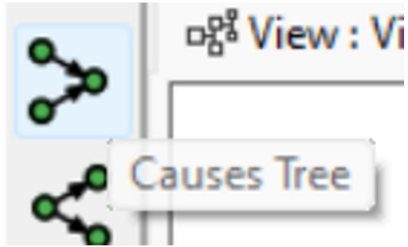
Repita las principales indicaciones del paso N°2, pero ahora haga clic sobre la variable «Salida mercancías», y luego en «**Graph**». En este caso estaremos viendo la salida de las unidades de mercancía del almacén, que está afectado directamente por valores que se desean por los meses.



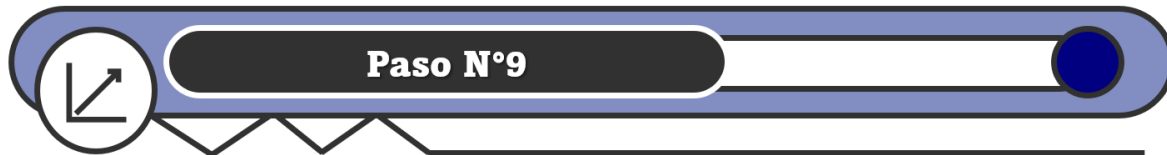
Observe que el valor mínimo de salida excede el deseado, eso quiere decir que está saliendo más mercancía de la que se estima. Por otro lado, el valor máximo también se excede en algunos meses, pero con poca diferencia, alcanzando un pico de 111.

Paso N°8

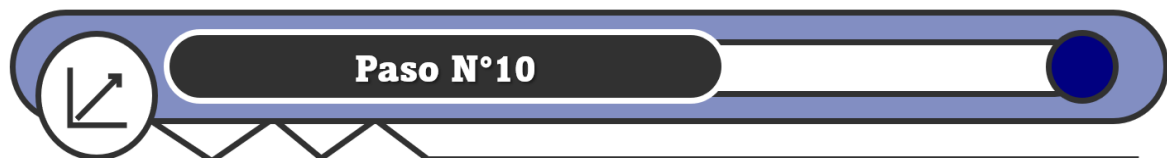
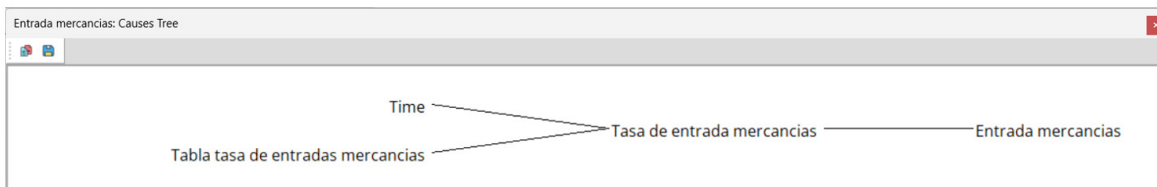
Ahora veremos un pequeño análisis con la herramienta **Causal Tracing**, haciendo uso de las opciones **Causes Tree** y **Uses Tree**. Nos dirigimos a la parte vertical izquierda, y seleccione la variable de nivel (Mercancías de almacén) y luego sobre



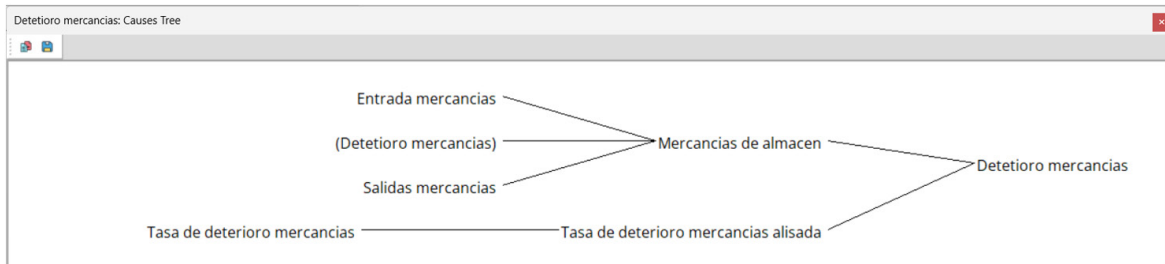
Lo que está haciendo esta opción es mostrar de manera gráfica las variables que afectan a la variable seleccionada, que en este caso es nuestra variable de nivel, eso quiere decir que las demás influyen en su comportamiento.



Seguiremos utilizando la opción Causes Tree, pero ahora, seleccione la variable entrada de mercancía, para visualizar las variables que la afectan.



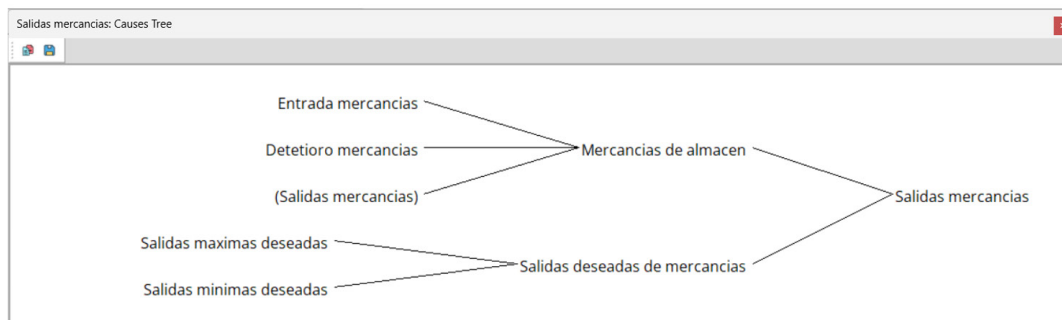
Seguiremos utilizando la opción **Causes Tree**, pero ahora, debe seleccionar la variable «Deterioro mercancías», para visualizar las variables que la afectan.



Observe que en este caso es afectada por dos variables principales, «Mercancías de almacén» y «Tasa de deterioro mercancías alisada», eso quiere decir que a su vez estará afectada por la cantidad de unidades que entran y salen del almacén.

Paso N° 11

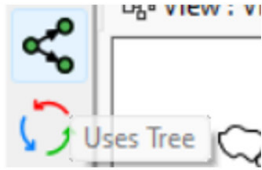
Nos dirigimos a la parte vertical izquierda, y seleccione la variable «Salidas mercancías» y luego sobre el botón «**Causes Tree**». Estaremos viendo como esta es afectada por otras variables.



Observe que, al igual que «Deterioro mercancías» está siendo afectada por la variable de nivel, puesto es necesario que se tomen en cuenta las unidades que entran y aquellas que se estiman que salgan, a través de esta variable.

Paso N° 12

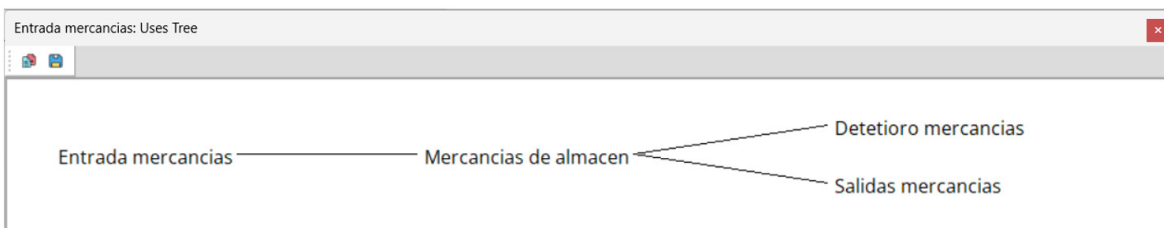
Ahora, estaremos haciendo uso de la opción «Uses tree», que a diferencia de Causes Tree, esta lo hace es mostrar las variables a la que afecta aquella que hayamos seleccionado. Por dicha razón, seleccione la variable «Mercancia de almacen» y luego oprima el botón «Uses tree».



Aquí se muestra la primera diferencia con la opción anterior (causes tree), en la que la variable de nivel era afectada por la entrada, salida, y deterioro de mercancía, pero si nos damos cuenta, la entrada mercancía solo la afecta, pero la mercancía almacén no afecta esta variable, ya que la variable de nivel solo toma como salidas las otras dos variables, que con las que afecta directamente. Veamos esto como un ciclo, la entrada afecta el almacén, pero la cantidad de mercancía que se tenga en almacén afecta que cantidad de ella saldrá y, cual otra parte se deteriorará.

Paso N°13

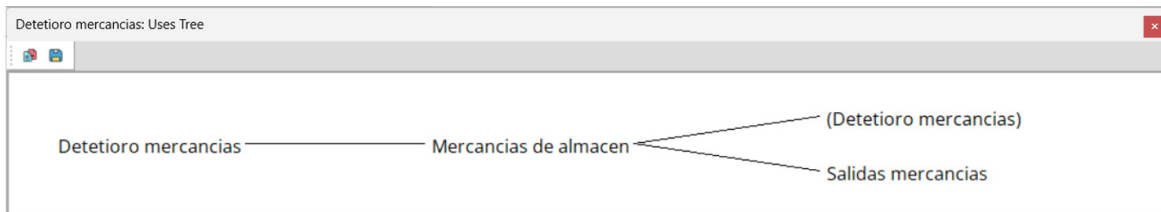
Repita el paso N°12, pero ahora, seleccione «Entrada mercancías» primero.



Esta variable solo afecta a «Mercancías de almacén», pues solo está interactuando de manera activa con esta, llevando la cantidad de unidades que entran en el almacén. Si bien, nótese que no afecta directamente a deterioro y salida mercancías, pero estas serán afectadas por la variable de nivel, que a su vez está afectada por la entrada mercancías, lo que quiere decir que pueden llegar a depender de la información de entrada que se le será suministrada a través de mercancías de almacén.

Paso N°14

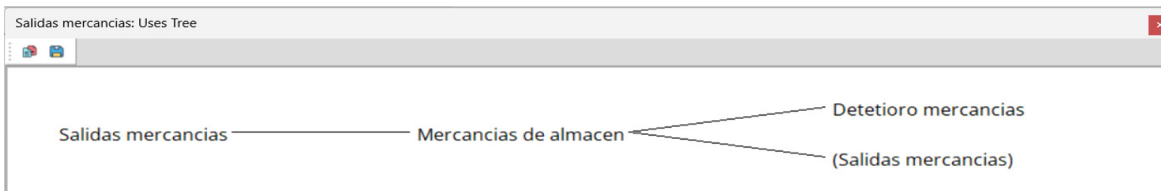
Repita el paso N°12, pero ahora, seleccione «Deterioro mercancías» primero.



En este caso, la variable seleccionada solo afecta directamente a «mercancías de almacén», que es quien lleva el conteo de las unidades de mercancía disponibles en el almacén, en donde se toma en cuenta aquellas que salen y se deterioran respectivamente.

Paso N°15

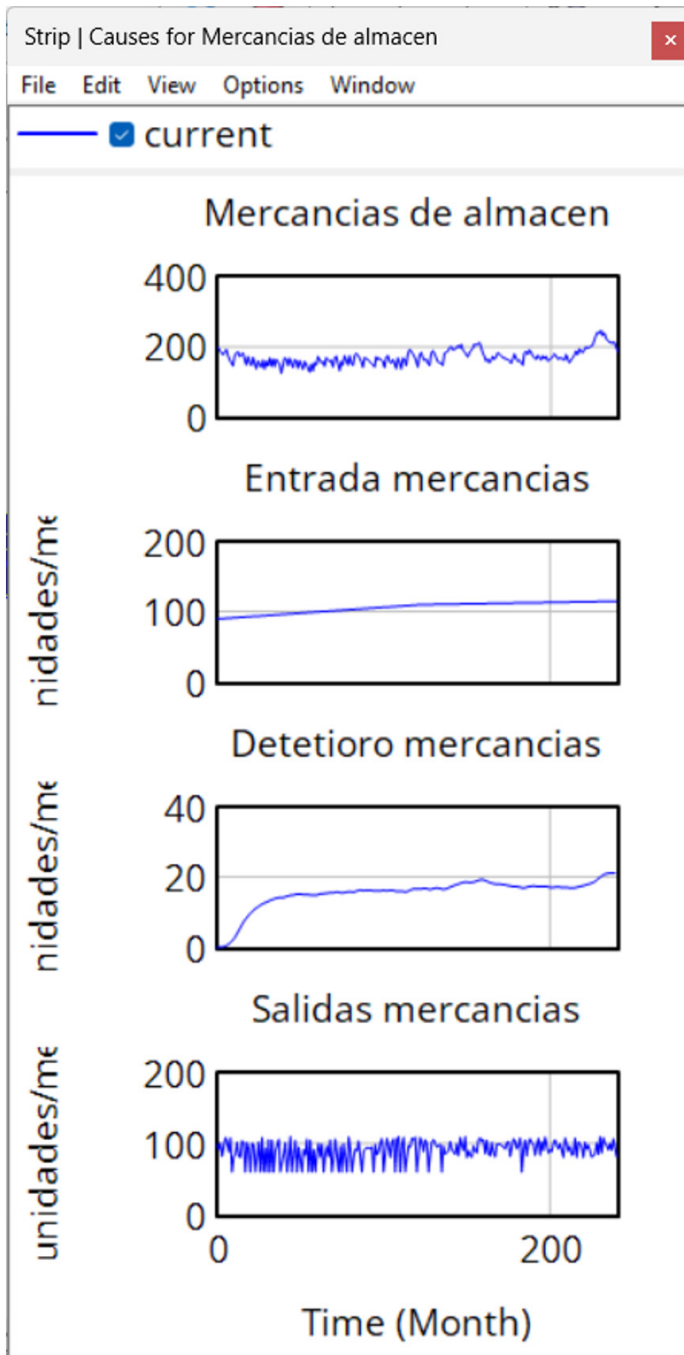
Repita el paso N°12, pero ahora, seleccione «Salida mercancías» primero.



Al igual que el paso anterior, esta variable solo afecta activamente a la variable de nivel.

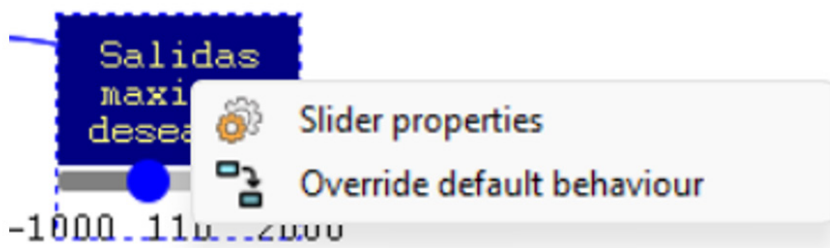
Paso N°16

Ahora analicemos visualmente lo que tenemos, para ello presionaremos sobre el «Mercancías de almacén» y luego, en el botón de «Causes strip».

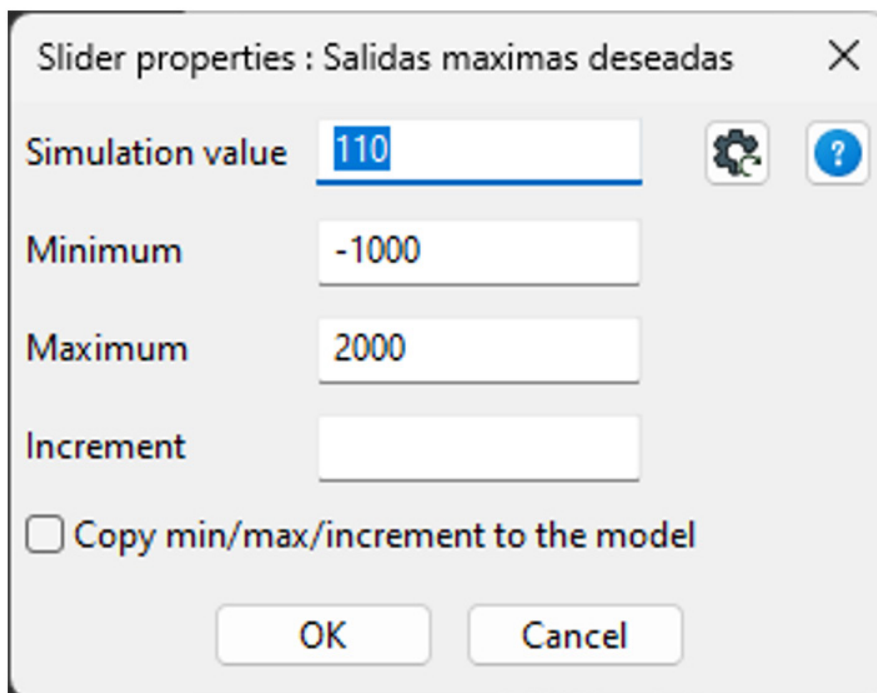


Primero analicemos la gráfica que se muestra correspondiente a «mercancías de almacén», que recordemos que esta variable está siendo afectada directamente por las variables de entrada, salida, y deterioro mercancía. El comportamiento de esta depende de la información que se suministró en sus ecuaciones, y los datos iniciales del planteamiento del problema, cuantas más entradas de unidades se realizan, más crece el almacén, pero al tener una mayor cantidad de entradas, quiere decir que se están realizando más salidas y por ello se amplían las entradas, pero esto no solo afecta las salidas, sino también el deterioro de la mercancía, pues a mayores unidades, más crece la cantidad de mercancía que se deteriora.

Pongamos a prueba dos escenarios, haciendo uso de las variables de salida máxima y mínima deseada. Inicialmente se le pidió que el valor máximo de salida deseada fuera de 110, haga clic derecho encima de esta variable, luego seleccione «**Slider properties**» para ver las propiedades de la variable.



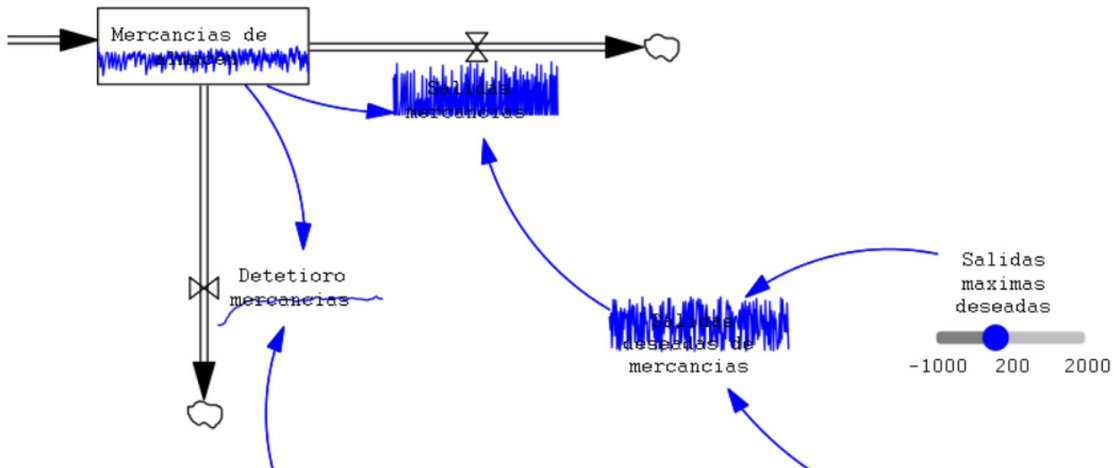
Se desplegará la siguiente ventana:



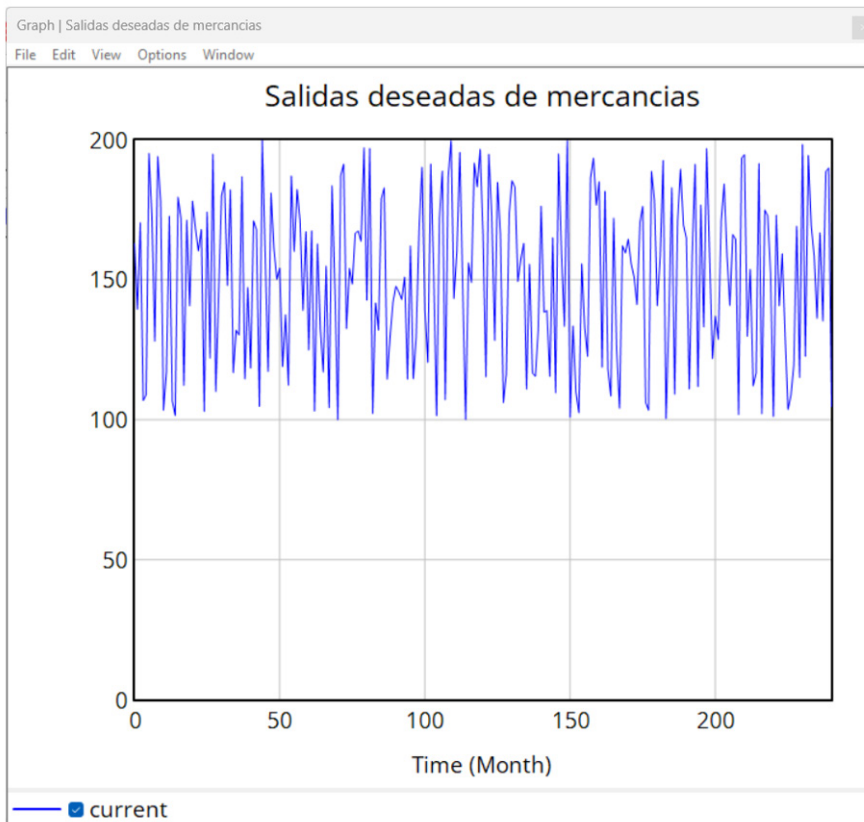
Una vez aquí, cambie el valor de «**Simulation value**» a 200, y oprima **OK**.

Repita el mismo proceso pero ahora con Salidas mínimas deseadas, cambie el valor a 100, y oprima **OK**.

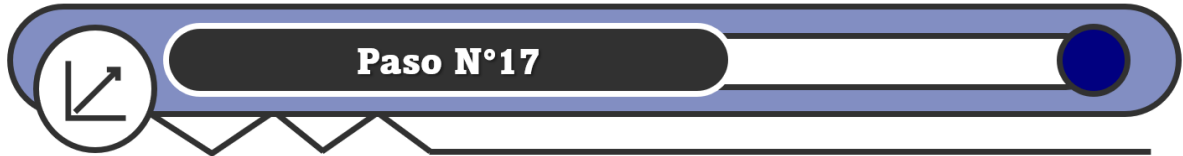
Observe que se realizaron cambios en las gráficas principales.



Para un mejor análisis seleccione la variable «Salida deseada de mercancías» y luego, oprima en el botón «**Graph**».



Observe que niveles estimados han cambiado, eso quiere decir que ahora se espera que las salidas mínimas en un mes sean de 100, y las máximas de 200. Sin embargo, las salidas van a depender de la cantidad de mercancía que se encuentra en el almacén, recuerde que esta variable funciona para analizar y ver un estimado de lo que se espera que suceda por meses.



Paso N°17

Para ver las ecuaciones en Vensim, tenemos dos opciones, verlas individualmente, o todas las del documento.

Para verlas individualmente, seleccionamos la variable de «Mercancías de almacen» y luego damos clic en el botón «**Document**», el cual está en la barra izquierda.



```

Document
File View Window
Mercancias de almacen= INTEG (
  Entrada mercancías-Deterioro mercancías-Salidas mercancías,
  200)
Units: unidades
*****
    
```



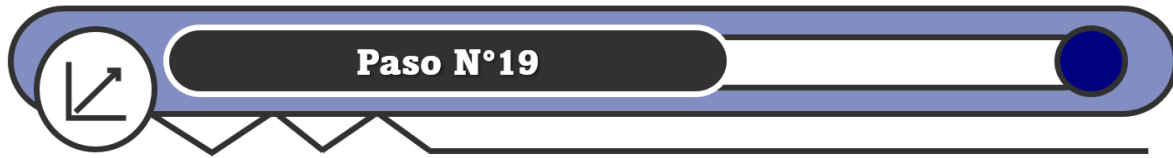
Paso N°18

Repita el paso N°17, pero seleccionando la variable «Entrada mercancías».

```

Document
File View Window
Entrada mercancías=
  DELAY FIXED(Tasa de entrada mercancías, 2, 90)
Units: unidades/mes
*****
    
```

En esta ecuación se aplicó una de las características más interesantes que brinda Vensim, un retraso puro aplicado en su flujo. Para definir esta variable se solicitaban tres parámetros, primero colocar la variable que tendrá el retardo (Tasa de entrada mercancías), la cantidad de retraso [(2 meses), que puede ser un número **Entero**, o no)], por último, el valor inicial (90).

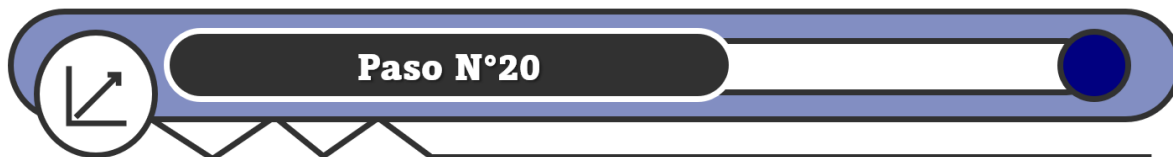


Paso N°19

Repita el paso N°17, pero seleccionando la variable «Tasa de entrada mercancías».

```
Document
File View Window
Tasa de entrada mercancías=
  Tabla tasa de entradas mercancías(Time)
Units: unidades/mes
*****
```

Para implementar esta ecuación, se agregó una variable sombra del tipo «Time».



Paso N°20

Repita el paso N°17, pero seleccionando la variable «Tabla tasa de entrada mercancías».

```
Document
File View Window
Tabla tasa de entradas mercancías(
  [(0,0)-(10,10)],(0,90),(120,110),(240,115))
Units: **undefined**
*****
```

Si bien, este no tiene unidad pues solo fue utilizada para ingresar los valores referentes a la tasa de entrada mercancías, por medio de un **LOOKUP**, dicho proceso fue explicado anteriormente.



Paso N°21

Repita el paso N°17, pero seleccionando la variable «Deterioro mercancías».

```

Document
File View Window
Detetioro mercancías=
  SMOOTH(Mercancías de almacen*Tasa de deterioro mercancías alisada, 12)
Units: unidades/mes

*****
    
```

En esta ecuación se utilizó una función SMOOTH, el cual pidió dos parámetros, el input (Tasa de deterioro mercancía), y el alisado en meses (4).



Paso N°22


Repita el paso N°17, pero seleccionando la variable «Salida mercancías».

```

Document
File View Window
Salidas mercancías=
  IF THEN ELSE(Mercancías de almacen>150, Salidas deseadas de mercancías, 60
  )
Units: unidades/mes

*****
    
```

Para esta ecuación se implementó la función de decisión IF THEN ELSE, con tres parámetros, la condición (mercancías de almacén>150), en caso de que se cumpla entonces tendrá la salida deseada, en caso contrario, solo va a sacar 60 unidades.

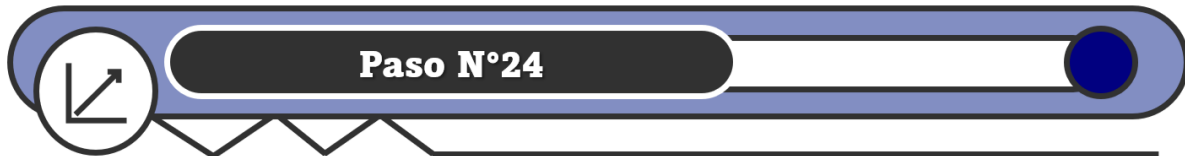


Paso N°23

Repita el paso N°17, pero seleccionando la variable «Salidas deseadas de mercancías».

```
Document
File View Window
Salidas mercancias=
  IF THEN ELSE(Mercancias de almacen>150, Salidas deseadas de mercancias, 60
)
Units: unidades/mes
*****
```

Para esta ecuación se consideró un comportamiento aleatorio, a través de la función **RANDOM UNIFORM**, en donde se pidieron tres parámetros, el valor mínimo (Salidas mínimas deseadas), un valor máximo (salidas máximas deseadas), y una semilla para generar los números aleatorios (234).



Paso N°24

Ahora veremos todas las ecuaciones en conjunto, incluyendo las que ya se mostraron individualmente en los casos anteriores, las cuales contaban con funciones predefinidas por la herramienta **Vensim**. Para realizarlo, solo damos clic sobre el botón «**Document All**».



Tendrá lo siguiente:

```

Document All
File View Window
(01) Detetioro mercancías=
    SMOOTH(Mercancías de almacén*Tasa de deterioro mercancías alisada, 12)
Units: unidades/mes

(02) Entrada mercancías=
    DELAY FIXED(Tasa de entrada mercancías, 2, 90)
Units: unidades/mes

(03) FINAL TIME = 240
Units: Month
The final time for the simulation.

(04) INITIAL TIME = 0
Units: Month
The initial time for the simulation.

(05) Mercancías de almacén= INTEG (
    Entrada mercancías-Detetioro mercancías-Salidas mercancías,
    200)
Units: unidades

(06) Salidas deseadas de mercancías=
    RANDOM UNIFORM(Salidas mínimas deseadas, Salidas máximas deseadas, 234)
Units: unidades/mes

(07) Salidas máximas deseadas=
    110
Units: **undefined**

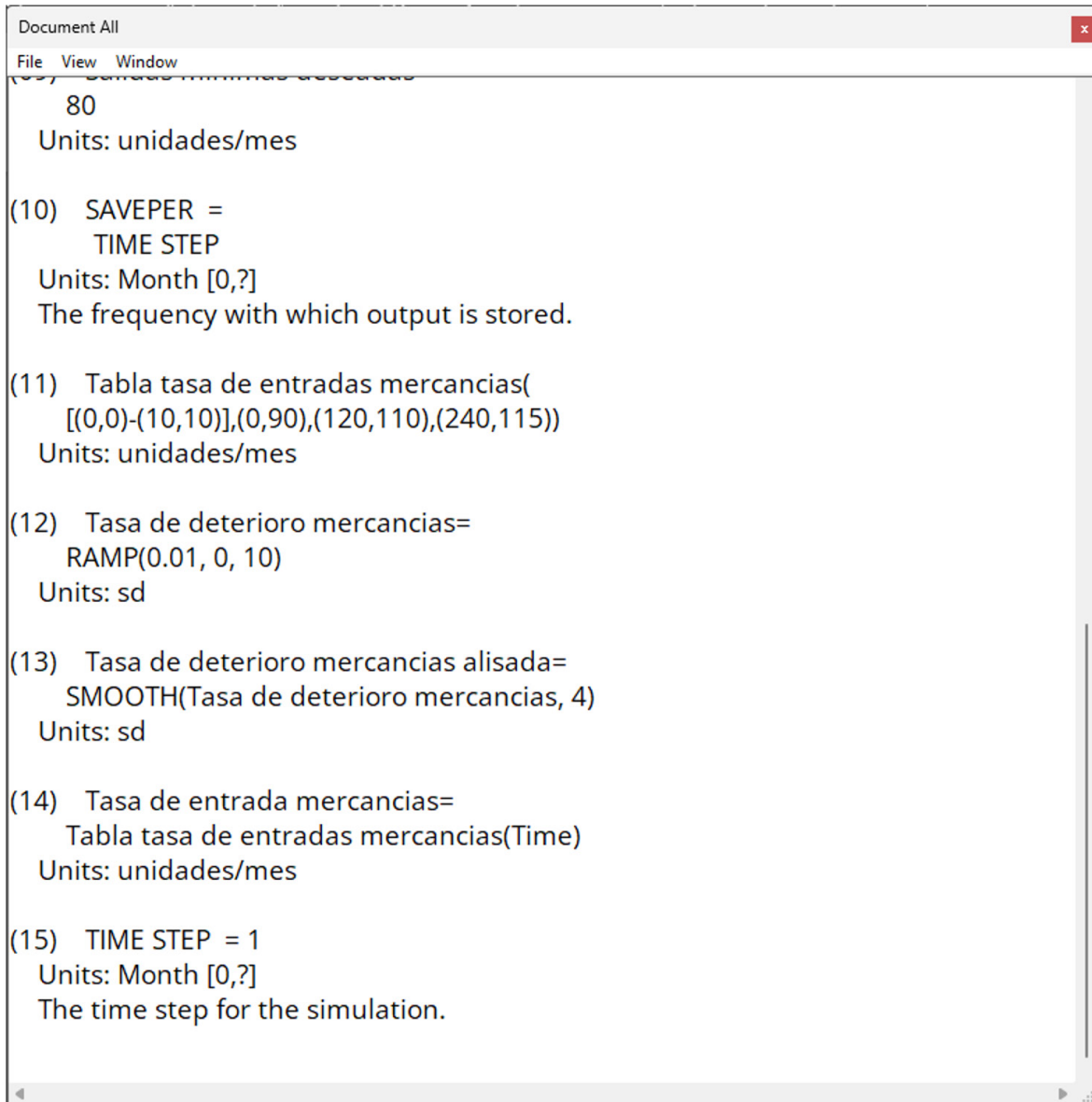
```

```

(08) Salidas mercancías=
    IF THEN ELSE(Mercancías de almacén>150, Salidas deseadas de mercancías, 60
    )
Units: unidades/mes

(09) Salidas mínimas deseadas=
    80
Units: unidades/mes

```



Se muestran todas las ecuaciones de las variables. Aquellas que no se mostraron de manera individual fueron:

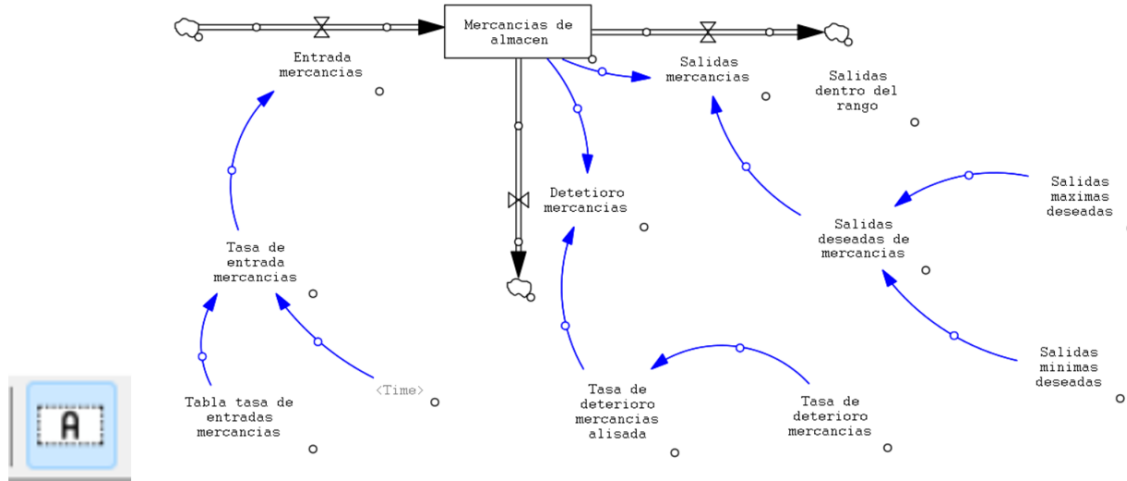
- TIME
- Tasa de deterioro mercancías alisada: Se utilizó la función SMOOTH.
- Tasa de deterioro mercancías: Se utilizó la función RAMP.
- Salidas máximas deseadas: Constante 80.
- Salidas mínimas deseadas Constante 110.

8. Reality Check

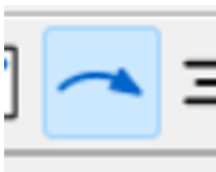
Ahora estaremos implementando una variable **Reality Check** dentro del Modelo para comparar el Modelo y alguna hipótesis o condiciones que pudiesen aparecer en él. En este caso se identificarán cuales salidas están dentro de lo estimado, es decir, si la salida está entre las estimación máxima y mínima.

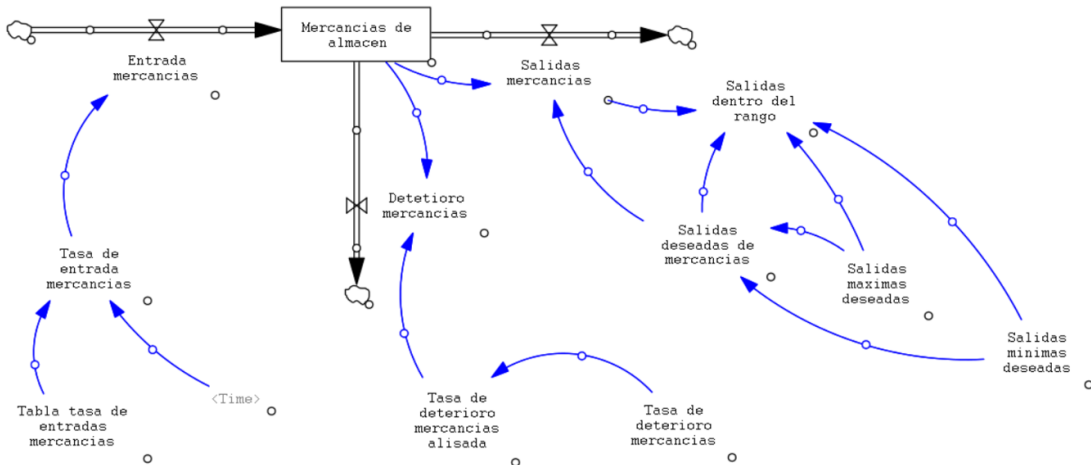


Primeramente, seleccione el botón «**Variable Tool**» e ingrese una variable con nombre «Salidas dentro del rango».



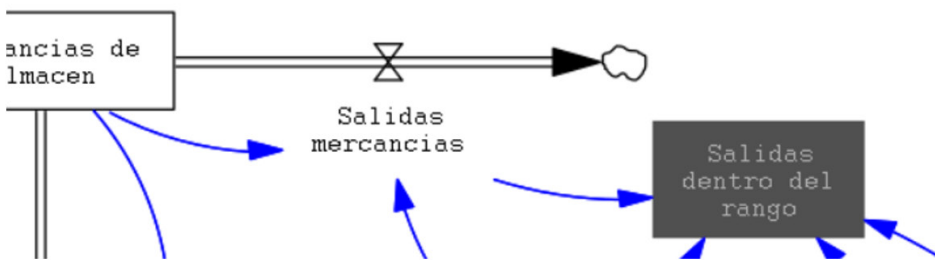
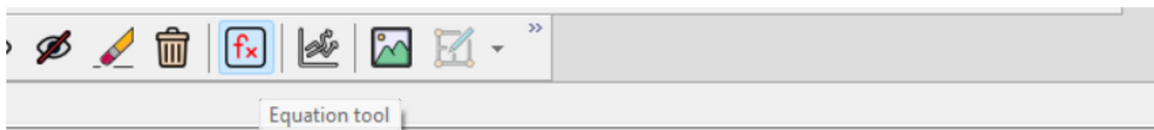
Ahora cree las relaciones entre las variables que van a afectar a la variable reality check, y la nueva variable, con la opción «**Arrow tool**». Primero seleccione «Salida de mercancía», y luego «Salidas dentro del rango». Repita el proceso, pero ahora relacione «Salidas deseadas de mercancías», «Salidas máximas deseadas», y «Salidas mínimas deseadas», con la variable «Salidas dentro del rango».





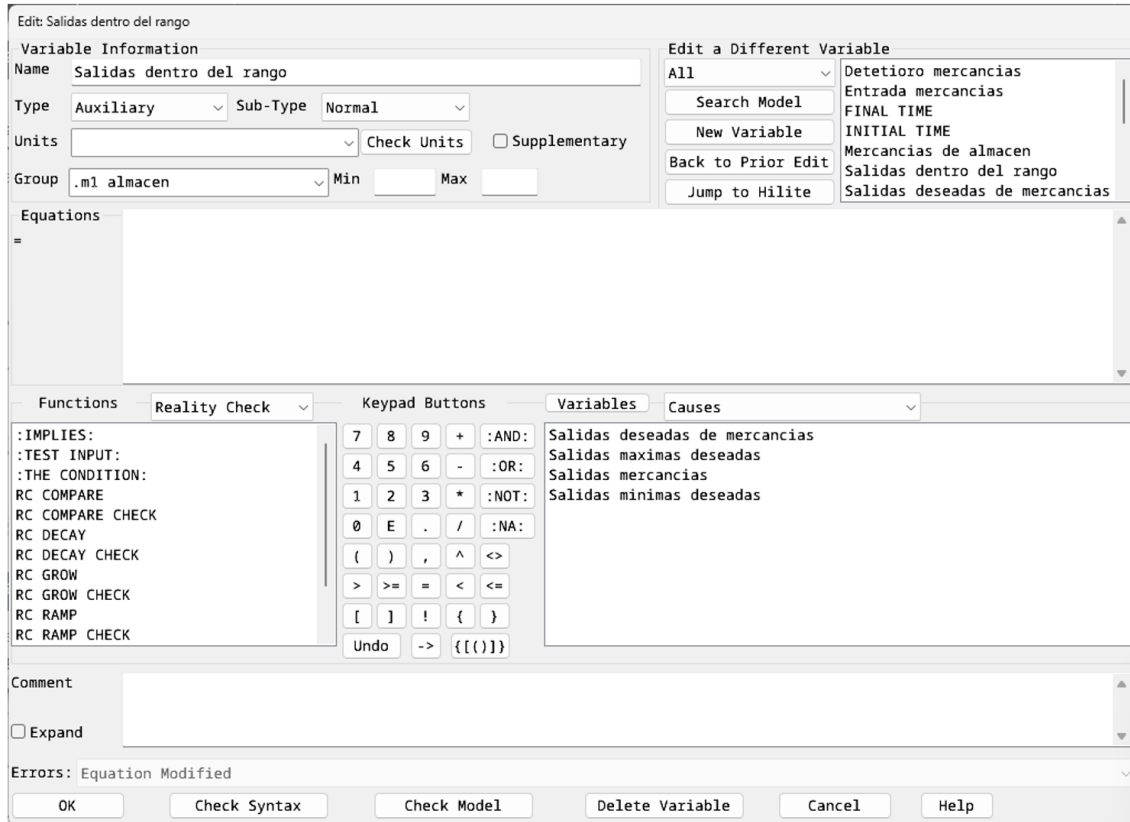
Paso N°3

Ahora deberá ingresar la ecuación de esta variable. Seleccione el botón «Equation tool», y luego la variable «Salidas dentro del rango».

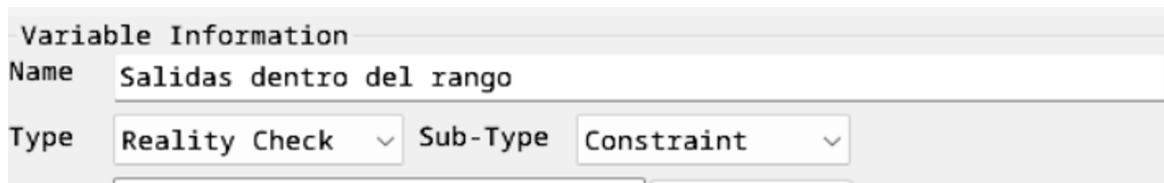


Paso N°4

Se desplegará la siguiente pestaña:



Cambie el tipo a «**Reality Check**», y dejar el tipo «**Constraint**».

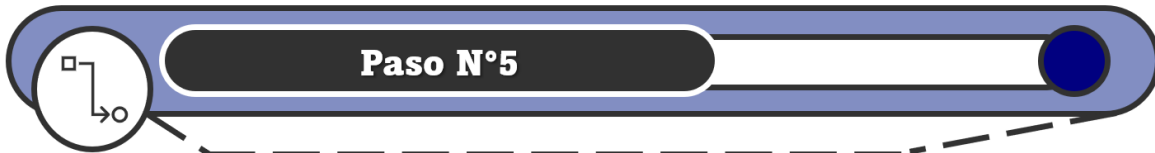
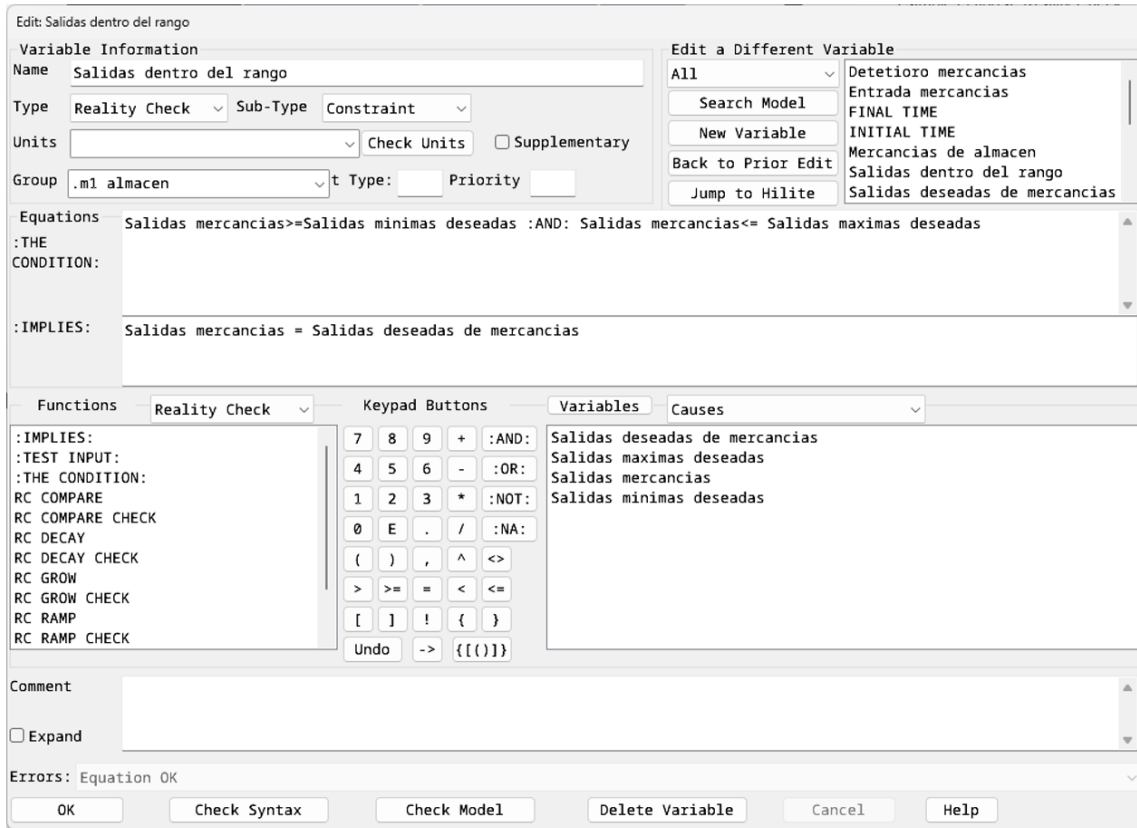


Ahora se tendrán dos campos, uno para la ecuación para la condición, que funciona básicamente como un If, y el campo implies sería como un else.

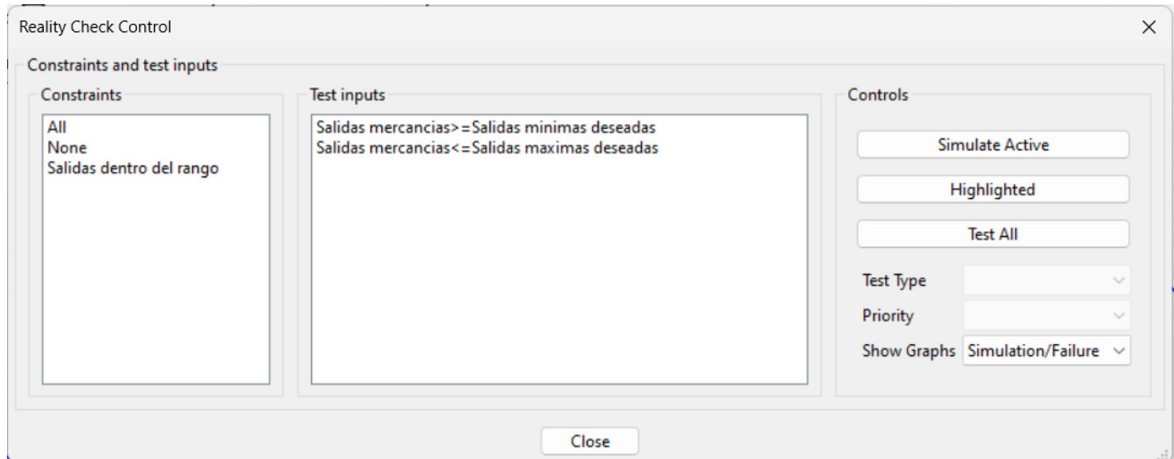
Como en este caso queremos ver las salidas que estén entre la salida mínima y máxima deseada, por lo cual, se deberá ingresar lo siguiente en los respectivos campos:

- :THE CONDITION: Salidas mercancías >= Salidas mínimas deseadas :AND: Salidas mercancías <= Salidas máximas deseadas
- :IMPLIES: Salidas mercancías = Salidas deseadas de mercancías

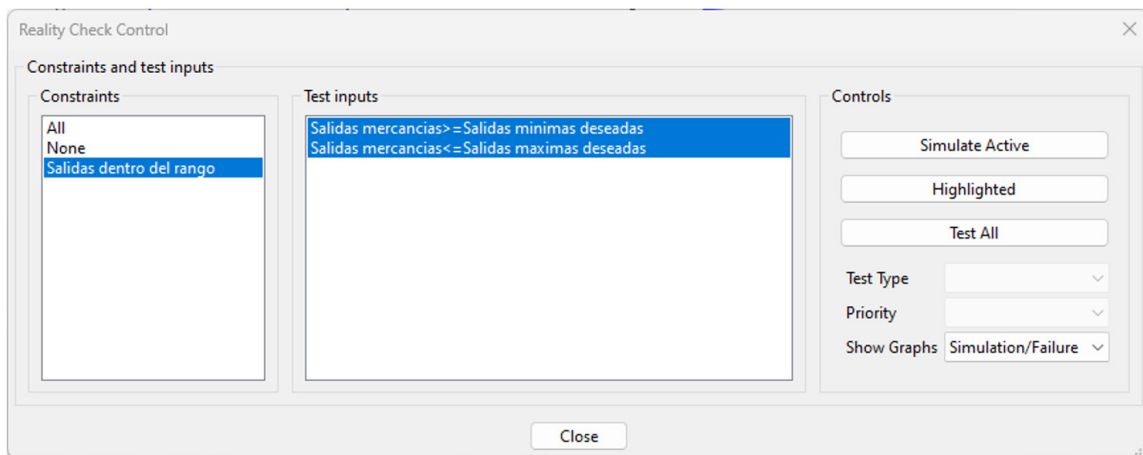
Una vez Introducidos los datos en los campos, seleccione «**Check Syntax**», y luego «**OK**».



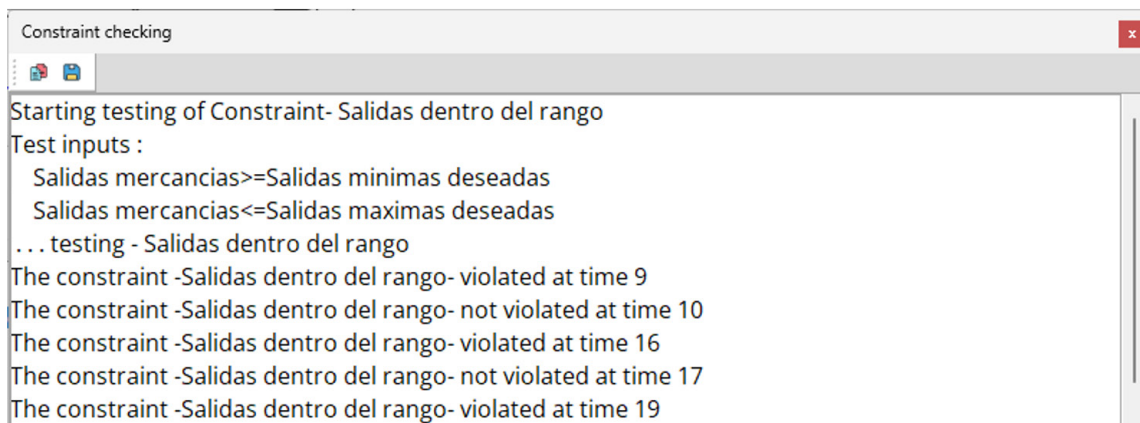
Se le desplegará la siguiente ventana:



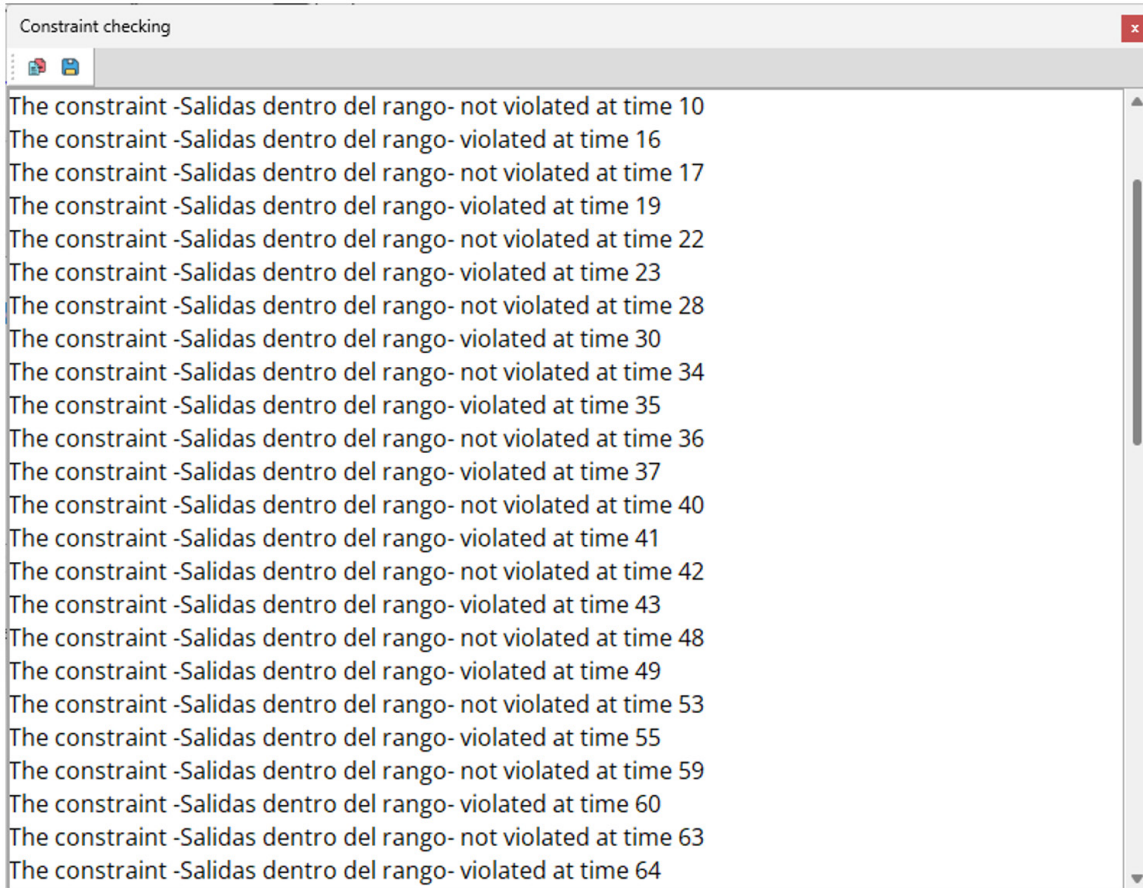
Se presentarán tres partes, constraints, test inputs, y controls. En la primera sección, seleccione «Salidas dentro del rango». Luego, en «Controls», oprima «Test all».



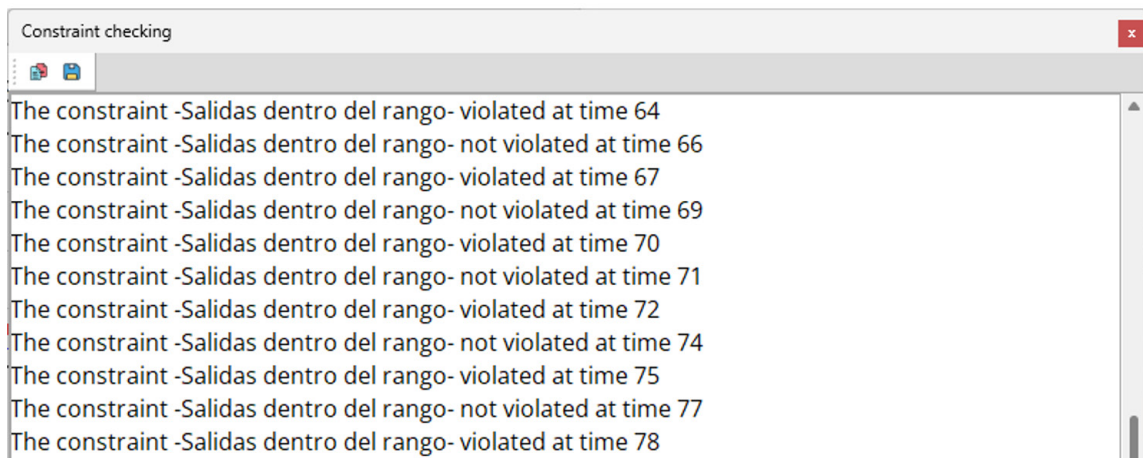
Ahora se mostrará un resumen:



Las primeras líneas del código dicen que se empezó a testear las salidas dentro del rango, en donde se tiene una entrada (condiciones), lo que quiere decir que si es cierto se empezará a implementar las salidas dentro del rango.



```
Constraint checking
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 10
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 16
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 17
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 19
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 22
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 23
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 28
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 30
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 34
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 35
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 36
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 37
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 40
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 41
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 42
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 43
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 48
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 49
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 53
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 55
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 59
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 60
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 63
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 64
```



```
Constraint checking
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 64
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 66
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 67
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 69
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 70
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 71
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 72
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 74
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 75
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 77
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 78
```

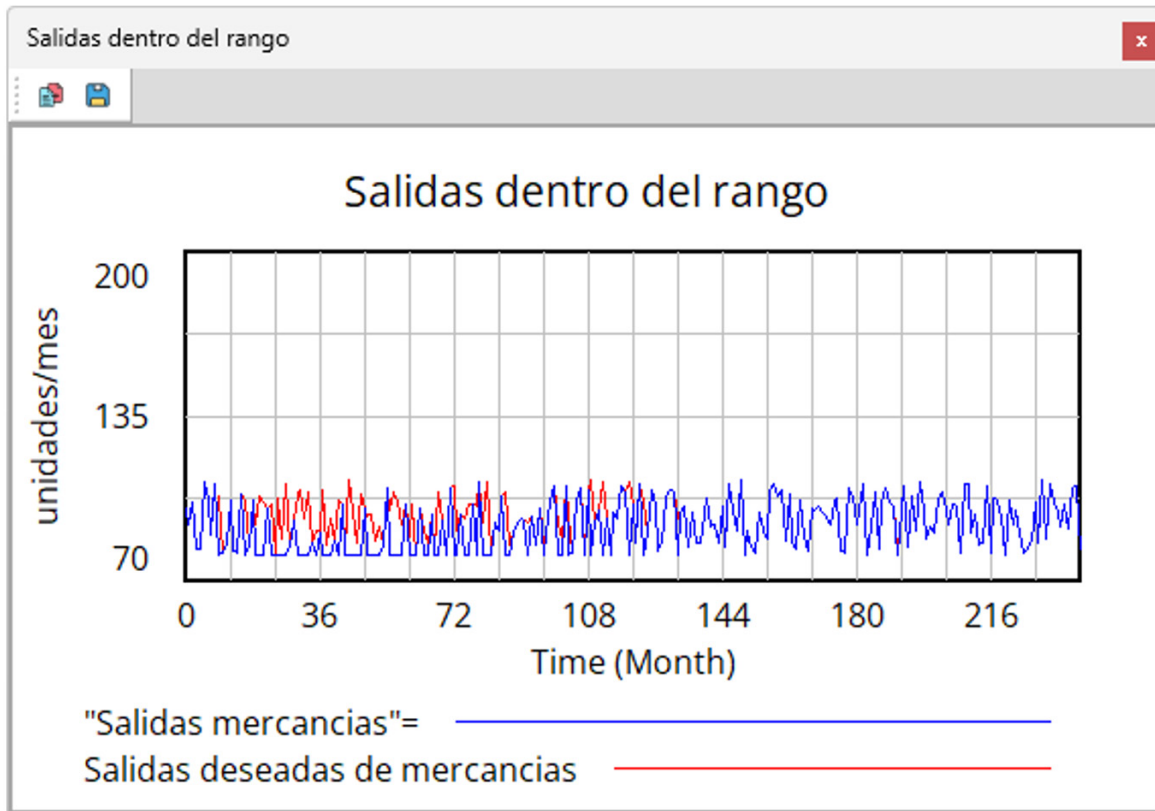
```

Constraint checking
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 78
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 79
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 80
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 83
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 86
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 88
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 92
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 93
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 96
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 97
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 100
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 102
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 103
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 104
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 107
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 108
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 109
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 110
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 112
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 113
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 119
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 120
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 123
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 124

The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 132
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 133
The constraint -Salidas dentro del rango- violated at time 191
The constraint -Salidas dentro del rango- not violated at time 192
-----
*****
0 successes and 1 failures testing 1 Reality Check equations
The Reality Check Index as run is 0
Closeness score is 100.0% on 1 measurements
    
```

Aquellas que dicen «**violated at time**», significa que, desde ese tiempo, empieza a regir el **reality check**, eso quiere decir que, a partir de él, la condición se cumple. Cuando no se viola, no cumple la condición.

El porcentaje de cercanía corresponde al 100%, es decir, es acertado en caso de que se empezara a considerar las salidas en rango.



En la gráfica se muestra la comparativa entre el comportamiento normal del Modelo, y aquel que implementa el **reality check**.

9. Análisis del modelo

El Modelo en cuestión se enfoca en describir y analizar el proceso de entrada y salida de mercancía en un almacén de celulares. Es fundamental comprender cómo estos flujos de entrada y salida afectan el inventario y cómo se pueden ajustar para optimizar la gestión del almacén.

Al examinar los gráficos generados por el Modelo, podemos observar que el inventario del almacén experimenta variaciones a lo largo del tiempo, lo cual está influenciado por diversos factores. La gráfica refleja claramente las fluctuaciones del inventario en respuesta a las entradas y salidas de mercancía. Además, podemos identificar patrones estacionales en las salidas, donde se observan meses de baja venta y meses de alta venta. Estos patrones son esenciales para comprender la demanda y adaptar la gestión del inventario en consecuencia.

Al profundizar en el análisis utilizando el **Synthesim**, podemos explorar diferentes escenarios y evaluar su impacto en el almacén. Por ejemplo, si se incrementa la tasa de entrada de mercancía, se espera que el inventario aumente de manera exponencial. Esto significa que el almacén estará más abastecido y podrá satisfacer una mayor demanda de manera efectiva. Por otro lado, si se aumenta la tasa de deterioro de

las mercancías, el almacén experimentará una disminución en su inventario y en algún momento, el almacén alcanzará un punto de equilibrio donde el inventario se mantendrá constante. Esto puede deberse a factores como la obsolescencia de los productos o a daños físicos. En tales casos, es necesario tomar medidas para minimizar el deterioro y garantizar una rotación adecuada del inventario.

Además, si se incrementan las salidas máximas y mínimas deseadas, es probable que el almacén enfrente desafíos para cumplir con las demandas específicas. Si el inventario no es suficiente para cubrir las ventas planificadas, se requerirá un tiempo adicional para acumular la cantidad necesaria de mercancía y cumplir con las expectativas de los clientes.

A través de este Modelo del almacén de celulares se logra comprender en detalle cómo funcionan las entradas y salidas de mercancía, y cómo afectan el inventario. Mediante el análisis de patrones estacionales y diferentes escenarios, podemos tomar decisiones informadas para mejorar la gestión del almacén, asegurar un nivel óptimo de inventario y satisfacer las demandas de los clientes. La optimización de estos flujos de entrada y salida es esencial para maximizar la eficiencia operativa del almacén y garantizar su éxito en el mercado competitivo de los dispositivos móviles.

Modelo de Precio y Demanda

1. Planteamiento de problema

En el ejemplo actual, se está Modelando una situación en donde se ve refleja el cambio de precio con respecto a la demanda en el mercado.

2. Tabla de variables

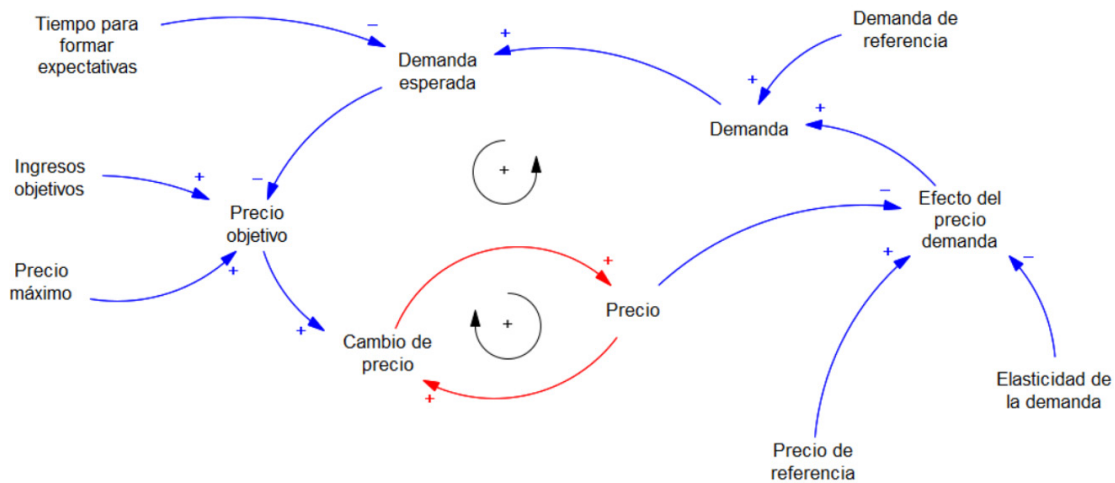
Las variables y ecuaciones que se utilizarán para resolver el Modelo son las siguientes:

Variables	Ecuación	Unidades	Tipo de variable
Precio	Cambio en precio	Dólares/Cajas	Nivel
Cambio en precio	IF THEN ELSE(Precio objetivo>Precio, (Precio objetivo-Precio)/Tiempo para ajustar la subida del precio, (Precio objetivo-Precio)/Tiempo para ajustar la bajada del precio)	Dólares/Cajas/Meses	Flow
Demanda esperada	SMOOTH(Demanda , Tiempo para formar expectativas)	Cajas/Mes	Auxiliar
Tiempo para formar expectativas	6	Mes	Constante
Ingresos objetivo	10000+STEP(5000 , 10)	Dólares/Mes	Auxiliar
Precio máximo	25000	Dólares/Cajas	Constante

Precio objetivo	MIN(XIDZ(Ingresos objetivo, Demanda esperada, Precio máximo), Precio máximo)	Dólares/Cajas	Auxiliar
Tiempo para ajustar la subida del precio	4	Mes	Constante
Tiempo para ajustar la bajada del precio	6	Mes	Constante
Precio inicial	100	Dólares/Cajas	Constante
Precio de referencia	100	Dólares/Cajas	Constante
Elasticidad de la demanda	1	Dmnl (Sin dimensión)	Constante
Efecto del precio demanda	EXP(-Elasticidad de la demanda*LN(Precio/Precio de referencia))	Dmnl (Sin dimensión)	Auxiliar
Demanda de referencia	100	Cajas/Mes	Constante
Demanda	Demanda de referencia*Efecto del precio demanda	Cajas/Mes	Auxiliar

3. Ciclo causal

De acuerdo con el enunciado, se puede establecer un diagrama de ciclo causal tal como se ejemplifica en la siguiente imagen:



Donde:

- Precio: es la cantidad de dinero que un comprador está dispuesto a pagar por un producto.
- Cambio en precio: se refiere a la variación o ajuste que se realiza en el valor monetario de un bien.
- Demanda esperada: es la cantidad de bienes que se anticipa que los consumidores adquirirán a un determinado precio en un período de tiempo específico.
- Tiempo para formar expectativas: es el período de tiempo que los consumidores necesitan para desarrollar y ajustar sus expectativas sobre el precio del producto.
- Ingresos objetivo: son los niveles de ingresos que una empresa o individuo desea alcanzar.
- Precio máximo: es el valor más alto que un comprador está dispuesto a pagar por un producto en un determinado mercado y momento.
- Precio objetivo: es el valor monetario al que una empresa o individuo desea vender un producto.
- Tiempo para ajustar la subida del precio: es el período de tiempo necesario para que una empresa o individuo implemente un aumento en el precio de un producto.
- Tiempo para ajustar la bajada del precio: es el período de tiempo necesario para que una empresa o individuo implemente una disminución en el precio de un producto.
- Precio inicial: es el valor monetario asignado a un bien o servicio en el momento de su lanzamiento o Introducción en el mercado.
- Precio de referencia: es el precio utilizado como punto de comparación para evaluar si el precio actual de un bien o servicio es razonable o atractivo para los consumidores.
- Elasticidad de la demanda: es una medida de la sensibilidad de la demanda de un producto ante cambios en su precio.

- Efecto del precio demanda: se refiere a la relación inversa entre el precio de un bien o servicio y la cantidad demandada.
- Demanda de referencia: es la cantidad de bienes o servicios que los consumidores están dispuestos a comprar a un precio específico, teniendo en cuenta la oferta y la competencia en el mercado.
- Demanda: se refiere a la cantidad de bienes o servicios que los consumidores están dispuestos y pueden comprar en un determinado mercado y período de tiempo.

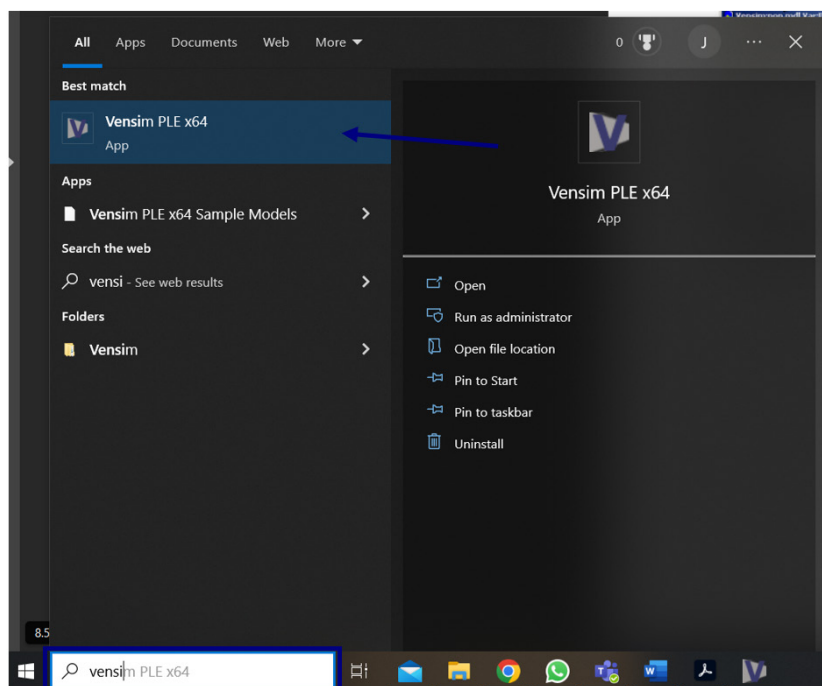
4. Mapa conceptual

A continuación, se presenta un mapa conceptual que sirva como ayuda al entendimiento del Modelo.

5. Pasos para dibujar el modelo

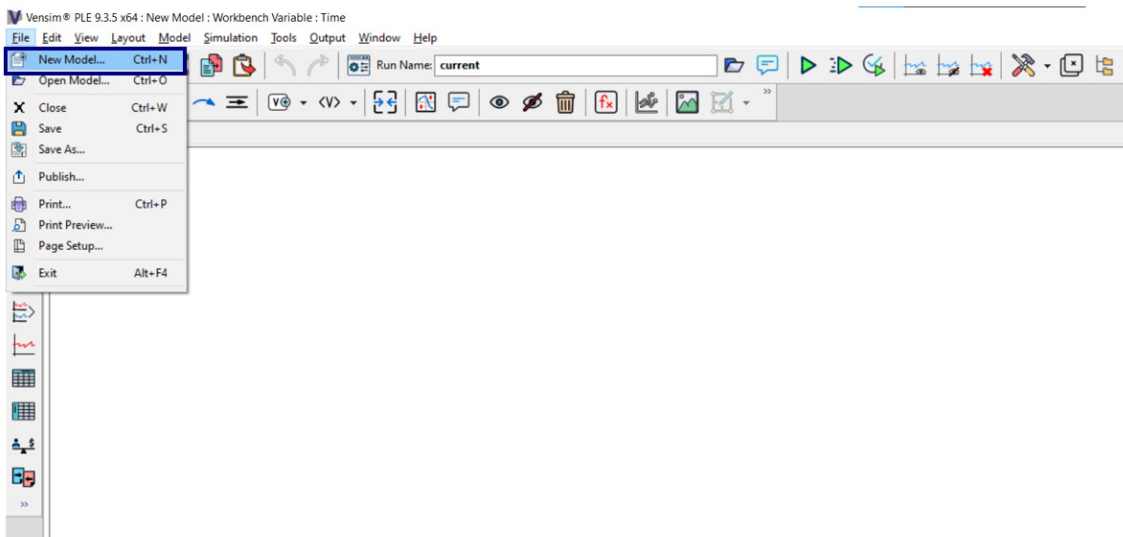
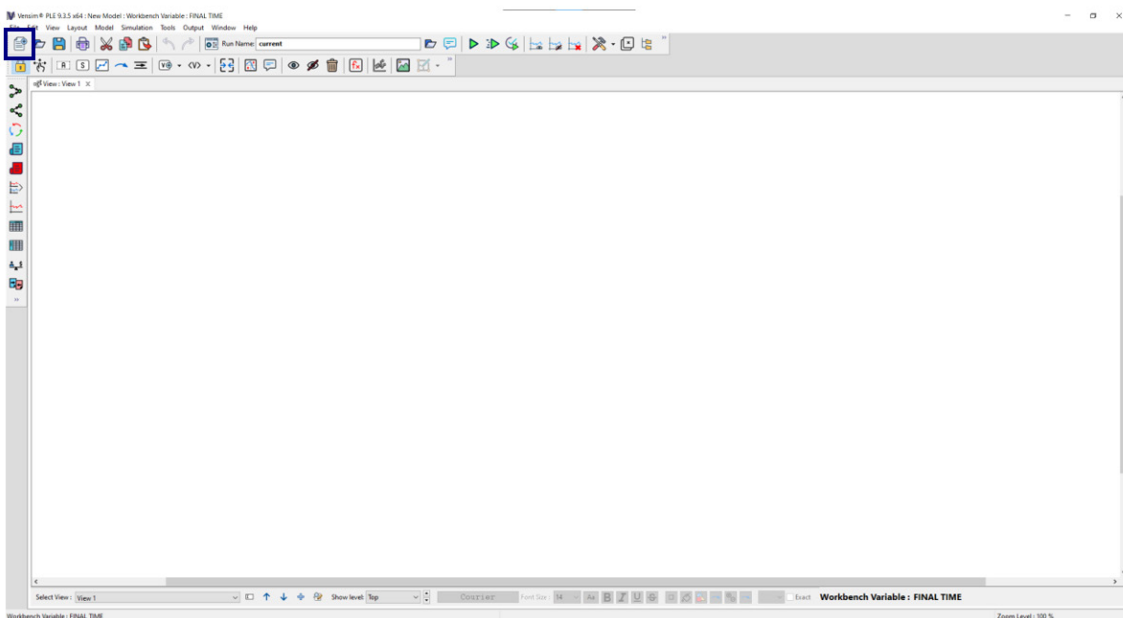


Ingrese a Vensim PLE. Puede acceder a él mediante la barra de búsqueda de su computadora o mediante el acceso directo creado en su escritorio.



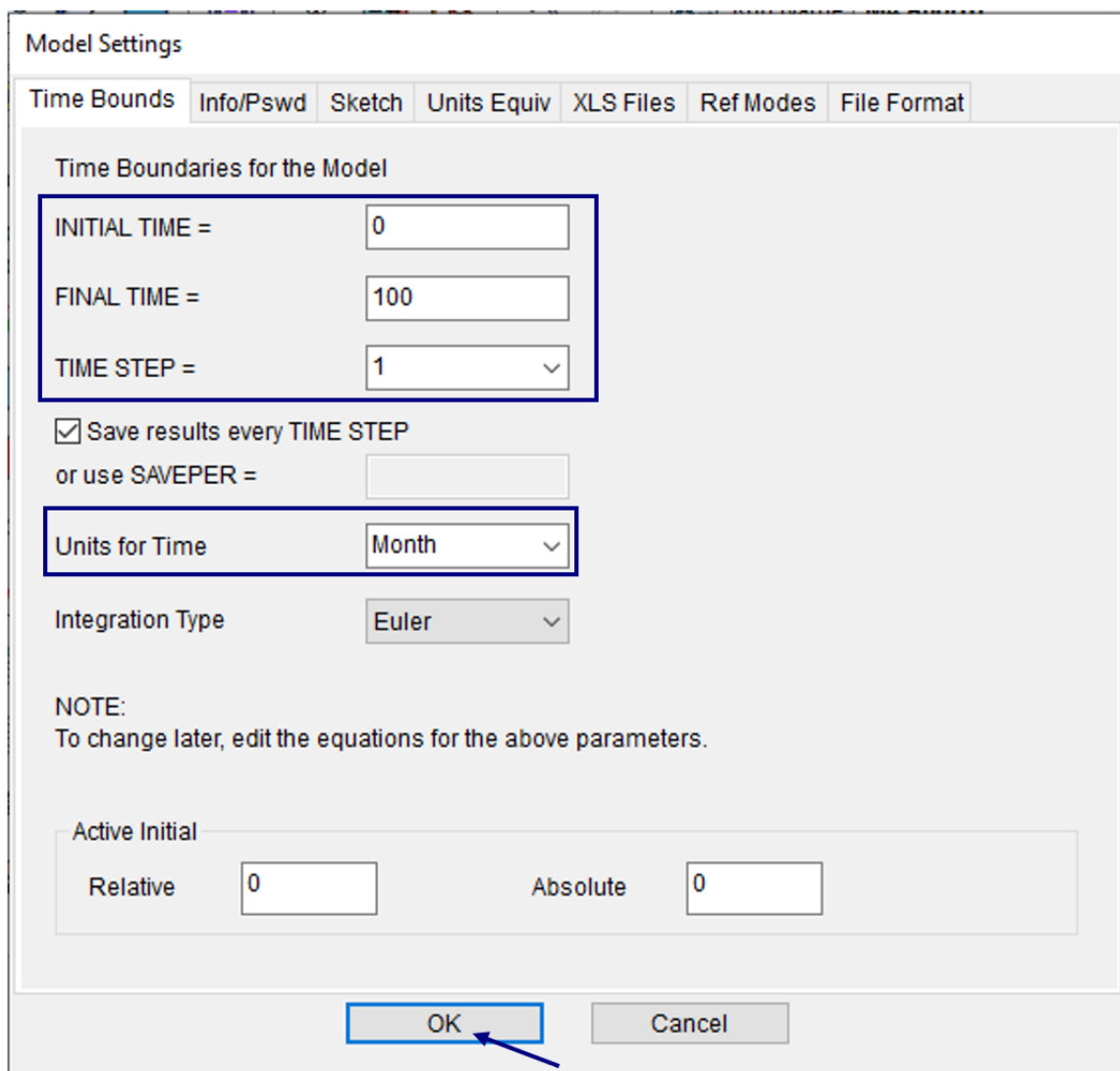
Paso N°2

Para comenzar a crear un nuevo Modelo en Vensim PLE, hay dos opciones. La primera es hacer clic en la opción «New **Model**» ubicada en la ventana principal del programa. La segunda opción es seleccionar la opción «File > New **Model**» en el menú de Archivo que se encuentra en la barra de menú de la ventana principal. Ambas opciones permiten abrir una nueva ventana en blanco para empezar a diseñar y construir el Modelo deseado.



Paso N°3

Para configurar los parámetros de tiempo en el menú de **Model Settings**, ingrese el valor "0" en la opción de Initial Time (tiempo inicial), «100» en la opción Final Time (Tiempo final), seleccione «1» para el Time STEP (Paso de tiempo) y elija «month» para las Units for Time (Unidades de tiempo). Finalmente, haga clic en «**OK**» o presione la tecla «**Enter**» para guardar la configuración.



The screenshot shows the 'Model Settings' dialog box with the 'Time Bounds' tab selected. The 'Time Boundaries for the Model' section contains the following fields:

- INITIAL TIME = 0
- FINAL TIME = 100
- TIME STEP = 1 (dropdown menu)
- Save results every TIME STEP
- or use SAVEPER = (empty text box)
- Units for Time = Month (dropdown menu)
- Integration Type = Euler (dropdown menu)

NOTE:
To change later, edit the equations for the above parameters.

Active Initial

Relative	0	Absolute	0
----------	---	----------	---

At the bottom, the 'OK' button is highlighted with a blue box and an arrow pointing to it, and the 'Cancel' button is visible to its right.

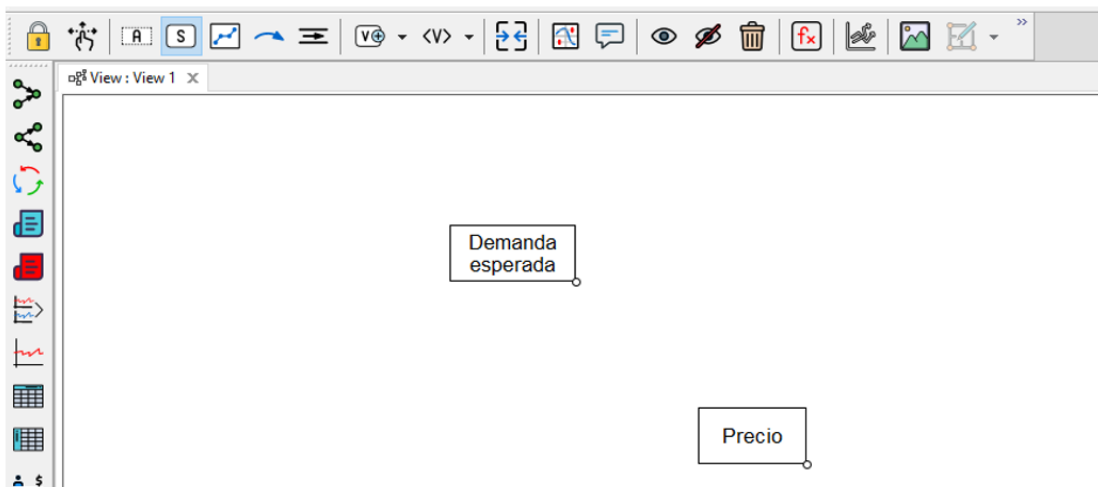
Paso N°4

Para crear las variables de tipo nivel, seleccione el ícono «Stock» y haga clic en el centro del área de dibujo.



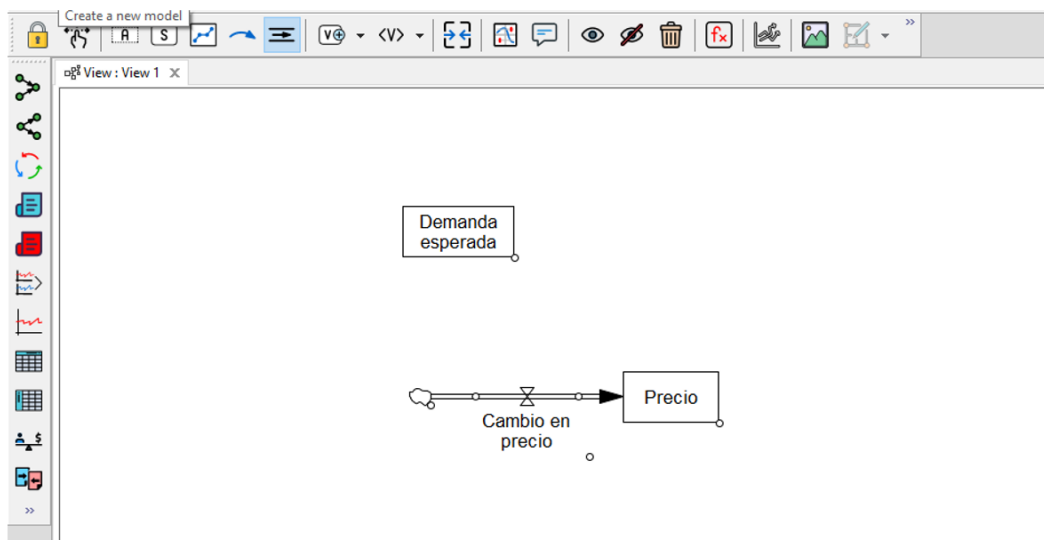
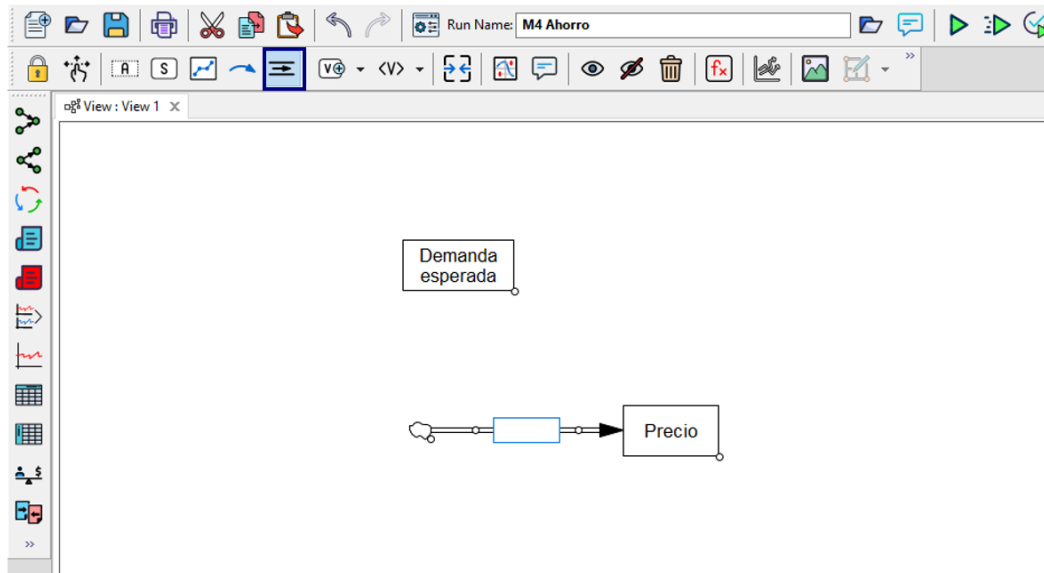
Paso N°5

Escriba el nombre «Demanda esperada» y presione la tecla «Enter». Luego, repita el paso anterior. Después, escriba el nombre «Precio» y presione la tecla «Enter».



Paso N°6

Para crear los flujos de entrada y/o salida, seleccione la herramienta «Flow tool» y haga clic en la parte izquierda del área de dibujo a una distancia no muy lejana de la caja «Precio». Luego, mueva el cursor sobre la variable de tipo nivel «Precio» y haga clic encima de ella. Luego, escriba el nombre "Cambio en precio" y presione la tecla «Enter».

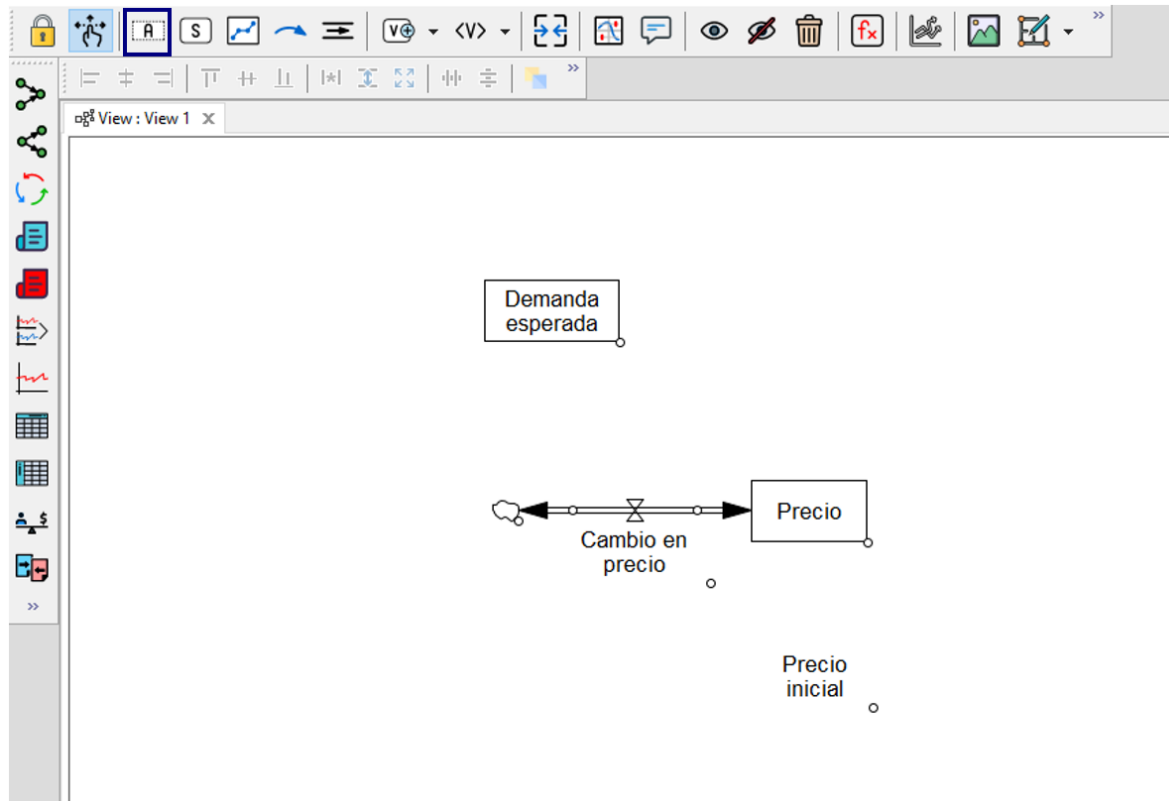


Paso N°7

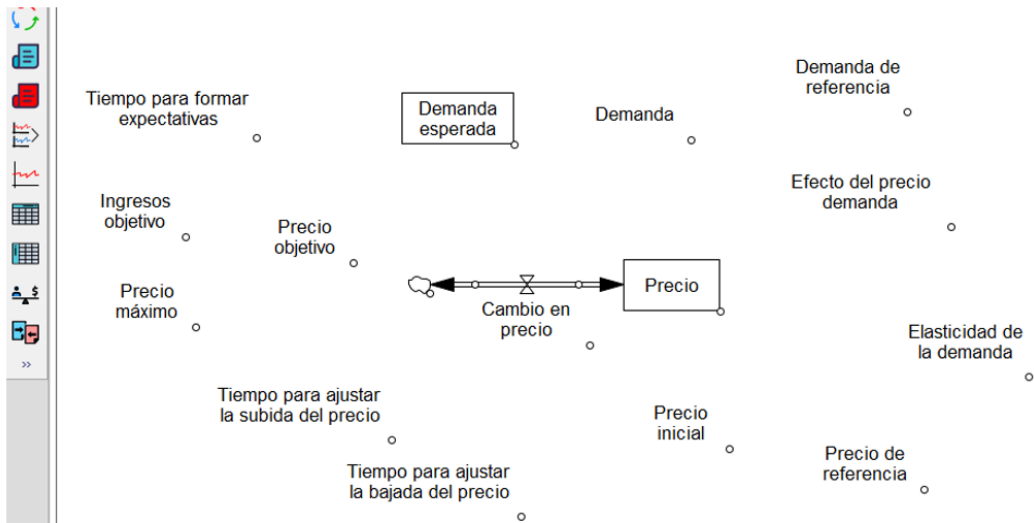
Para establecer un flujo bidireccional, active la herramienta «Flow tool» y haga clic derecho en el punto que está a la izquierda de la válvula. Luego, marque la casilla «Arrow head». Al final, debe obtener lo siguiente: Para crear las variables auxiliares

Paso N°8

y/o constantes, seleccione el ícono «Variable» y haga clic en la zona de dibujo debajo de la variable de tipo nivel «*Precio*». Después, escriba «*Precio inicial*» y presione la tecla «**Enter**».

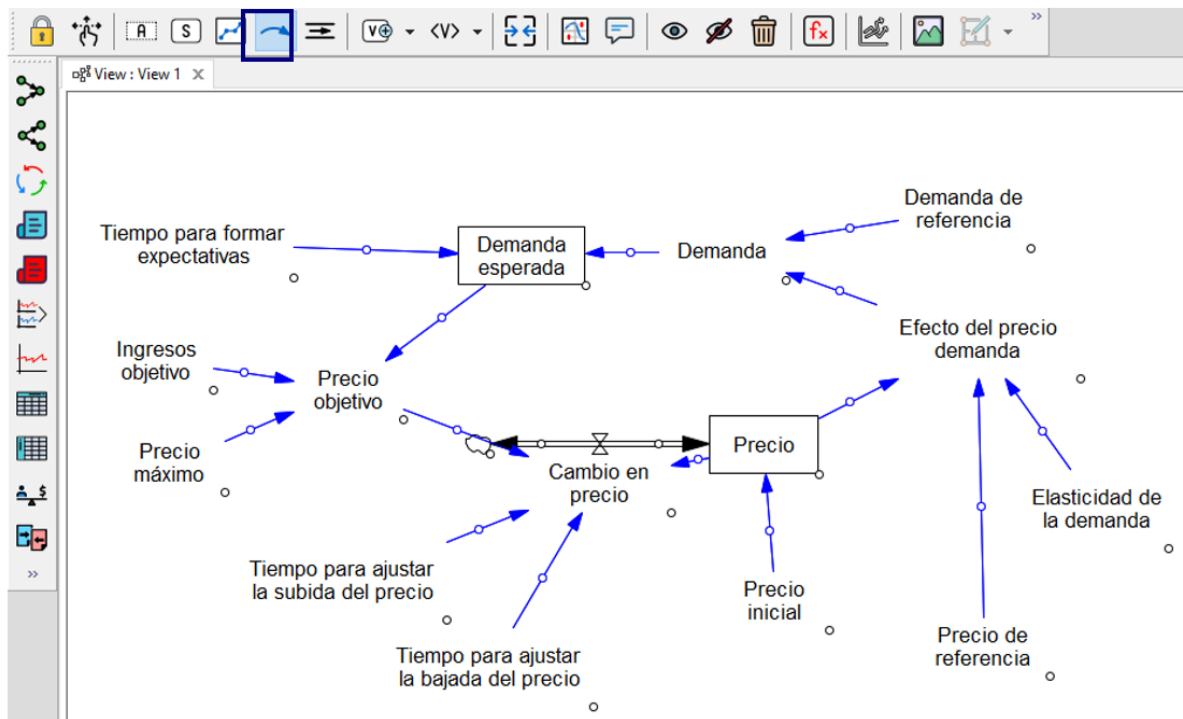


Repita este mismo paso para las otras variables. Al culminar este paso deberá obtener lo siguiente:



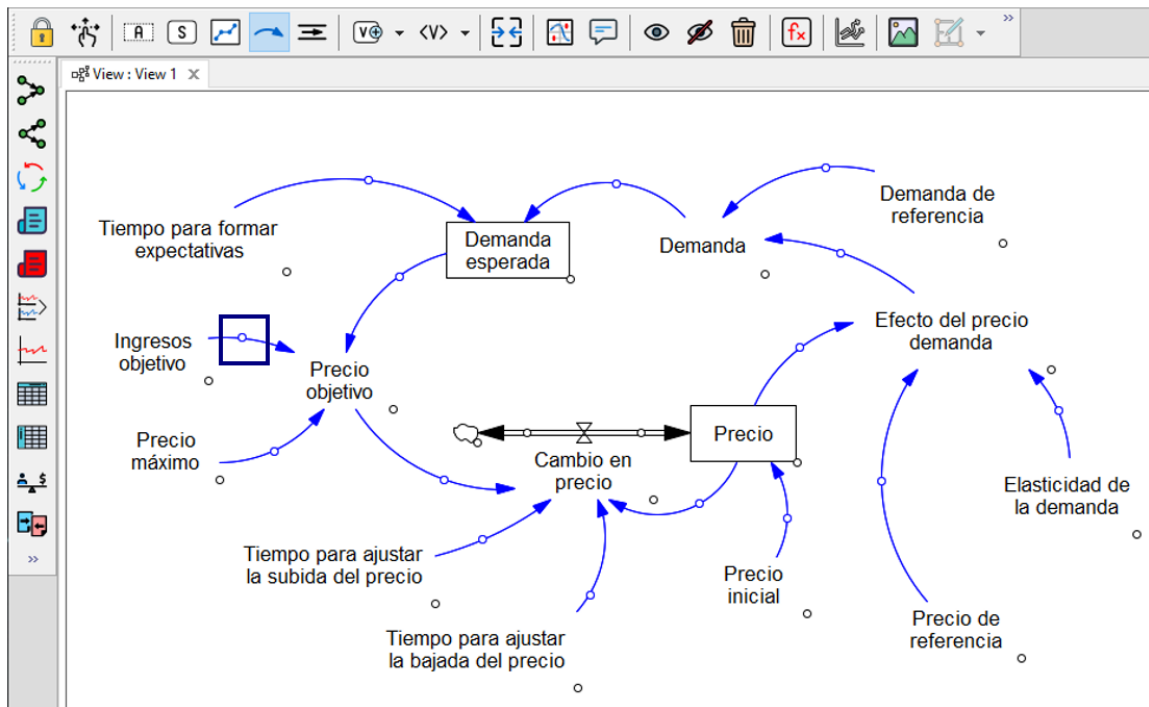
Paso N°9

Para vincular las distintas variables que afectan al sistema en estudio, seleccione el ícono «**Arrow tool**» y haga clic sobre «Demanda esperada». Posteriormente, realice otro clic encima de «Precio objetivo». De esta manera, se genera una flecha que apunta a la segunda variable. Repita el mismo procedimiento para las siguientes relaciones:



Paso N° 10

Para crear arcos, sitúe el cursor en el punto medio de la flecha. Luego haga clic y manteniéndolo, arrastre hacia los lados. Suelte el clic cuando tenga la curvatura deseada.



Paso N° 11

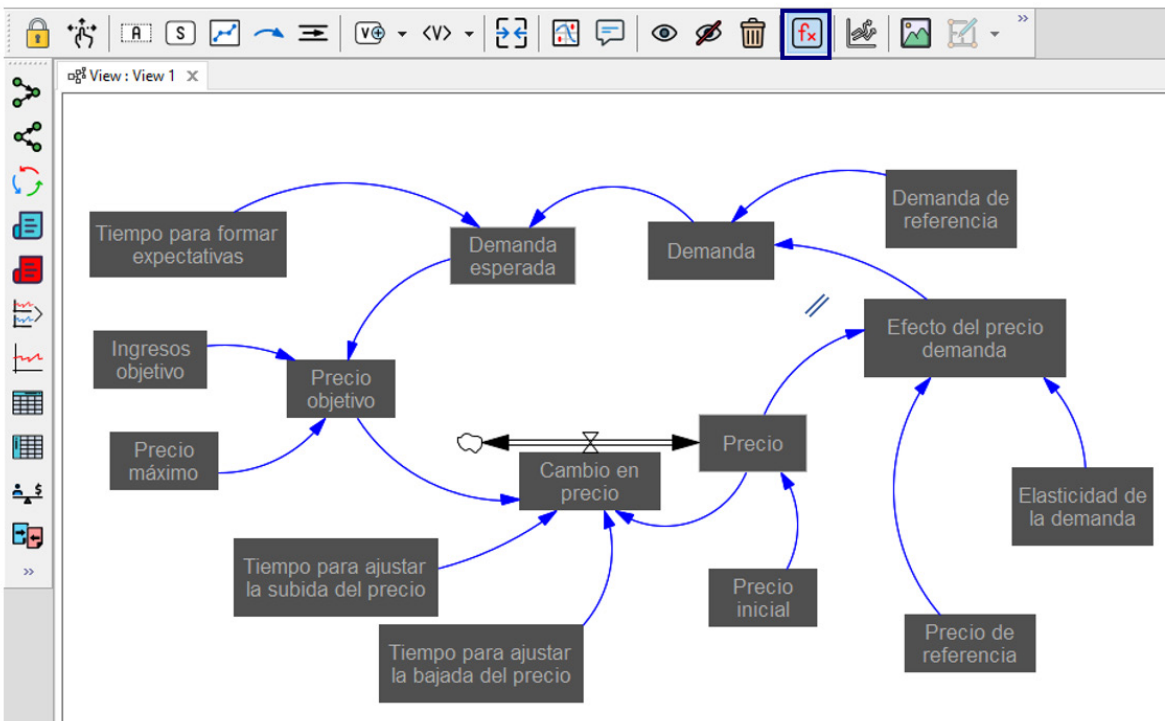
Es importante recordar guardar su trabajo a medida que construye el Modelo, ya que pueden ocurrir situaciones inesperadas. Para guardar su trabajo, haga clic en el ícono «**Save Model**». A continuación, se abrirá una ventana en la que deberá indicar la ubicación donde desea guardar el archivo y asignarle un nombre específico.



6. Pasos para Introducir las ecuaciones

Paso N°1

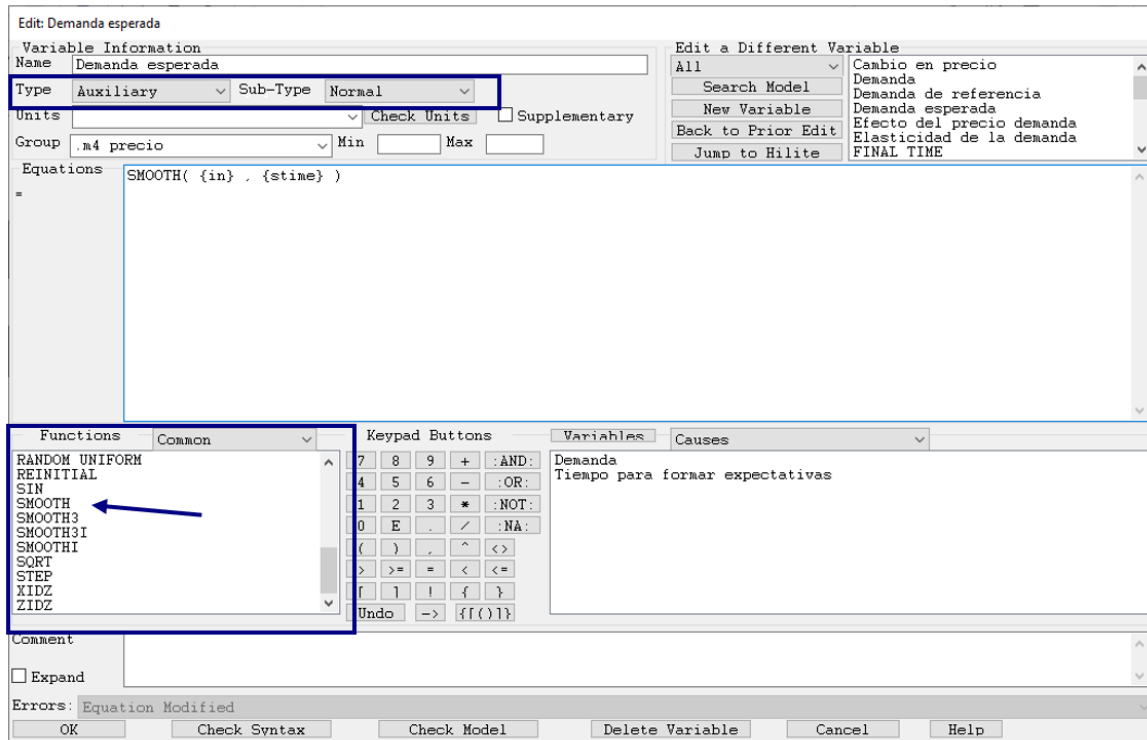
Al hacer clic en el ícono «**Equation tool**», todas las variables se resaltan en color gris para aquellas que no han sido definidas o están incompletas. Una vez que se completan las ecuaciones para cada variable, las partes resaltadas desaparecerán.



Paso N°2

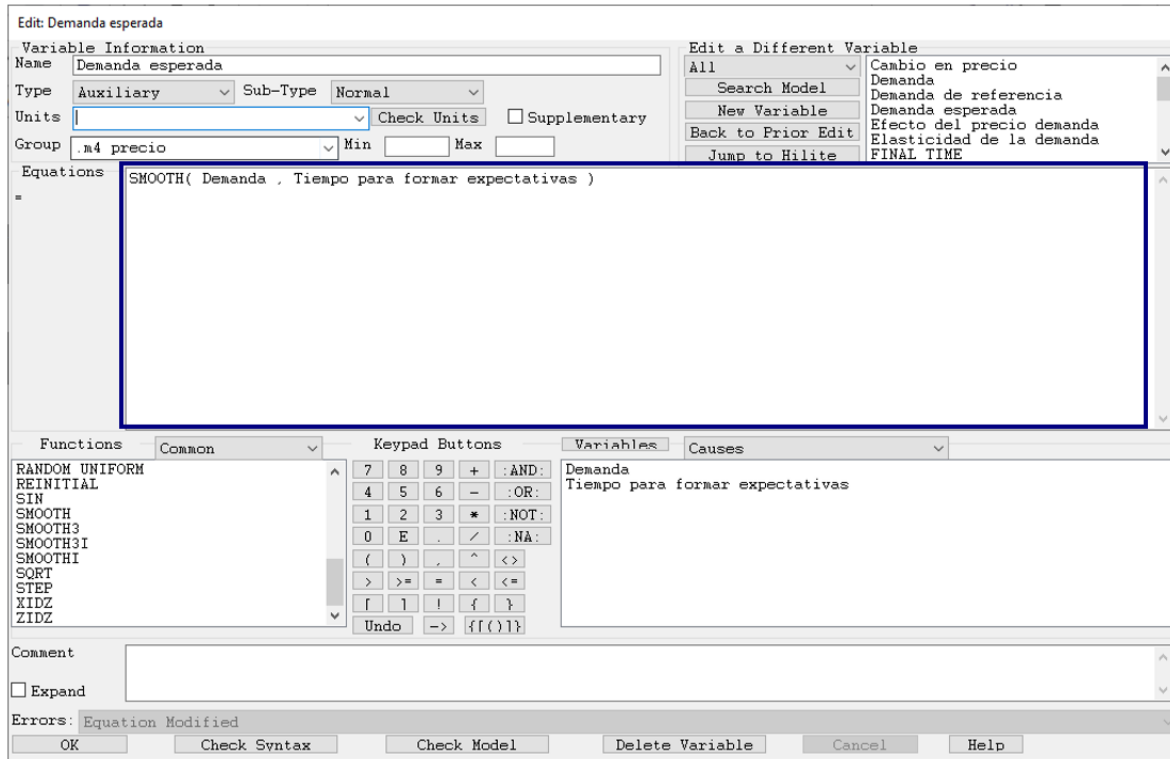
Haga clic sobre la variable «*Demanda esperada*». Esto lo llevará al editor de las ecuaciones. Se puede observar que en el parte superior izquierdo muestra el nombre de la variable activa y en la parte central derecha aparece la lista de variables que se encuentran conectadas a este mismo. Para Modelar el comportamiento de esta variable, se empleará la función «SMOOTH». La función SMOOTH necesita de dos parámetros. El primer parámetro indica la función a suavizar y el segundo parámetro indica el tiempo que durará esta suavización.

Primero, cambie a «**Auxiliary**» en Type y luego, busque la función «SMOOTH» en el cuadro de «**Functions**» y haga clic en ella.

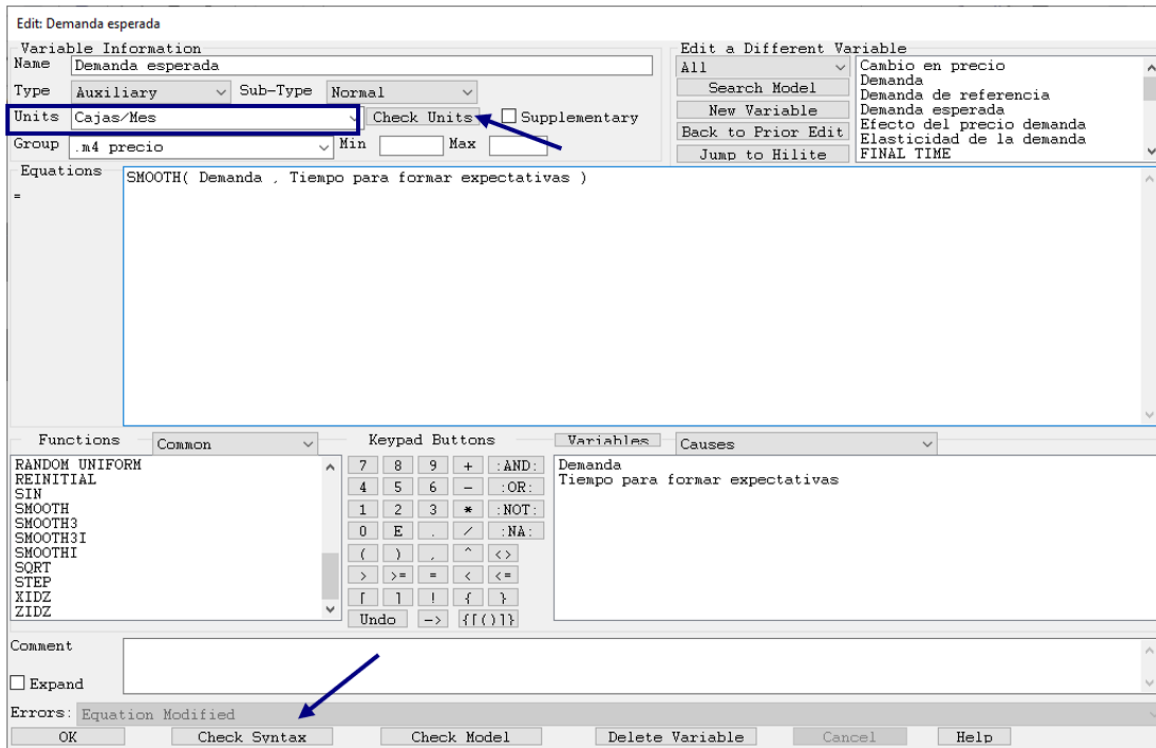


Paso N°3

Para escribir la ecuación, colóquese en el cuadro que está situada al lado de «**Equations**» y escriba «SMOOTH (Demanda , Tiempo para formar expectativas)». Existe otra alternativa que es hacer clic en la lista de variables y colocar los signos matemáticos según el orden de la operación. Puede incluir espacios en blanco para una mejor lectura; sin embargo, este no afecta a la ecuación.

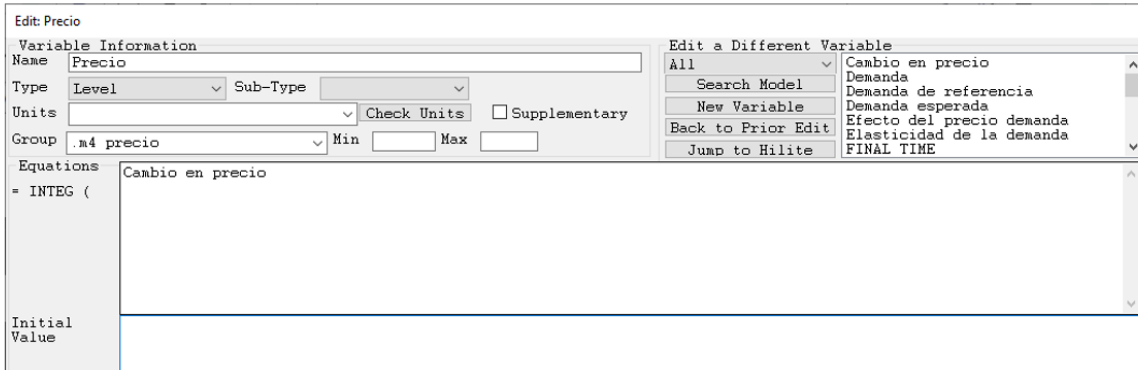


Escriba «Cajas/Mes» en el cuadro de las unidades (**Units**). Verifique que la unidad está correcta haciendo clic en «**Check Units**». Finalmente, haga clic en «**Check Syntax**» para verificar que la ecuación está escrita correctamente y cierre el editor de ecuaciones pulsando en el botón «**OK**». Podrá observar que el resalto en color gris se desaparece, ya que no existen errores con la estructura y/o la ecuación.



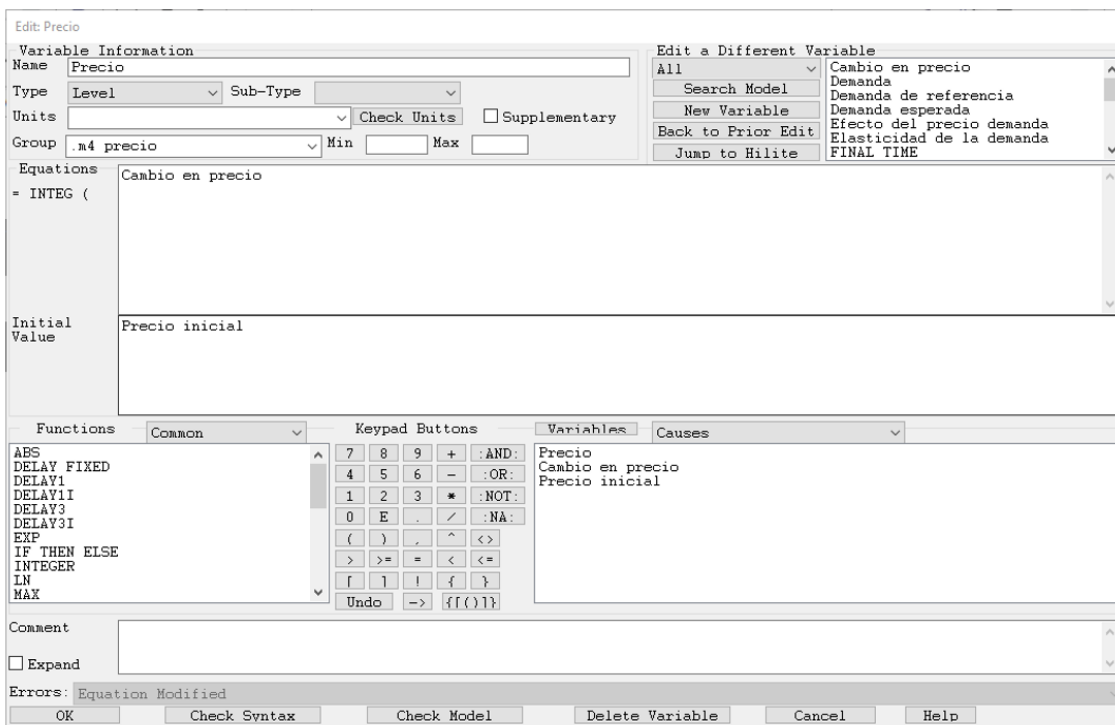
Paso N°5

Haga clic en «Precio» y podrá observar que Vensim automáticamente escribió la ecuación, ya que en el Modelo conectamos dos flujos junto a la variable de tipo nivel. Cabe destacar que para Vensim, los flujos de entrada son considerados como positivo y los flujos de salida son considerados como negativo. Si los flujos son invertidos, entonces tendrá que escribir la ecuación manualmente. En este caso, la ecuación está bien escrita, ya que solamente tenemos un flujo.



Paso N°6

Haga clic en el cuadro de «**Initial Value**» y escriba «Precio inicial» para establecer el precio inicial de los artefactos cuando el tiempo equivale a cero.



Paso N°7

Escriba «dólares/Cajas» en el cuadro de «**Units**». Verifique que la unidad está correcta haciendo clic en «**Check Units**». Luego, haga clic en «**Check Syntax**» para verificar que la ecuación está escrita correctamente y cierre el editor de ecuaciones pulsando en

el botón «OK». Podrá observar que el resalto en color gris se desaparece, ya que no existen errores con la estructura y/o la ecuación.

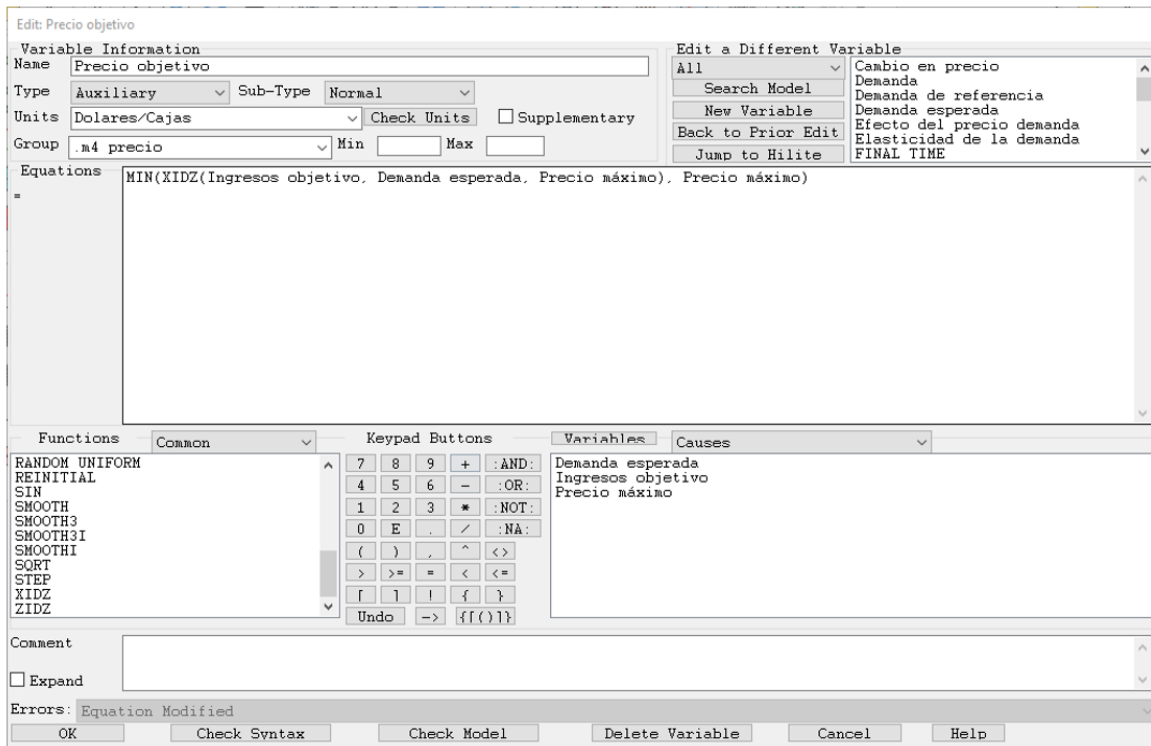
Paso N°8

Haga clic en «*Precio objetivo*» y escriba el número «MIN(XIDZ (Ingresos objetivo, Demanda esperada, Precio máximo), Precio máximo)» en el cuadro de «Equations».

Nota: La función MIN(A, B) retorna o devuelve el valor que es menor entre el A y B. Por otro lado, la función XIDZ(A, B, X) devuelve A dividido por B. Si B es cero, entonces devuelve X.

Paso N°9

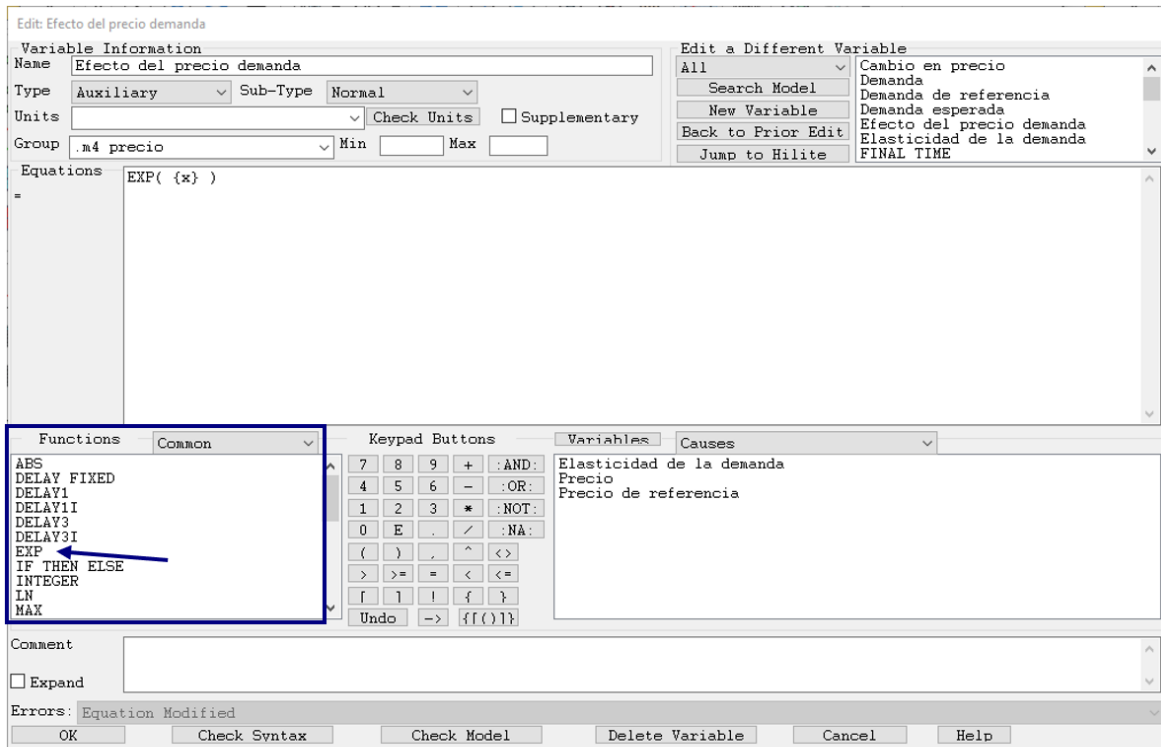
Escriba «dólares/Cajas» en el cuadro de «Units». Verifique que la unidad está correcta haciendo clic en «**Check Units**». Luego, haga clic en «**Check Syntax**» para verificar que la ecuación está escrita correctamente y cierre el editor de ecuaciones pulsando en el botón «**OK**». Podrá observar que el resalto en color gris se desaparece, ya que no existen errores con la estructura y/o la ecuación.



Paso N°10

Haga clic en «*Efecto del precio demanda*» y en el editor de ecuaciones, busque la función «EXP» en el cuadro de funciones, posteriormente, realice clic en ella.

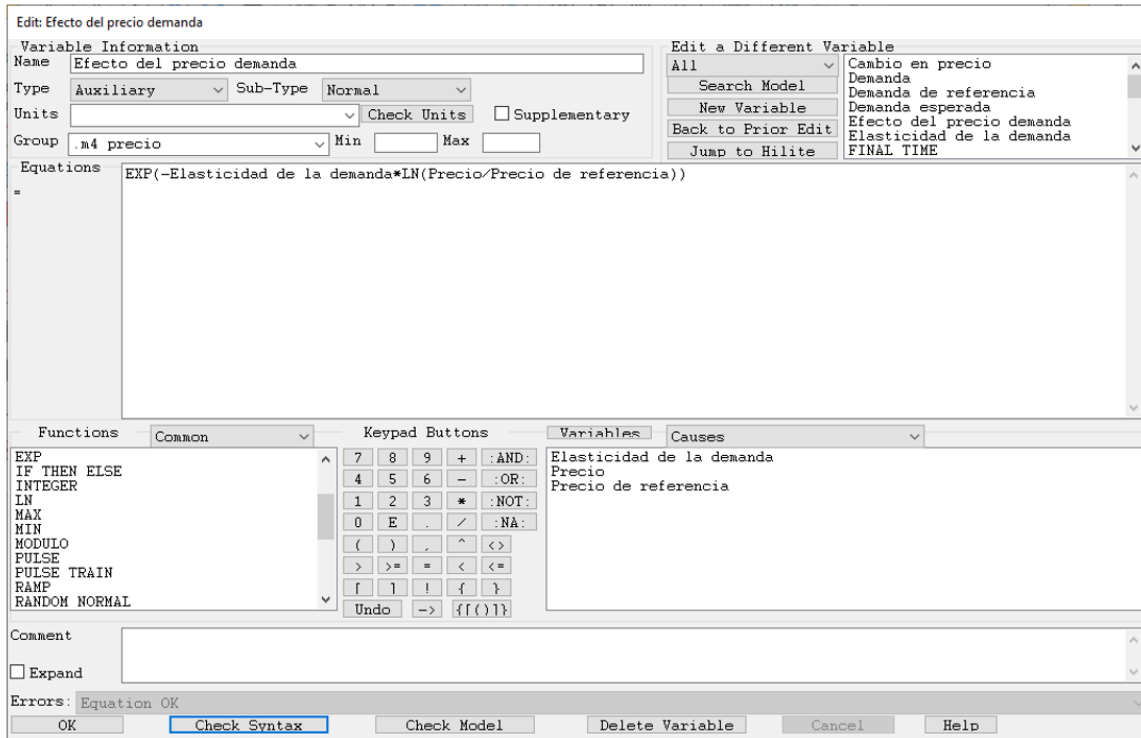
Nota: La función EXP(X) devuelve Euler(e) elevado a la X.



Paso N°11

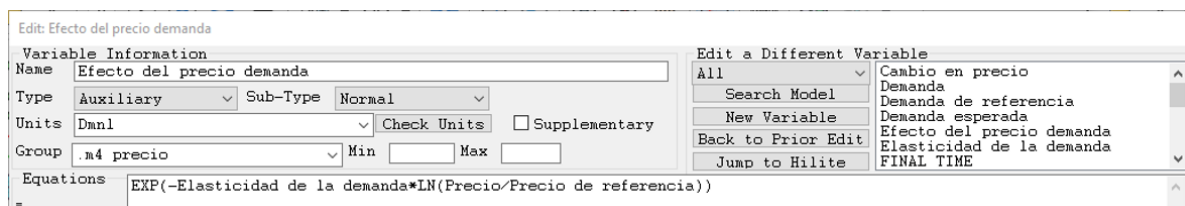
Luego escriba « $\text{EXP}(-\text{Elasticidad de la demanda} * \text{LN}(\text{Precio} / \text{Precio de referencia}))$ » en el cuadro de «**Equations**».

Nota: La función $\text{LN}(X)$ devuelve el logaritmo natural de X .



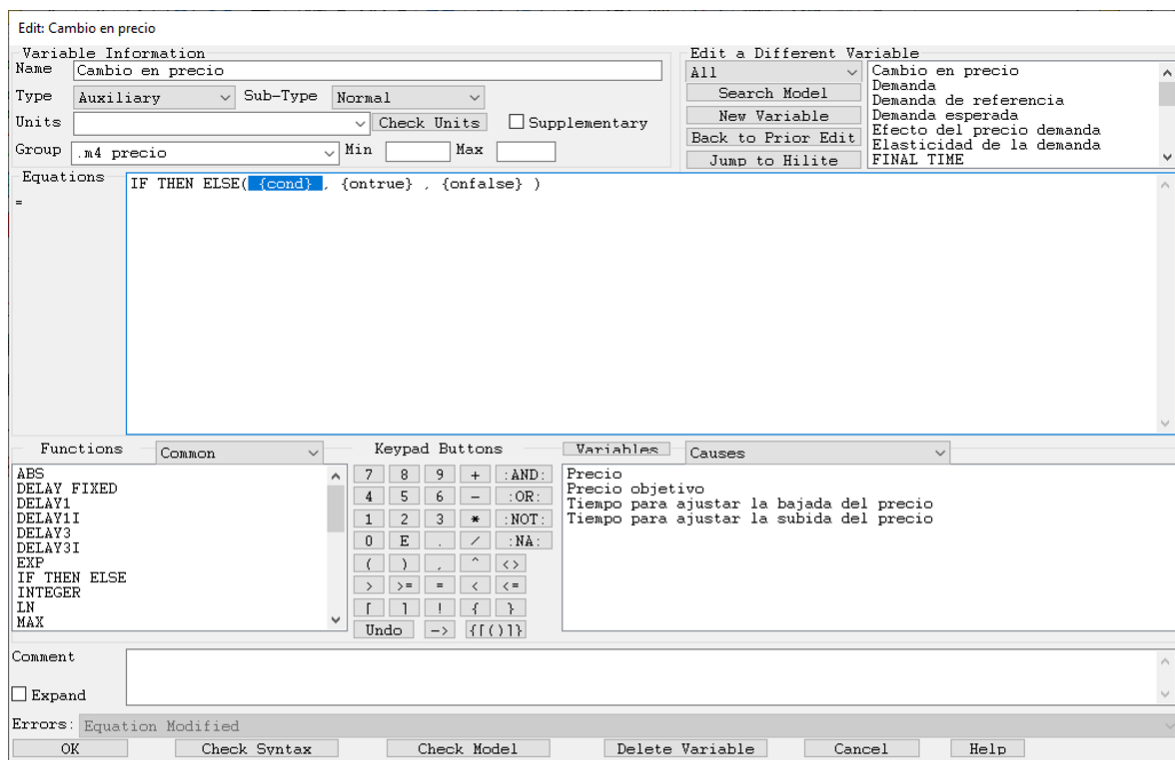
Paso N° 12

Escriba «Dmnl» (Sin dimensión) en el cuadro de «**Units**». Verifique que la unidad está correcta haciendo clic en «**Check Units**». Luego, haga clic en «**Check Syntax**» para verificar que la ecuación está escrita correctamente y cierre el editor de ecuaciones pulsando en el botón «**OK**». Podrá observar que el resalto en color gris se desaparece, ya que no existen errores con la estructura y/o la ecuación.



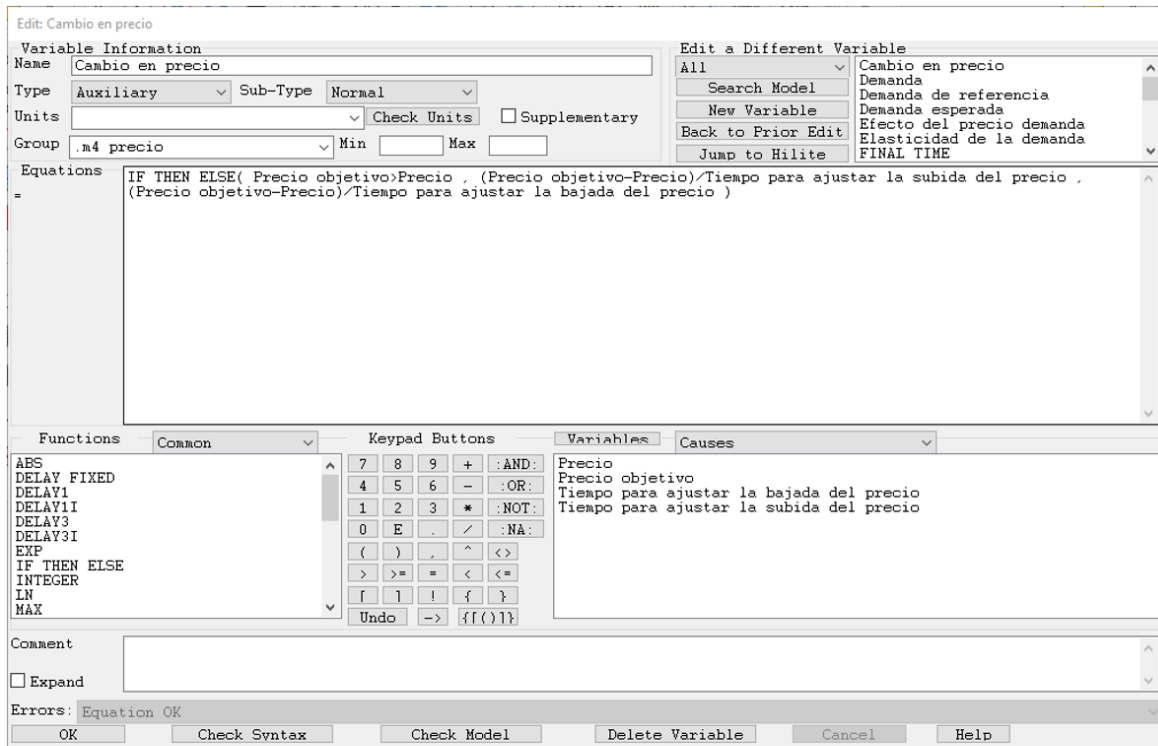
Paso N° 13

Haga clic en «Cambio en precio» y se abrirá el editor de ecuaciones. Para Modelar el comportamiento de esta variable, se empleará la función «IF THEN ELSE». Esta función tiene tres parámetros. El primer parámetro indica la condición que se evaluará, el segundo parámetro indica el valor que tomará esta variable si cumple con la condición establecida en el primer parámetro y el tercer parámetro indica el valor que tomará si no cumple con la condición. Para usar esta función, situé el cursor en la sección de «Funtions» y haga clic sobre «IF THEN ELSE».



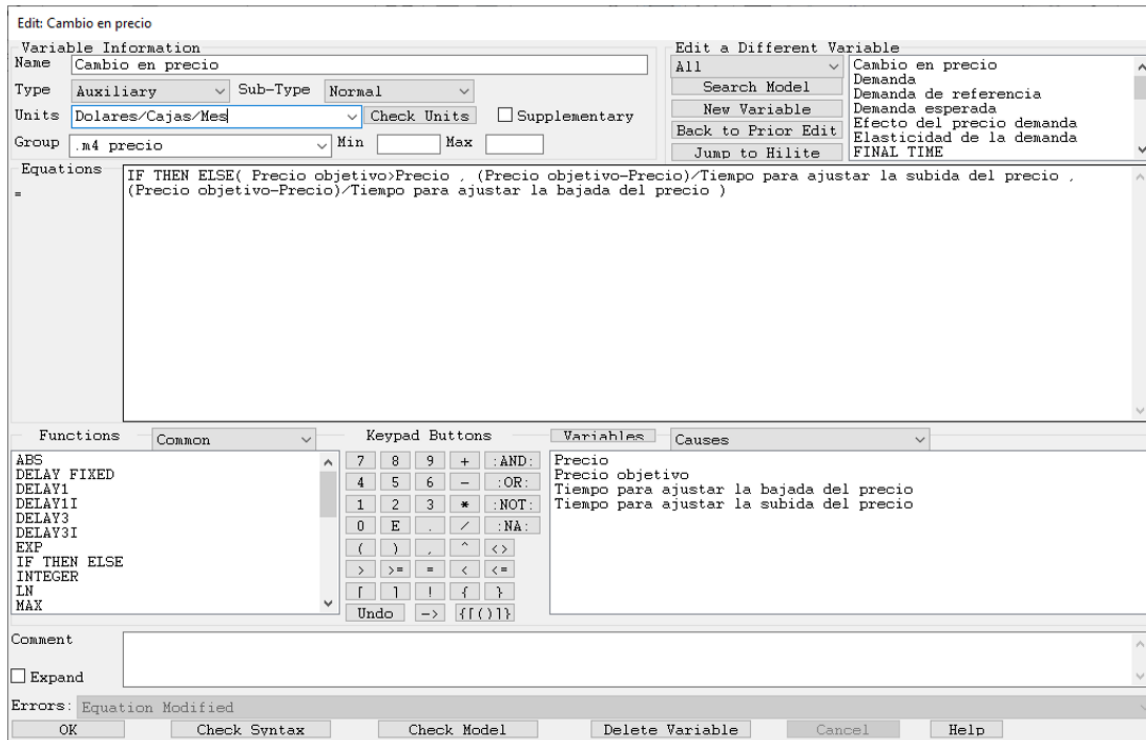
Paso N° 14

Colóquese en el cuadro que está situada al lado de «Equations» y escriba “IF THEN ELSE(Precio objetivo>Precio, (Precio objetivo-Precio)/Tiempo para ajustar la subida del precio, (Precio objetivo-Precio)/Tiempo para ajustar la bajada del precio)”. Existe otra alternativa que es hacer clic en la lista de variables y colocar los signos matemáticos según el orden de la operación. Puede incluir espacios en blanco para una mejor lectura; sin embargo, este no afecta a la ecuación.



Paso N° 15

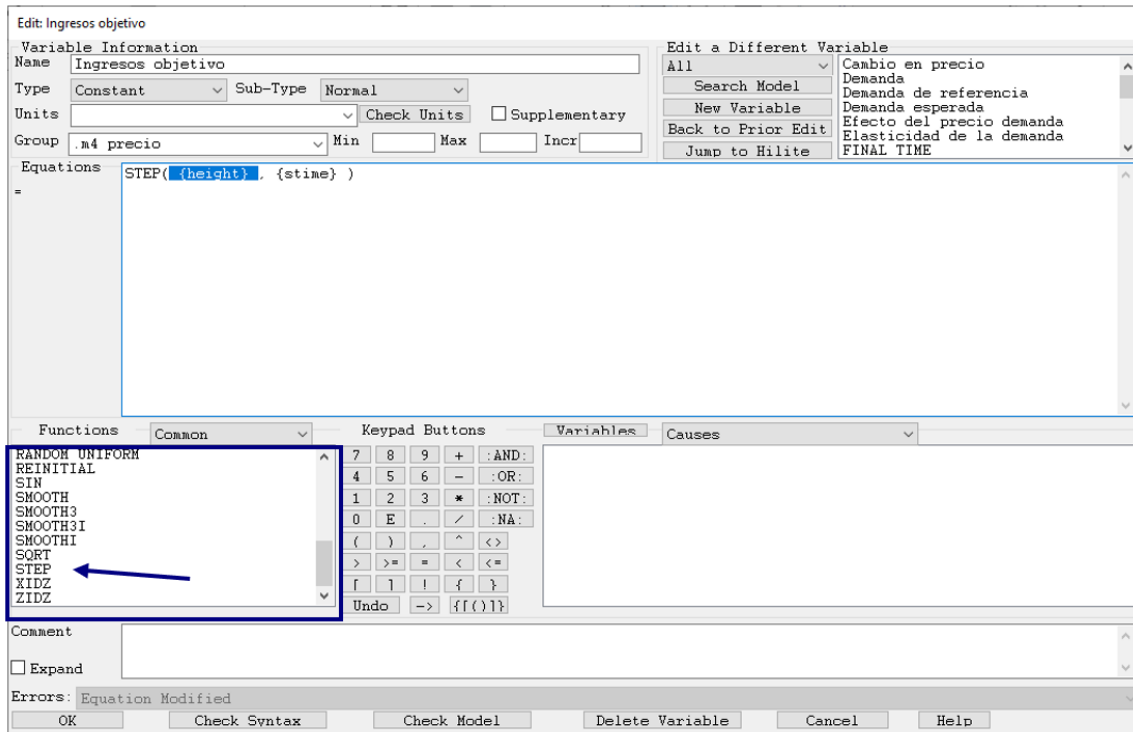
Escriba «dólares/Cajas/Mes» en el cuadro de «**Units**». Verifique que la unidad está correcta haciendo clic en «**Check Units**». Luego, haga clic en «**Check Syntax**» para verificar que la ecuación está escrita correctamente y cierre el editor de ecuaciones pulsando en el botón «**OK**». Podrá observar que el resalto en color gris se desaparece, ya que no existen errores con la estructura y/o la ecuación.



Paso N°16

Haga clic en «Ingresos objetivo» y en el editor de ecuaciones, busque la función «**STEP**» en el cuadro de funciones, posteriormente, realice clic en ella.

Nota: La función **STEP** (A, B) devuelve 0 hasta que el tiempo llegue a B y para los tiempos posteriores a B, devuelve el valor de A.



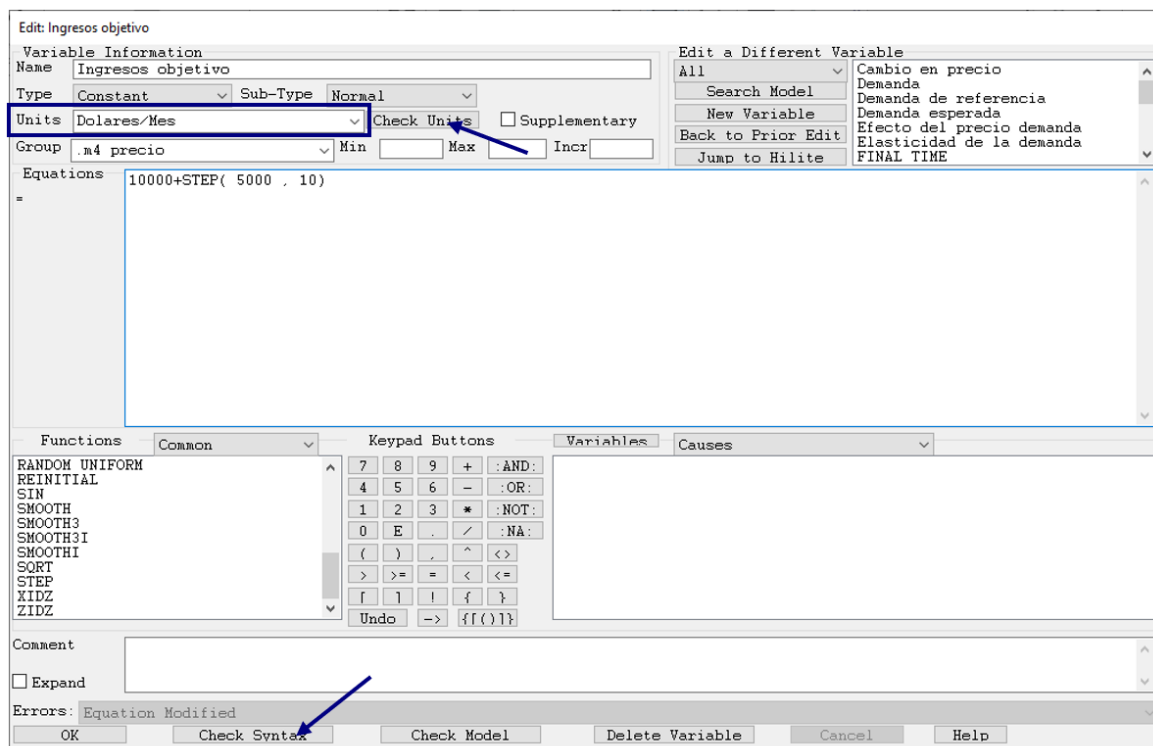
Paso N°17

Luego escriba «10000 + **STEP** (5000 , 10)».



Paso N° 18

Escriba «dólares/Mes» en el cuadro de «**Units**». Verifique que la unidad está correcta haciendo clic en «**Check Units**». Luego, haga clic en «**Check Syntax**» para verificar que la ecuación está escrita correctamente y cierre el editor de ecuaciones pulsando en el botón «**OK**». Podrá observar que el resalto en color gris se desaparece, ya que no existen errores con la estructura y/o la ecuación.



Paso N° 19

Repita los pasos que sean necesarios para completar las ecuaciones restantes con los procedimientos ante descritos. Debe tomar en cuenta que, al finalizar, todas las variables no deben estar resaltadas de color gris en el dibujo del Modelado y recuerde revisar la sintaxis de la ecuación antes de cerrar el editor de ecuaciones. Al final, debe obtener lo siguiente:

Edit: Tiempo para formar expectativas

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Tiempo para formar expectativas	All	Cambio en precio
Type	Constant Sub-Type Normal	Search Model	Demanda
Units	Mes Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	New Variable	Demanda de referencia
Group	.n4 precio Min Max Incr	Back to Prior Edit	Demanda esperada
		Jump to Hilito	Efecto del precio demanda
			Elasticidad de la demanda
			FINAL TIME

Equations 6

Functions Common Keypad Buttons Variables Causes

ABS
DELAY FIXED
DELAY1
DELAY1I
DELAY3
DELAY3I
EXP
IF THEN ELSE
INTEGER
LN
MAX

Keypad Buttons: 7 8 9 + :AND: 4 5 6 - :OR: 1 2 3 * :NOT: 0 E . / :NA: () , ^ <> > >= = < <= f 1 | f } Undo -> {{()}}

Comment

Expand

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel Help

Edit: Precio máximo

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Precio máximo	All	Cambio en precio
Type	Constant Sub-Type Normal	Search Model	Demanda
Units	Dolares/Cajas Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	New Variable	Demanda de referencia
Group	.n4 precio Min Max Incr	Back to Prior Edit	Demanda esperada
		Jump to Hilito	Efecto del precio demanda
			Elasticidad de la demanda
			FINAL TIME

Equations 25000

Functions Common Keypad Buttons Variables Causes

ABS
DELAY FIXED
DELAY1
DELAY1I
DELAY3
DELAY3I
EXP
IF THEN ELSE
INTEGER
LN
MAX

Keypad Buttons: 7 8 9 + :AND: 4 5 6 - :OR: 1 2 3 * :NOT: 0 E . / :NA: () , ^ <> > >= = < <= f 1 | f } Undo -> {{()}}

Comment

Expand

Errors: Equation OK

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel Help

Edit: Tiempo para ajustar la bajada del precio

Variable Information
 Name: Tiempo para ajustar la bajada del precio
 Type: Constant Sub-Type: Normal
 Units: Mes Check Units: Supplementary:
 Group: .m4 precio Min: Max: Incr:

Edit a Different Variable
 All: Cambio en precio, Demanda, Demanda de referencia, Demanda esperada, Efecto del precio demanda, Elasticidad de la demanda, FINAL TIME

Equations: []

Functions Common Keypad Buttons Variables Causes

ABS, DELAY FIXED, DELAY1, DELAY11, DELAY3, DELAY31, EXP, IF THEN ELSE, INTEGER, LN, MAX

Keypad Buttons: 7 8 9 + :AND:, 4 5 6 - :OR:, 1 2 3 * :NOT:, 0 E . / :NA:, () , ^ <>, > >= = < <=, f 1 ! f }, Undo -> {{()}}

Comment: Expand

Errors: Equation OK

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel Help

Edit: Demanda

Variable Information
 Name: Demanda
 Type: Auxiliary Sub-Type: Normal
 Units: Cajas/Mes Check Units: Supplementary:
 Group: .m4 precio Min: Max:

Edit a Different Variable
 All: Cambio en precio, Demanda, Demanda de referencia, Demanda esperada, Efecto del precio demanda, Elasticidad de la demanda, FINAL TIME

Equations: Demanda de referencia*Efecto del precio demanda

Functions Common Keypad Buttons Variables Causes

ABS, DELAY FIXED, DELAY1, DELAY11, DELAY3, DELAY31, EXP, IF THEN ELSE, INTEGER, LN, MAX

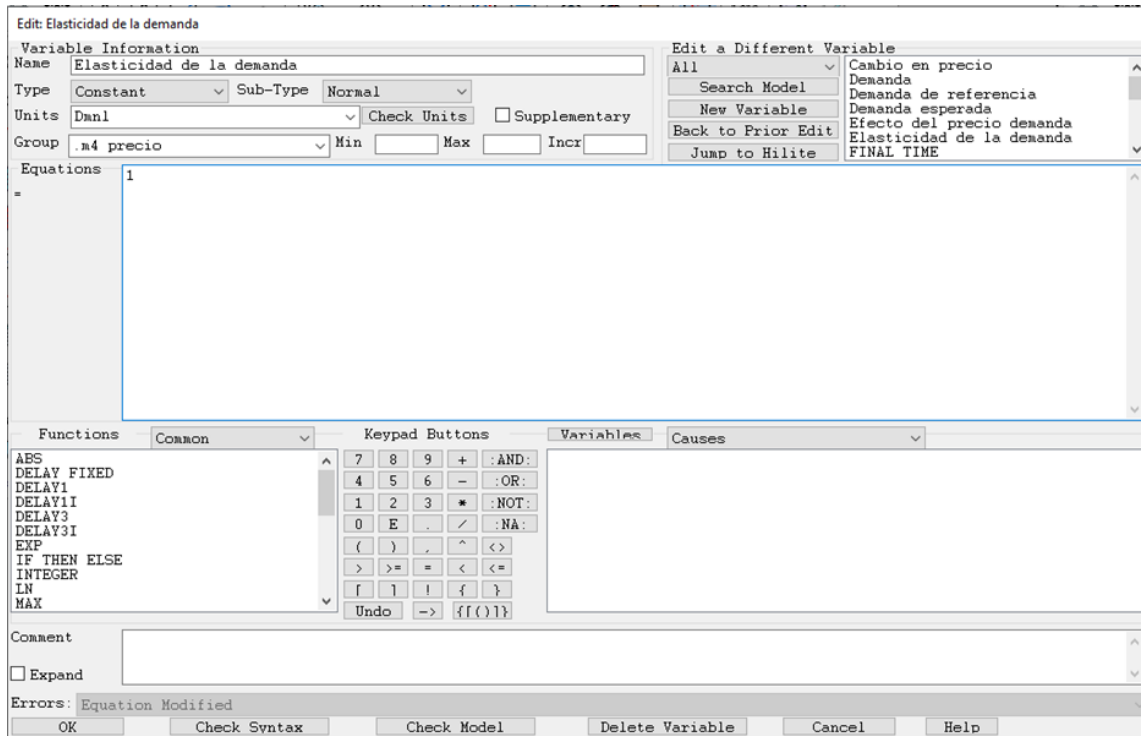
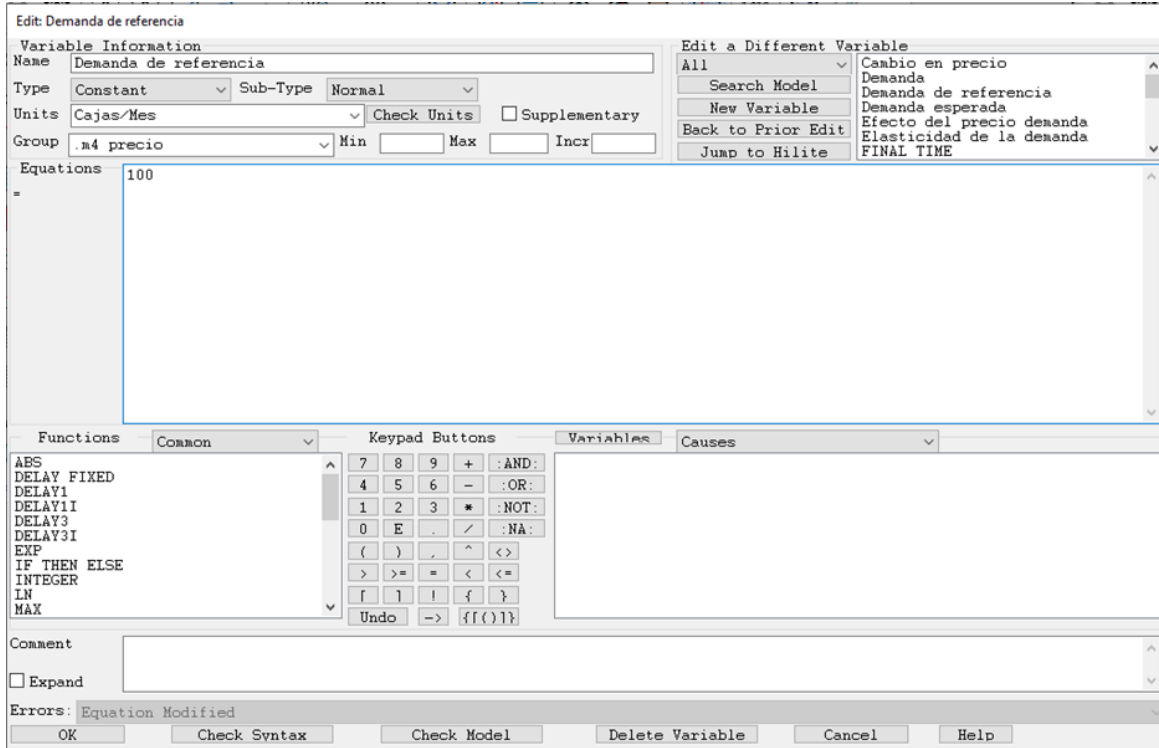
Keypad Buttons: 7 8 9 + :AND:, 4 5 6 - :OR:, 1 2 3 * :NOT:, 0 E . / :NA:, () , ^ <>, > >= = < <=, f 1 ! f }, Undo -> {{()}}

Variables: Demanda de referencia, Efecto del precio demanda

Comment: Expand

Errors: Equation OK

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel Help



Edit: Precio de referencia

Variable Information
 Name: Precio de referencia
 Type: Constant Sub-Type: Normal
 Units: Dolares/Cajas Check Units Supplementary
 Group: .n4 precio Min: Max: Incr:

Edit a Different Variable
 All: Cambio en precio, Demanda, Demanda de referencia, Demanda esperada, Efecto del precio demanda, Elasticidad de la demanda, FINAL TIME

Equations: 100

Functions: Common Keypad Buttons Variables Causes

Comment: Expand

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel Help

Edit: Precio inicial

Variable Information
 Name: Precio inicial
 Type: Constant Sub-Type: Normal
 Units: Dolares/Cajas Check Units Supplementary
 Group: .n4 precio Min: Max: Incr:

Edit a Different Variable
 All: Cambio en precio, Demanda, Demanda de referencia, Demanda esperada, Efecto del precio demanda, Elasticidad de la demanda, FINAL TIME

Equations: 100

Functions: Common Keypad Buttons Variables Causes

Comment: Expand

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel Help

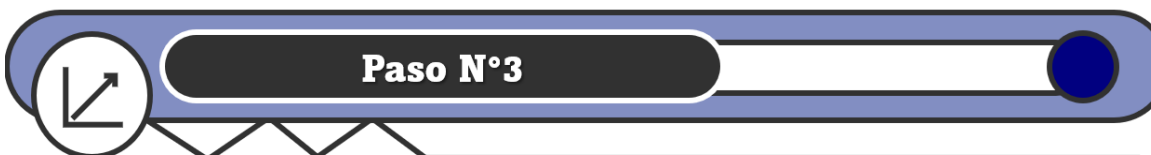
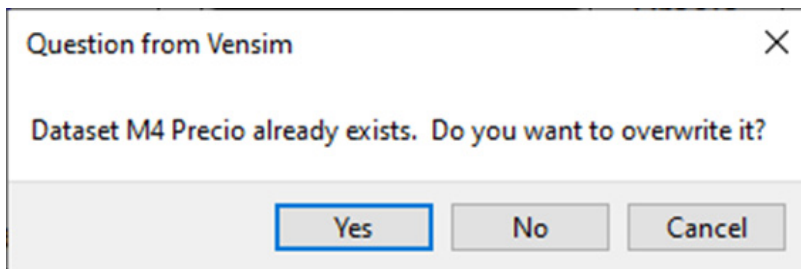
1. Pasos para la simulación y análisis de resultados



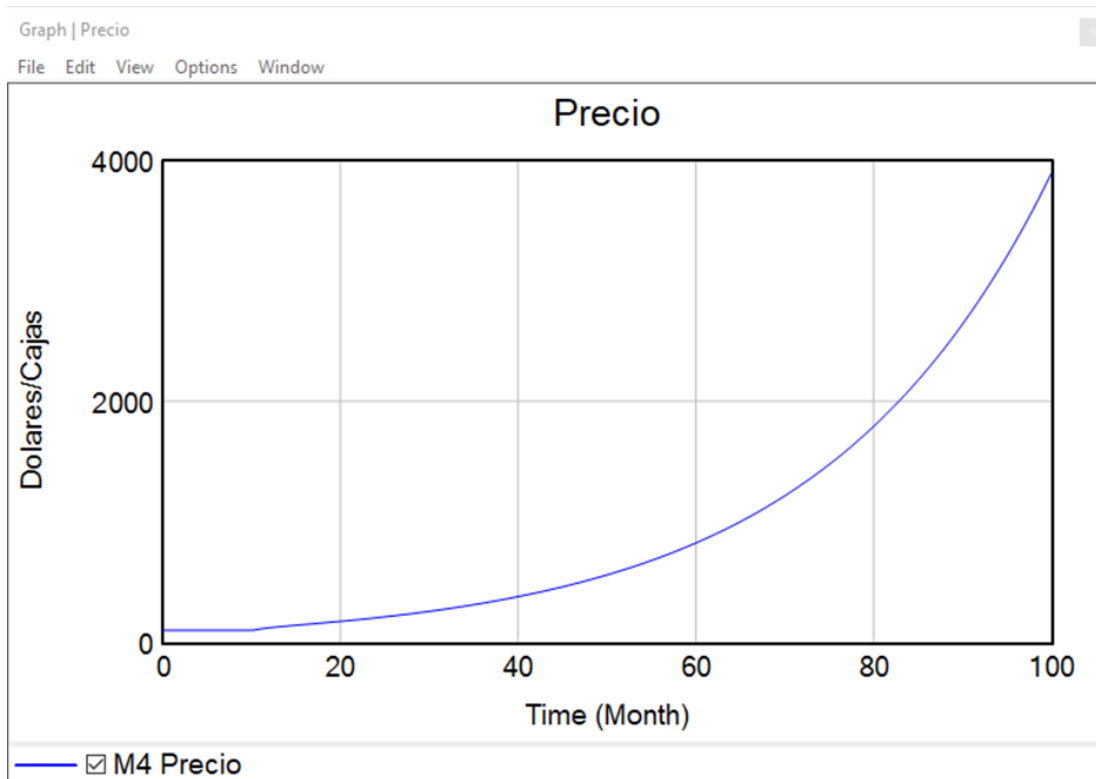
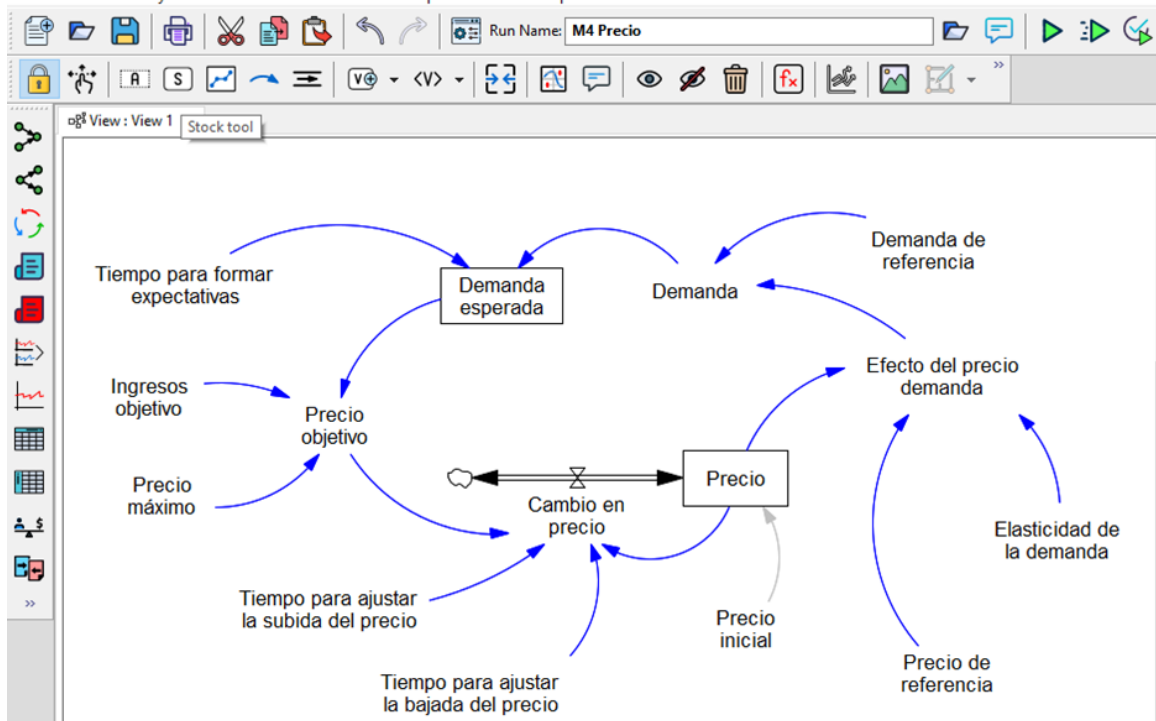
Presione en el ícono «Run a single simulation».



Le mostrará el siguiente mensaje y de clic en «Yes». Si su Modelo tiene errores, le mostrará una alerta de advertencia.



Seleccione la variable de tipo nivel «Precio» en la zona de dibujo. Luego, presione el instrumento «Graph» que se encuentra en la herramienta de análisis y se mostrará la siguiente gráfica que indica la cantidad de conejos al transcurrir el tiempo.



Paso N°4

Debido a que la línea de la gráfica no se puede apreciar en detalle, se puede hacer uso del instrumento «Table» para verificar los valores en cada instante de tiempo.

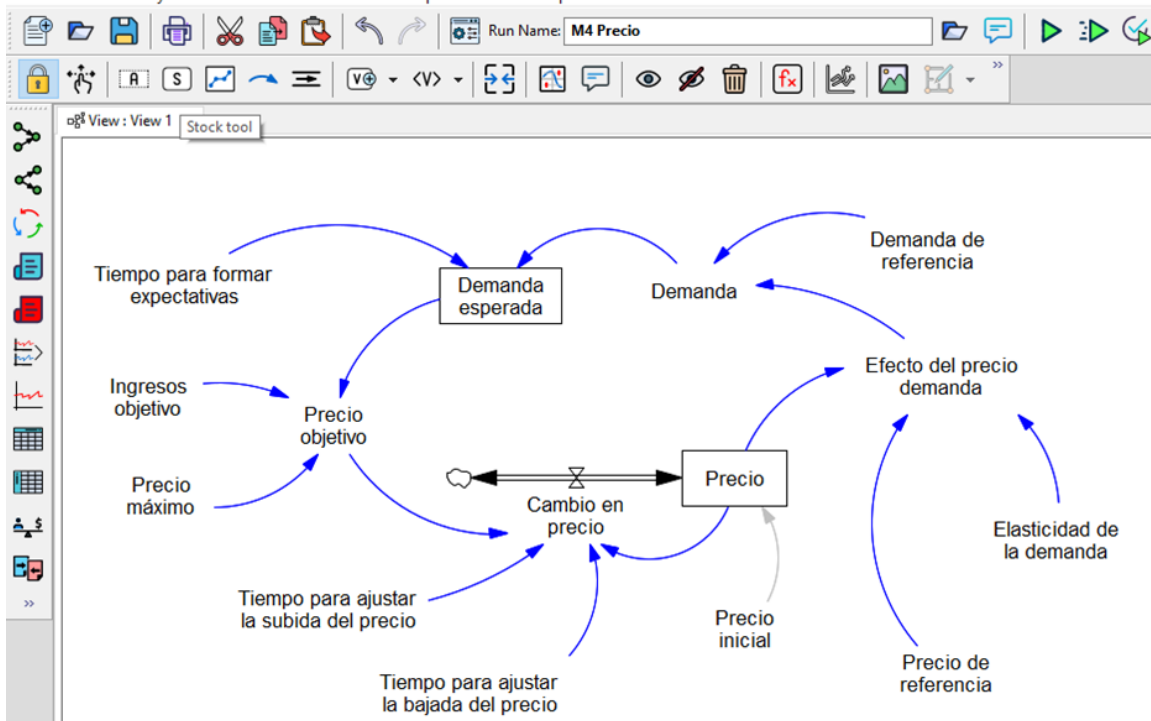



Table | Precio

File View Window

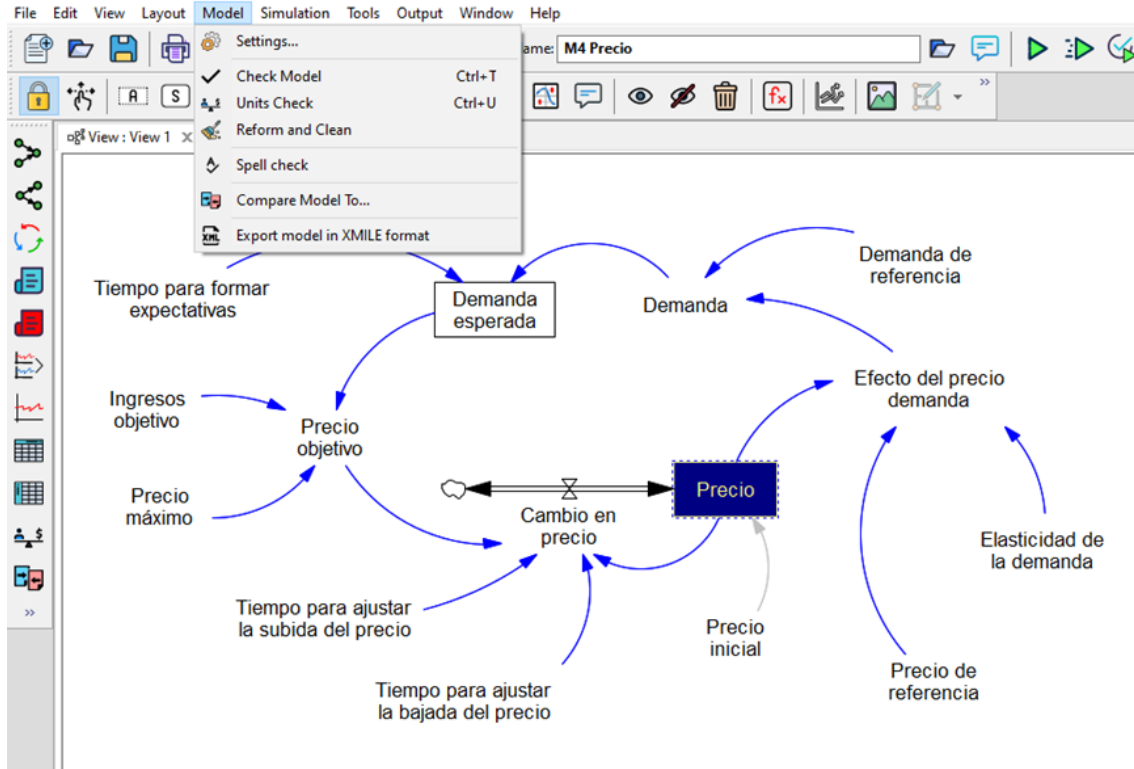
Time (Month)	Precio : M4 Precio
0	100
1	100
2	100
3	100
4	100
5	100

6	100
7	100
8	100
9	100
10	100
11	112.5
12	121.875
13	129.614
14	136.492
15	142.947
16	149.241
17	155.53
18	161.913
19	168.456
20	175.199
21	182.175
22	189.404
23	196.906
24	204.696
25	212.750



Paso N°5

Para hacer un contraste, se puede recorrer el Modelo a largo plazo. Para esto, diríjase a «**Model**» y seleccione «Settings»



Paso N°6

Cambie el tiempo final a 150 meses para ver su comportamiento y presione el botón «OK». Repita desde el paso 1 para genera las gráficas.

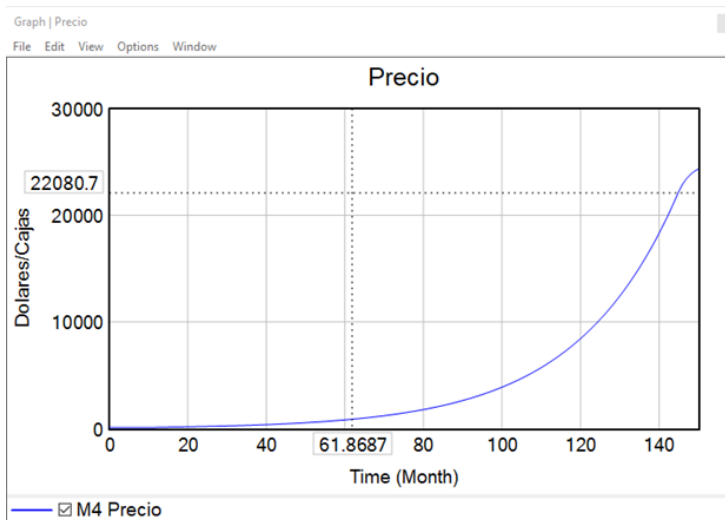


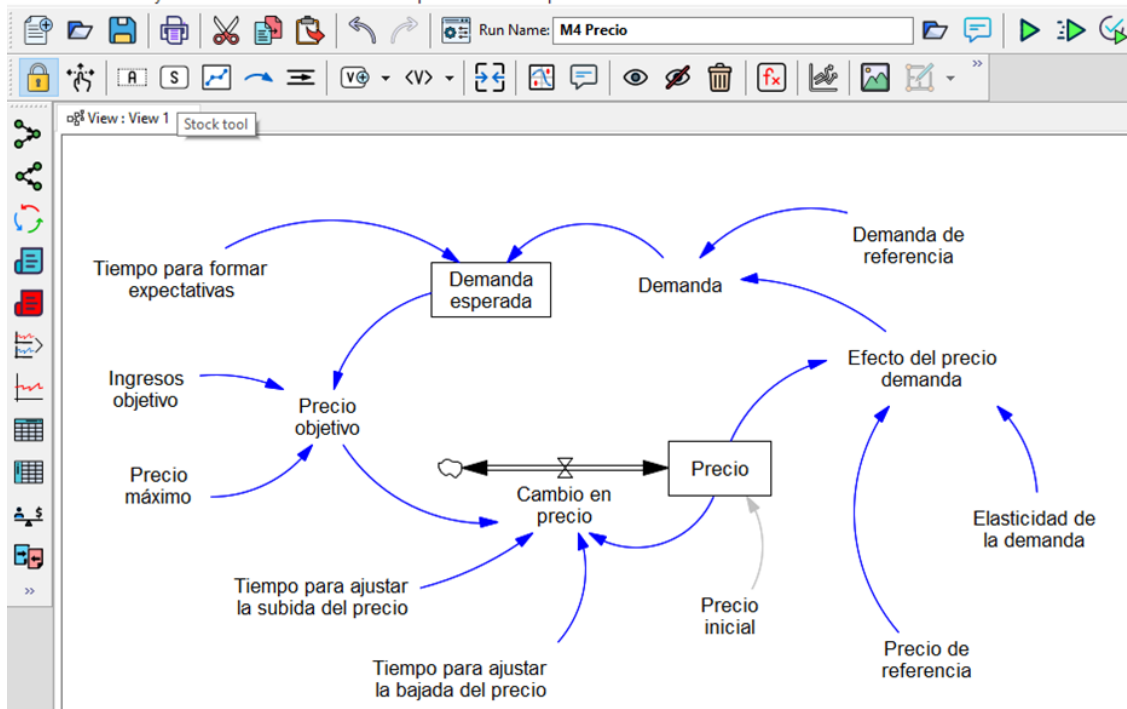
Table | Precio x

File View Window

Time (Month)	Precio : M4 Precio
126	10648.2
127	11068.8
128	11506
129	11960.5
130	12433
131	12924.1
132	13434.6
133	13965.3
134	14516.9
135	15090.4
136	15686.4
137	16306.1
138	16950.2
139	17619.7
140	18315.7
141	19039.2
142	19791.2
143	20573
144	21385.6
145	22230.4
146	22922.8
147	23442.1
148	23831.6
149	24123.7
150	24342.8

Paso N°7

Para conocer las ecuaciones que ejecuta Vensim por detrás de cada Modelo, seleccione el botón «**Document All**» y se mostrará cada una de las ecuaciones que fue configurada para cada una de las variables.



```

Document All
File View Window
(01) Cambio en precio=
    IF THEN ELSE( Precio objetivo>Precio , (Precio objetivo-Precio)/Tiempo para ajustar
    , (Precio objetivo-Precio)/Tiempo para ajustar la bajada del precio )
    Units: Dolares/Cajas/Mes

(02) Demanda=
    Demanda de referencia*Efecto del precio demanda
    Units: Cajas/Mes

(03) Demanda de referencia=
    100
    Units: Cajas/Mes

(04) Demanda esperada=
    SMOOTH( Demanda , Tiempo para formar expectativas )
    Units: Cajas/Mes

(05) Efecto del precio demanda=
    EXP(-Elasticidad de la demanda*LN(Precio/Precio de referencia))
    Units: Dmnl

(06) Elasticidad de la demanda=
    1
    Units: Dmnl

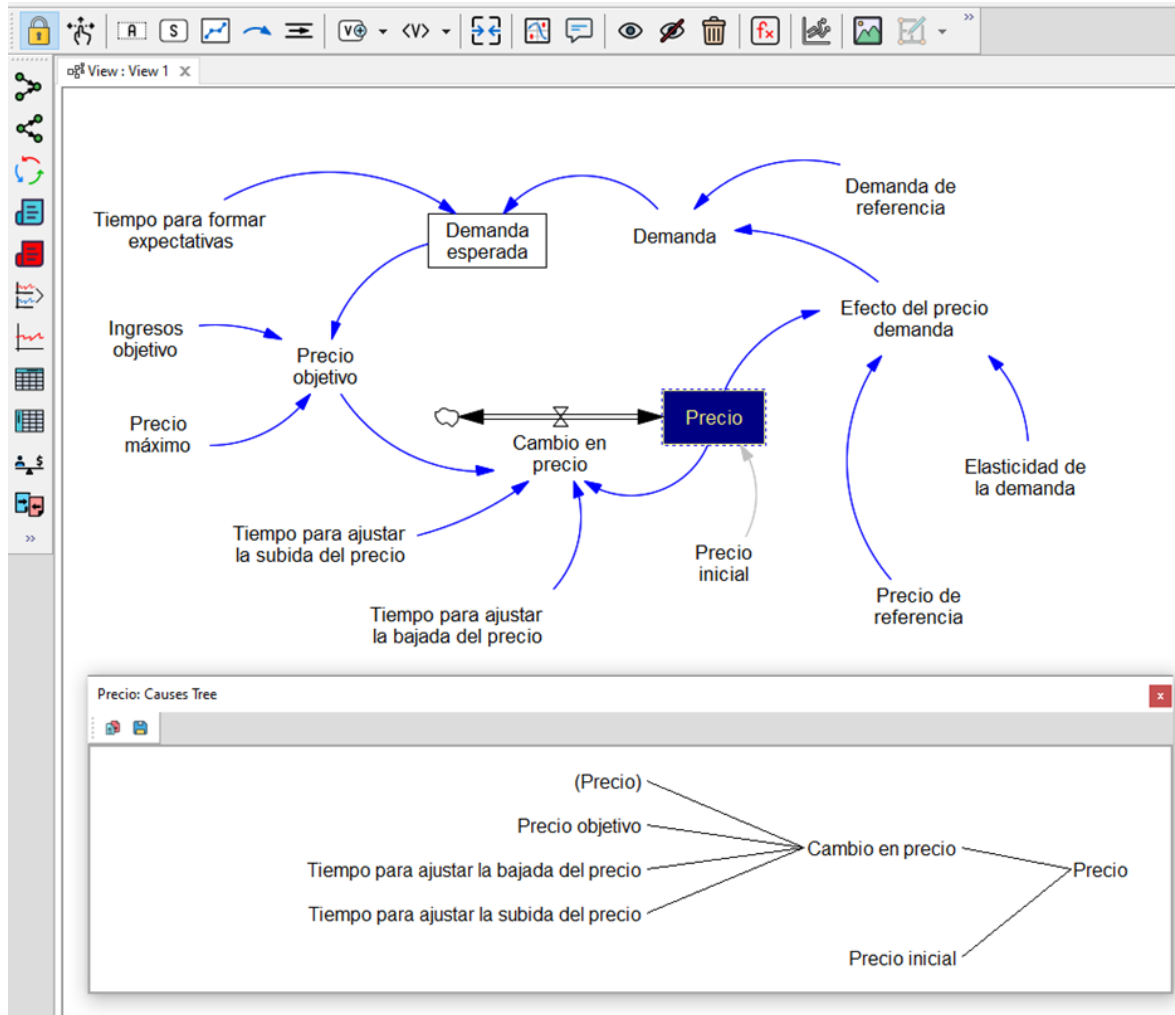
(07) FINAL TIME = 100
    Units: Month
    The final time for the simulation.

(08) Ingresos objetivo=
    10000+STEP( 5000 , 10)
    Units: Dolares/Mes

```

Como se puede observar, el software utiliza ecuaciones matemáticas para describir la relación entre las diferentes variables y cómo cambian a lo largo del tiempo. En otras palabras, Vensim utiliza una combinación de ecuaciones diferenciales y algoritmos de integración numérica para calcular cómo las variables del Modelo cambian con el tiempo. De esta manera, los usuarios pueden ajustar los parámetros del Modelo y realizar simulaciones para ver cómo estos cambios afectan el comportamiento del sistema en diferentes escenarios.

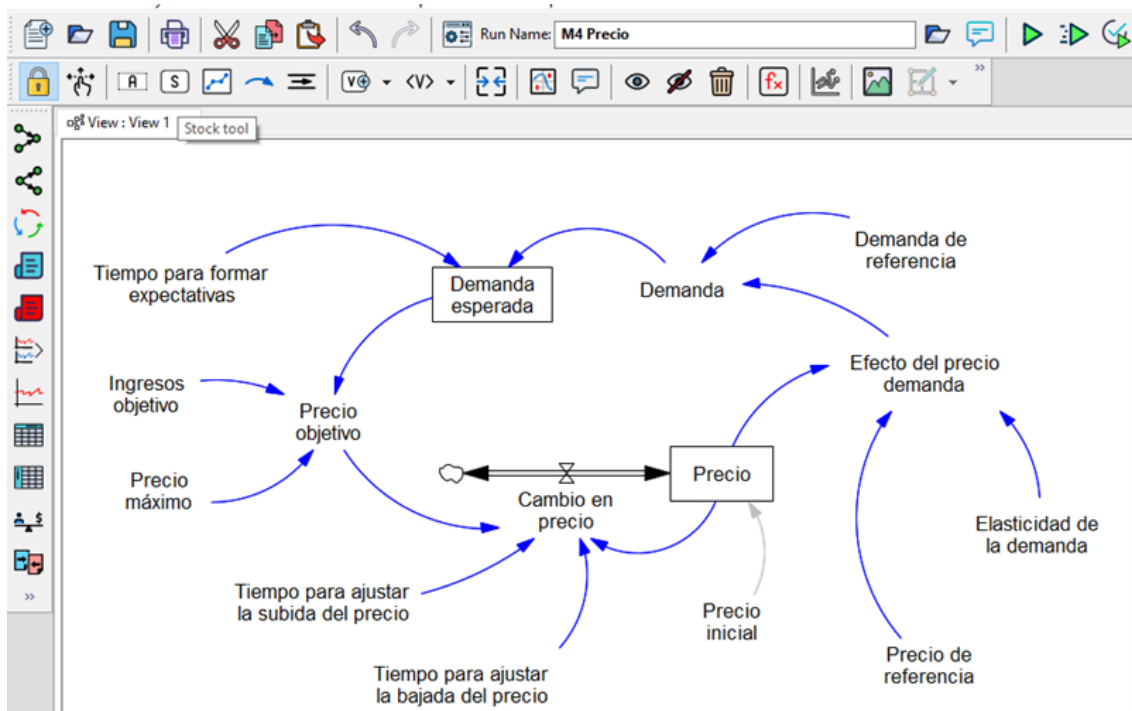
Paso N°8

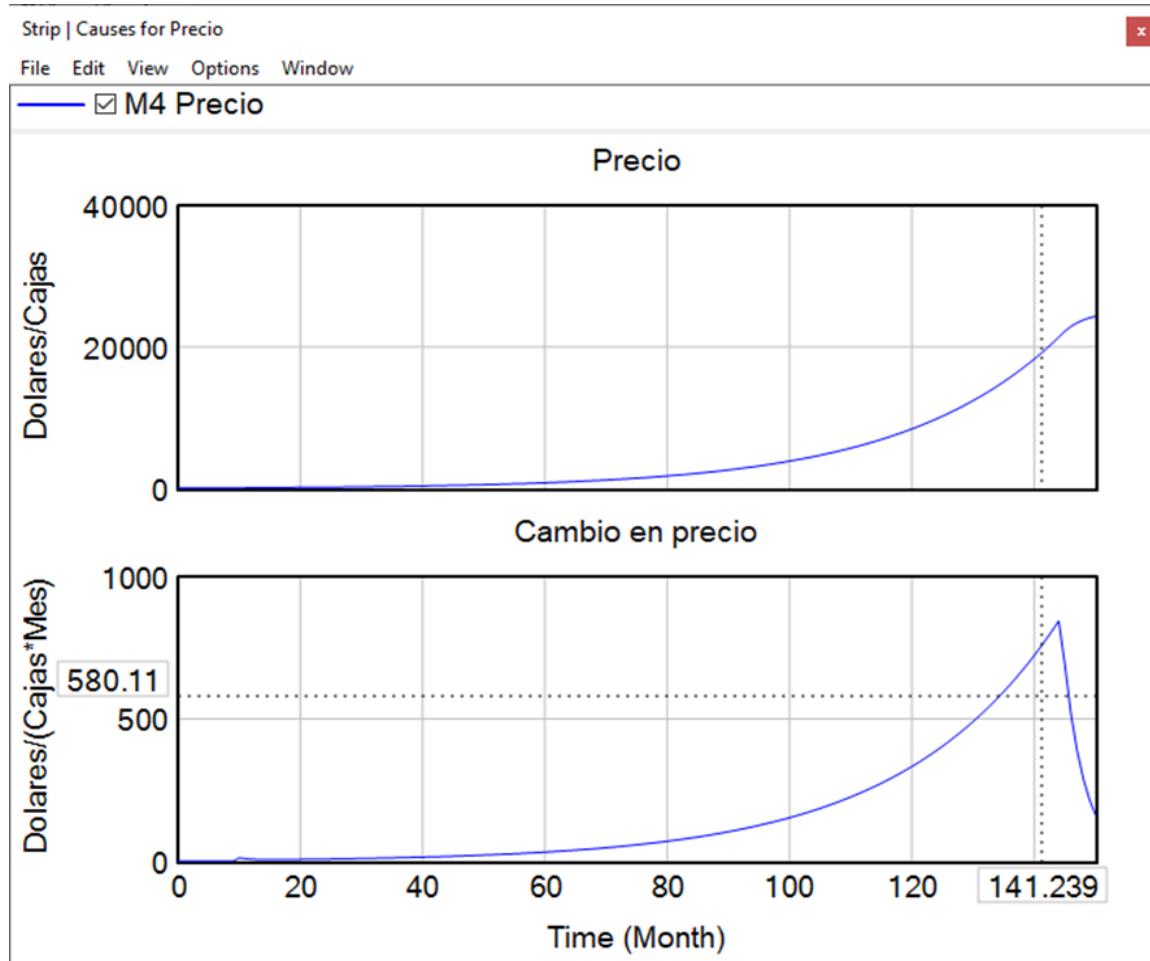


Como se puede observar, la herramienta **Causal Tracing** facilita la exploración exhaustiva y la depuración de Modelos complejos, lo que a su vez permite un análisis más profundo y acelera significativamente la comprensión del comportamiento que se genera. En la imagen anterior, se puede identificar que la variable «*Precio*» está siendo afectada por el «Cambio de precio» y que estos a la misma vez están siendo afectado por el «Precio objetivo», «*Tiempo para ajustar la bajada de precio*» y «*Tiempo para ajustar la subida de precio*» respectivamente e incluso son afectados por la misma variable en cuestión, por lo que indica que allí existe un ciclo de retroalimentación. Nota: Los corchetes angulares <> se utilizan para indicar que una variable ya apareció en el diagrama y que este mismo está siendo la causa de incremento o decremento de la variable en cuestión.

Paso N°9

De manera similar, se puede estudiar el árbol de **Causal Tracing** por medio de las gráficas para ver su comportamiento a más detalles a medida que el tiempo avanza. Esto se logra con la herramienta «**Strip Causes**». Para ello, seleccione la variable que desea estudiar sus causas y luego, haga clic en «**Strip Causes**» que se encuentra en la barra de herramienta de análisis. En este caso se hará con la variable «Mercancías Almacén». En la imagen anterior, se puede observar que la

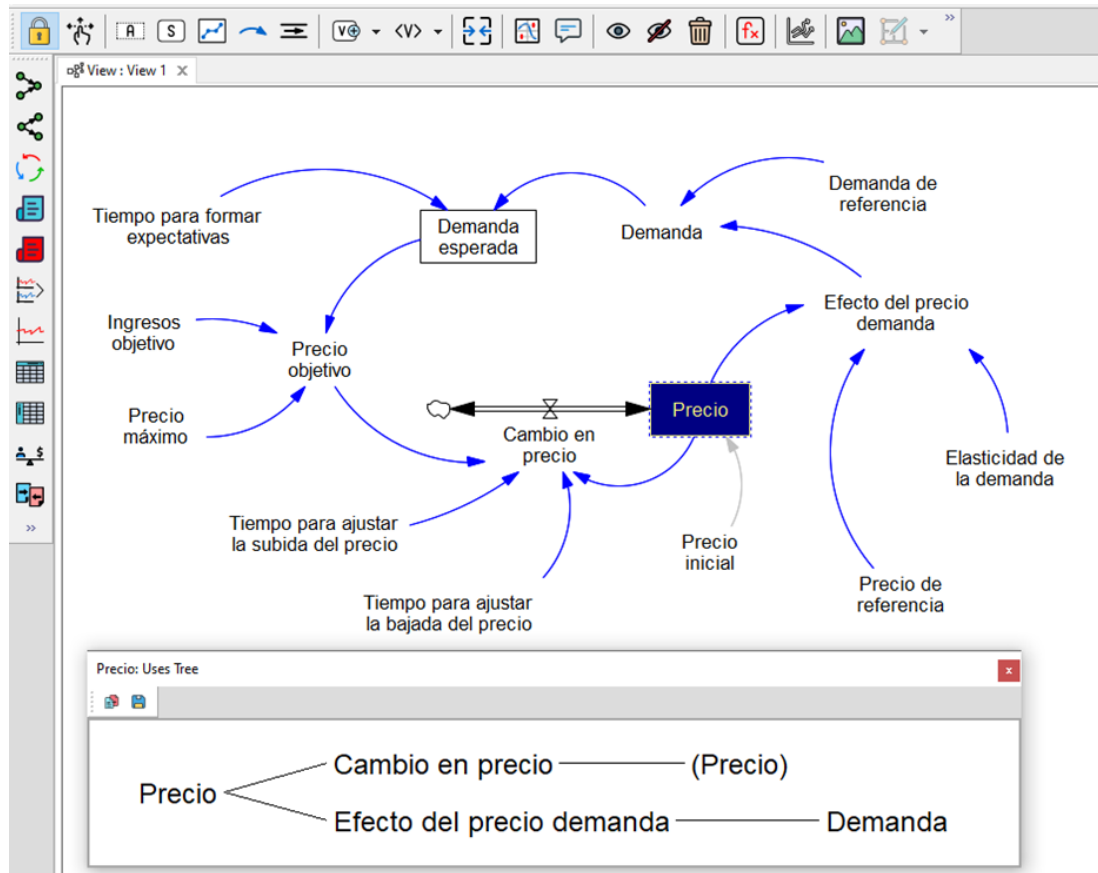




variable «Precio» y «Cambio en precio» tienen un comportamiento de crecimiento exponencial hasta el mes 144. Luego de este tiempo, ambos experimentan una caída o bajada de precios.

Paso N°10

De manera viceversa, se puede estudiar las variables que está haciendo uso de una variable en específica. En otras palabras, muestra un árbol compuesto por la variable, las otras variables en el Modelo que usan esa variable y las variables a su vez que usan esas variables. Para ilustrar este paso, se mostrará(n) la(s) variable(s) que usan la variable «Precio».



Como se puede observar, la variable «*Precio*» está siendo utilizada para determinar los cálculos y comportamiento de la(s) variable(s) «*Cambio de precio*», «*Efecto del precio demanda*» e incluso a la misma variable en cuestión. Esto quiere decir que ahí existe un ciclo de retroalimentación. Nota: Los paréntesis () se utilizan para indicar que una variable ya apareció en el diagrama.

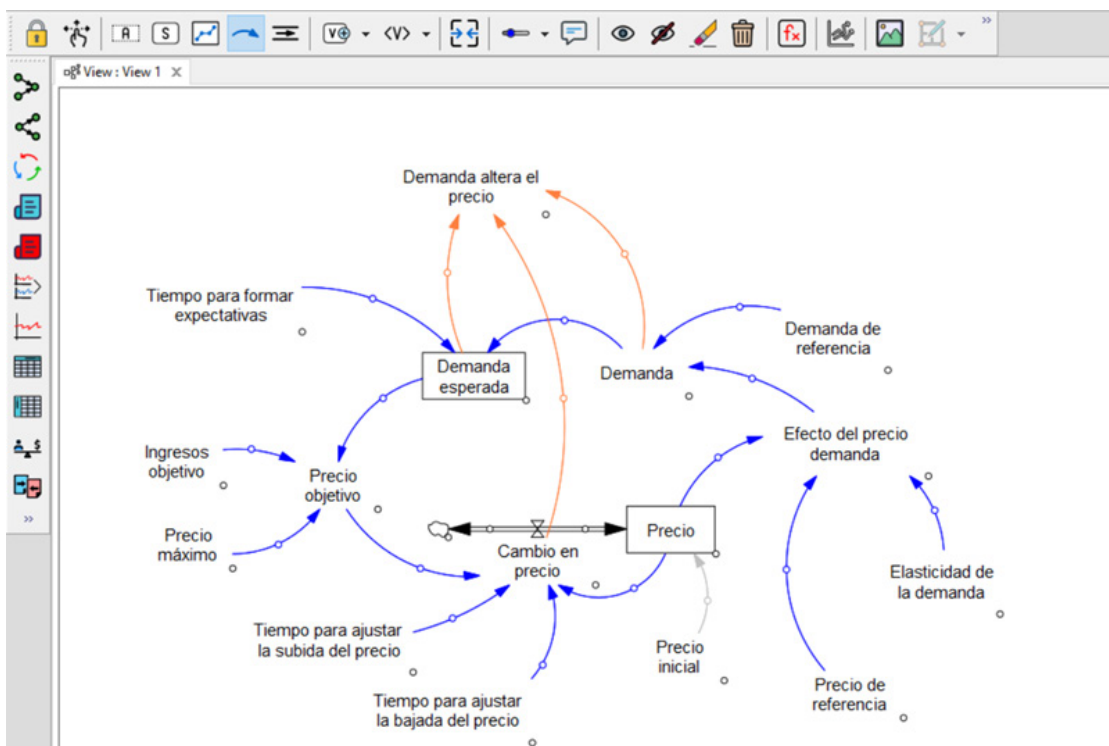
8. Reality Check

Los «**Reality Checks**» son una herramienta proporcionada por Vensim que permite verificar condiciones específicas que deben cumplirse para garantizar el realismo y la precisión de un Modelo. Estos «**Reality Checks**» son representados en el Modelo mediante arcos de relación que se originan en las variables a las que se quiere medir y terminan en la variable asociada al «**Reality Check**».

Cuando se utiliza un «**Reality Check**», se verifica si las condiciones establecidas se cumplen durante la simulación del Modelo. Si las condiciones no se cumplen, se considera que hay un error en el comportamiento del Modelo y no representa o asemeja al sistema en estudio, por lo que se requiere modificar o ajustar el Modelo para corregirlo.

Paso N°1

Para hacer un **Reality Check** al Modelo, crea una variable y dele el nombre de «*Demanda altera el precio*». Luego, realice la relación desde «*Demanda esperada*» hacia «*Demanda altera el precio*», «*Demanda*» hacia «*Demanda altera el precio*» y «*Cambio en precio*» hacia «*Demanda altera el precio*». Al final, le debe quedar lo siguiente:

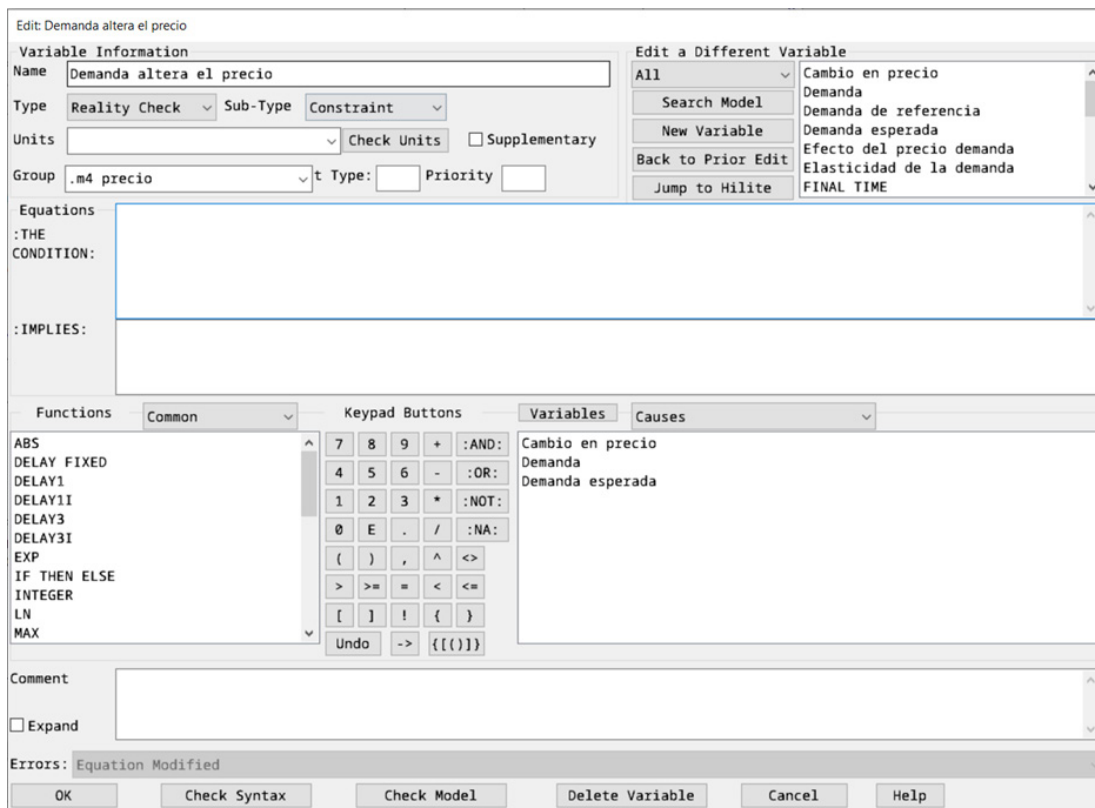


Para mejorar la legibilidad y distinguir los arcos que asocia a los «**Reality Checks**» de las relaciones entre variables auxiliares habituales, se utiliza el color naranja para estas flechas.

Nota: Puedes cambiar el color de la flecha haciendo clic derecho sobre ella, seleccionando el menú de personalización de apariencia y eligiendo el color deseado.

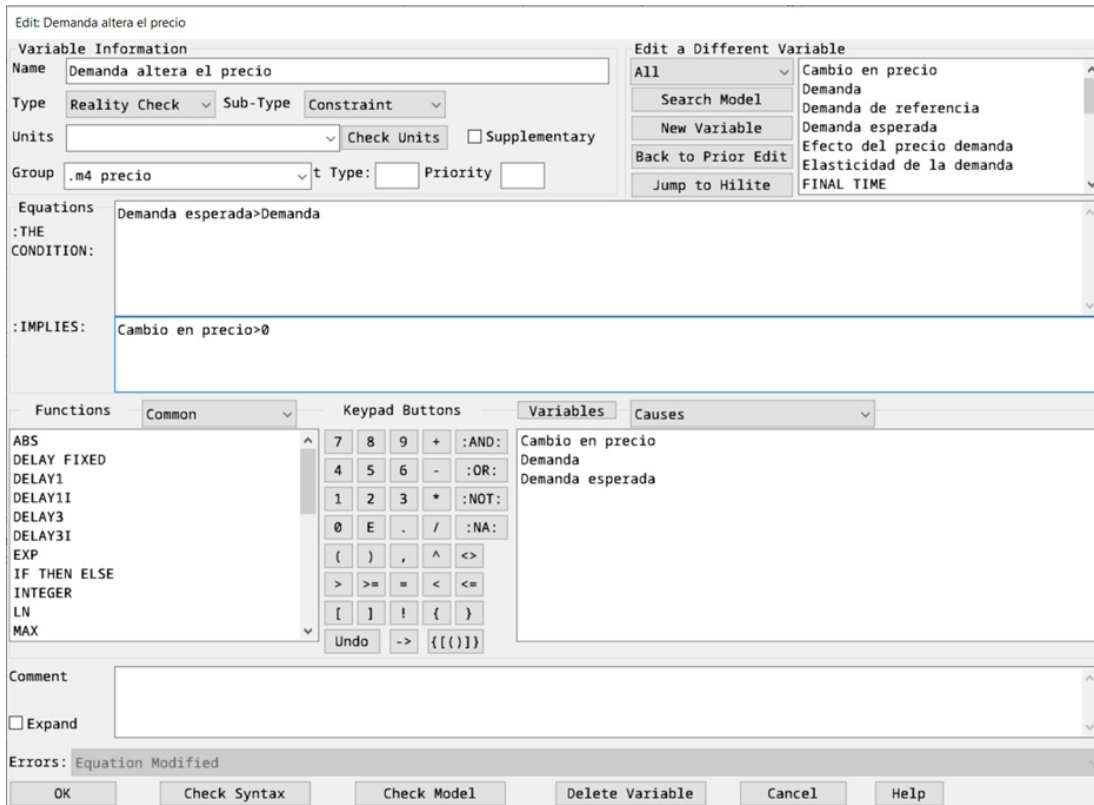
Paso N°2

Abra el editor de ecuaciones de la variable «*Demanda altera el precio*» y en el apartado de «**Type**», cámbielo a «**Reality Check**». Además, cerciórese de que el «Sub-Type» esté en «**Constraint**».



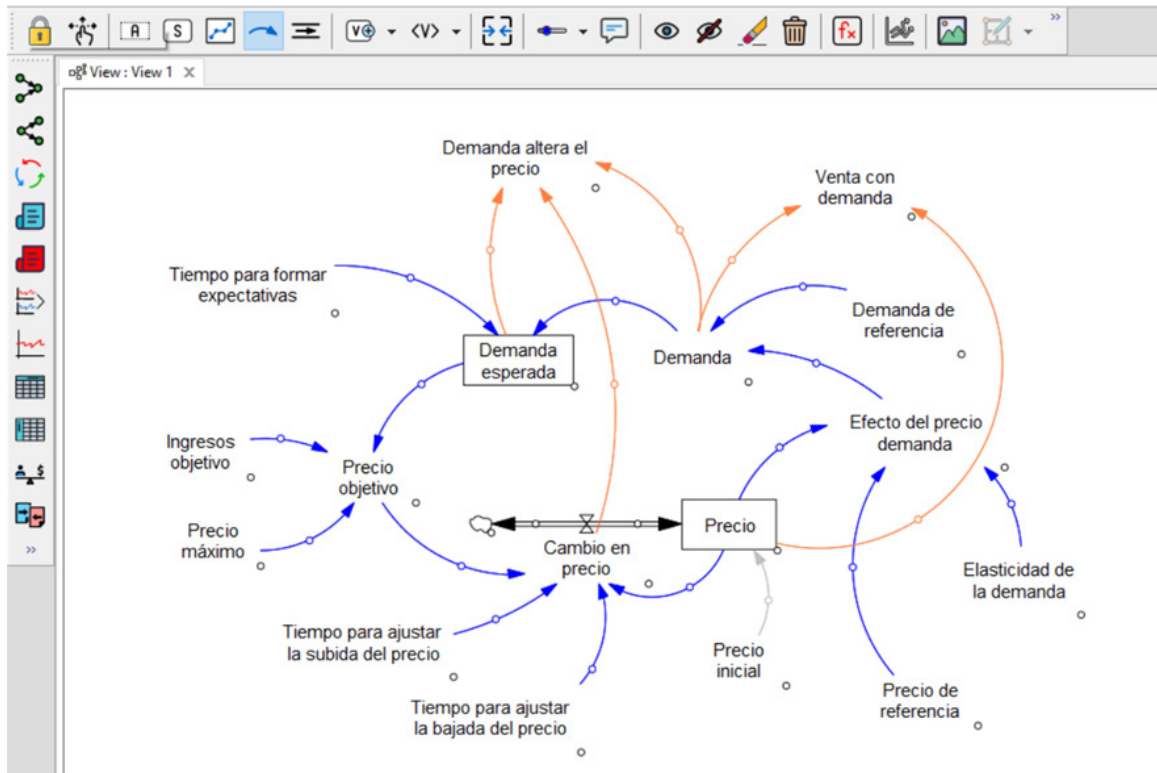
Paso N°3

Escriba «Demanda esperada>Demanda» en el cuadro de «**Equations** :THE CONDITION». En el cuadro de «**IMPLIES**», escriba «Cambio en precio>0» o puede ir seleccionando las variables y las funciones que se necesiten a medida que escribe la ecuación.



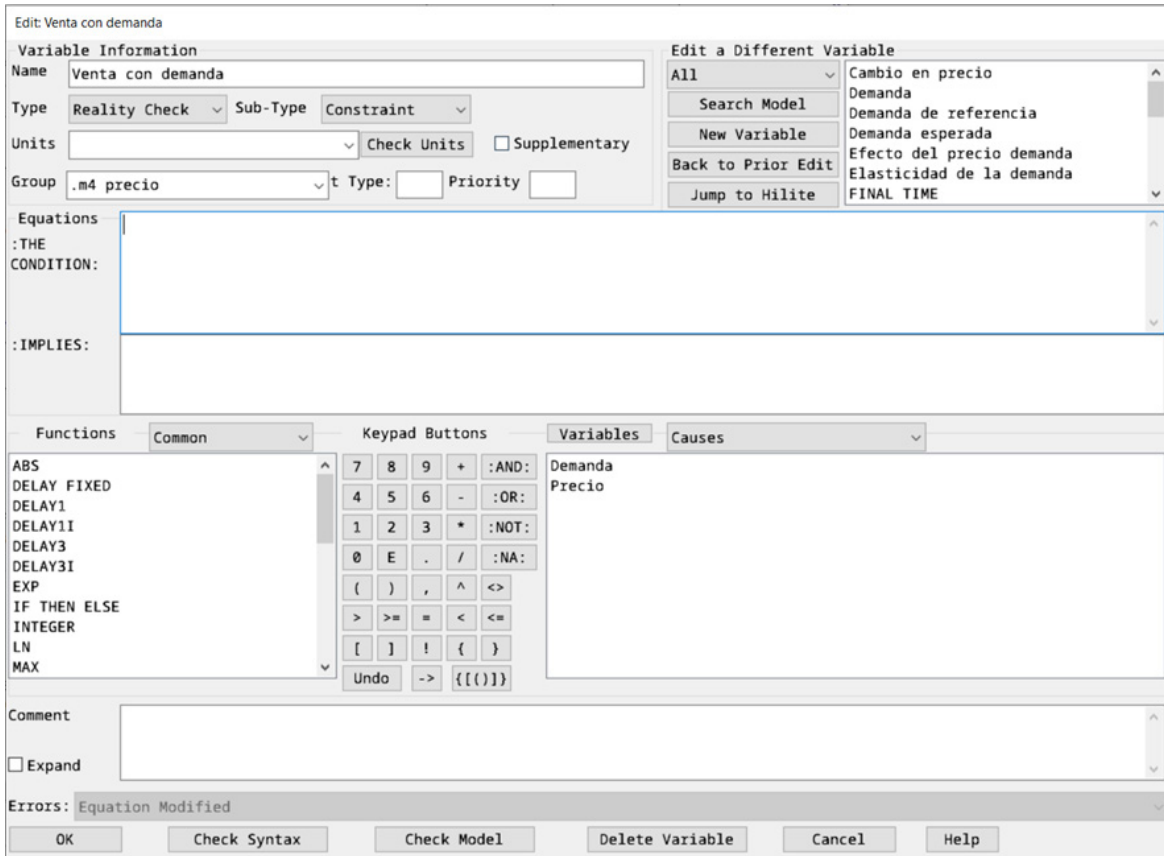
Paso N°4

Crea otra variable y dele el nombre de «*Venta con demanda*». Luego, realice la relación desde «*Demanda*» hacia «*Venta con demanda*» y «*Precio*» hacia «*Venta con demanda*». Al final, le debe quedar lo siguiente:

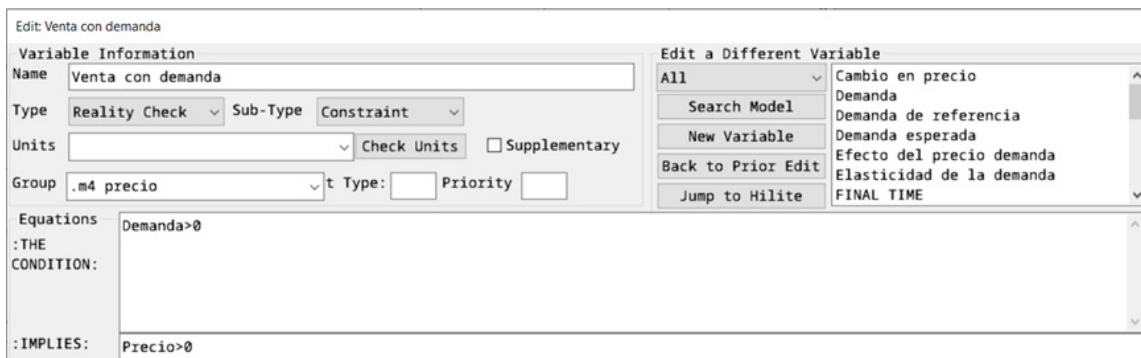


Paso N°5

Abra el editor de ecuaciones de la variable «Venta con demanda» y en el apartado de «Type», cámbielo a **«Reality Check»**. Además, cerciórese de que el «Sub-Type» esté en «Constraint».

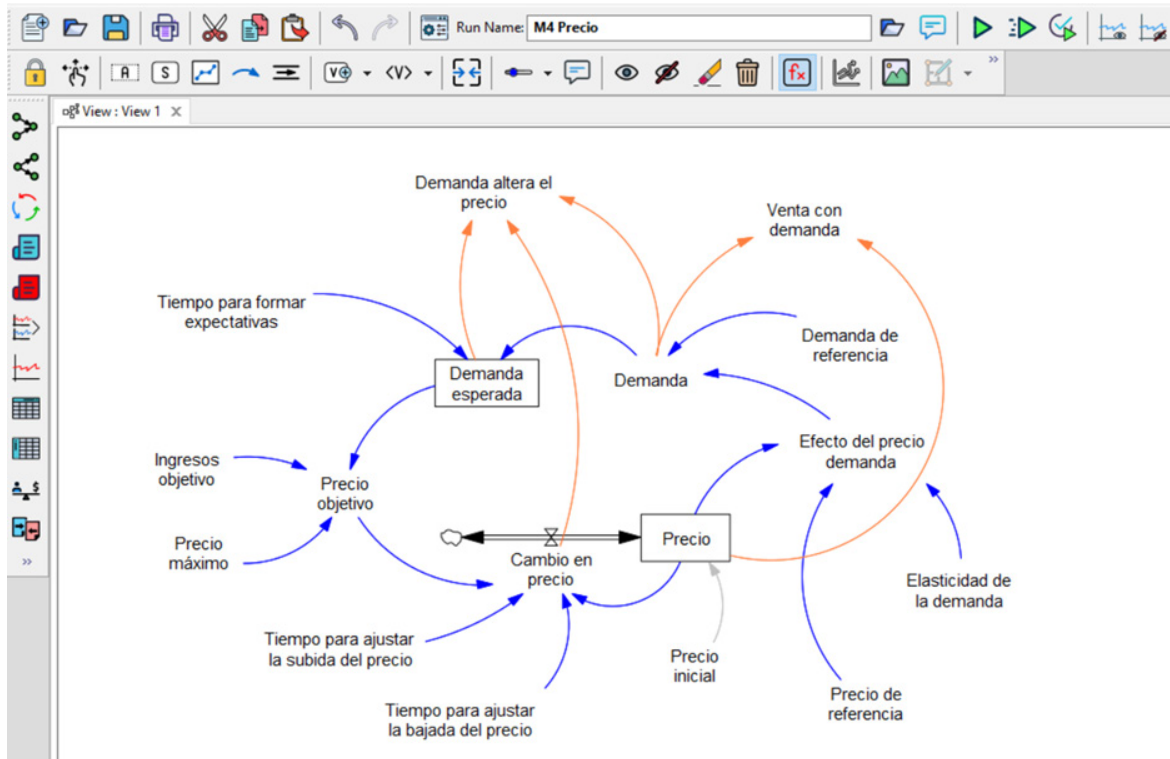


Escriba «Demanda>0» en el cuadro de «**Equations** :THE CONDITION». En el cuadro de «IMPLIES», puede escribir la ecuación tal como se muestra a continuación «Precio>0» o puede ir seleccionando las variables y las funciones que se necesiten a medida que escribe la ecuación.



Paso N°7

Para activar el **Reality Check**, presione el ícono «Run Reality Check».



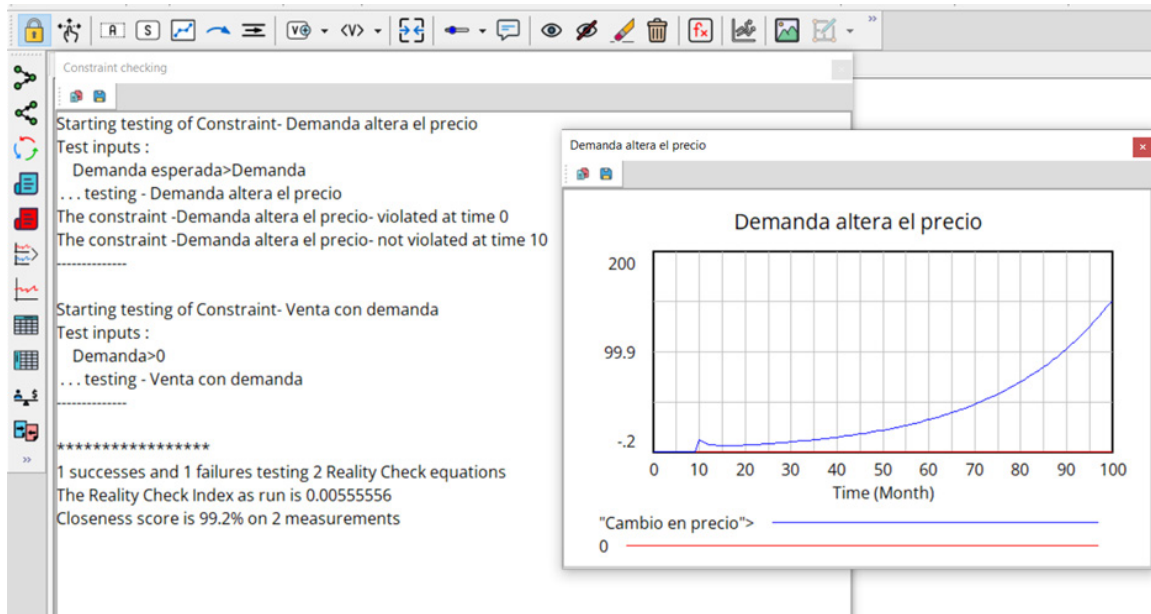
Paso N°8

En esta ventana, haga clic en el botón «Test All».



Paso N°9

Se generará el resultado de checking en donde resalta el porcentaje de similitud entre los dos Modelos. A su vez, también muestra una gráfica donde puede apreciar los puntos en donde difieren los Modelos.



En la imagen anterior, se puede apreciar que uno de los dos **Reality Checks** fue exitoso. El **Reality Check** de «Venta con demanda» se cumplió en todo instante de tiempo porque solo se permitió realizar una venta cuando había demanda en el mercado. Por el otro lado, el **Reality Check** de «Demanda altera el precio» no se cumplió porque a los primeros diez meses el precio era cero, aunque no tenía demanda. Pero después de los 10 meses, el precio fue ajustándose, dependiendo de la demanda que existe en el mercado.

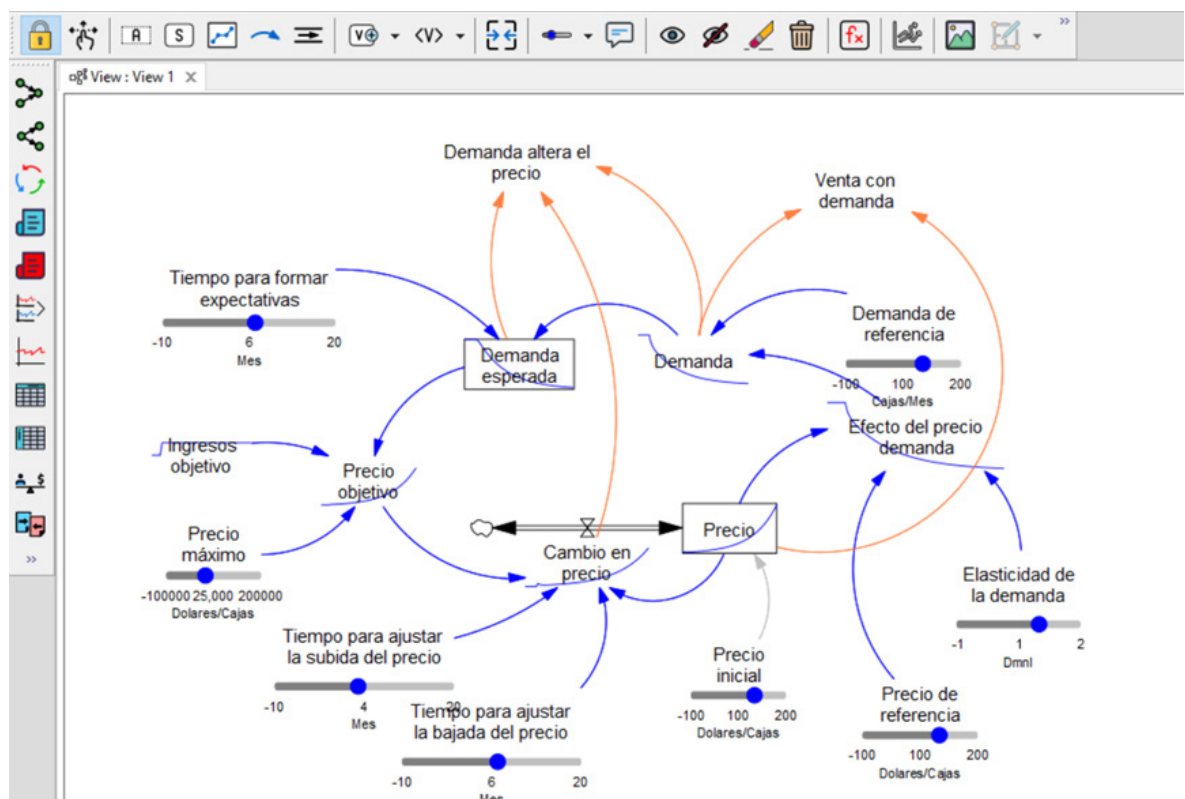
Paso N°10

Para activar el **SyntheSim**, presione el ícono «Run simulation on each slider change».

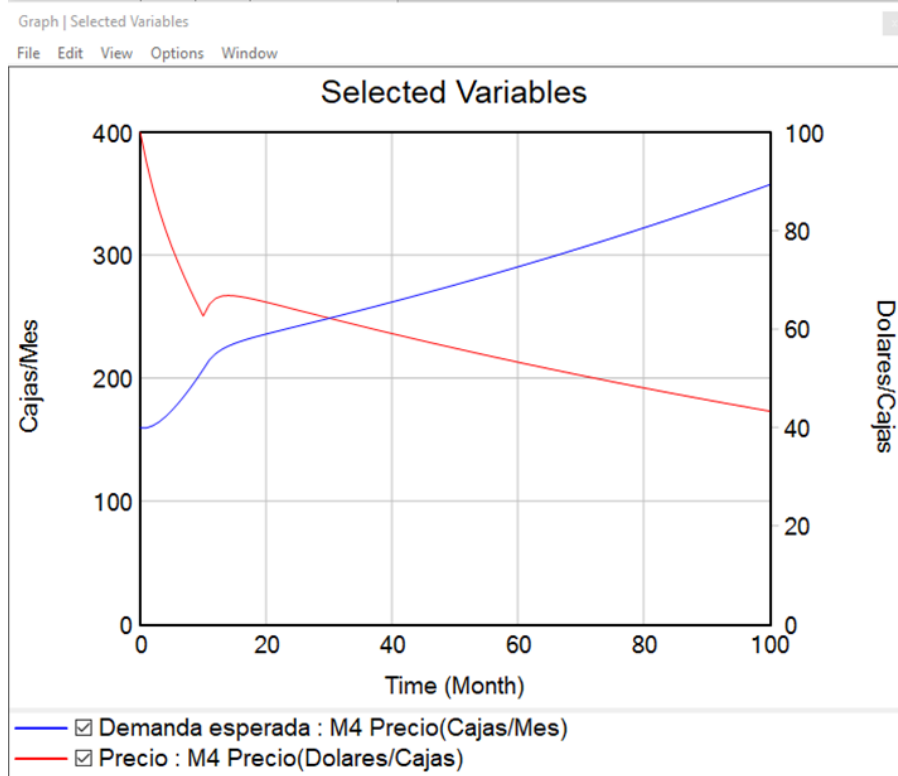


Paso N° 11

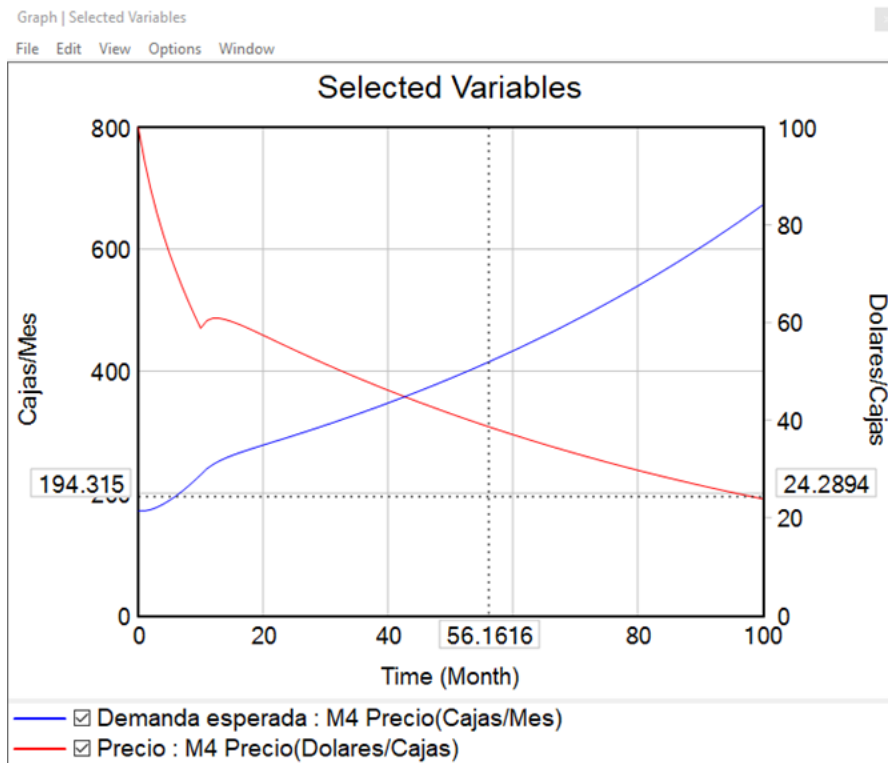
Con el **SyntheSim**, podrá ajustar los valores para entender los comportamientos del Modelo en distintos escenarios. De la misma forma, podrá hacer uso de las herramientas de análisis para una mejor comprensión, ya que muestra los resultados de los cambios en tiempo real mediante gráficos. A través de esta simulación, podrá modificar los valores que más le interesa en el estudio y/o encontrar los parámetros que afectan al Modelo significativamente. En este caso, se alteró los valores de la «*Precio de referencia*», «*Demanda de referencia*» y «*Elasticidad de la demanda*».



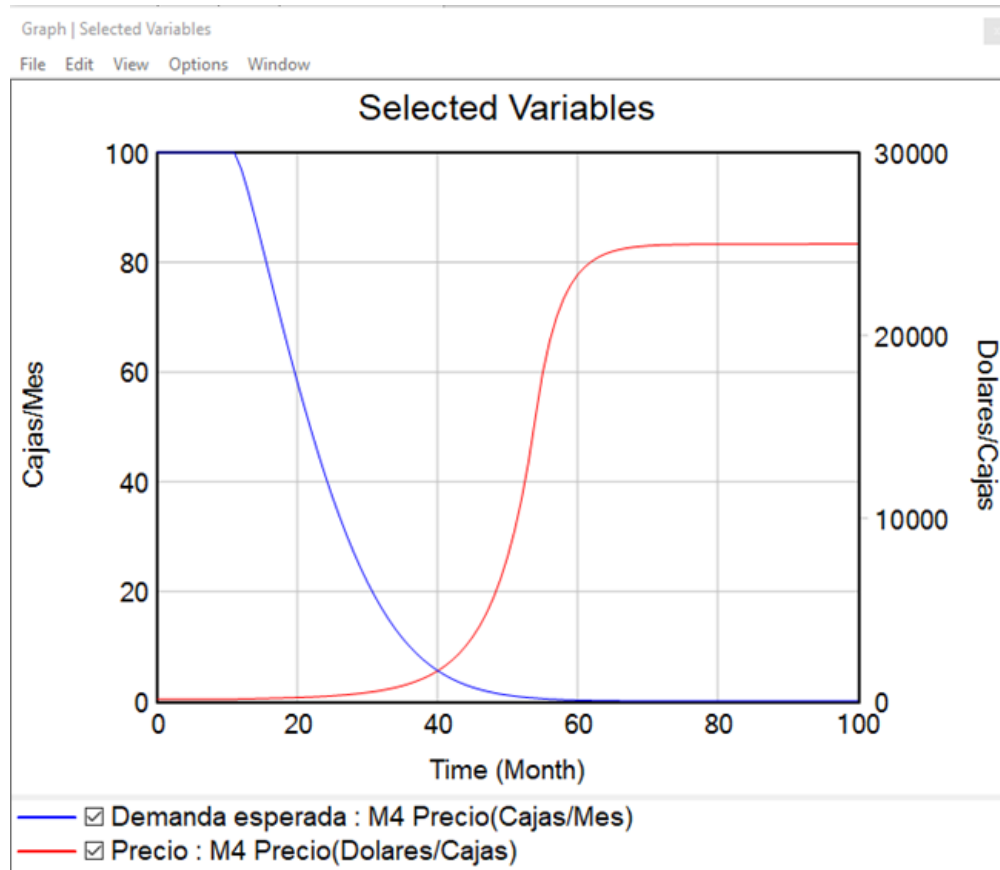
Si aumenta la «*Precio de referencia*», pasa lo siguiente:



Si aumenta la «*Demanda de referencia*», pasa lo siguiente:



Si aumento la «*Elasticidad de la demanda*» pasa lo siguiente:



9. Análisis del modelo

Al comparar los resultados de la gráfica generada por el Modelo, se puede apreciar que se aborda la interacción entre el precio y otros factores que influyen en la demanda de un producto. El análisis se centra en examinar la relación entre el precio y la cantidad demandada a través de dos curvas que son inversamente proporcionales: la curva de demanda.

La curva de demanda muestra cómo varía la cantidad demandada en función del precio, teniendo en cuenta la constancia de otros factores como el precio objetivo, el precio inicial y el tiempo necesario para ajustar las subidas o bajadas de precio. Esta relación inversa entre el precio y la cantidad demandada es fundamental para comprender el comportamiento de los consumidores en el mercado.

Un concepto clave en este análisis es la elasticidad precio de la demanda, que cuantifica la sensibilidad de los consumidores ante cambios en el precio. Si la demanda es elástica, significa que los consumidores son muy sensibles al precio y una pequeña variación en el mismo puede tener un impacto significativo en la cantidad demandada.

Por otro lado, si la demanda es inelástica, los consumidores son menos sensibles al precio y las variaciones en el mismo tienen un impacto relativamente menor en la cantidad demandada.

Utilizando el **SyntheSim**, se realizó un análisis detallado del precio y la demanda, lo que implicó considerar diferentes escenarios y factores. Por ejemplo, al disminuir el precio de un producto, es probable que la cantidad demandada aumente. Sin embargo, es importante reconocer que existen límites en cuanto a cuánto aumentará la demanda en respuesta a una disminución de precio, ya que la elasticidad precio de la demanda desempeña un papel crucial en esta relación.

Modelo de Presa-Depredador de una Población de Conejos y una Población de Zorros

1. Planteamiento de problema

Este Modelo trata de representar cómo evoluciona una población de conejos y una población de zorros que conviven en un ecosistema específico. Se busca simular el comportamiento de ambas poblaciones a través del tiempo con el fin de entender cómo varían y también observar cómo se pueden llegar a afectarse entre sí, además de si se llegan a establecer equilibrios o ciclos entre ellas. Para este caso el análisis se hará en un lapso de 50 años y con poblaciones iniciales de 500 conejos y 30 lobos. En épocas de invierno se da un cese en las actividades de esta población de roedores debido al proceso de invernado por lo que en estas semanas no se deben dar ni nacimientos ni muertes.

2. Tabla de variables

Las variables y ecuaciones que se utilizarán para resolver el Modelo son las siguientes:

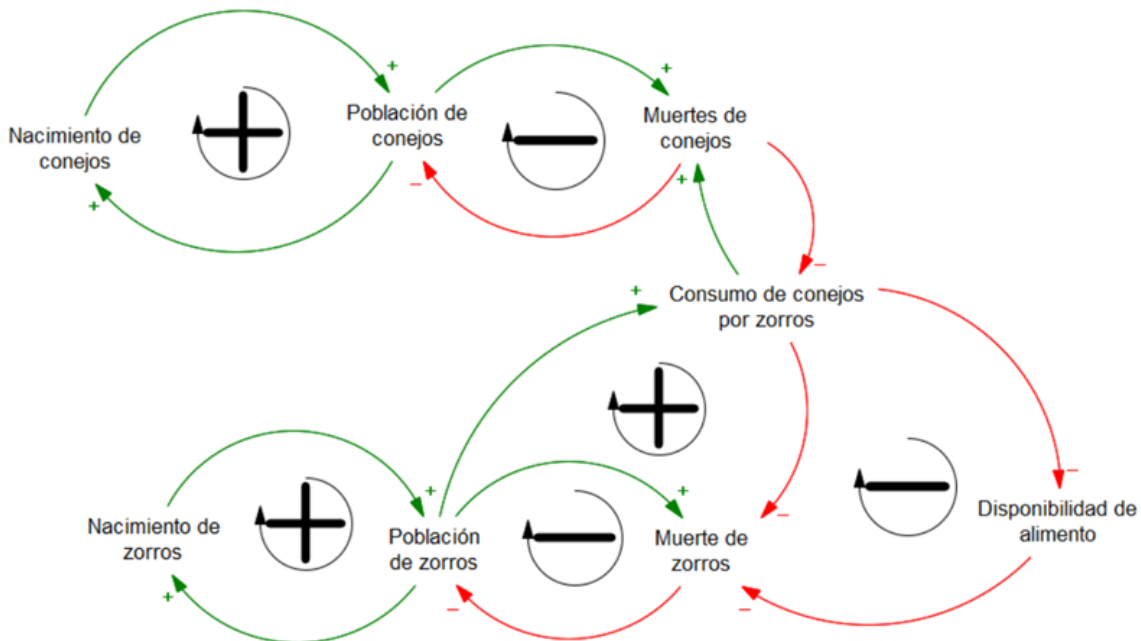
Variable	Ecuación	Unidad
Población inicial de conejos	500	Conejo
Tasa de nacimiento de conejos	2	1/Año
Esperanza de vida del conejo	2	Año
Nacimiento de conejos	Tasa de nacimiento de conejo * población de conejo	Conejo/Año

Población de conejos	Integ(Nacimientos de conejos – Muerte de conejos)	Conejo
Muerte de conejos	MAX(Población de conejos / Esperanza de vida del conejo * Efecto de cantidad de muertes de conejo soportadas(Cantidad de conejos soportados), consumo de conejos por zorro)	Conejo/Año
Capacidad de carga	500	Conejos
Cantidad de conejos soportados	Población de conejos / Capacidad de carga	Dmnl
Efecto de cantidad de muertes de conejo soportadas	[(0,0) - (10,20)], (0,0.75), (3,2.5), (6,6), (8,11), (10,20)	Dmnl
consumo de conejos por zorro	Población de zorros * Alimento requerido para zorros * Tabla de consumo de conejos(Cantidad de conejos soportados)	Conejo/Año
Tabla de consumo de conejos	[(0,0) - (6,6)], (0,0), (1,1), (2,2), (6,2)	Dmnl
Alimento requerido para zorros	25	Conejo/Año/Zorro
Tasa de mortalidad de zorros	[(0,0) - (2,20)], (0,20), (0.3,5), (0.5,2), (1,1), (2,0.5)	Dmnl
Esperanza de vida de zorros	4	Año
Tasa de nacimiento de zorros	0.25	1/Año
Población inicial de zorros	30	Zorro

Población de zorros	$\text{Integ}(\text{Nacimiento de zorros} - \text{Muerte de zorros})$	Zorro
Nacimiento de zorros	$\text{Población de zorros} * \text{Tasa de nacimiento de zorros}$	Zorro/año
Muerte de zorros	$\text{Población de zorros} / \text{Esperanza de vida del zorro} * \text{Tasa de mortalidad de zorros} (\text{Disponibilidad de alimentos})$	Zorro/Año
Disponibilidad de alimentos	$\text{Consumo de conejos por zorros} / (\text{Max}(\text{Población de zorros}, 1) * \text{Alimento requerido para zorro})$	Dmnl

3. Ciclo causal

De acuerdo con el enunciado, se puede establecer un diagrama de ciclo causal tal como se ejemplifica en la siguiente imagen:

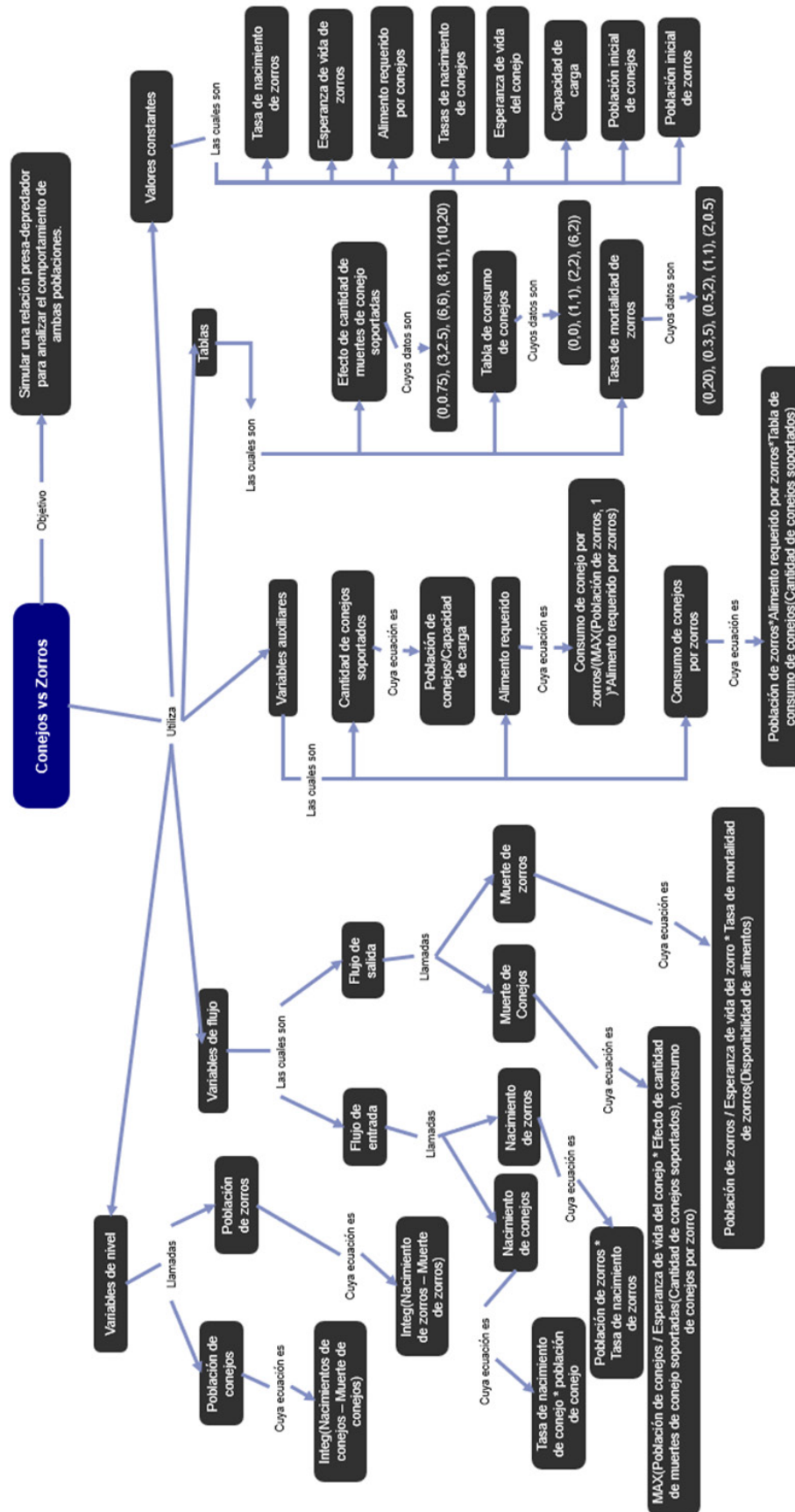


En este diagrama se muestran la polaridad de las relaciones entre las variables. Podemos ver que, a mayor nacimiento de conejos, mayor será la población de conejos y que a mayor población de conejos, habrá más nacimientos de conejos. Si hay más

población de conejos habrá más muertes de conejos y si hay más muertes de conejos habrá menos población de conejos. A más muertes de conejos, menos consumo de conejos por zorros y a más consumo de conejos por zorros, menos muertes de conejos. A más consumo de conejo por zorros, más disponibilidad de alimento y a menos disponibilidad de alimento, menos muertes de zorros. A mayor consumo de conejos por zorros habrá menos muerte de zorros y a mayor muerte de zorros, habrá menos población de zorros. A mayor población de zorros habrá mayor muerte de zorros y también a mayor población de zorros habrá mayor consumo de conejos por zorros. De la misma forma que a mayor población de zorros habrá mayor nacimiento de zorros y a mayor nacimiento de zorros habrá mayor población de zorros.

4. Mapa conceptual

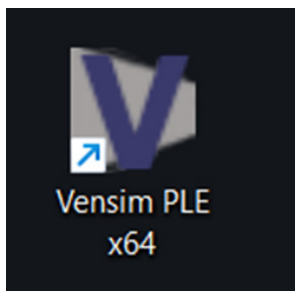
A continuación, se presenta un mapa conceptual que sirva como ayuda al entendimiento del Modelo.



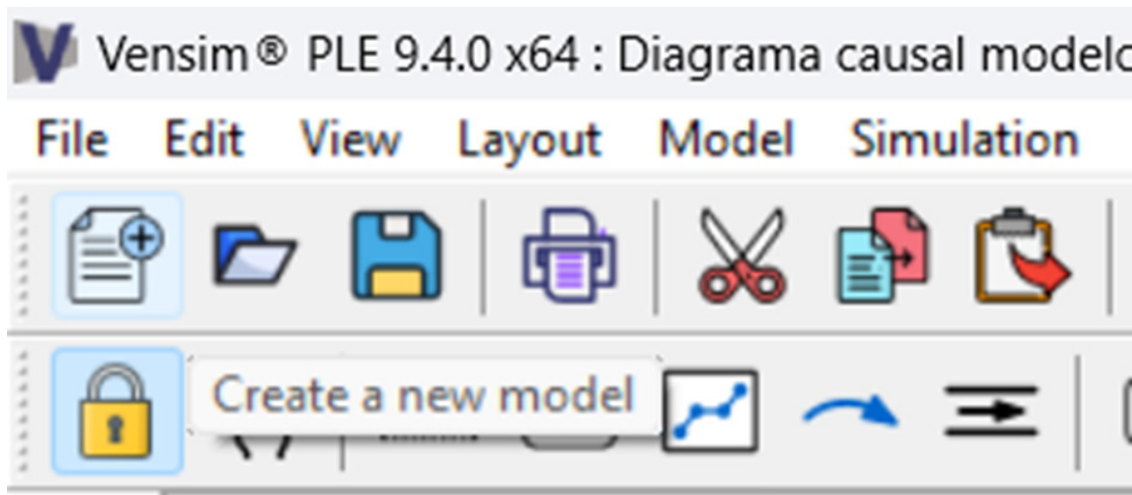
5. Pasos para dibujar el modelo



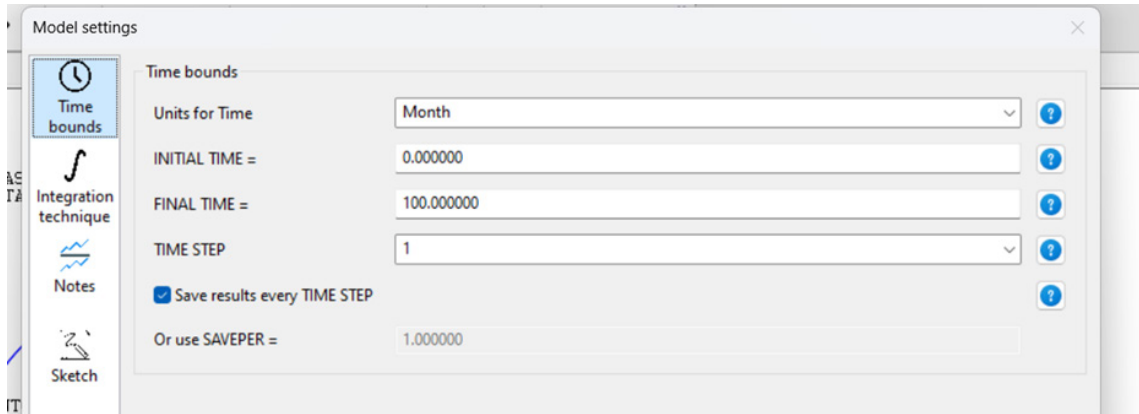
Abrir el software Vensim tocando sobre su icono.



Crear un nuevo Modelo, para esto podemos ir a la esquina superior izquierda, seleccionar file y luego **New Model**, o bien, el icono que se encuentra bajo la pestaña file.



Al crear un nuevo Modelo, debemos primero predefinir los parámetros de la simulación, esto se hará en la pestaña que aparecerá luego de clicar **New Model**.

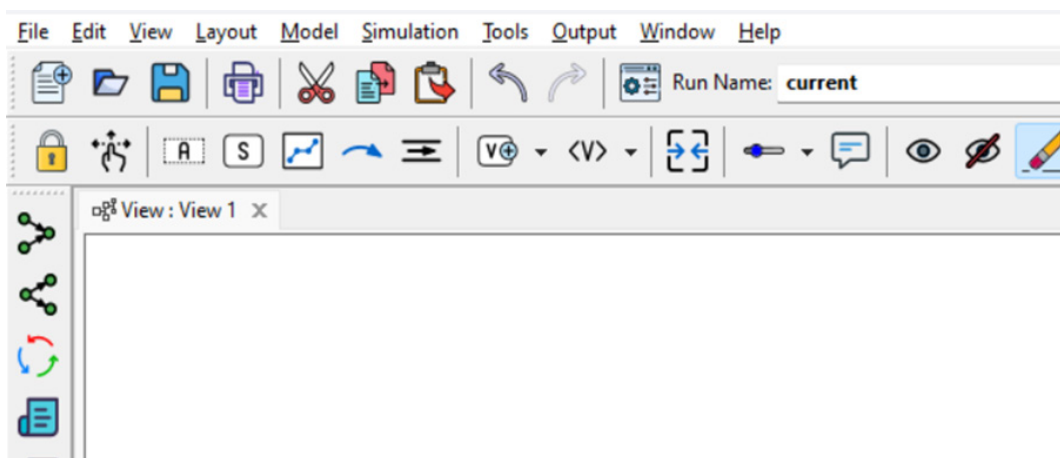


Se pretende analizar la evolución de la población en un lapso de 50 años con registros en cada trimestre del año por lo que el tiempo inicial o «**Initial Time**» será de 0, el tiempo final o «**Final Time**» será de 50, la unidad de tiempo o «**Units for Time**» será año y el paso o «**Time STEP**» será 0.25.

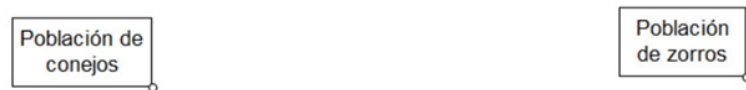
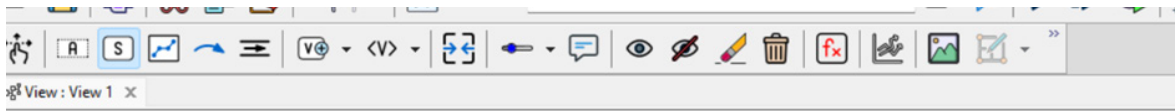
Clicamos **OK** y continuamos.



Ahora colocaremos las variables, empezaremos con las variables de nivel, en este caso Población de conejos y población de zorros. Para dibujarla nos iremos a la barra de herramientas donde están las variables, y seleccionamos «**stock tool**».

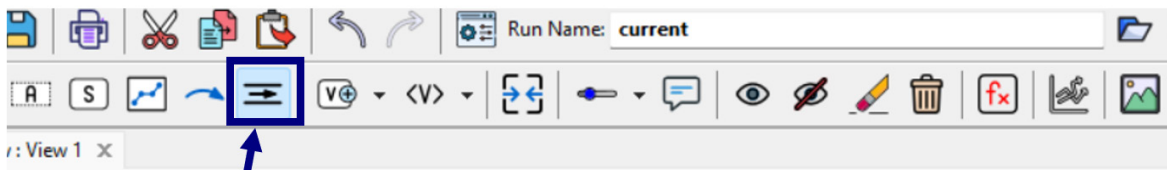


Luego de seleccionarla, clicamos sobre el lienzo y colocaremos los nombres correspondientes. Al colocarlas procurar que estén separadas como se muestra en la siguiente imagen.

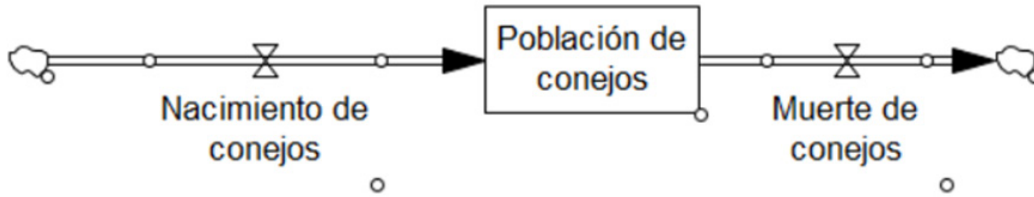


Paso N°5

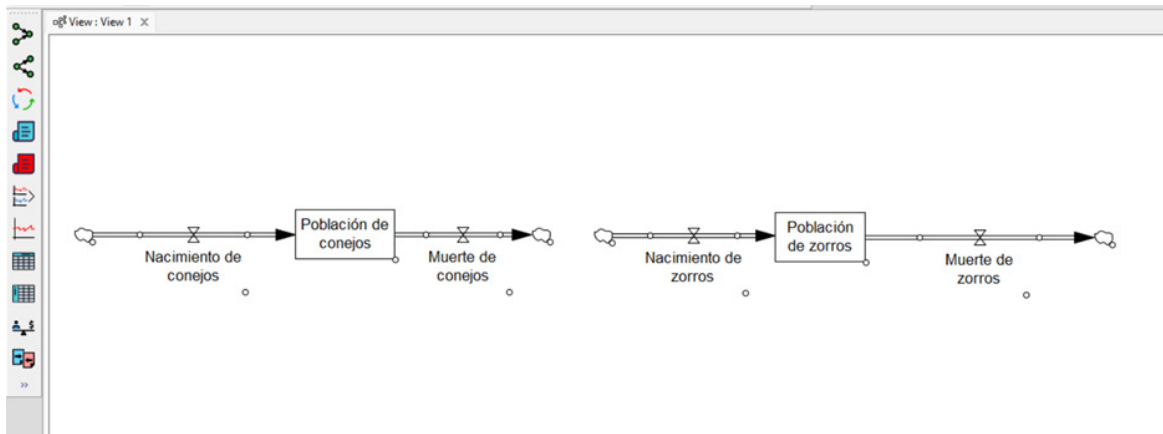
Procedemos a colocar las variables de flujo, para esto empezamos utilizamos la herramienta llamada «Flow tool» ubicada en la barra de herramientas.



Tendremos que colocar las variables Muerte y Nacimiento de conejos y de zorros respectivamente. Primero iremos con las variables de la población de conejos. Para el flujo de entrada Nacimiento de conejos clicamos a la izquierda de la variable Población de conejos, luego sobre la variable Población de conejos y colocamos el nombre del flujo. Luego, para el flujo de salida, clicamos sobre Población de conejos y luego a la derecha de esta y colocamos el nombre Muerte de conejos.

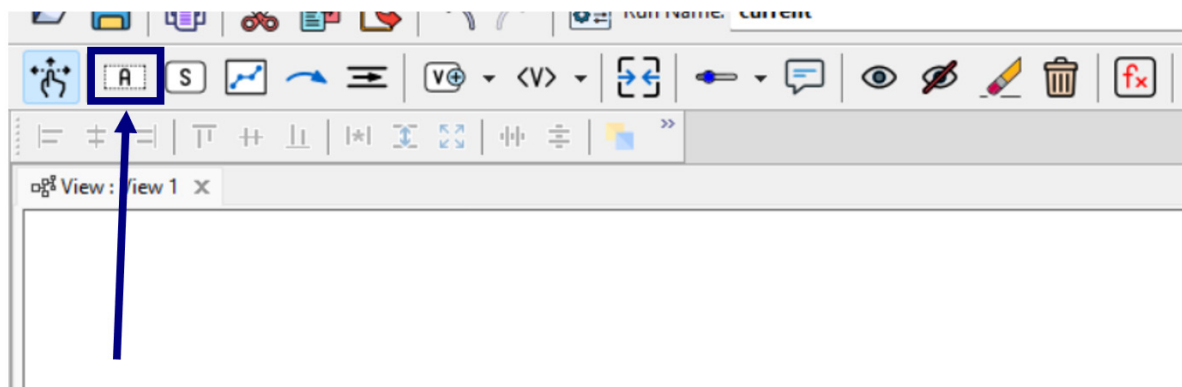


Repetimos este proceso, pero ahora con las muertes y nacimiento de zorros. Terminando con el diagrama de la siguiente forma.

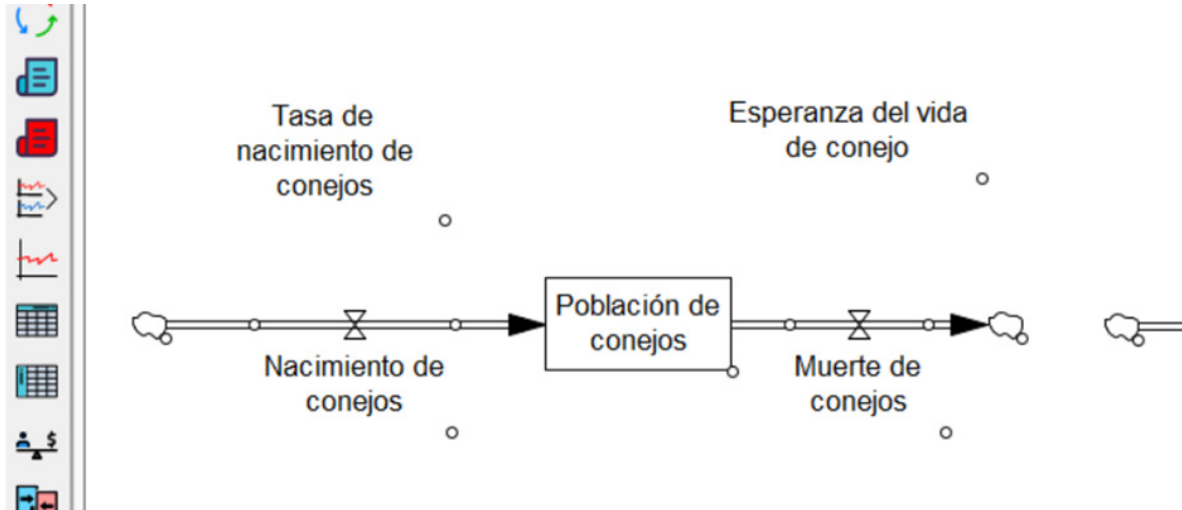


Paso N°6

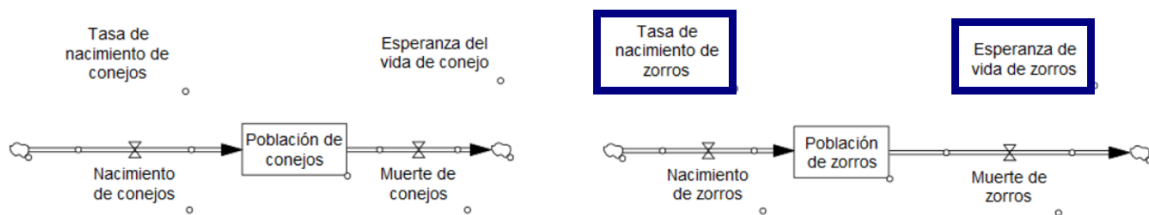
Ahora procederemos a agregar las variables auxiliares y constantes del Modelo. Para esto haremos uso de la herramienta llamada «**Variable tool**» de la barra de herramientas.



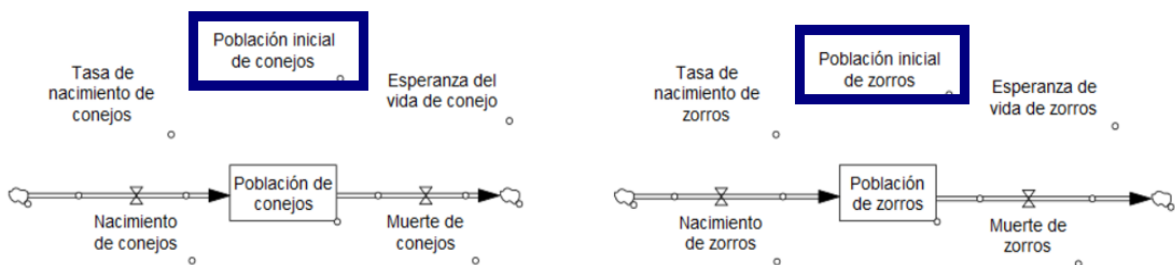
Con esta herramienta seleccionada clicaremos sobre el lienzo y escribimos el nombre de las variables. Empezaremos con las variables Tasa de nacimiento y Esperanza de vida de la población de conejos. Colocarla de la siguiente forma.



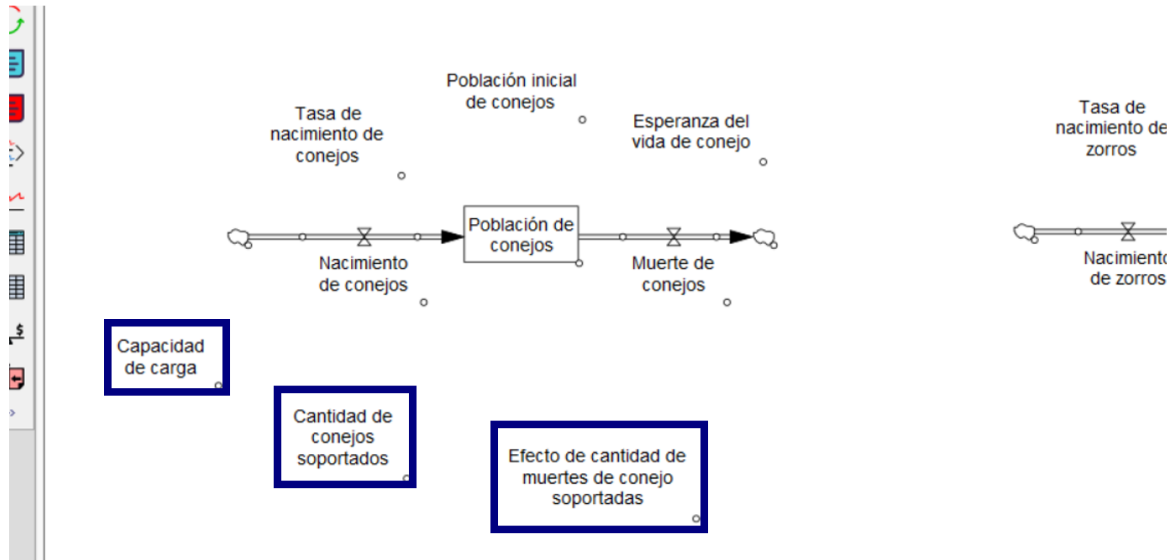
Repetir el proceso para las variables Tasa de natalidad y Esperanza de vida de la población de zorros.



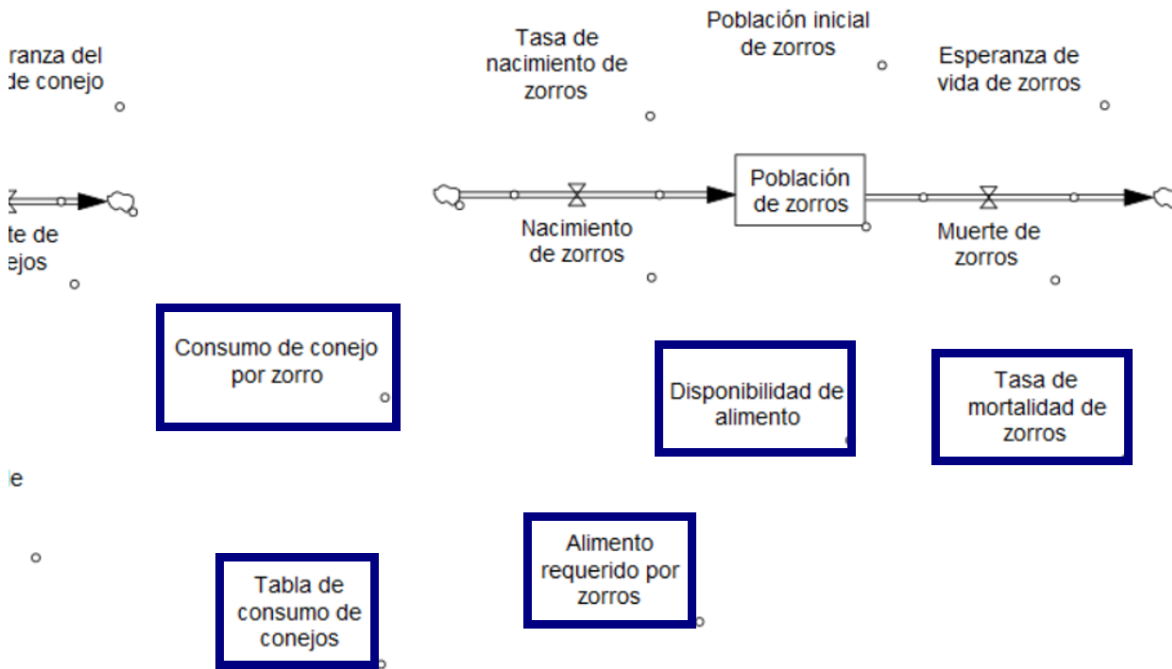
Ahora, agregamos las variables Población inicial de conejos y Población inicial de zorros de la siguiente forma.



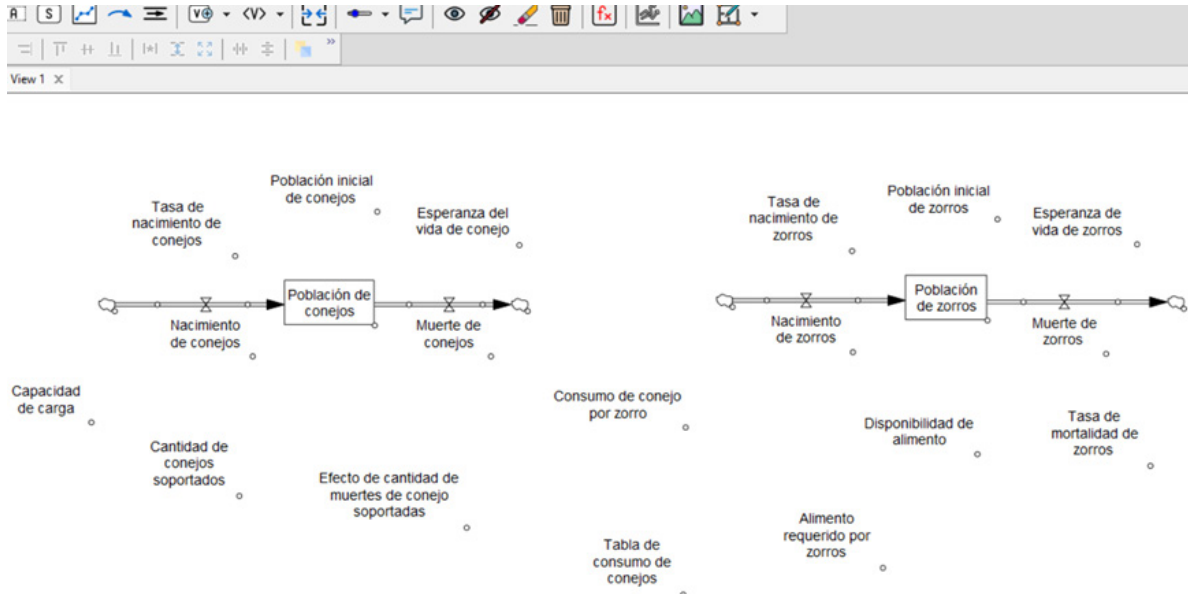
Ahora colocaremos las variables Capacidad de carga, Cantidad de conejos soportados y Efecto de cantidad de muertes de conejo soportadas de la siguiente forma.



Procedemos con las variables Consumo de conejos por zorro, Tabla de consumo de conejos, Alimento requerido por zorro, Disponibilidad de alimentos y Tasa de mortalidad de zorros. Colocar las variables con la siguiente distribución.

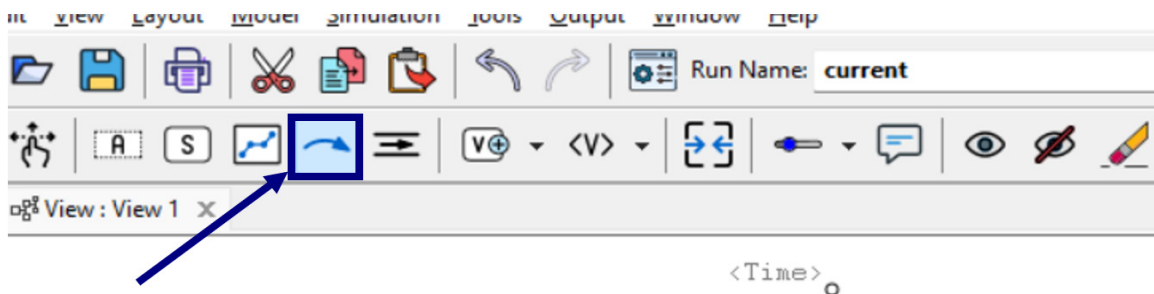


La distribución de variables debería estar de la siguiente manera.

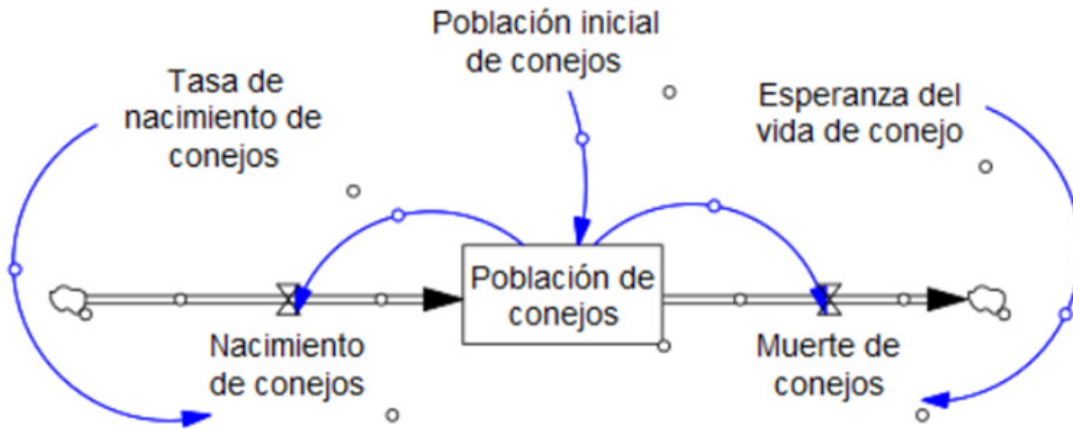


Paso N°7

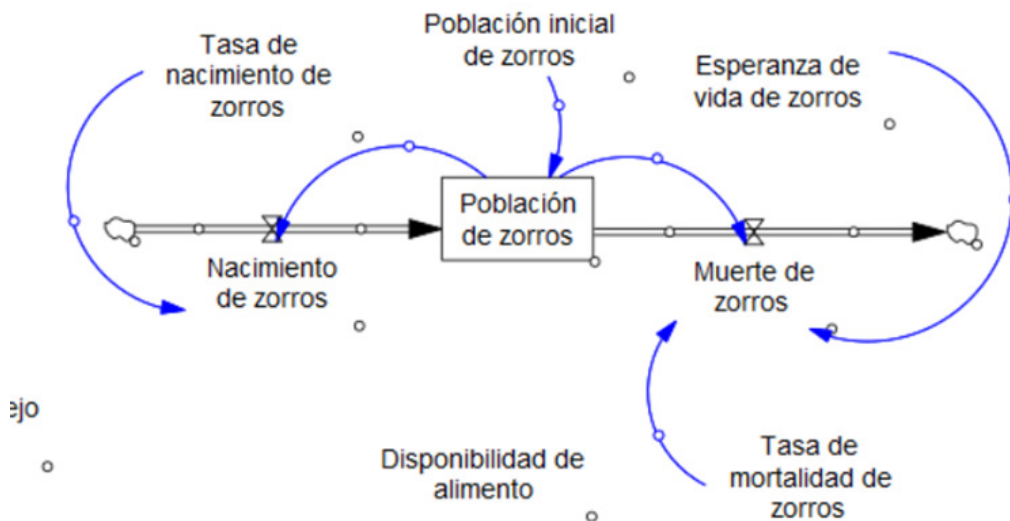
Ahora estableceremos las relaciones entre las variables, para esto utilizaremos la herramienta llamada «**Arrow tool**» que se encuentra en la barra de herramientas.



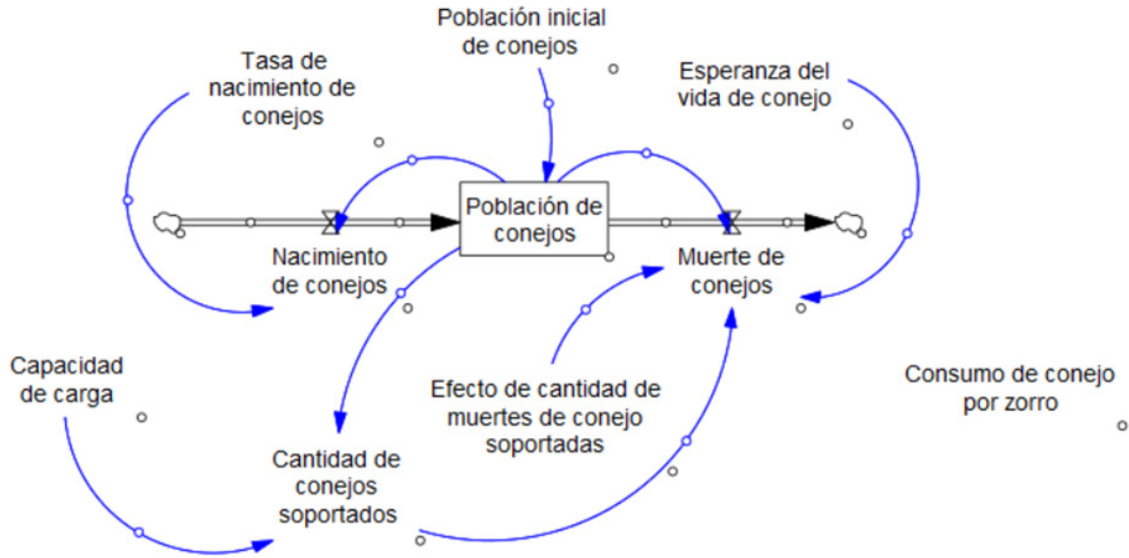
Luego de seleccionar la herramienta clicamos sobre la variable donde nace la flecha y luego hacia a donde va, luego, con el círculo que está en medio de la flecha, se da la curvatura a la relación. Empecemos con la relación entre las variables de población de conejos.



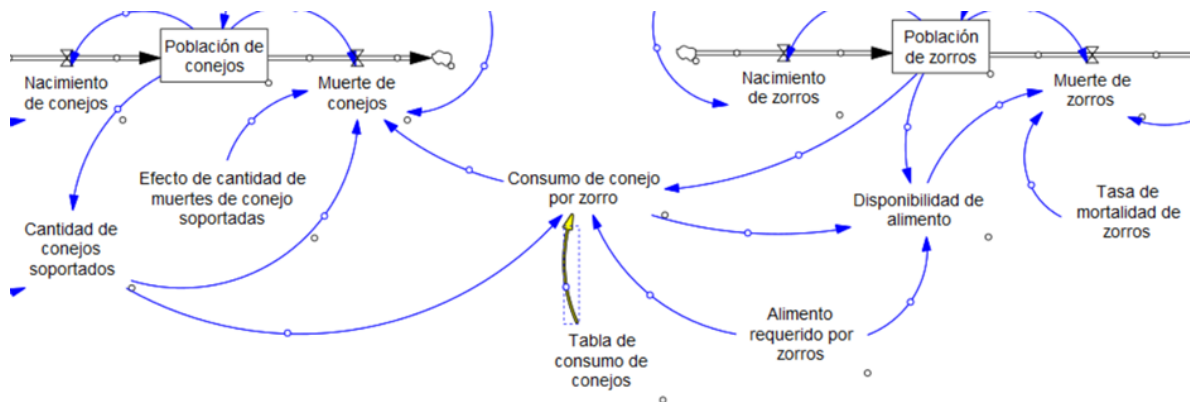
Continuemos con las variables concernientes a la población de zorros. Procedemos



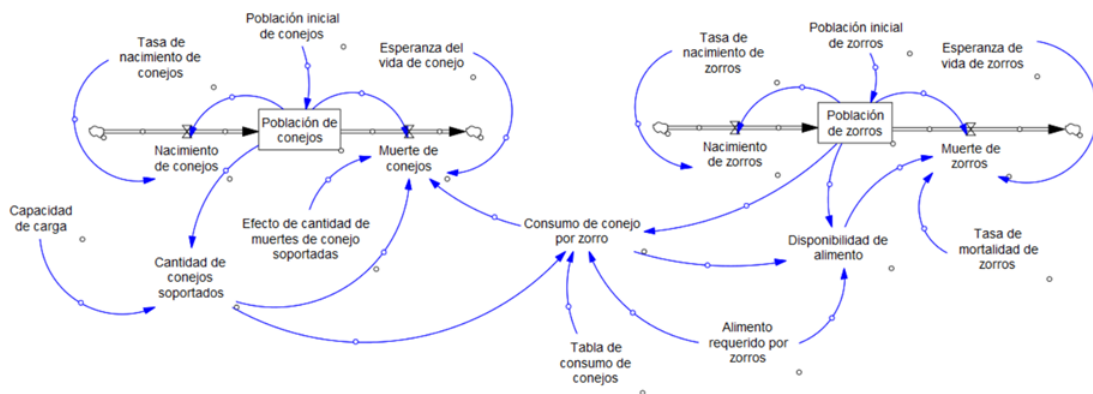
con las variables que rigen la cantidad de población de conejos que pueden abarcar el ecosistema donde habitan, que son, Capacidad de carga, Cantidad de conejos soportados y Efecto de cantidad de conejos soportados por muerte.



Ahora pasemos a las variables que relacionan ambas poblaciones y dan sentido al Modelo presa-depredador.



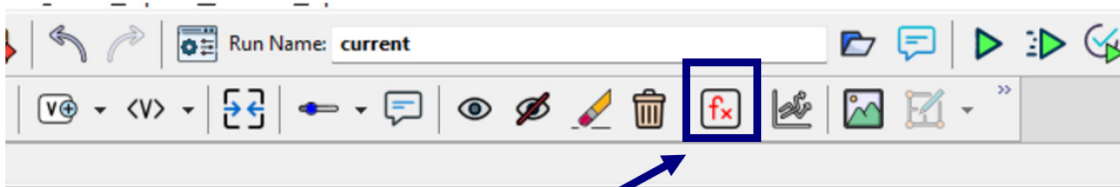
El Modelo con todas las relaciones quedaría de la siguiente forma.



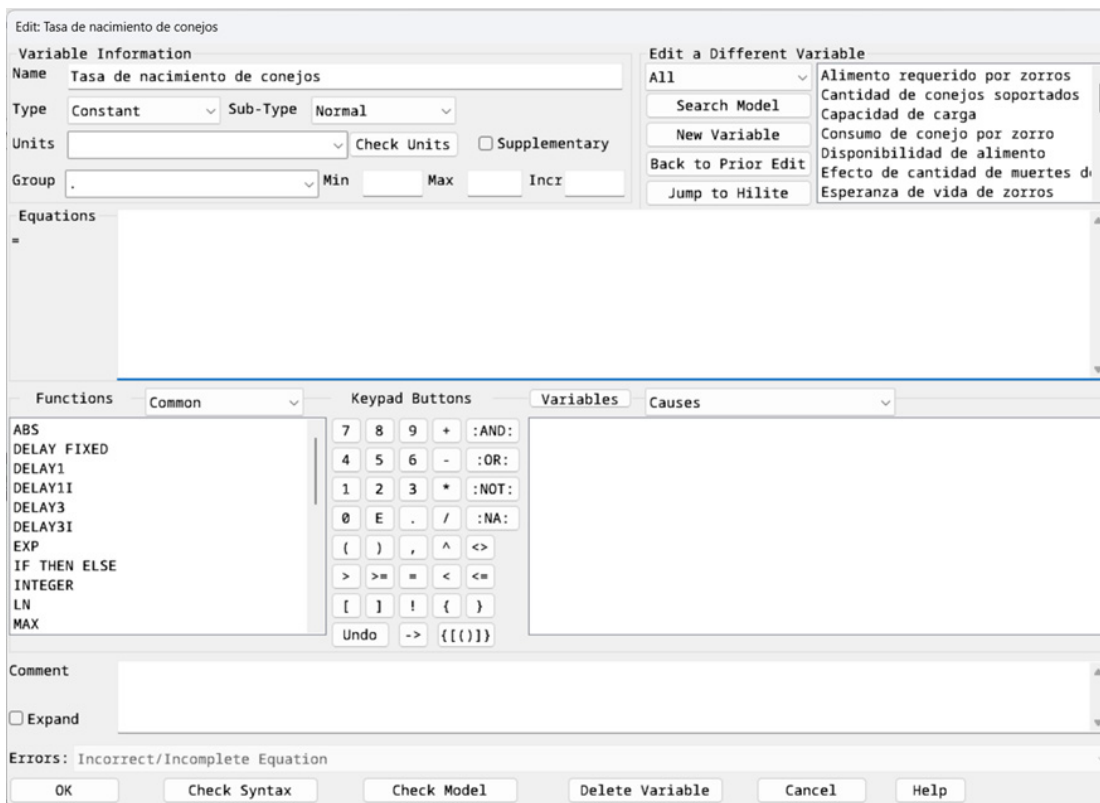
6. Pasos para Introducir las ecuaciones



Ahora procederemos a colocarles las ecuaciones y los valores a las variables, comencemos por la variable de nivel. Para esto seleccionaremos la herramienta llamada «Equation tool» de la barra de herramientas.



Con la herramienta seleccionada clicamos sobre la variable Tasa de nacimiento de conejos y se nos desplegará una ventana de edición de ecuaciones. En dicha ventana podremos establecer el tipo, ecuación y la unidad de la ecuación que hayamos seleccionado, también ofrece en la parte inferior los apartados de funciones, numpad virtual y variables para que se facilite ingresar las ecuaciones. La ventana es igual para todas las ecuaciones y se ve de la siguiente forma.



Para este caso, la variable Tasa de nacimiento de conejos, es de tipo constante-normal, con unidad 1/Año y valor de 2. Por lo que en el campo «Type» seleccionaremos «Constant», en el campo «sub-type» colocamos «Normal», en el campo «Units» colocamos 1/Year y en el campo «Equation», la ecuación que, en este caso, al ser constante, es 2, quedando de la siguiente forma.

Variable Information

Name Tasa de nacimiento de conejos

Type Constant Sub-Type Normal

Units 1/Year Check Units Supplementary

Group . Min Max Incr

Equations 2

Edit a Different Variable

All Search Model New Variable Back to Prior Edit Jump to Hilite

Alimento requ: Cantidad de c: Capacidad de ca: Consumo de cone: Disponibilidad: Efecto de cant: Esperanza de vi:

Clicamos **OK** para finalizar.

Expand

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel H

Paso N°2

Procedemos a editar la variable Población inicial de conejos, con la herramienta «Equation tool» clicamos la variable.

En el campo «Type» colocaremos «Constant», en el campo «Sub-type» colocamos «Normal», en el campo «Units» escribimos Conejo y en «Equation» escribimos 500.

Variable Information

Name Población inicial de conejos

Type Constant Sub-Type Normal

Units Conejo Check Units Supplementary

Group . Min Max Incr

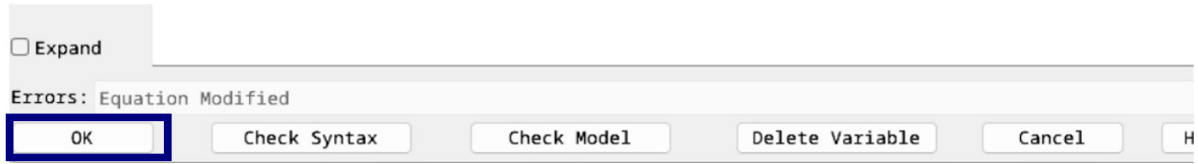
Equations 500

Edit a Different Variable

All Search Model New Variable Back to Prior Edit Jump to Hilite

Alimento requ: Cantidad de c: Capacidad de: Consumo de co: Disponibilida: Efecto de can: Esperanza de

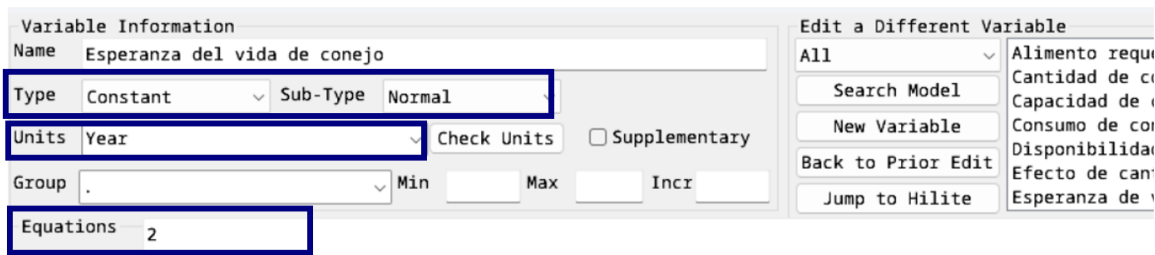
Clicamos **OK** para finalizar.



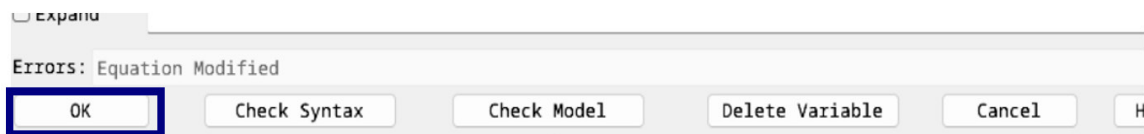
Paso N°3

Procedemos a editar la variable Esperanza de vida del conejo, con la herramienta «**Equation tool**» clicamos la variable.

En el campo «Type» colocaremos «Constant», en el campo «Sub-type» colocamos «Normal», en el campo «Units» escribimos Year y en «**Equation**» escribimos 2.



Clicamos **OK** para finalizar.



Paso N°4

Ahora a editar la variable Nacimiento de conejos, con la herramienta «**Equation tool**» clicamos la variable.

En el campo «Type» colocaremos «Auxiliary», en el campo «Sub-type» colocamos «Normal», en el campo «Units» escribimos Conejo/Year y en «**Equation**» escribimos Tasa de nacimiento de conejo * población de conejo. En este caso nos ayudamos con el apartado de variables en la parte inferior derecha de la ventana para no equivocarnos al escribir las variables. Con clicar las irán al campo «**Equations**»

The screenshot shows the 'Variable Information' dialog box for the variable 'Nacimiento de conejos'. The 'Type' is set to 'Auxiliary' and 'Sub-Type' is 'Normal'. The 'Units' are 'Conejo/Year'. The 'Equations' field contains 'Población de conejos*Tasa de nacimiento de conejos'. The 'Edit a Different Variable' panel on the right shows 'All' selected.

Clicamos **OK** para finalizar.

The screenshot shows the 'Errors: Equation Modified' dialog box with the 'OK' button highlighted.

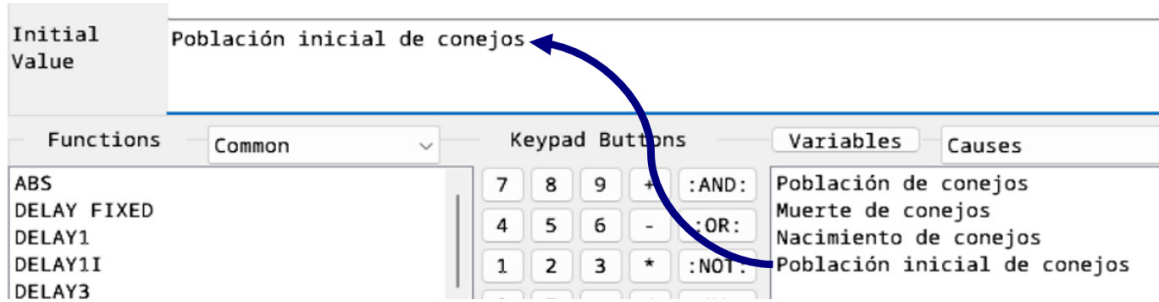
Paso N°5

De igual forma podremos modificar la variable Población de conejos. De igual forma con la herramienta «**Equation too**» seleccionada, clicamos sobre esta variable.

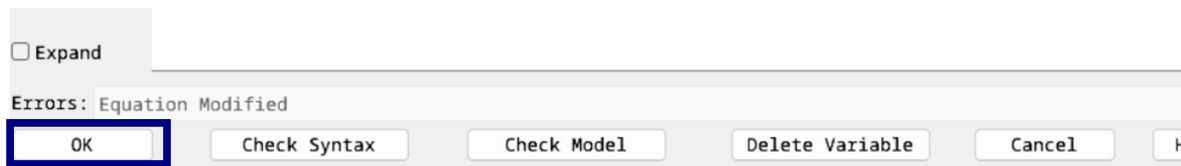
Esta es de tipo Nivel por lo que en el campo «Type» irá nivel, no tendrá subtipo, su unidad será Conejo y su ecuación Nacimiento de conejos - Muerte de conejos.

The screenshot shows the 'Variable Information' dialog box for the variable 'Población de conejos'. The 'Type' is set to 'Level'. The 'Units' are 'Conejo'. The 'Equations' field contains 'Nacimiento de conejos-Muerte de conejos = INTEG ('. The 'Edit a Different Variable' panel on the right shows 'All' selected.

Para esta debemos establecer el valor inicial en el campo «**Initial Value**». Clicamos sobre ese campo y luego en la esquina inferior derecha clicamos sobre la variable Población inicial de conejos.

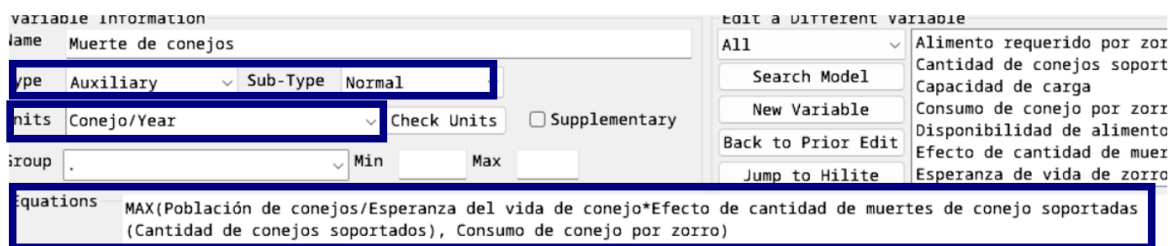


Clicamos **OK** para finalizar.

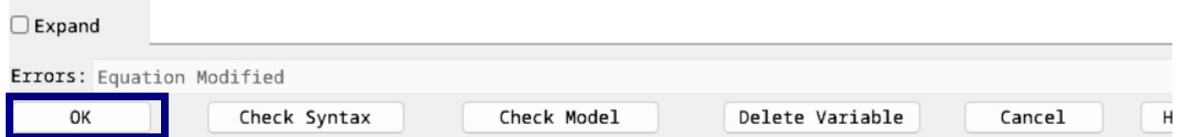


Procedemos a editar la variable Muerte de conejos. Con «**Equation tool**» seleccionada clicamos sobre la variable.

En el campo «Type» colocaremos «Auxiliary», en el campo «Sub-type» colocamos «Normal», en el campo «Units» escribimos Conejo/Year y en «**Equation**» escribimos $\text{MAX}(\text{Población de conejos} / \text{Esperanza de vida del conejo} * \text{Efecto de cantidad de muertes de conejo soportadas}(\text{Cantidad de conejos soportados}), \text{consumo de conejos por zorro})$. Igualmente nos ayudamos con las secciones inferiores para evitar errores al escribir la ecuación.

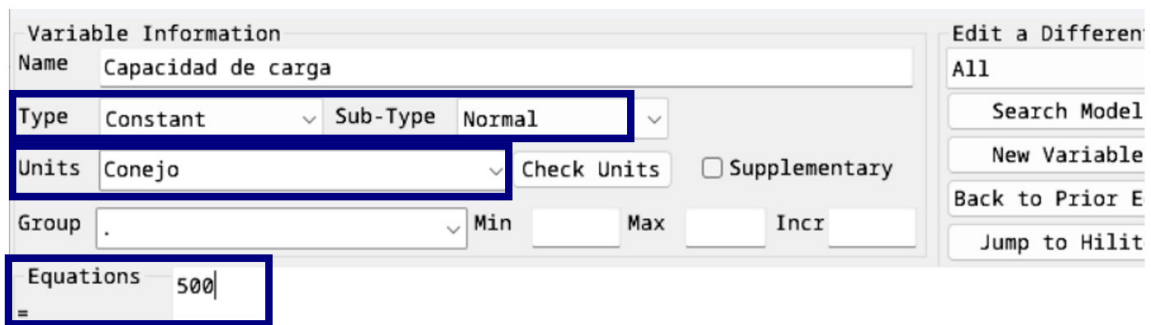


Clicamos **OK** para finalizar.

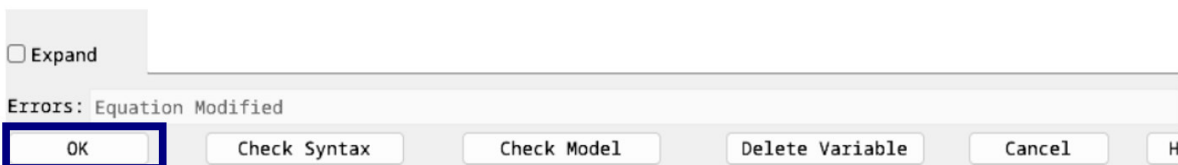


Procedemos a editar la variable Capacidad de carga. Con «Equation tool» seleccionada clicamos sobre la variable.

En el campo «Type» colocaremos «Constant», en el campo «Sub-type» colocamos «Normal», en el campo «Units» escribimos Conejo y en «Equation» escribimos 500.



Clicamos **OK** para finalizar.



Procedemos a editar la variable Cantidad de conejos soportados. Con «Equation tool» seleccionada clicamos sobre la variable.

En el campo «Type» colocaremos «Auxiliary», en el campo «Sub-type» colocamos «Normal», en el campo «Units» escribimos Dmnl que significa Sin unidad y en «Equation» escribimos Población de conejos / Capacidad de carga.

Variable Information

Name: Cantidad de conejos soportados

Type: Auxiliary Sub-Type: Normal

Units: Dmnl Check Units Supplementary

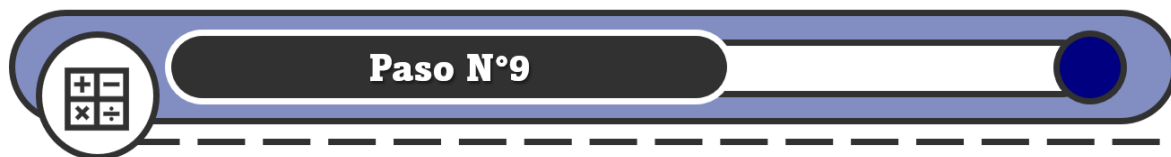
Group: . Min: Max:

Equations: Población de conejos/Capacidad de carga

Clicamos **OK** para finalizar.

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel



Procedemos a editar la variable Efecto de cantidad de muertes de conejo soportadas. Con «**Equation tool**» seleccionada clicamos sobre la variable.

Dado que esta ecuación representa una tabla de entradas y salidas que varían, en el campo «Type» colocaremos «Lo**OK**up», en el campo «Units» escribimos Dmnl que significa Sin unidad.

Para agregar la ecuación de esta variable, dado que son pares de datos ordenados, seleccionamos el botón **As Graph** que aparecerá al colocar el tipo de la variable.

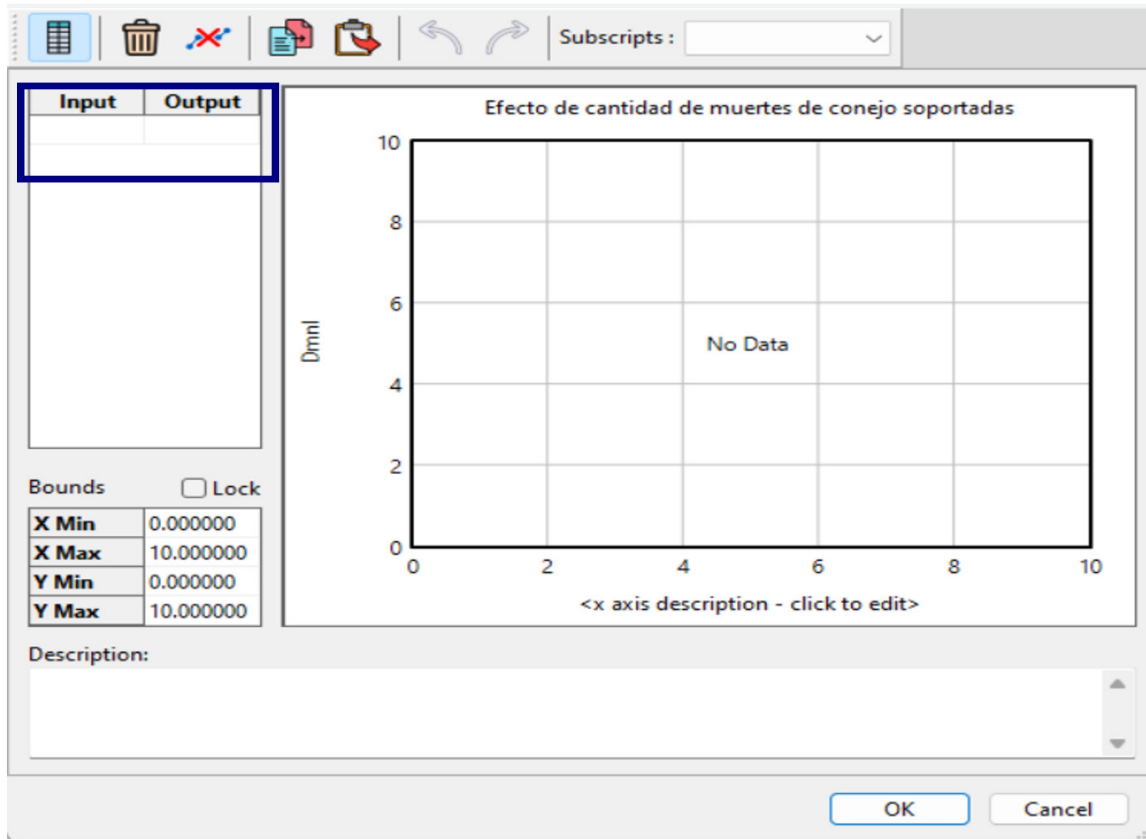
Variable Information

Name: Efecto de cantidad de muertes de conejo soportadas

Type: Lookup Sub-Type: As Graph

Units: Dmnl Check Units Supplementary

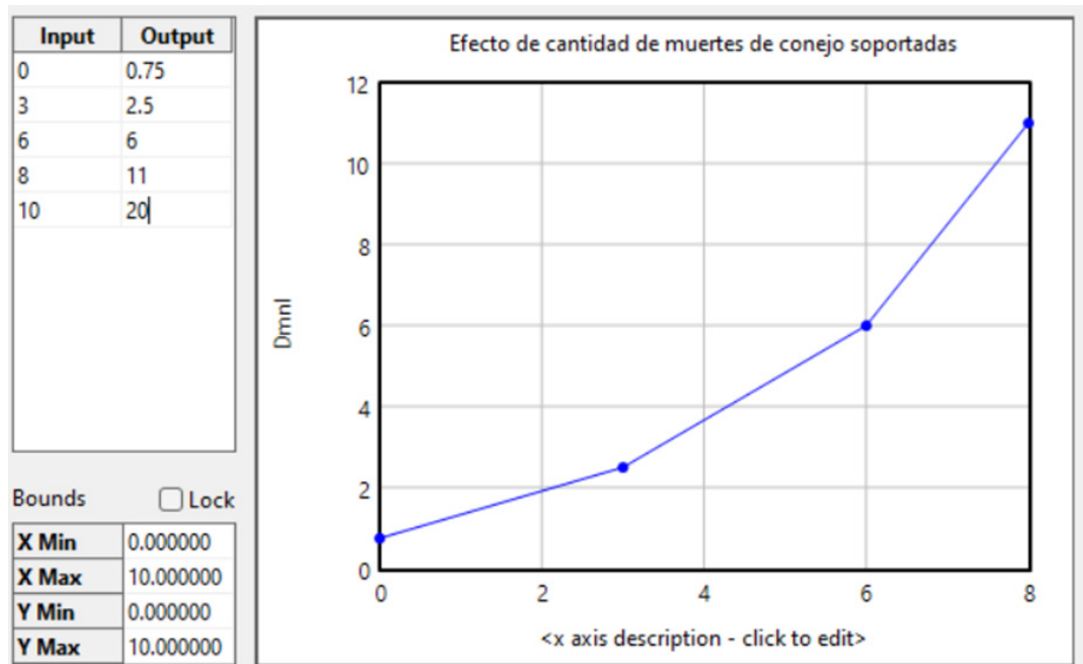
Nos aparecerá la siguiente pestaña, donde, para agregar los datos, clicaremos donde dice input y output.



Los pares de datos a agregar son los siguientes:

<i>Input</i>	<i>Output</i>
0	0.75
3	2.5
6	6
8	11
10	20

Debería quedar de la siguiente forma.



Clicamos **OK** y la ventana de edición de variables en el campo «Equation» termina de esta forma.

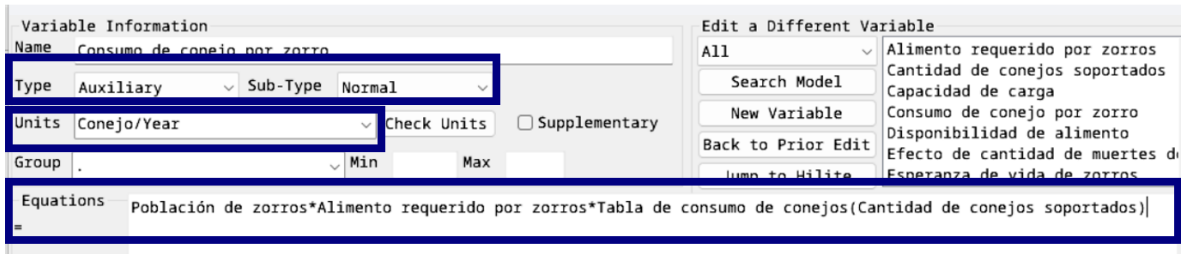
```
Equations [(0,0)-(10,10)],(0,0.75),(3,2.5),(6,6),(8,11),(10,20)
(
```

Clicamos OK para terminar.

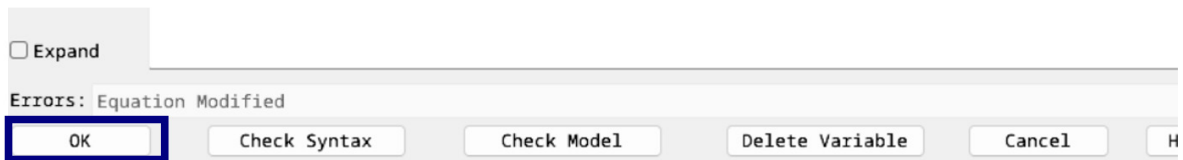


Procedemos a editar la variable Consumo de conejo por zorros. Con «**Equation tool**» seleccionada clicamos sobre la variable.

En el campo «Type» colocaremos «Auxiliary», en el campo «Sub-type» colocamos «Normal», en el campo «**Units**» escribimos Conejo/Year y en «**Equation**» Colocamos Población de zorros * Alimento requerido para zorros * Tabla de consumo de conejos(Cantidad de conejos soportados). Debería quedar de la siguiente manera.



Clicamos **OK** para finalizar.



Ahora procedemos a editar la variable Tabla de consumo de conejos. Con «**Equation tool**» seleccionada clicamos sobre la variable.

En el campo «Type» colocaremos «**Lookup**», en el campo «Units» escribimos Dmnl. Esta variable, al ser de nuevo de tipo tabla necesitará que agreguemos los pares ordenados los cuales son:

<i>Input</i>	<i>Output</i>
0	0
1	1
2	2
6	2

Para agregarlo se realiza igual como fue explicado en el paso 15. Y terminaríamos con la ecuación con los siguientes datos.

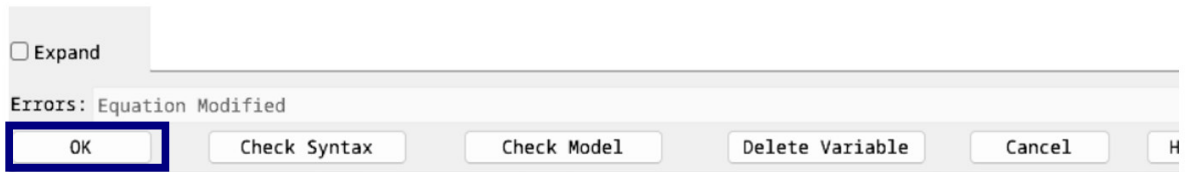
Clicamos **OK** para finalizar.

Paso N°12

Procedemos a editar la variable Alimento requerido por zorros. Con «Equation tool» seleccionada clicamos sobre la variable.

En el campo «Type» colocaremos «Constant», en el campo «Sub-type» colocamos «Normal», en el campo «Units» escribimos Conejo/Year/Zorro y en «Equation» Colocamos 25. Debería quedar de la siguiente manera.

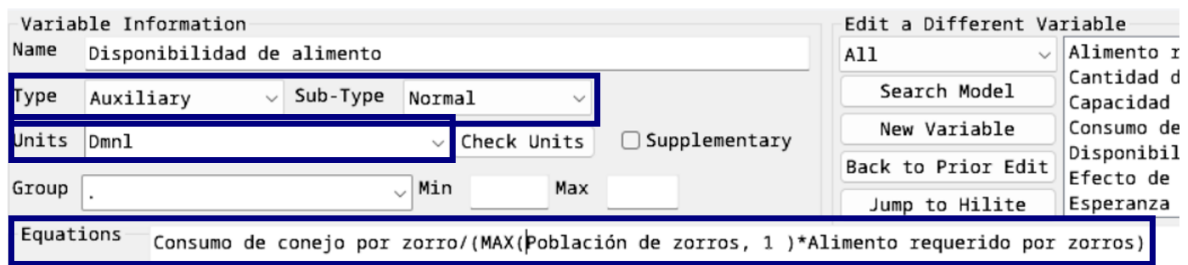
Clicamos **OK** para finalizar.



Paso N°13

Procedemos a editar la variable Disponibilidad de alimento. Con «**Equation tool**» seleccionada clicamos sobre la variable.

En el campo «Type» colocaremos «Auxiliary», en el campo «Sub-type» colocamos «Normal», en el campo «Units» escribimos Dmnl y en «**Equation**» Colocamos Consumo de conejos por zorros / (Max(Población de zorros, 1) * Alimento requerido para zorro). Debería quedar de la siguiente manera.



Clicamos **OK** para finalizar.

Paso N°14

Ahora procedemos a editar la variable Tasa de mortalidad de zorros. Con «Equation tool» seleccionada clicamos sobre la variable.

En el campo «Type» colocaremos «Lo**OK**up», en el campo «Units» escribimos Dmnl. Esta variable, al ser de nuevo de tipo tabla necesitará que agreguemos los pares ordenados los cuales son:

<i>Input</i>	<i>Output</i>
0	20
0.3	5
0.5	2
1	1
2	0.5

Para agregarlo se realiza igual como fue explicado en el paso 15. Y terminaríamos con la ecuación con los siguientes datos.

Clicamos **OK** para finalizar.

Paso N°15

Ahora a editar la variable Nacimiento de zorros, con la herramienta «**Equation tool**» clicamos la variable.

En el campo «Type» colocaremos «Auxiliary», en el campo «Sub-type» colocamos «Normal», en el campo «Units» escribimos Zorro/Year y en «Equation» escribimos Población de zorros * Tasa de nacimiento de zorros. Quedando de la siguiente manera.

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Nacimiento de zorros	All	Alimen:
Type	Auxiliary	Sub-Type	Normal
Units	Zorro/Year	Check Units	<input type="checkbox"/> Supplementary
Group	.	Min	Max
Equations	Población de zorros*Tasa de nacimiento de zorros		

Clicamos **OK** para finalizar.

Expand

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel H



Editamos la variable Tasa nacimiento de zorros, con la herramienta «**Equation tool**» clicamos la variable.

En el campo «Type» colocaremos «Constant», en el campo «Sub-type» colocamos «Normal», en el campo «Units» escribimos 1/Year y en «Equation» escribimos 0.25.

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Tasa de nacimiento de zorros	All	Alimen:
Type	Constant	Sub-Type	Normal
Units	1/Year	Check Units	<input type="checkbox"/> Supplementary
Group	.	Min	Max
Equations	0.25		

Clicamos **OK** para finalizar.

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel H

Paso N°17

Seguimos editando variables, ahora es turno de la variable Población inicial de zorros. Con «**Equation tool**» seleccionada clicamos sobre la variable.

En el campo «Type» colocaremos «Constant», en el campo «Sub-type» colocamos «Normal», en el campo «Units» escribimos Zorro y en «**Equation**» escribimos 30.

Variable Information

Name Población inicial de zorros

Type Constant Sub-Type Normal

Units Zorro Check Units Supplementary

Group . Min Max Incr

Equations 30

Edit a Different Variable: All

Search Model

New Variable

Back to Prior Edit

Jump to Hilite

Clicamos **OK** para finalizar.

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel Help

Paso N°18

Procedemos a editar la variable Población de zorros. Con «**Equation tool**» seleccionada clicamos sobre la variable.

En el campo «Type» colocaremos «Level», en el campo «Units» escribimos Zorro y en «**Equation**» colocamos Nacimiento de zorros-Muerte de zorros. También en «**Initial Value**» debemos colocar la variable Población inicial de zorros, quedando todo de la siguiente manera.

Variable Information

Name Población de zorros

Type Level Sub-Type

Units Zorro Check Units Supplementary

Group . Min Max

Equations Nacimiento de zorros-Muerte de zorros
= INTEG (

Initial Value Población inicial de zorros

Edit a Different Variable

All

Search Model

New Variable

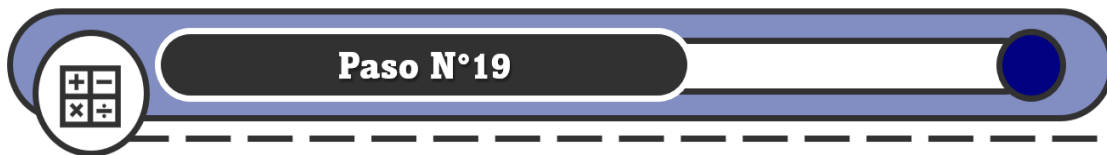
Back to Prior Edit

Jump to Highlight

Clicamos **OK** para finalizar.

Errors: Equation Modified

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel



Procedemos a editar la variable Muerte de zorros. Con «**Equation tool**» seleccionada clicamos sobre la variable.

En el campo «**Type**» colocaremos «Auxiliary», como «Sub-type» colocamos «Normal», en el campo «**Units**» escribimos Zorro/Year y en «**Equation**» colocamos Población de zorros / Esperanza de vida del zorro * Tasa de mortalidad de zorros(Disponibilidad de alimentos).

Edit: Muerte de zorros

Variable Information

Name Muerte de zorros

Type Auxiliary Sub-Type Normal

Units Zorro/Year Check Units Supplementary

Group .m1 conejos vs zorros Min Max

Equations Población de zorros/Esperanza de vida de zorros*Tasa de mortalidad de zorros(Disponibilidad de alimento)

Edit a Different Variable

All

Search Model

New Variable

Back to Prior Edit

Jump to Highlight

Alimento requerido por zorros

Cantidad de conejos soportados

Capacidad de carga

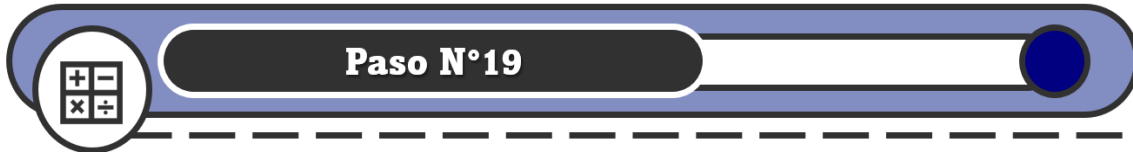
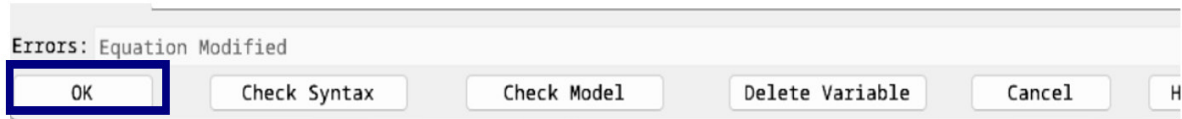
Consumo de conejo por zorro

Disponibilidad de alimentos

Efecto de cantidad de muertes

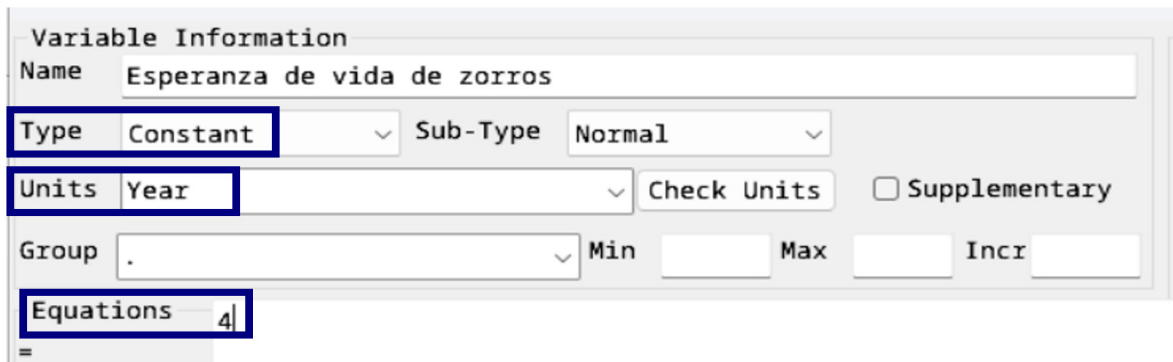
Esperanza de vida de zorros

Clicamos **OK** para finalizar.

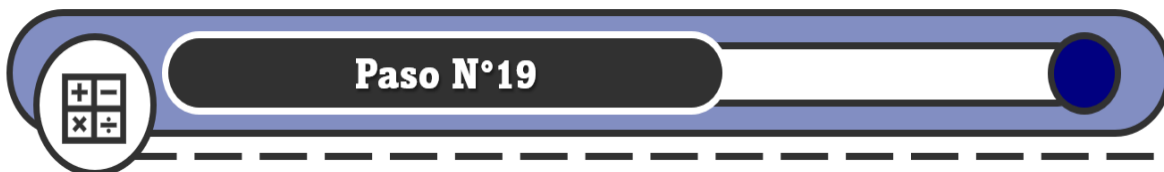
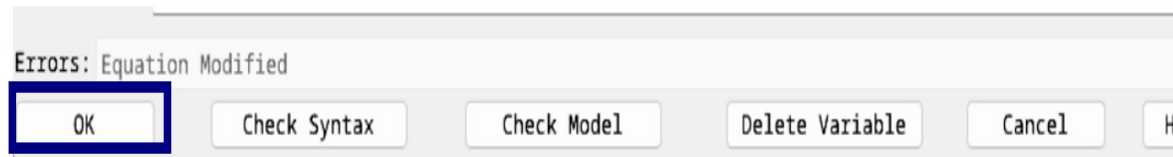


Procedemos a editar la última variable de este Modelo, que en este caso es la variable Esperanza de vida de zorros. Con «**Equation tool**» seleccionada clicamos sobre la variable.

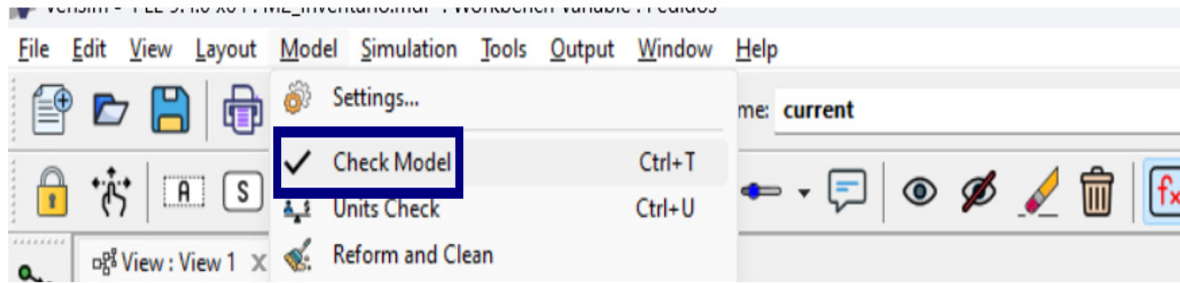
En el campo «Type» colocaremos «Constant», como «Sub-type» colocamos «Normal», en el campo «Units» escribimos Year y en «Equation» colocamos 4.



Clicamos **OK** para finalizar.



Ahora tendremos que comprobar la sintaxis del Modelo. Para eso nos dirigiremos a la pestaña «**Model**» > «**Check Model**».



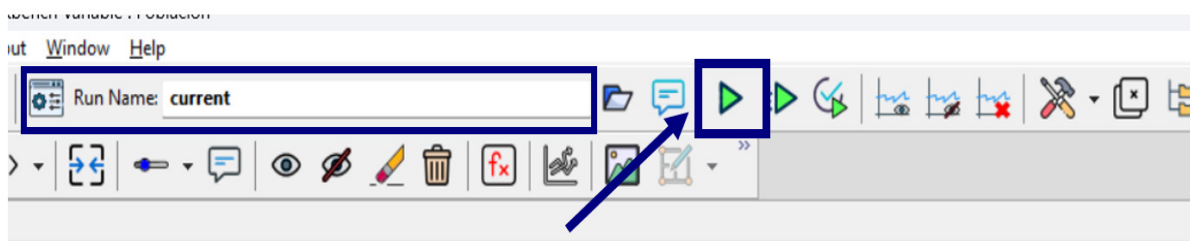
Clicamos sobre esta y nos debería indicar que, si seguimos todos los pasos, el Modelo está correcto.

7. Pasos para la simulación y análisis de resultados



Para ver los resultados de la simulación debemos primero correr el Modelo, para esto nos dirigiremos a la barra de herramientas, en el botón llamado «**Run a single simulation**».

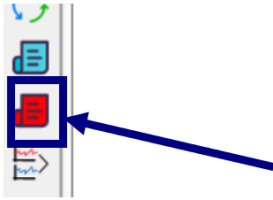
Pero antes cambiemos el nombre a la simulación donde dice «Run Name»



Clicamos sobre él y ya podremos ver las gráficas para cada una de las variables.



Ahora revisaremos la documentación del Modelo donde podremos apreciar todas las ecuaciones que está utilizando Vensim para simular el Modelo. Para esto nos ayudará la herramienta «Document all» de la barra de herramientas lateral.



Se desplegará la siguiente pantalla con las ecuaciones.

The screenshot shows the Vensim software interface with a list of equations on the left and a stock-and-flow diagram on the right.

Equations:

- (01) Alimento requerido por zorros=
25
Units: Conejo/Year/Zorro
- (02) Cantidad de conejos soportados=
Población de conejos/Capacidad de carga
Units: Dmnl
- (03) Capacidad de carga=
500
Units: Conejo
- (04) Consumo de conejo por zorro=
Población de zorros*Alimento requerido por zorros*Tabla de consumo de conejos
(Cantidad de conejos soportados)
Units: Conejo/Year
- (05) Disponibilidad de alimento=
Consumo de conejo por zorro/(MAX(Población de zorros, 1)*Alimento requerido por zorros
)
Units: Dmnl
- (06) Efecto de cantidad de muertes de conejo soportadas[
[(0,0)-(10,10)],(0,0.75),(3,2.5),(6,6),(8,11),(10,20))
Units: Dmnl
- (07) Esperanza de vida de zorros=
4
Units: Year

Stock-and-Flow Diagram:

The diagram shows a stock labeled 'C' (Conejos) with two flows: 'Nacimiento de zorros' (Birth of foxes) entering the stock and 'Alimento requerido por zorros' (Food required by foxes) leaving the stock. The flow 'Alimento requerido por zorros' is controlled by a control valve labeled 'Tasa de nacimiento de zorros' (Birth rate of foxes).

(08) Esperanza del vida de conejo=
2
Units: Year

(09) FINAL TIME = 50
Units: Year
The final time for the simulation.

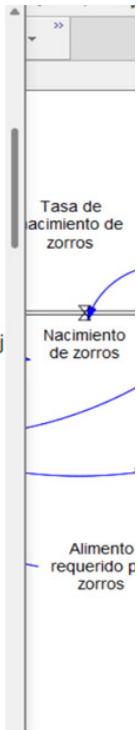
(10) INITIAL TIME = 0
Units: Year
The initial time for the simulation.

(11) Muerte de conejos=
 $\text{MAX}(\text{Población de conejos}/\text{Esperanza del vida de conejo} * \text{Efecto de cantidad de muertes de conejos}, \text{Consumo de conejo por zorro})$
Units: Conejo/Year

(12) Muerte de zorros=
 $\text{Población de zorros}/\text{Esperanza de vida de zorros} * \text{Tasa de mortalidad de zorros}$
(Disponibilidad de alimento)
Units: Zorro/Year

(13) Nacimiento de conejos=
 $\text{Población de conejos} * \text{Tasa de nacimiento de conejos}$
Units: Conejo/Year

(14) Nacimiento de zorros=
 $\text{Población de zorros} * \text{Tasa de nacimiento de zorros}$
Units: Zorro/Year



(15) Población de conejos= INTEG (Nacimiento de conejos-Muerte de conejos, Población inicial de conejos)
Units: Conejo

(16) Población de zorros= INTEG (Nacimiento de zorros-Muerte de zorros, Población inicial de zorros)
Units: Zorro

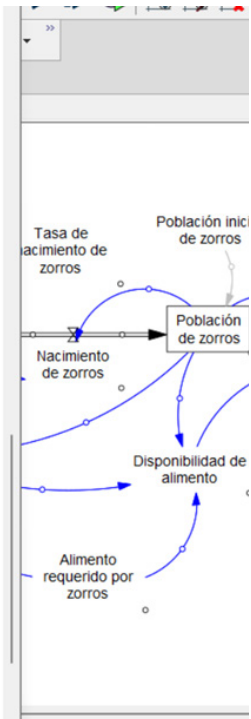
(17) Población inicial de conejos= 500
Units: Conejo

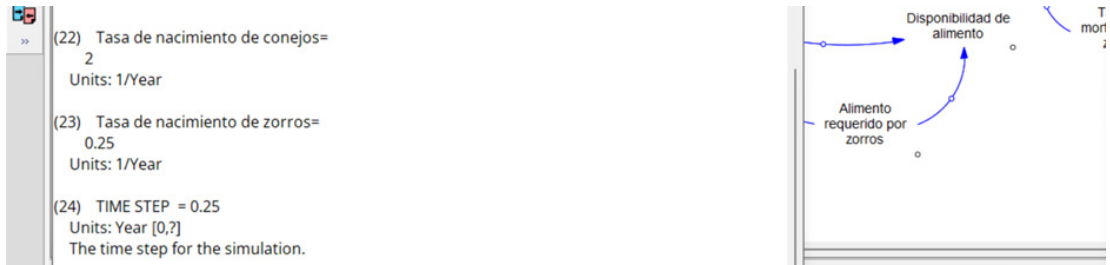
(18) Población inicial de zorros= 30
Units: Zorro

(19) SAVEPER = TIME STEP
Units: Year [0,?]
The frequency with which output is stored.

(20) Tabla de consumo de conejos([(0,0)-(6,3)],(0,0),(1,1),(2,2),(6,2))
Units: Dmnl

(21) Tasa de mortalidad de zorros([(0,0)-(10,10)],(0,20),(0,3,5),(0,5,2),(1,1),(2,0,5))
Units: Dmnl

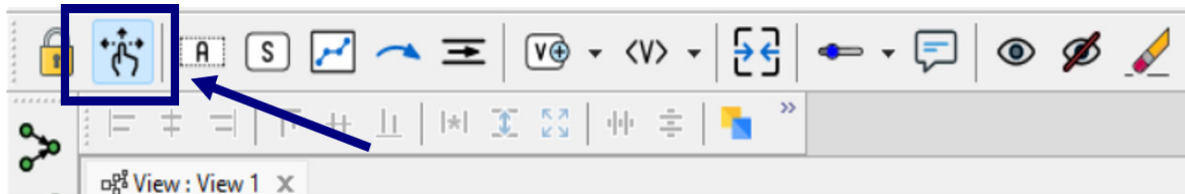




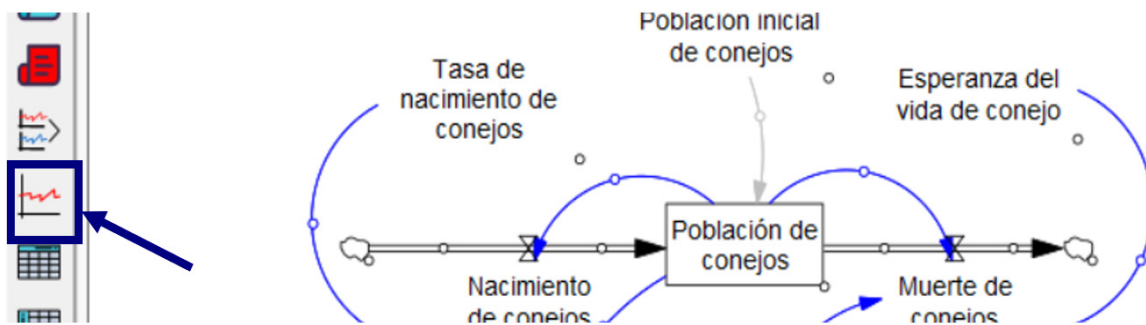
Como pueden ver en las anteriores capturas se muestra todo el código concerniente al Modelo en Vensim. En este se muestran las ecuaciones que se ingresaron en las variables para así poder realizar un análisis paso a paso de las ecuaciones y sus unidades. Para este Modelo existieron 20 variables, las cuales se pueden apreciar en la documentación y contrastar con el Modelo, además en la documentación muestra las variables los valores iniciales y finales establecidos para la simulación, que fueron de 0 a 50 años y también el paso denominado **TIME STEP** que fue 0.25 año y también la variable **SAVEPER** que es las veces que la salida generada se mostrara en las tablas de la simulación que en este caso es igual al paso, o sea 0.25.

Paso N°3

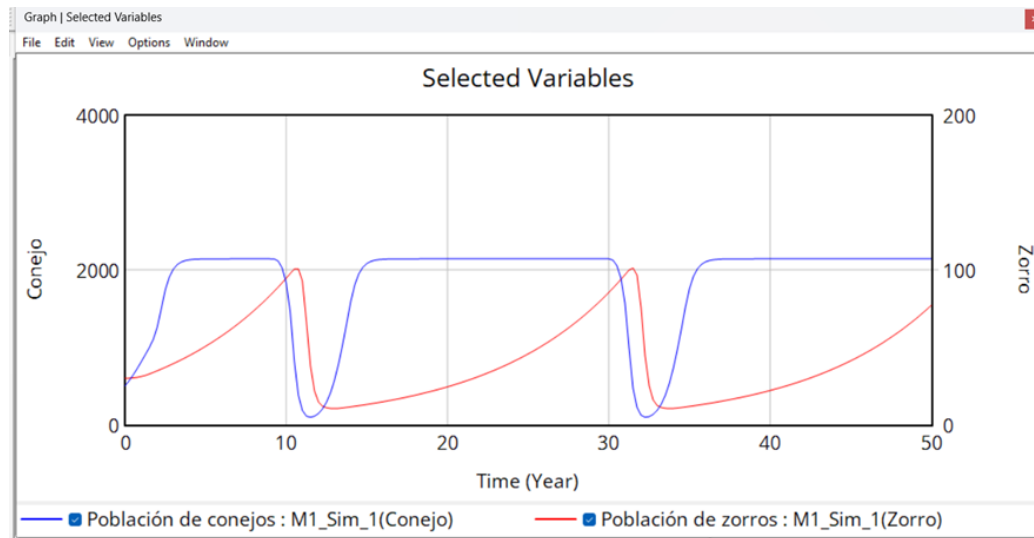
Ahora podemos analizar los resultados de la simulación. Para esto pasamos a la herramienta «Move tool».



Ahora, manteniendo la tecla shift, clicamos sobre las variables Población de conejos y Población de zorros y nos dirigimos a la herramienta **Graph**.



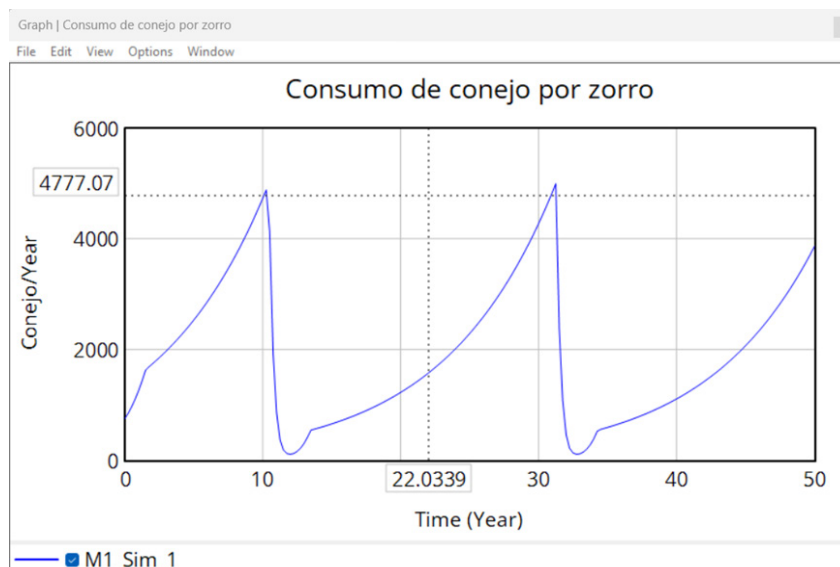
Y nos aparecerá la gráfica para ambas variables.



Como apreciamos, la gráfica presenta una tendencia repetitiva por lo que se entiende que se llega a un equilibrio en el ecosistema. A medida que se da el aumento en la población de zorros llega un punto en el que la población de conejos disminuye drásticamente dado que aumenta el consumo de conejos por zorro debido a que la población es mayor. Esto genera que la población de zorros disminuya drásticamente en un lapso de aproximadamente 2 años y permita la recuperación de la población de conejos.

Paso N°4

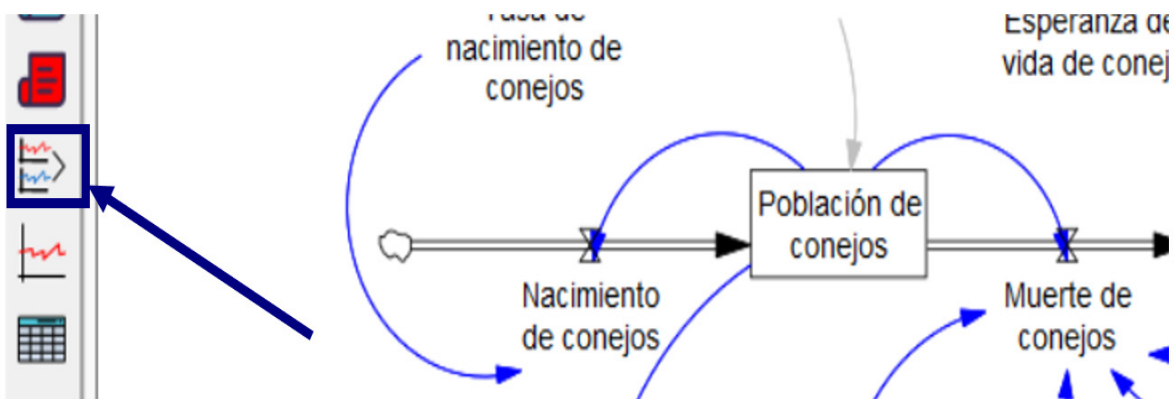
De la misma forma podemos ver el consumo de conejo por zorros, que mostraría la siguiente ecuación.



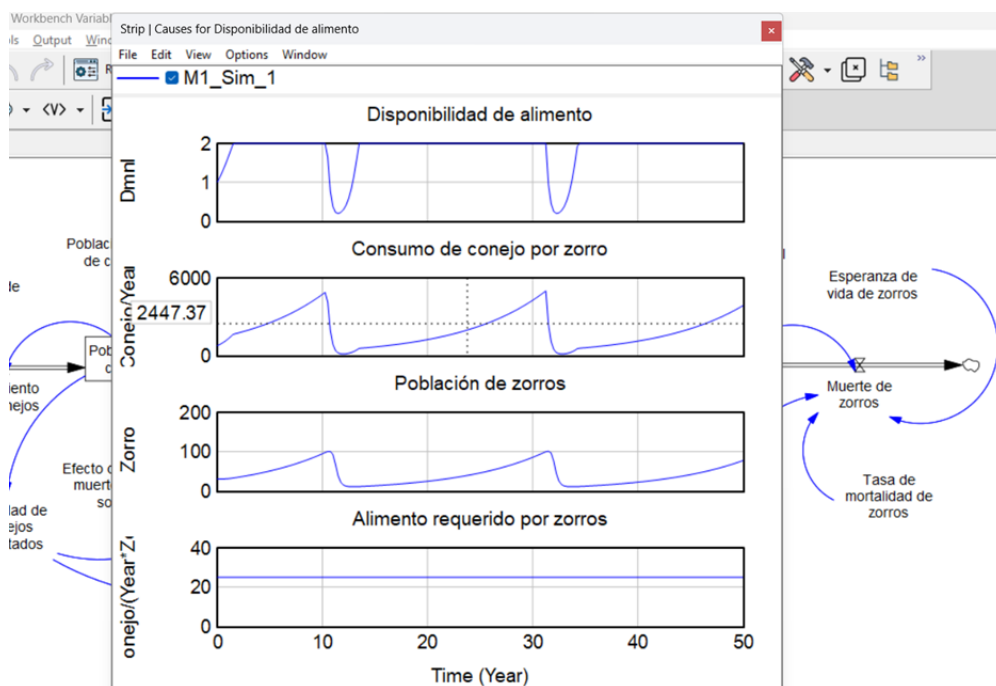
En este caso podemos ver como se da un cambio repentino en el consumo de conejos debido a que la población de conejos disminuyo y provoco el deceso de muchos zorros por hambre, llega a cesar el consumo de estos, pero al volver a crecer la población de zorros vuelve a aumentar el consumo de conejos.

Paso N°5

Pasamos a analizar las gráficas causales para así analizar detenidamente las gráficas de las causas de las variables, para esto usaremos la herramienta «Cause strips» de la barra de herramientas lateral.



Para utilizarla debemos seleccionar las variables que queremos analizar y luego la herramienta, en este caso se hará para la variable Disponibilidad de alimento.

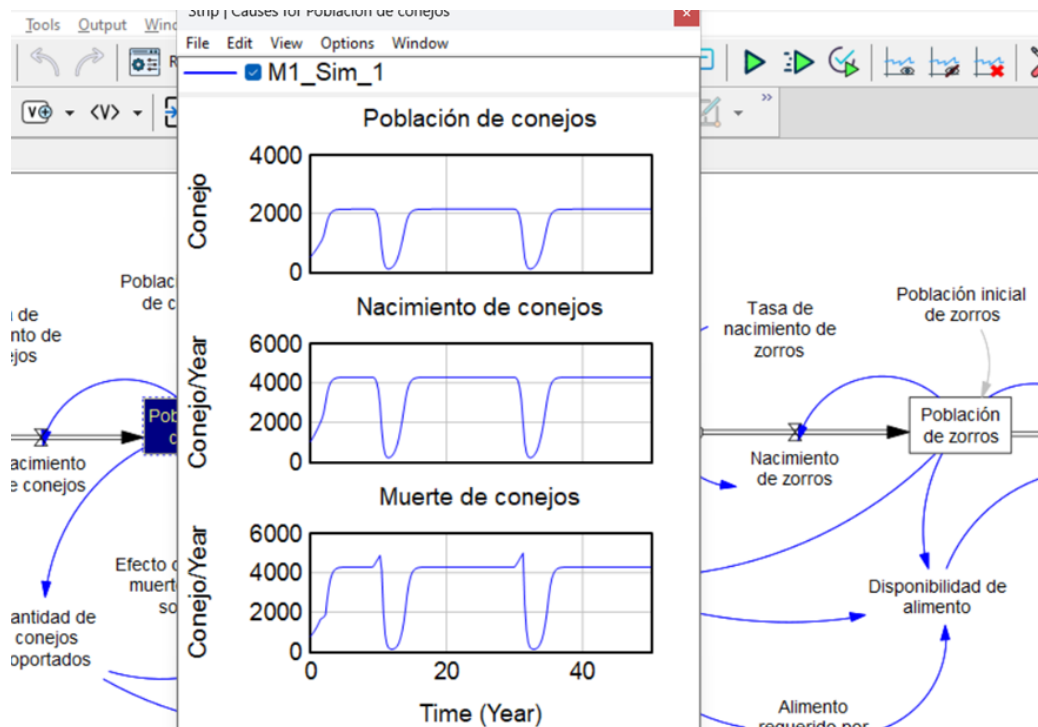


Como podemos ver, existe una relación entre el consumo de conejo por zorros y la población de zorros, cuando la disponibilidad de alimento baja debido a la muerte de los conejos, el consumo de conejo por zorros bajará por la falta de estos, y esto implica que también se dé el cese en la población de zorros por falta de alimentos.

Paso N°6

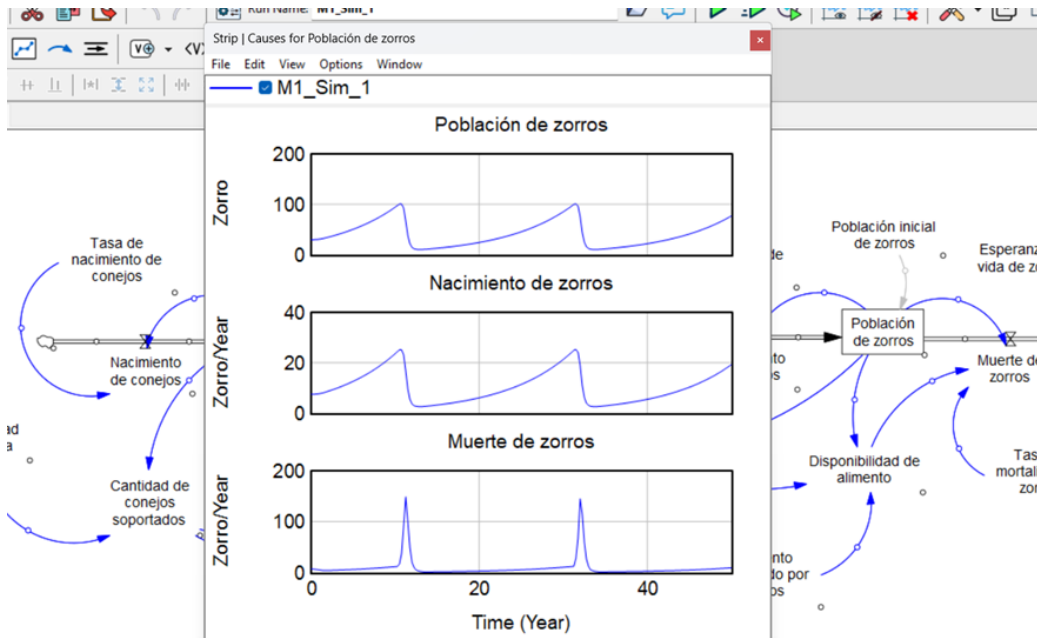
Ahora veamos las gráficas con la herramienta «Causes strips» de las poblaciones de zorros y conejos.

Primero veamos la población de conejos.



Ahora podemos ver como cuando las muertes llegan a un pico debido a la mortalidad normal de los conejos y a el consumo de conejos por zorro, la población baja por el hecho de que se dan muchas muertes y la natalidad baja por la bajada en la población.

Ahora analicemos las gráficas de la población de zorros.

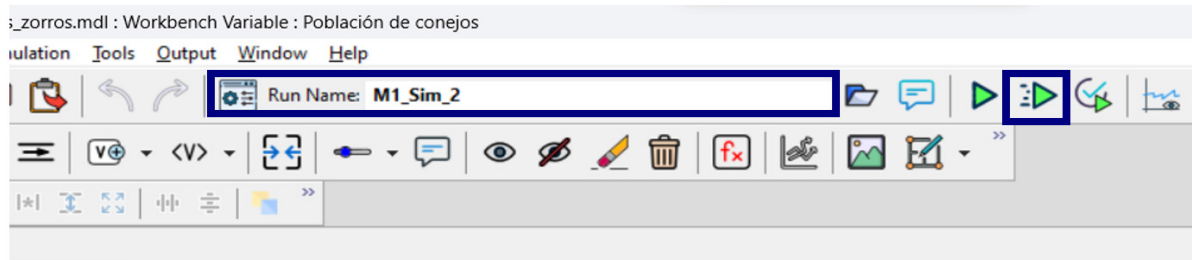


Podemos ver que es el mismo comportamiento que en la población de conejos, como es lógico cuando las muertes se aumentan en exceso se da la disminución en la población y por consiguiente la disminución en los nacimientos.

Paso N°7

Ahora podemos analizar otro escenario, pero para esto antes simularemos este Modelo con ayuda de la herramienta SyntheSim.

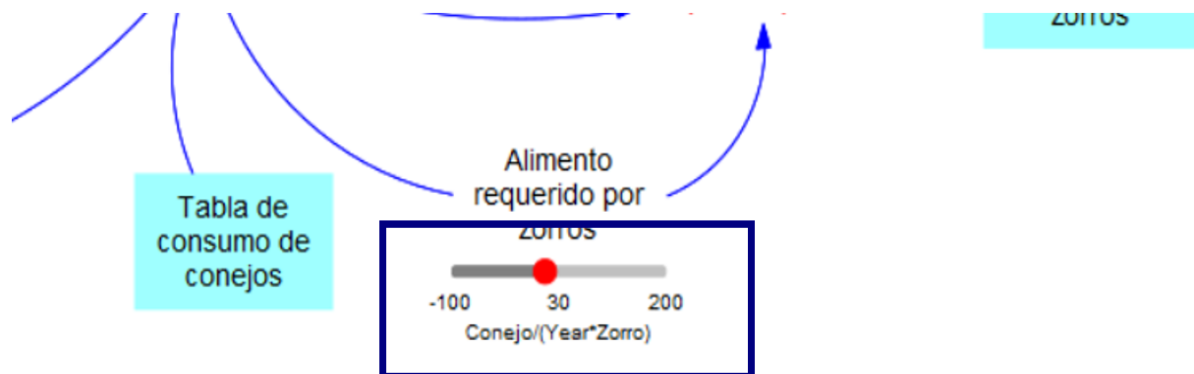
Para realizar esto, solo tendríamos que simular presionando el siguiente botón. Antes procurando haberle cambiado el nombre a la simulación en el campo «Run Name».



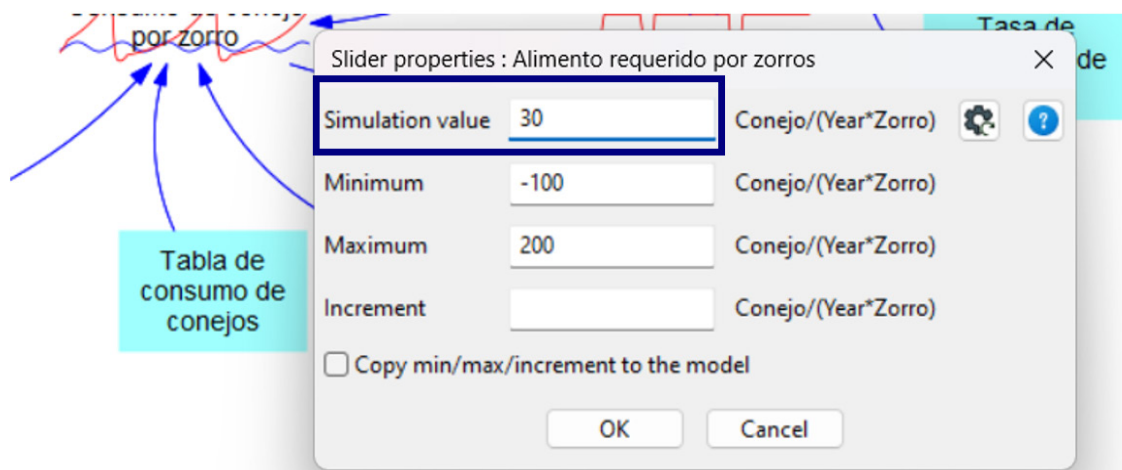
Paso N°8

Ahora podremos simular otros escenarios con mayor facilidad. Simularemos un escenario donde el alimento requerido por zorros sea mayor, en este caso de 30.

Para esto, con la simulación generada por el **SyntheSim**, hacemos doble clic sobre el deslizador que aparece bajo la variable Alimento requerido por zorros.

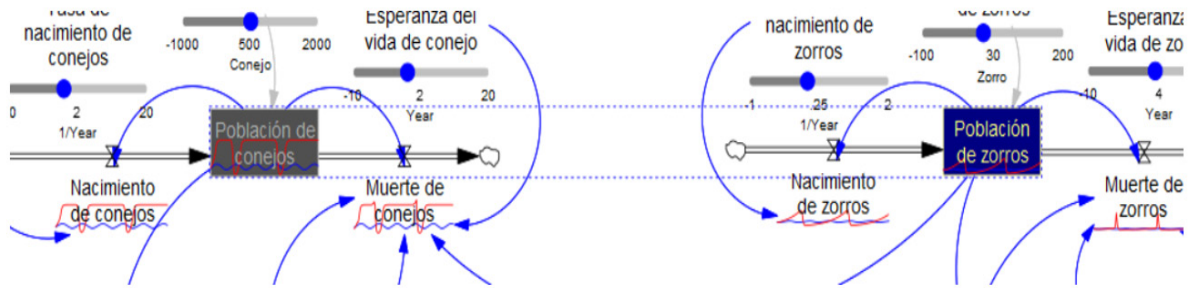


Nos aparecerá la siguiente pestaña y colocaremos 30 en el campo llamado «**Simulation value**» Ahora volvemos a hacer en análisis de las gráficas que han cambiado

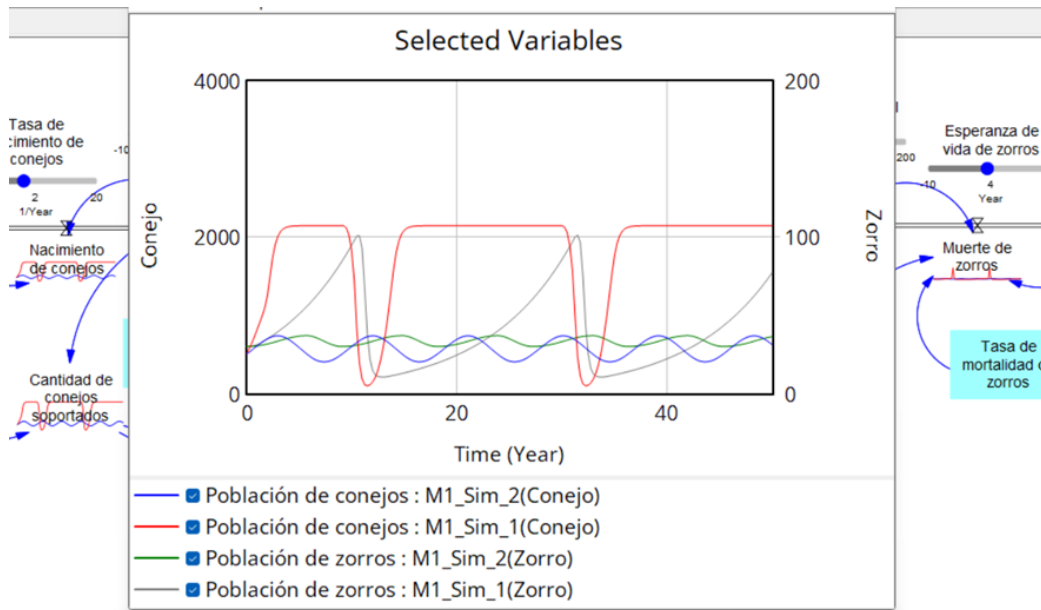


Paso N°9

drásticamente. Manteniendo presionada la tecla Shift del teclado seleccionamos las variables Población de zorros y Población de conejos.



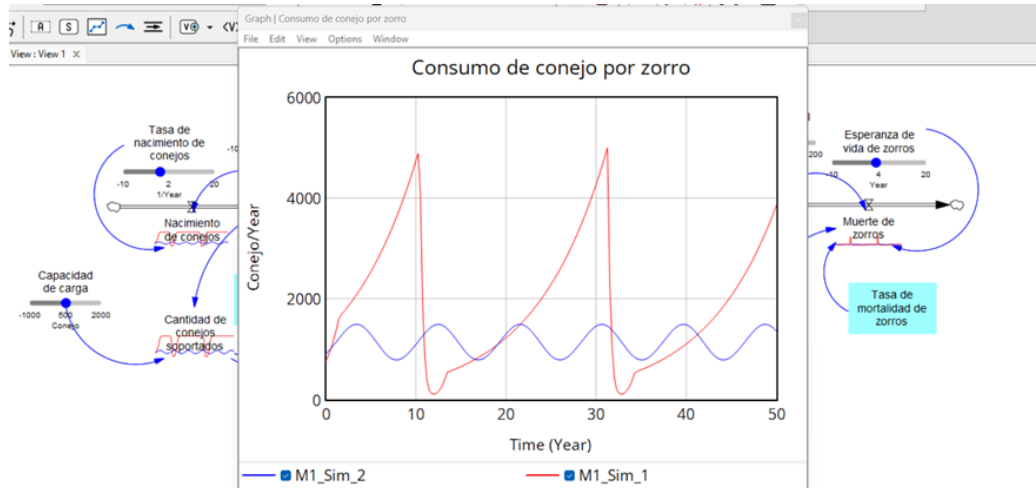
luego presionamos sobre la herramienta «Graph».



Como podemos ver, en la comparación con la anterior simulación, se da una disminución considerable de las poblaciones, pero siguen manteniendo cierta similitud en su comportamiento. Cuando la población de zorros aumenta (gráfica verde), se da una disminución en los valores de la población de conejos (gráfica azul), lo que conlleva a una disminución de la población de zorros y un posterior aumento de la población de conejos lo que provoca que haya más alimento, más zorros puedan continuar vivos y aumente su población manteniéndose en este bucle.

Paso N° 10

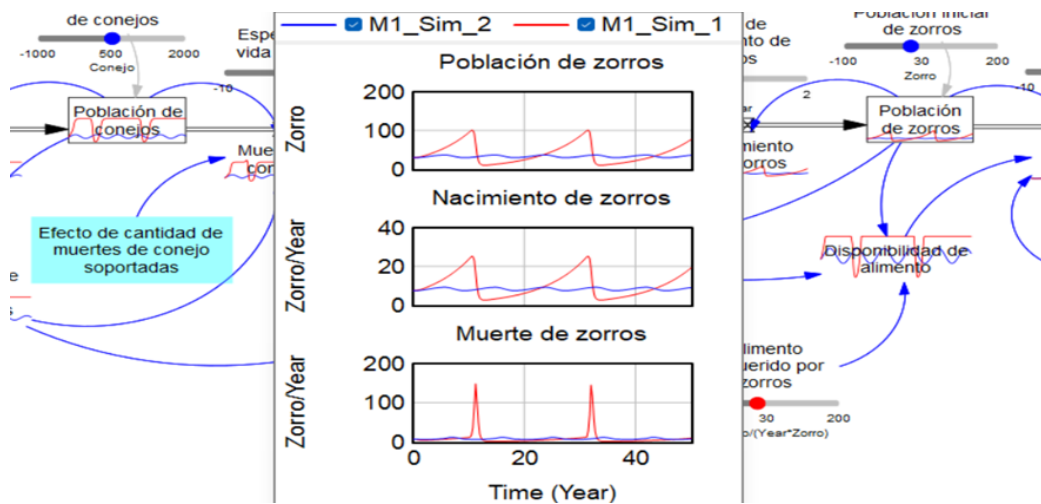
Ahora vemos la gráfica de consumo de conejo por zorros seleccionando dicha variable y clicando en la herramienta **Graph**.



Vemos como la gráfica de la segunda simulación (gráfica azul) mantiene una forma parecida a las de las variables de población de conejos y zorros, una especie de onda sinusoidal que nos ayuda a entender como los ciclos de población cambian, ahora el hecho de que la población de zorros disminuya y aumente en lapsos más cortos se puede sustentar en que la población de zorros y los tiempos de consumo aumentan y disminuyen de manera más corta respecto a los lapsos de tiempo.

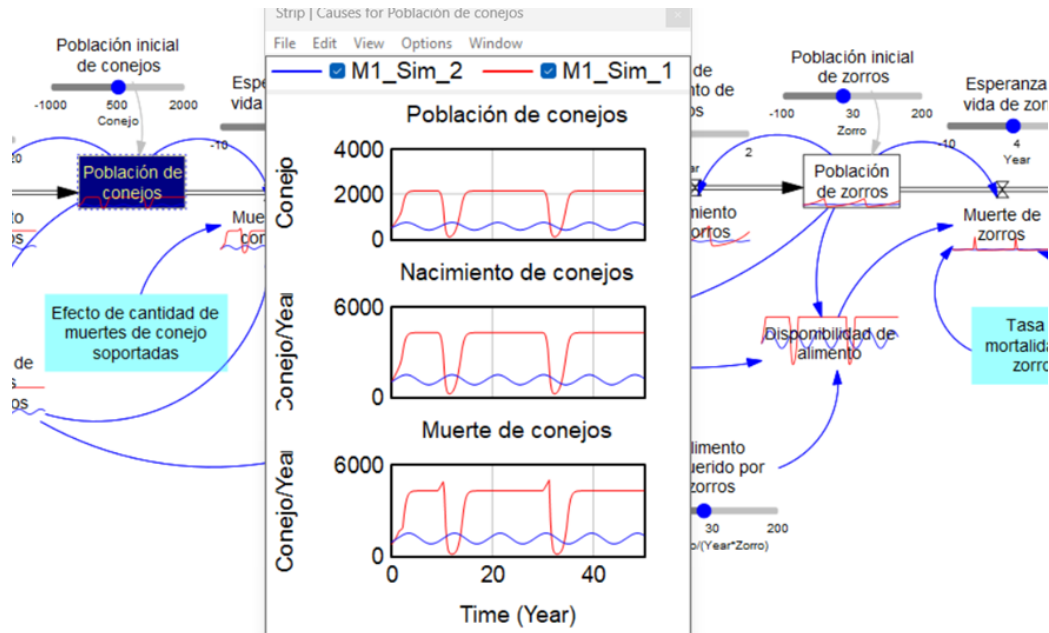
↗ Paso N°11

Ahora analicemos las causas y efectos de las poblaciones de la nueva simulación. Primero de la población de zorros. Pulsamos sobre la variable y luego sobre la herramienta «Cause strips».



Como vemos en las gráficas de la segunda simulación, la gráfica azul, los valores son mucho menores con respecto a la simulación anterior. De igual forma lo notaremos en

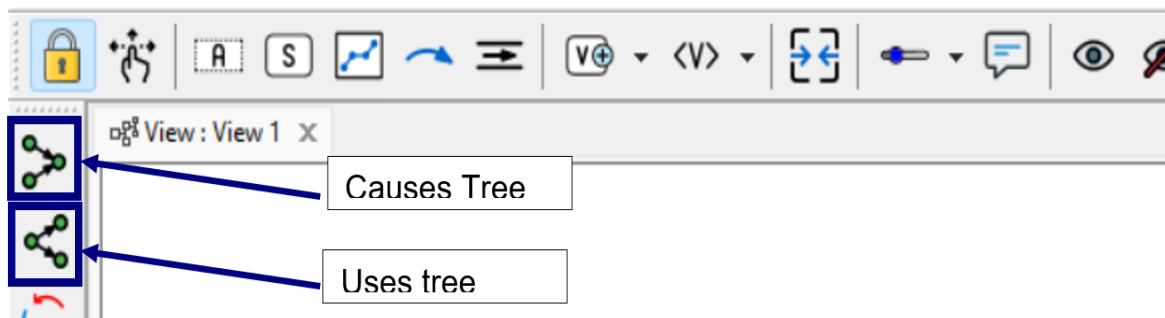
los valores de las variables de la población de conejos que obtenemos al seleccionarla y presionar la función «**Causes strip**» se muestra a continuación.



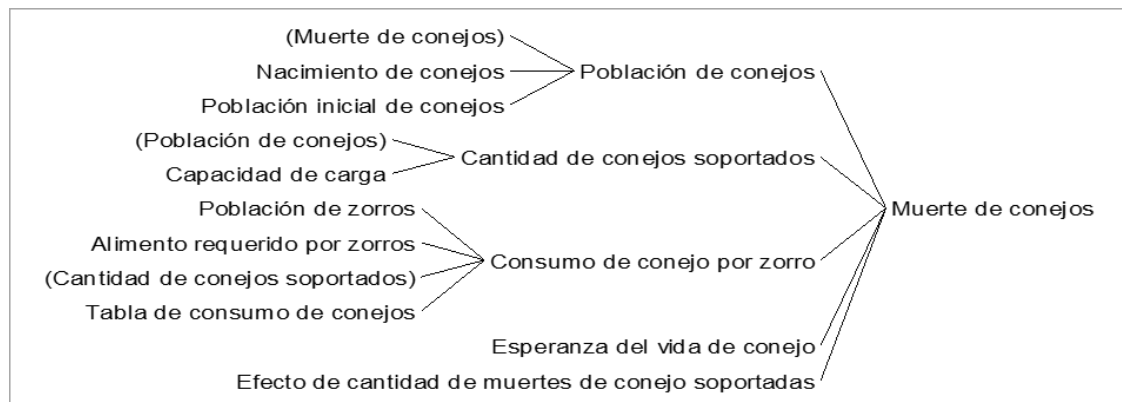
Podemos notar el mismo comportamiento que en las variables correspondientes a la población de zorros y podemos ver cómo afecta a las poblaciones el hecho de que cada zorro deba consumir 5 conejos más por trimestre.

Paso N°12

Ahora analizaremos los árboles de causa y efecto, esto lo haremos seleccionando la variable a analizar y dirigiéndonos a las herramientas «**Causes Tree**» y «**Uses tree**».



Primero analicemos la variable Muerte de conejos con el árbol de causas. En esta

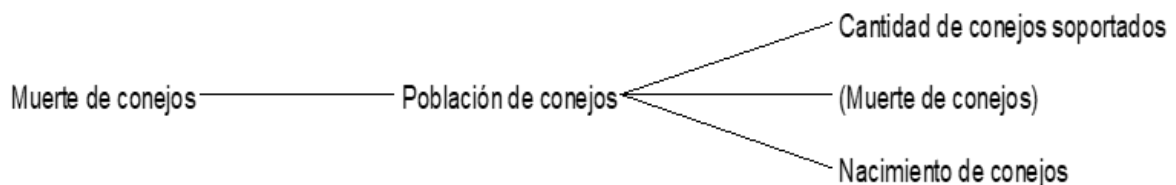


variable podemos ver todos los factores que intervienen en la muerte de los zorros. Como podemos observar, la primera causa directa es la población, debido a que las muertes dependen de que haya población. Entre más población hay, más muertes habrá y esta población a su vez, tiene como causas la población inicial de conejos, los nacimientos de conejos y las muertes de conejos mismamente.

La siguiente causa directa es la cantidad de conejos soportados que esto es derivado de la capacidad del ecosistema para albergar conejos, dado que no puede haber cantidades infinitas de conejos, se tiene una cantidad tolerable de conejos en dicho ecosistema.

Luego otra causa directa de las muertes de conejo es, por obvias razones, el consumo de conejo por zorros que en este caso es la principal causante de los decesos de conejos, y se pueden ver las otras variables que causan el consumo de conejo por zorros, que son la población de zorros, el alimento requerido por zorros, entre otras.

Ahora se realiza el análisis de los efectos con la herramienta «Uses tree» y nos proporciona el siguiente árbol.



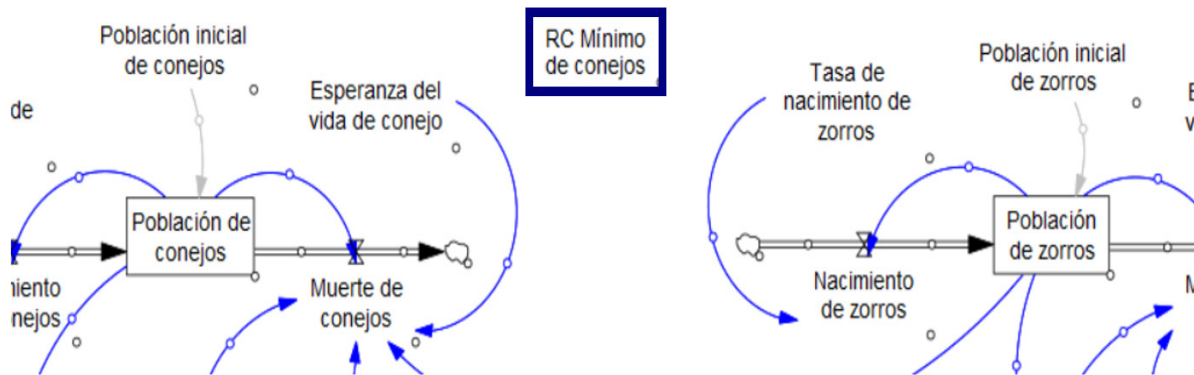
Como podemos ver la muerte de los conejos solo tiene influencia directa en la población de conejos. La cual a su vez influye sobre la cantidad de conejos soportados, el nacimiento de conejos y en la muerte de conejos mismamente.

De esta forma se pueden analizar todas las variables del Modelo

8. Reality Check

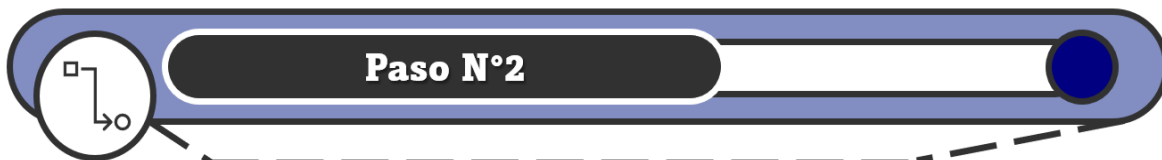
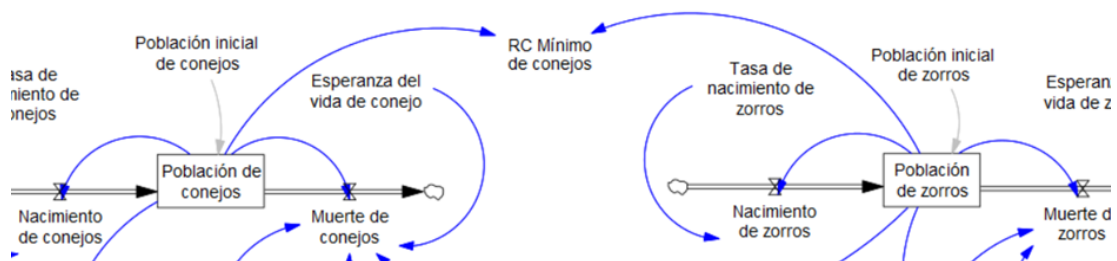


Ahora hagamos un **Reality Check** el hecho de que a 90 zorros o más se ha contabilizado como máximo 10 conejos en el ecosistema. Para esto, agreguemos una variable, con la herramienta «**Variable tool**» a la cual nombraremos «RC Mínimo de conejos».



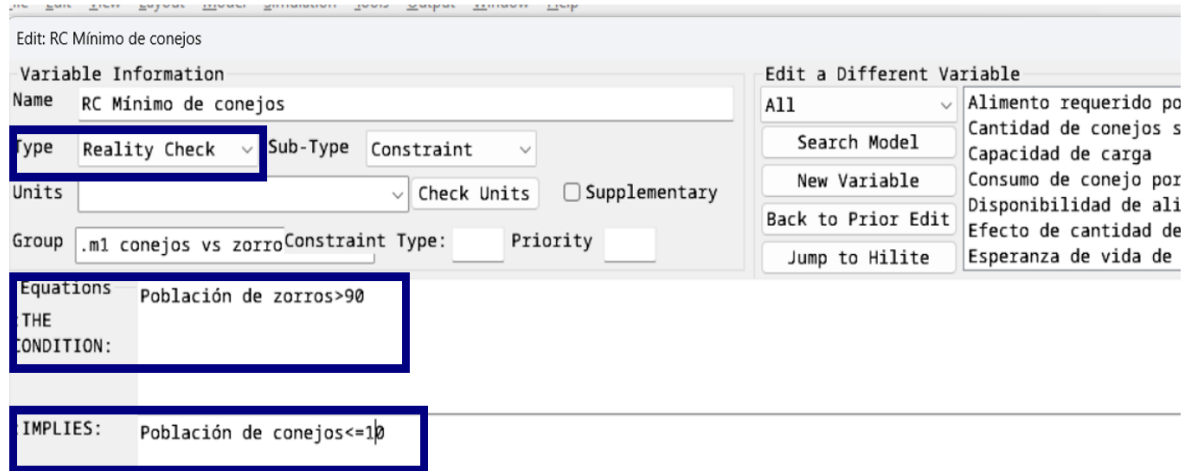
Dado que se comprobarán las poblaciones, relacionaremos esta variable, con la herramienta «**Arrow tool**», con las variables Población de conejos y Población de zorros.

Las relaciones tienen que venir de las variables mencionadas a la nueva variable de la siguiente manera.

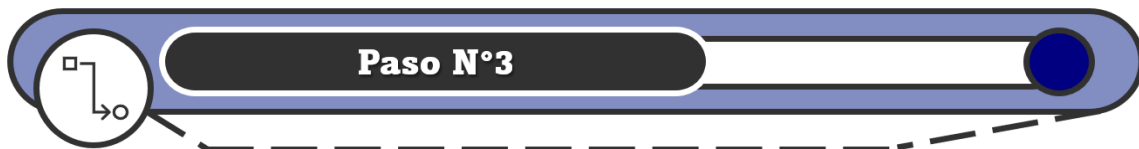


Ahora, con la herramienta «**Equation tool**» cambiamos el tipo de variable a Reality Check. Nos saldrán dos campos, uno llamado: THE CONDITION: y otro llamado

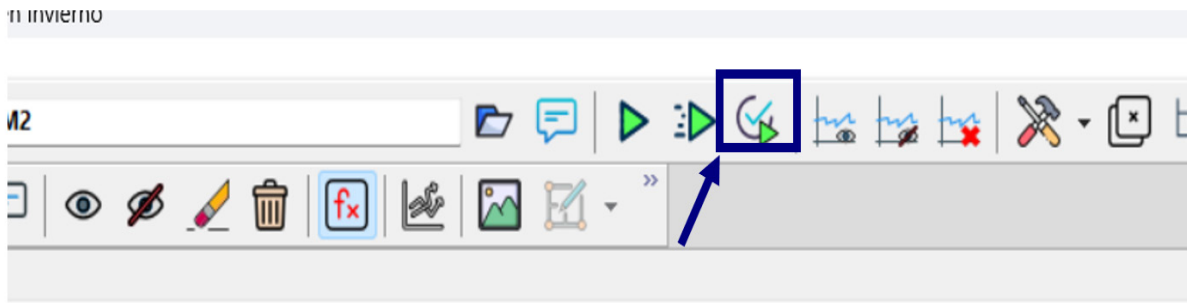
:IMPLIES: lo que quiere decir que una cosa implica otra, por lo que, que la población de zorros sea mayor a 90 implica que la población de conejos será mayor o igual a 10. Por lo que en la condición pondremos Población de zorros >90 , y en implica, Población de conejos ≤ 10 . Quedando de la siguiente manera.



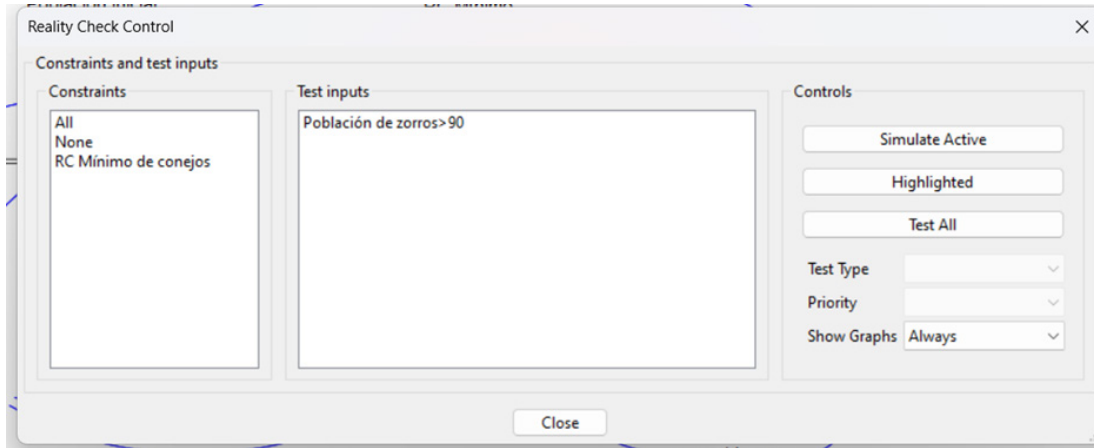
Clicamos **OK**.



Analizaremos ahora el cumplimiento del **Reality Check**, para esto debemos simular los **Reality Check** en el siguiente botón.

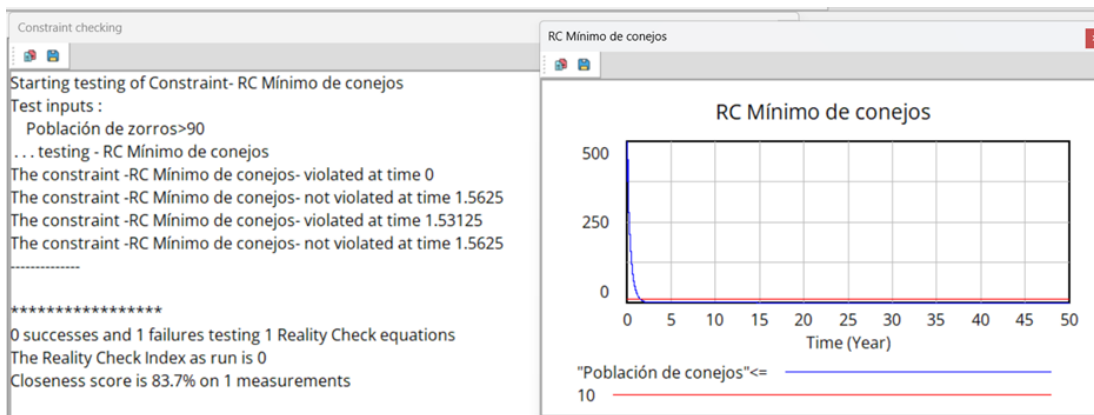


Al clicar en la opción mencionada se nos mostrará la siguiente ventana. Aquí,



cambiaremos la opción «**Show Graphs**» a «**Always**», clicaremos, en el lado de «Constraints» sobre «**All**» y luego en Test All.

Nos aparecerá el siguiente texto y gráfica.



Aquí podemos ver como la gráfica sustenta lo dicho, en la mayoría de tiempo cuando los zorros serán mayores a 90 en cantidad, implica que la población de conejos esté muy reducida lo que posteriormente provocará la muerte de los zorros por falta de alimento. Como vemos la cercanía a lo planteado es 83.7% debido a que en un principio existe una pequeña excepción debido a que se llegan a tener muchos conejos para el momento en el que se alcanza la población de 90 zorros.

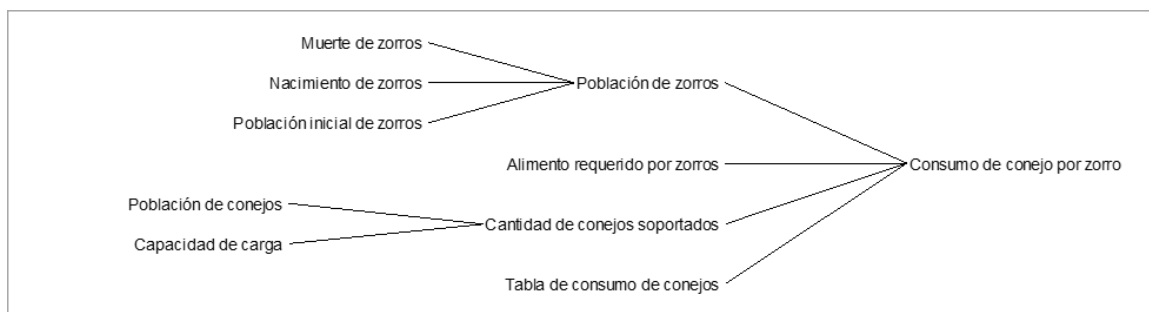
9. Análisis del modelo

El Modelo permitió analizar una situación de presa-depredador en un ecosistema el cual permite una cantidad limitada de presas. En este caso hablando de conejos y zorros, pudimos ver como ambas poblaciones llegan a ciclos que le permite equilibrios a la hora de subsistir. En las gráficas de ambas poblaciones pudimos ver

como conviven ambas especies en cuanto a la caza de las presas, a medida que la población de depredadores sube, en este caso los lobos, por obviedad se entiende que la necesidad de comida será mayor entre esa población, por lo que provoca que la población de presas, conejos en este caso, decaiga drásticamente.

Este deceso de población de conejos influye drásticamente en la muerte de la población de zorros, dado que para la cantidad de población que hay, no existe suficiente alimento para abastecer el alimento requerido por los zorros. Tal como podemos apreciar en las causas de la muerte de conejos, una de ellas es el consumo de conejos por zorros y esta influye también en la disponibilidad de alimento, dado que, por obvias razones, si el consumo de conejos es alto, habrá menos disponibilidad de alimentos y esta influye directamente en la muerte de los conejos. Por lo que las muertes de los conejos aumentan de cierta forma la muerte de los zorros.

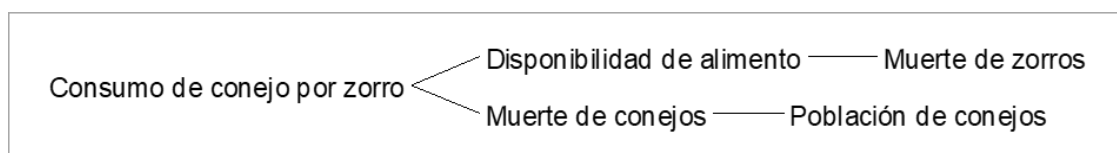
Por otro lado, tenemos también el árbol de causas de otras de las variables importantes el consumo de conejos por zorros, el cual no se muestra en el tutorial, pero se adjunta para su análisis respectivo.



En este árbol de causas podemos ver como el consumo de conejos por zorro tiene como causa directa a la población de zorros, por lo ya explicado antes, al existir muchos zorros aumentará el consumo de conejos y como es obvio, esta población de zorros tiene como causa las muertes de zorros, nacimiento de zorros y la población inicial de zorros.

Como otra causa tenemos el alimento requerido por zorro, esto debido a que en caso de que este varíe influye directamente en el consumo de zorros. En un principio se estipula que un zorro consume 25 conejos al año, en el caso de que esta cantidad aumente, el consumo de conejo por zorro aumentará y si disminuye este también disminuirá.

Y los efectos de esta variable son los siguientes.



Como vemos, el consumo de conejos por zorro influye en la disponibilidad de alimento dado que entre más o menos conejo se consuma, más o menos alimento disponible habrá respectivamente y esto influirá en la muerte de los zorros. Y como es obvio, el consumo de conejos influirá en la muerte de los conejos lo que a su vez influirá en la población de conejos.

Ahora podemos analizar las ecuaciones del Modelo para así entender más cómo funciona y porque se obtuvieron esos resultados en ambas simulaciones.

La población de conejo está regida por la capacidad de carga de la población de conejos que se puede pensar como una variable que establezca cual es la población normal de conejos, un número de conejos para que no haya una sobrepoblación. Está también La cantidad de conejos soportados la cual calcula cuantas veces puede estar sobrepoblada la población de conejos valga la redundancia. Y estas variables serán útiles para la simulación o el cálculo de cuantos conejos llegan a consumir los zorros.

El consumo de zorros utiliza una variable tipo tabla la cual nos ayuda a calcular, cuanto consumo puede haber entre los zorros dependiendo de la sobrepoblación que pueda existir, o sea, que cantidad puede consumir un zorro teniendo en cuenta cuanta población de conejos haya.

Para el cálculo de consumo intervienen todas las variables previamente mencionadas. En este caso se multiplicará la población de zorros por la cantidad de alimento que requieren y por la cantidad de veces que tienen el alimento requerido por zorros.

Para ejemplificar, en caso de que la población de conejos sea de 3750 y la de zorros 70, dado que la capacidad de carga sería 2750/500 dando como resultado 5.5 y el cálculo de la cantidad de conejos consumida por zorros será de $70 \cdot 25 \cdot 2$, o sea que, dado que la sobrepoblación de conejos es alta, la tabla de valores del consumo de conejos ubica a los zorros en la posición de tener 2 disponible dos veces su población por el alimento requerido.

Ahora se necesita saber si el alimento que se tiene, o sea el consumo de conejos por zorros, es suficiente para la cantidad de zorros que hay, para esto entra en juego la disponibilidad de alimentos que será el consumo de conejos por zorros/ (población de zorros*alimento requerido). Aquí sabremos si el alimento es suficiente y de esto dependerá la tasa de mortalidad ya que si no es del todo suficiente la tasa de mortalidad va aumentando hasta llegar al punto que si no hay alimento la tasa de mortalidad será 20. Para el ejemplo anterior el consumo de conejo por zorro será de 3500 lo que deja a los zorros con un alimento disponible de 2 y una tasa de mortalidad de 0.5.

Modelos Complejos

Modelo de Inventario

1. Planteamiento de problema

Se requiere modelar la dinámica de del inventario de modo que se pueda gestionar la producción y entregas, así como la cantidad de inventario disponible, también se debe tener en cuenta los pedidos y las demandas teniendo en cuenta las existencias y el tiempo para poder cubrir la demanda. Por otro lado, también se busca tener en cuenta la productividad y el flujo de trabajadores, de modo que tenga una gestión de cuanto se produce y control sobre como la cantidad de trabajadores afectan la producción. Se busca simular para un lapso de 1000 semanas teniendo un registro semanal.

2. Tabla de variables

Las variables y ecuaciones que se utilizarán para resolver el Modelo son las siguientes:

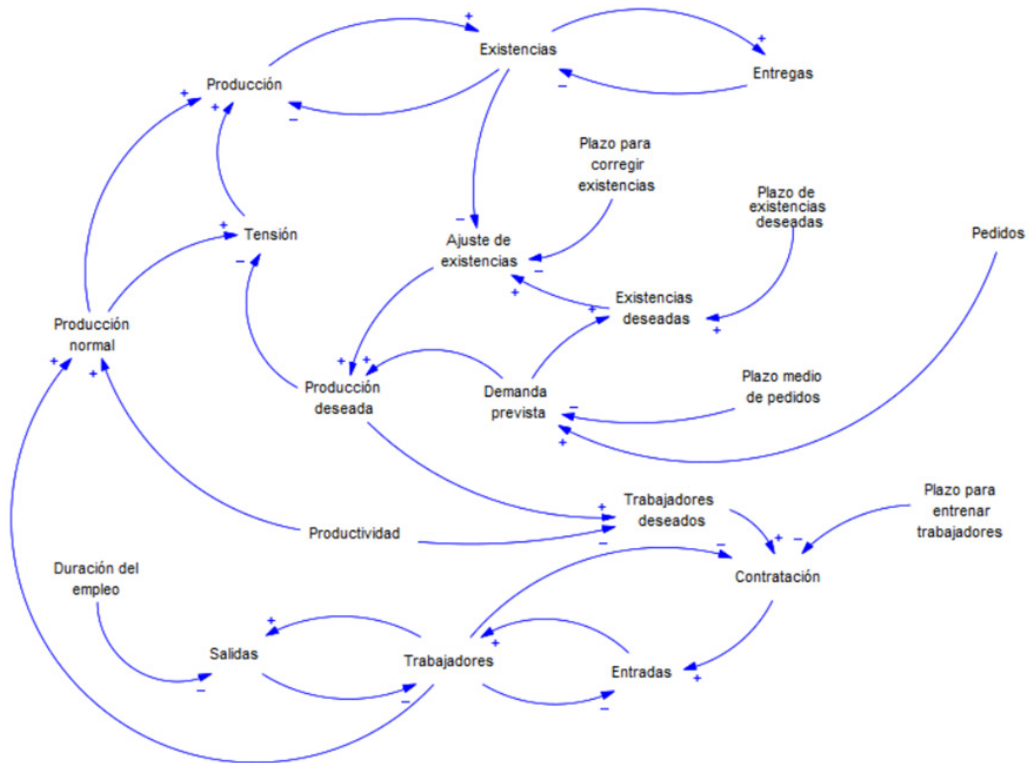
Variable	Ecuación	Unidades
Existencia	$\text{Integ}(\text{Producción}-\text{Entregas}, 4000)$	Unidades
Producción	$\text{Producción normal} * \text{Tensión}$	Unidades/Week
Entregas	Pedidos	Unidades/Week
Pedidos	$1000 + \text{STEP}(100, 10)$	Unidades/Week
Tensión	$\text{Producción deseada} / \text{Producción normal},$ $[(0,0)-(2,2)],(0.8,0.875),(0.9,0.875),(1,1),(1.1,1.25),(1.2,1.25))$	Dmnl

Producción normal	Trabajadores*Productividad	Unidades/Week
Ajuste de existencias	(Existencias deseadas-Existencias)/Plazos para corregir existencias	Unidades/Week
Plazo para corregir existencias	8	Week
Existencias deseadas	Demanda Prevista * Plazo de existencias deseadas	Unidades
Plazo de existencias deseadas	4	Week
Demanda prevista	SMOOTH(Pedidos, Plazo medio de pedidos)	Unidades/Week
Plazo medio de Pedidos	8	Week
Producción deseada	Demanda Prevista + Ajuste de existencias	Unidades/Week
Productividad	20	Unidades/Personas/Week
Trabajadores deseados	Producción deseada/Productividad	Personas
Plazo para entrenar trabajadores	24	Week
Contratación	(Trabajadores deseados-Trabajadores)/Plazo para entrenar trabajadores	Personas/Week
Duración	50	Week
Salidas	Trabajadores/Duración del empleo	Personas/Week

Entradas	Contratación + Salidas	Personas/Week
Trabajadores	Integ(Entradas – Salidas, 50)	Personas

3. Ciclo causal

A continuación, se presenta un mapa conceptual que sirva como ayuda al entendimiento del Modelo.



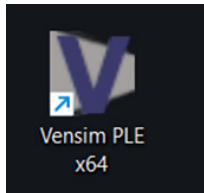
4. Mapa conceptual

A continuación, se presenta un mapa conceptual que sirva como ayuda al entendimiento del modelo.

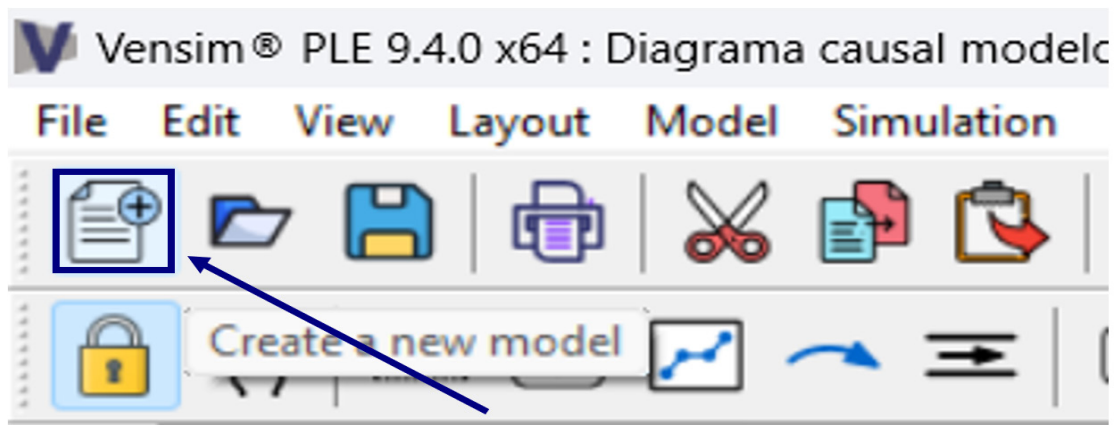
5. Pasos para dibujar el modelo



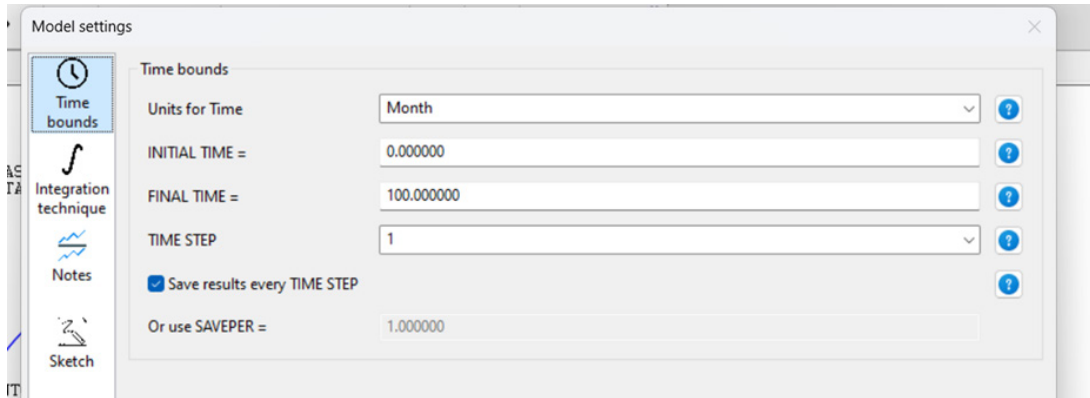
Abrir el software Vensim tocando sobre su icono.



Crear un nuevo modelo, para esto podemos ir a la esquina superior izquierda, seleccionar file y luego New Model, o bien, el icono que se encuentra bajo la pestaña file.



Al crear un nuevo modelo, debemos primero predefinir los parámetros de la simulación, esto se hará en la pestaña que aparecerá luego de clicar New Model.

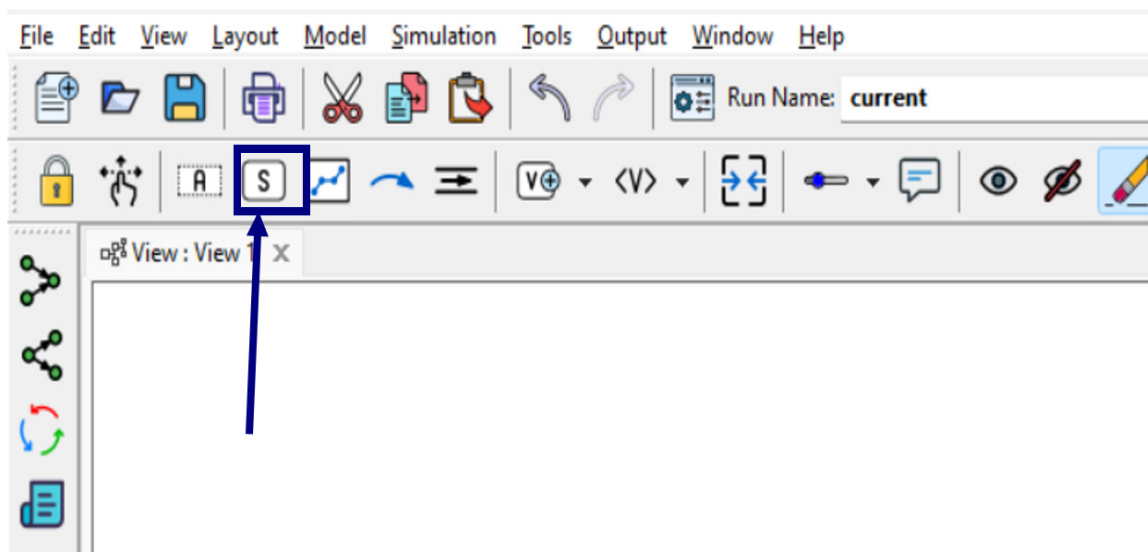


Se pretende analizar el funcionamiento del sistema semanalmente por un lapso de 100 semanas por lo que el tiempo inicial o «Initial Time» será de 0, el tiempo final o «Final Time» será de 100, la unidad de tiempo o «Units for Time» será Semana y el paso o «Time Step» será 1.

Clicamos OK y continuamos.



Ahora colocaremos las variables, empezaremos con las variables de nivel, en este caso Existencias y Trabajadores. Para dibujarla nos iremos a la barra de herramientas donde están las variables y seleccionamos «stock tool».

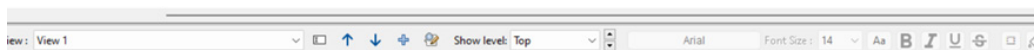


Luego de seleccionarla, clicamos sobre el lienzo y colocaremos los nombres correspondientes. Al colocarlas procurar que estén separadas como se muestra en la siguiente imagen.



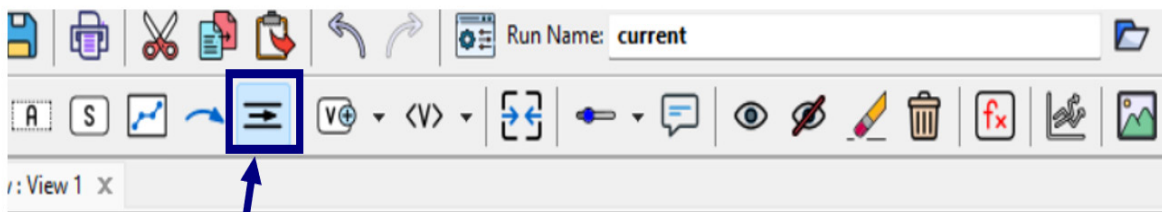
Existencias

Trabajadores

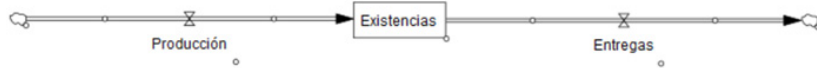
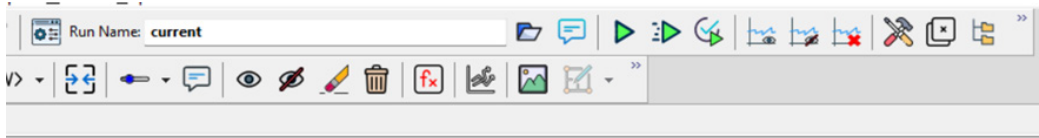


Paso N°5

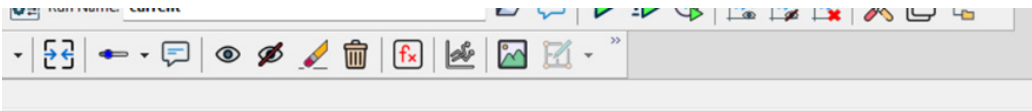
Procedemos a colocar las variables de flujo, para esto empezamos utilizando la herramienta llamada «Flow tool» ubicada en la barra de herramientas.



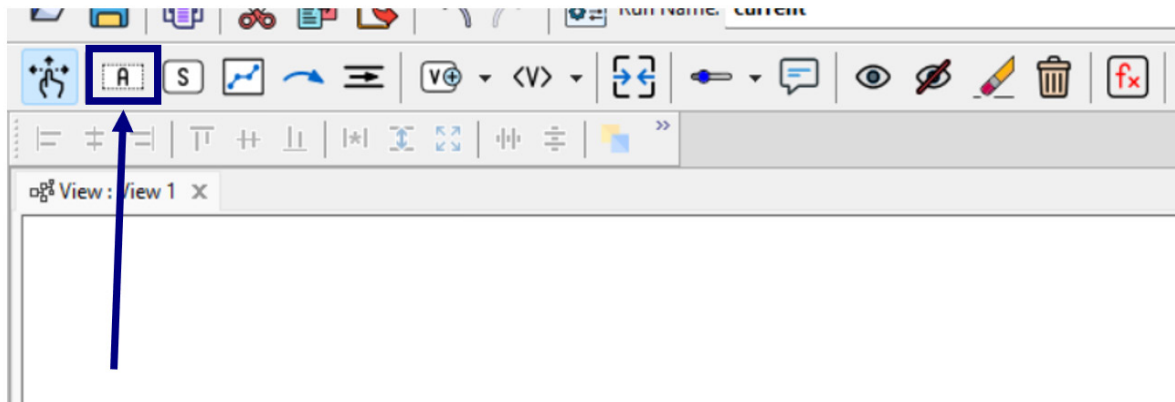
Tendremos que colocar las variables Producción y Entregas respectivamente. Primero iremos con las variables de la Entregas. Para el flujo de entrada Entregas clicamos a la izquierda de la variable Existencias, luego sobre la variable Existencias y colocamos el nombre del flujo. Luego, para el flujo de salida, clicamos sobre Existencias y luego a la derecha de esta y colocamos el nombre Entregas.



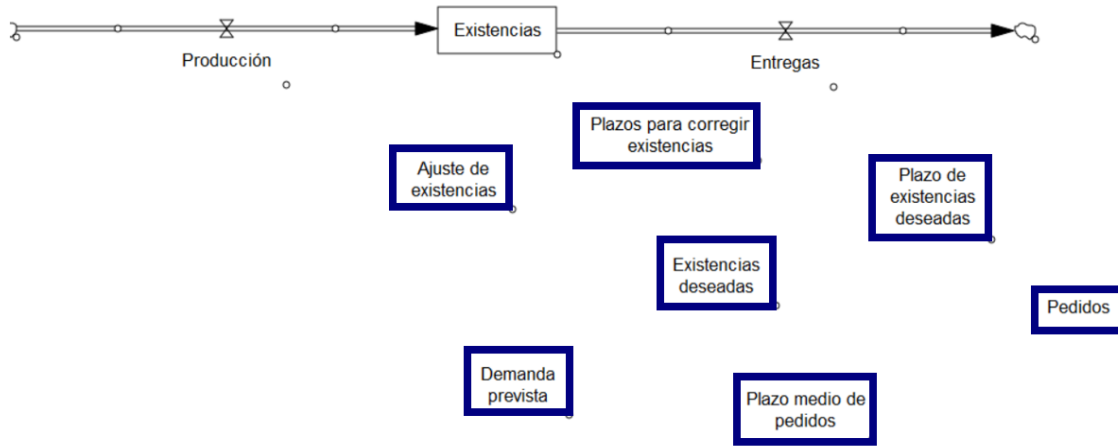
Repetimos este proceso, pero ahora con las Salidas y Entradas de Trabajadores. Ahora será en sentido contrario. Terminando con el diagrama de la siguiente forma.



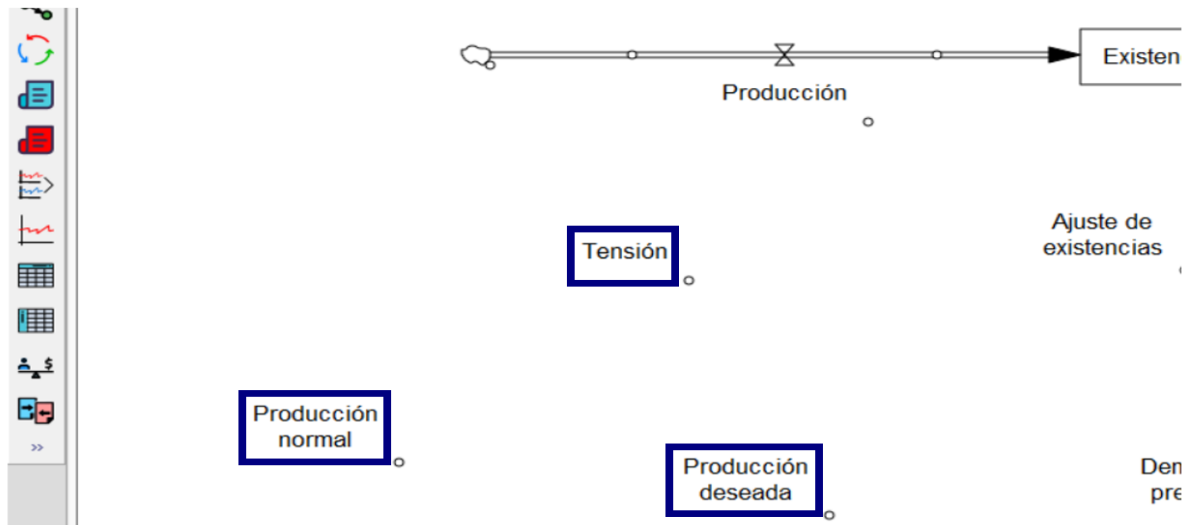
Paso N°6



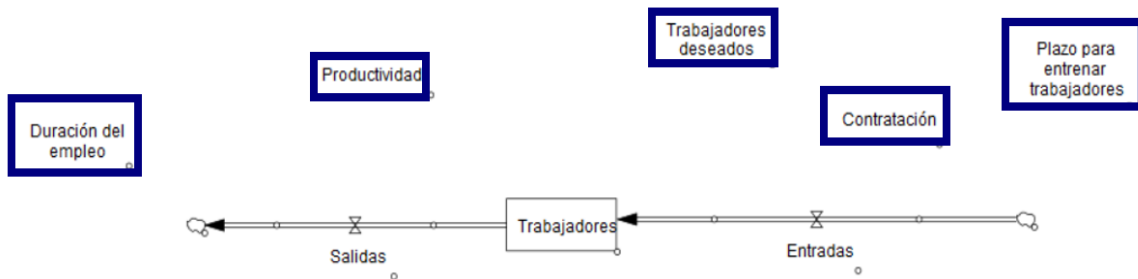
Con esta herramienta seleccionada, clicaremos en el lienzo y se colocará la respectiva variable, permitirá colocar el nombre. Iremos colocando las variables poco a poco, procure mantener la distribución propuesta.



Continuamos agregando variable en el lado izquierdo correspondientes a el manejo del inventario.

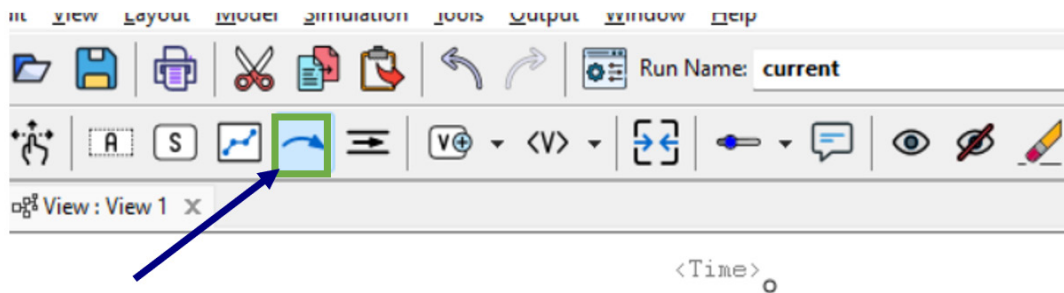


Terminamos colocando las variables correspondientes a los trabajadores encargados de la producción.

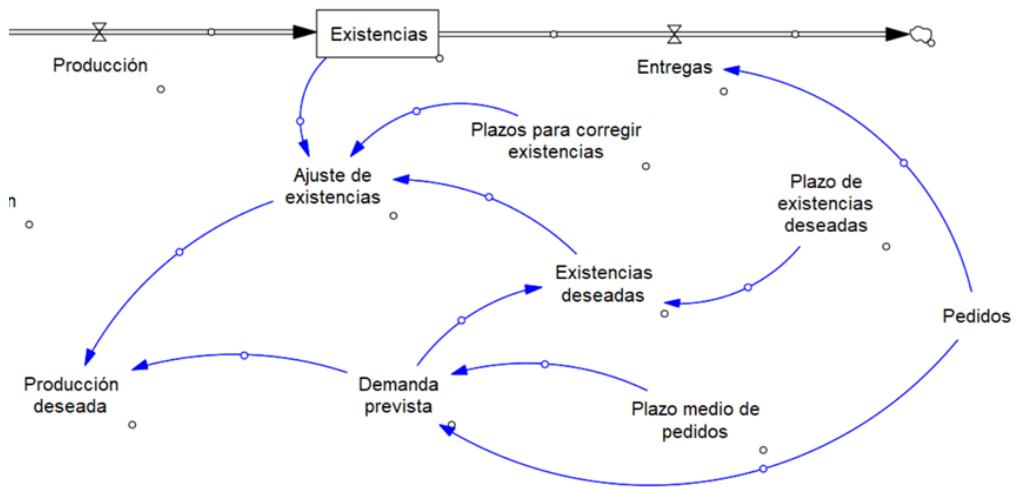


Paso N°7

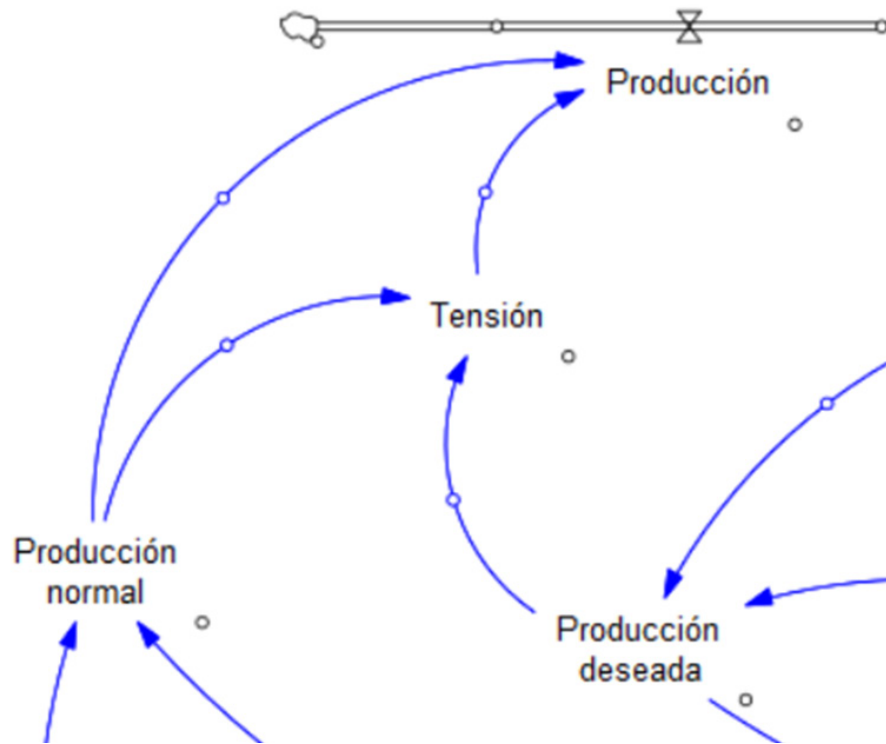
Ahora estableceremos las relaciones entre las variables, para esto utilizaremos la herramienta llamada «Arrow tool» que se encuentra en la barra de herramientas.



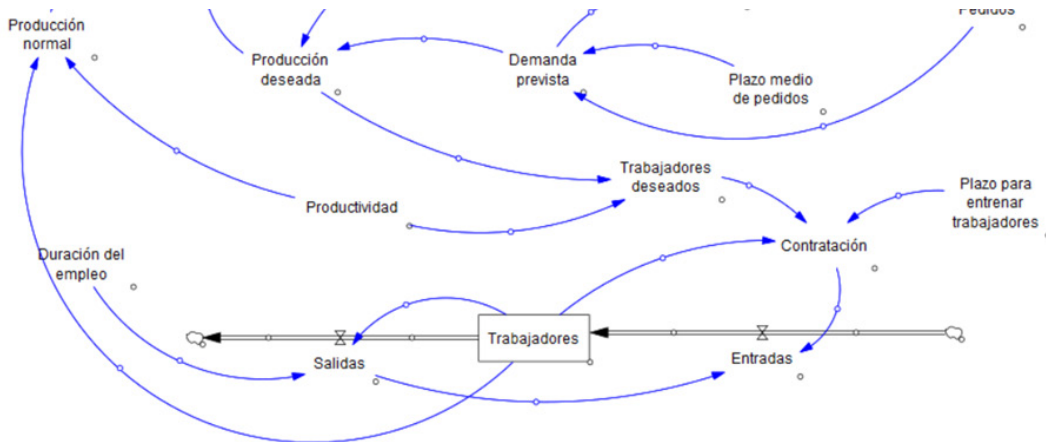
Luego de seleccionar la herramienta clicamos sobre la variable donde nace la flecha y luego hacia a donde va, luego, con el circulo que está en medio de la flecha, se da la curvatura a la relación. Las relaciones, de igual manera deben quedar como se irá mostrando.



Importante representar las relaciones con curvatura, sigamos con las variables de la izquierda.



Terminamos con las variables de la parte de trabajadores.

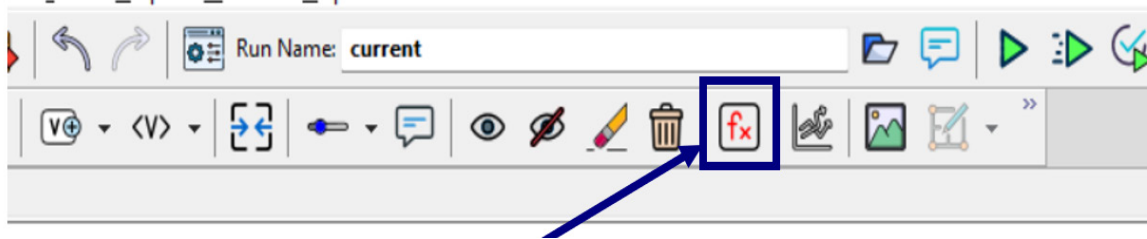


6. Pasos para Introducir las ecuaciones

+
-
x
÷

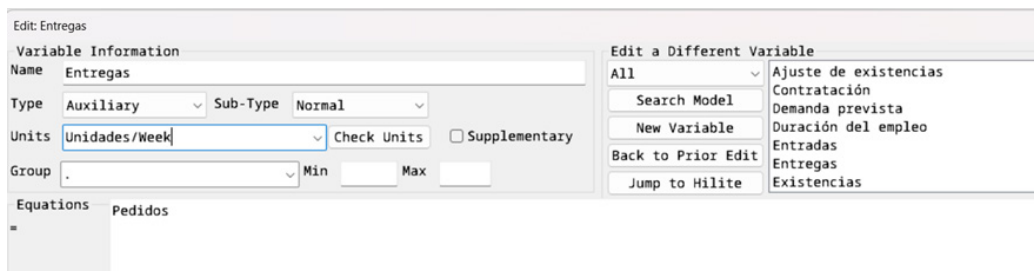
Paso N°1

Ahora procederemos a colocarles las ecuaciones y los valores a las variables, comencemos por la variable de nivel. Para esto seleccionaremos la herramienta llamada «Equation tool» de la barra de herramientas.



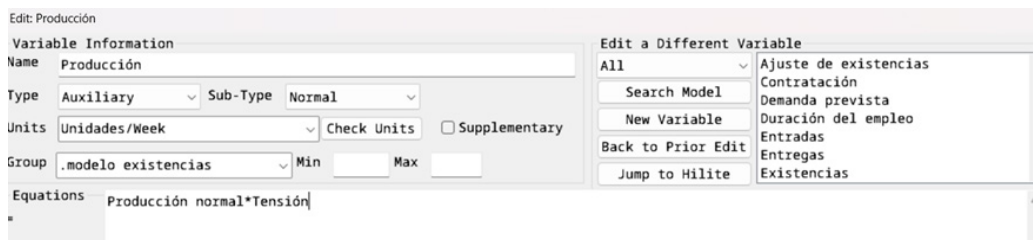
Con la herramienta seleccionada clicamos sobre la variable Entregas y se nos desplegará una ventana de edición de ecuaciones. En dicha ventana podremos establecer el tipo, ecuación y la unidad de la ecuación que hayamos seleccionado, también ofrece en la parte inferior los apartados de funciones, numpad virtual y variables para que se facilite ingresar las ecuaciones. La ventana es igual para todas las ecuaciones. Se colocarán las ecuaciones presentadas al inicio del problema.

Para esta variable, Entregas, se debería ver de esta manera.



Paso N°2

Ahora, coloquemos la ecuación de la variable Producción, queda de la siguiente forma.



Clicamos ok para salir. De igual forma, coloquemos la ecuación de la variable Existencias.

Paso N°3

Esta al ser de nivel, necesita una cantidad inicial, esta será 4000. Queda de la siguiente forma.

Name	Existencias		All	▼	Ajuste de existencias
Type	Level	Sub-Type	Search Model		Contratación
Units	Unidades	Check Units	New Variable		Demanda prevista
Group	.modelo existencias	Min	Back to Prior Edit		Duración del empleo
Equations	Producción-Entregas		Jump to Hilitte		Entradas
Initial Value	4000				Entregas
					Existencias

Presionamos ok para salir.

Paso N°4

Continuamos ahora con la constante Plazo para corregir existencias. Esta tendrá un valor de 8. Termina de la siguiente manera.

Edit: Plazos para corregir existencias					
Variable Information					
Name	Plazos para corregir existencias				
Type	Constant	Sub-Type	Normal		
Units	Week	Check Units	Supplementary		
Group	.modelo existencias	Min	Max	Incr	
Equations	8				
Edit a Different Variable					
All	▼	Ajuste de existencias			
Search Model		Contratación			
New Variable		Demanda prevista			
Back to Prior Edit		Duración del empleo			
Jump to Hilitte		Entradas			
		Entregas			
		Existencias			

Presionamos ok para salir.

Paso N°5

Ahora colocamos la ecuación Plazo de existencias deseadas, en este caso será una constante de con valor de 4. Quedando de la siguiente forma.

Edit: Plazo de existencias deseadas

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Plazo de existencias deseadas	All	Ajuste de existe
Type	Constant	Sub-Type	Normal
Units	Week	Search Model	Contratación
Group	.modelo existencias	New Variable	Demanda prevista
Equations	4	Back to Prior Edit	Duración del emp
		Jump to Hilite	Entradas
			Entregas
			Existencias

Presionamos ok para salir.

Paso N°6

Colocamos el valor del constante plazo medio de pedidos. En este caso será 8. Debe quedar de la siguiente manera.

Edit: Plazo medio de pedidos

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Plazo medio de pedidos	All	Ajuste de existi
Type	Constant	Sub-Type	Normal
Units	Week	Search Model	Contratación
Group	.modelo existencias	New Variable	Demanda previst
Equations	8	Back to Prior Edit	Duración del em
		Jump to Hilite	Entradas
			Entregas
			Existencias

Presionamos ok para salir.

Paso N°7

Ahora colocamos la ecuación de la variable pedidos, que en este caso contiene un ruido del tipo STEP, debe quedar de la siguiente forma.

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Pedidos	All	Ajuste de exist
Type	Constant	Sub-Type	Normal
Units	Unidades/Week	Search Model	Contratación
Group	.modelo existencias	New Variable	Demanda previst
Equations	1000+STEP(100, 10)	Back to Prior Edit	Duración del em
		Jump to Hilite	Entradas
			Entregas
			Existencias

Presione ok para salir.

Paso N°8

Colocamos ahora colocamos la variable Ajuste de existencias, debe quedar de la siguiente forma.

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Ajuste de existencias	All	Ajuste de exis
Type	Auxiliary Sub-Type Normal	Search Model	Contratación
Units	Unidades/Week Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	New Variable	Demanda previs
Group	.modelo existencias Min Max	Back to Prior Edit	Duración del e
Equations	(Existencias deseadas-Existencias)/Plazos para corregir existencias	Jump to Hilite	Entradas
			Entregas
			Existencias

Presionamos ok para salir.

Paso N°9

Ahora colocamos la ecuación de la variable Existencias deseadas, la misma debe quedar de la siguiente manera.

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Existencias deseadas	All	Ajuste de existe
Type	Auxiliary Sub-Type Normal	Search Model	Contratación
Units	Unidades Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	New Variable	Demanda prevista
Group	.modelo existencias Min Max	Back to Prior Edit	Duración del emp.
Equations	Demanda prevista*Plazo de existencias deseadas	Jump to Hilite	Entradas
			Entregas
			Existencias

Paso N°10

Seguimos con la variable Demanda prevista, en este caso se utilizará la función SMOOTH, quedando de la siguiente manera.

Edit: Demanda prevista

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Demanda prevista	All	Ajuste de existenci
Type	Auxiliary Sub-Type Normal	Search Model	Contratación
Units	Unidades/Week Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	New Variable	Demanda prevista
Group	.modelo existencias Min Max	Back to Prior Edit	Duración del emple
Equations	SMOOTH(Pedidos, Plazo medio de pedidos)	Jump to Hilite	Entradas
			Entregas
			Existencias

Paso N°11

Pasamos a la variable Producción normal, igualmente su ecuación fue mostrada en la tabla inicial. Quedaría de la siguiente forma.

Edit: Producción normal

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Producción normal	All	Ajuste de
Type	Auxiliary Sub-Type Normal	Search Model	Contratac
Units	Unidades/Week Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	New Variable	Demanda p
Group	.modelo existencias Min Max	Back to Prior Edit	Duración
Equations	Trabajadores*Productividad	Jump to Hilite	Entradas
			Entregas
			Existenci

Paso N°12

Continuamos con la variable Producción deseada, debería quedar de la siguiente manera.

Edit: Producción deseada

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Producción deseada	All	Ajuste de existe
Type	Auxiliary Sub-Type Normal	Search Model	Contratación
Units	Unidades/Week Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	New Variable	Demanda prevista
Group	.modelo existencias Min Max	Back to Prior Edit	Duración del emp
Equations	Demanda prevista+Ajuste de existencias	Jump to Hilite	Entradas
			Entregas
			Existencias

Presionamos ok para continuar.

Paso N°13

Ahora pasamos a editar la variable Plazo para entrenar trabajadores, que en este caso es constante con valor de 24 semanas, queda de la siguiente forma.

Edit: Plazo para entrenar trabajadores		Edit a Different Variable	
Variable Information		All	
Name	Plazo para entrenar trabajadores	Ajuste de ex	
Type	Constant	Contratación	
Sub-Type	Normal	Demanda prev	
Units	Week	Duración del	
Check Units	<input type="checkbox"/>	Entradas	
Supplementary	<input type="checkbox"/>	Entregas	
Group	.modelo existencias	Existencias	
Min			
Max			
Incr			
Equations	24		
		Search Model	
		New Variable	
		Back to Prior Edit	
		Jump to Hilite	

Presionamos ok para salir.

Paso N°14

Continuamos con la variable Trabajadores deseados, al colocar la ecuación debería quedar de la siguiente manera.

Edit: Trabajadores deseados		Edit a Different Variable	
Variable Information		All	
Name	Trabajadores deseados	Ajuste de existencia:	
Type	Auxiliary	Contratación	
Sub-Type	Normal	Demanda prevista	
Units	Personas	Duración del empleo	
Check Units	<input type="checkbox"/>	Entradas	
Supplementary	<input type="checkbox"/>	Entregas	
Group	.modelo existencias	Existencias	
Min			
Max			
Equations	Producción deseada/Productividad		
		Search Model	
		New Variable	
		Back to Prior Edit	
		Jump to Hilite	

Presionamos ok para continuar.

Paso N°15

Seguimos con la constante Duración de empleo, que tiene un valor de 50, quedando de la siguiente forma.

Edit: Duración del empleo

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Duración del empleo	All	Ajuste de existencia:
Type	Constant Sub-Type Normal	Search Model	Contratación
Units	Week Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	New Variable	Demanda prevista
Group	.modelo existencias Min Max Incr	Back to Prior Edit	Duración del empleo
Equations	50	Jump to Hilite	Entradas
			Entregas
			Existencias

Presionamos ok para salir.

Paso N°16

Continuamos con la edición de la variable Productividad, esta que tiene una unidad curiosa ya que es Unidades/Personas/Week. Quedaría de la siguiente forma.

Edit: Productividad

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Productividad	All	Ajuste de existencia:
Type	Constant Sub-Type Normal	Search Model	Contratación
Units	Unidades/Personas/Week Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	New Variable	Demanda prevista
Group	.modelo existencias Min Max Incr	Back to Prior Edit	Duración del empleo
Equations	20	Jump to Hilite	Entradas
			Entregas
			Existencias

Presionamos ok para salir.

Paso N°17

Pasamos a editar la variable Contratación, la cual debe quedar de la siguiente manera.

Edit: Contratación

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Contratación	All	Ajuste de existencias
Type	Auxiliary Sub-Type Normal	Search Model	Contratación
Units	Personas/Week Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	New Variable	Demanda prevista
Group	.modelo existencias Min Max Incr	Back to Prior Edit	Duración del empleo
Equations	(Trabajadores deseados-Trabajadores)/Plazo para entrenar trabajadores	Jump to Hilite	Entradas
			Entregas
			Existencias

Presionamos ok para salir.

Paso N°18

Ahora modificamos la variable Entradas, que en este caso es el flujo de entrada del nivel Trabajadores. Esta debe quedar de la siguiente manera.

Edit: Entradas

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Entradas	All	Ajuste de existe
Type	Auxiliary	Sub-Type	Normal
Units	Personas/Week	Check Units	<input type="checkbox"/> Supplementary
Group	.modelo existencias	Min	Max
Equations	Contratación+Salidas		

Buttons: Search Model, New Variable, Back to Prior Edit, Jump to Hilite

Presionamos ok para salir.

Paso N°19

Continuamos con la variable Trabajadores, que como es nivel debe llevar un valor inicial que en este caso es 50. Queda de la siguiente forma.

Edit: Trabajadores

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Trabajadores	All	Ajuste de existi
Type	Level	Sub-Type	
Units	Personas	Check Units	<input type="checkbox"/> Supplementary
Group	.modelo existencias	Min	Max
Equations	Entradas-Salidas		
Initial Value	50		

Buttons: Search Model, New Variable, Back to Prior Edit, Jump to Hilite

Presionamos ok para salir.

Paso N°20

Ahora sigue el flujo de salida llamado Salidas, que corresponde a la salida de trabajadores.

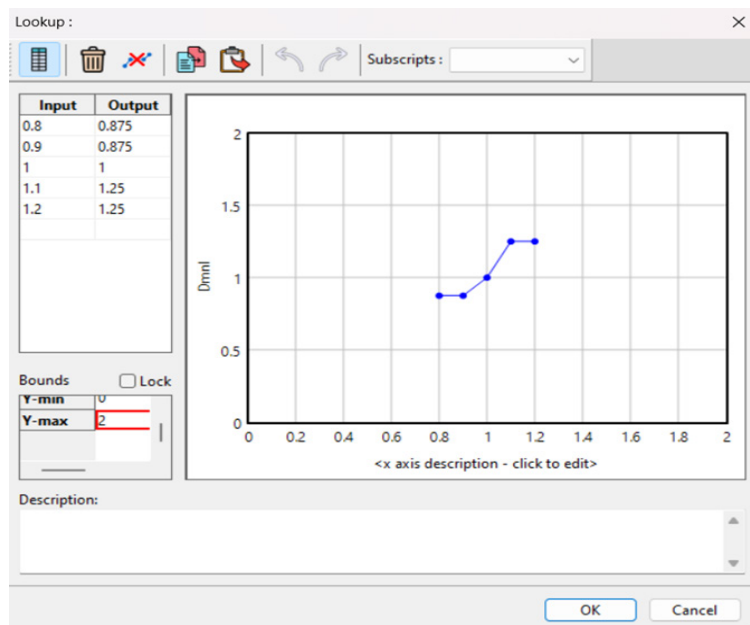
Edit: Salidas

Variable Information		Edit a Different Variable	
Name	Salidas	All	Ajuste de existenc
Type	Auxiliary	Sub-Type	Normal
Units	Personas/Week	Search Model	Contratación
Group	.modelo existencias	New Variable	Demanda prevista
Equations	Trabajadores/Duración del empleo	Back to Prior Edit	Duración del emple
		Jump to Hilite	Entradas
			Entregas
			Existencias

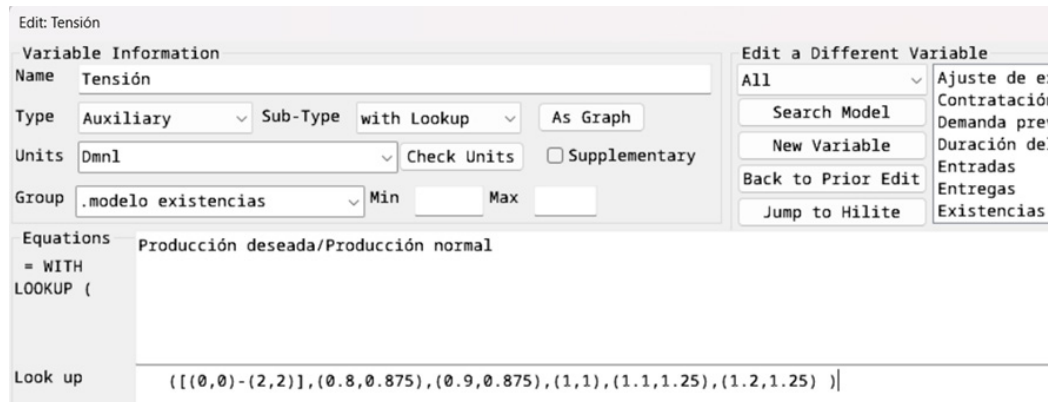
Clicamos ok para continuar.

Paso N°21

Ahora agreguemos la última variable, Tensión, esta es de tipo auxiliar with look up por lo que necesitaremos agregar estos datos como gráfica o «As Graph», estos datos en la tabla quedan de la siguiente manera



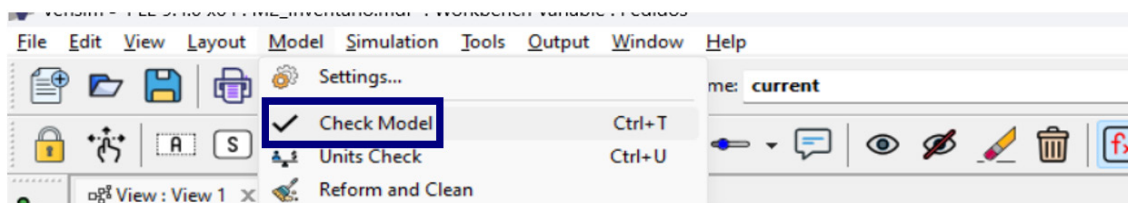
La ecuación de esta gráfica quedaría de la siguiente manera.



Presionamos ok para salir.

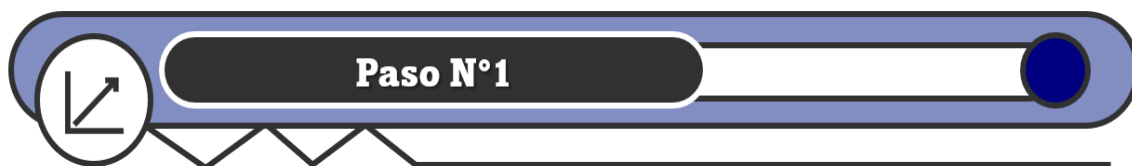


Ahora tendremos que comprobar la sintaxis del modelo. Para eso nos dirigiremos a la pestaña «Model > «Check model».

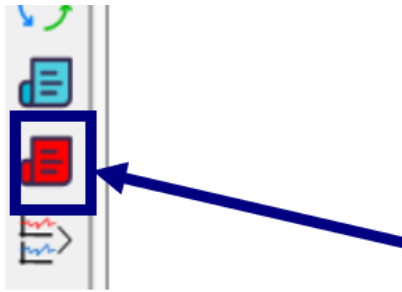


Clicamos sobre esta y nos debería indicar que, si seguimos todos los pasos, el modelo está correcto

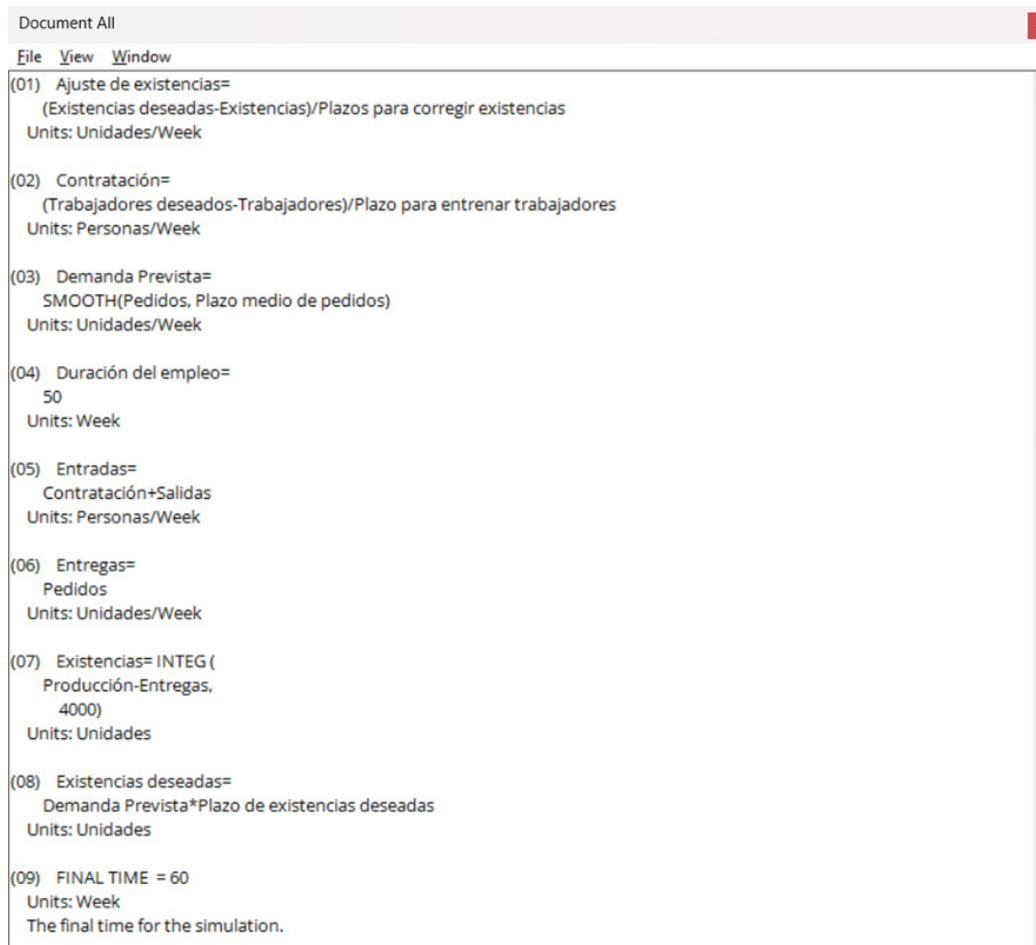
7. Pasos para la simulación y análisis de resultados



Ahora revisaremos la documentación del modelo donde podremos apreciar todas las ecuaciones que está utilizando Vensim para simular el modelo. Para esto nos ayudará la herramienta «Document all» de la barra de herramientas lateral.



Se desplegarán las ecuaciones del modelo que son las siguientes.



(10)	INITIAL TIME = 0 Units: Week The initial time for the simulation.
(11)	Pedidos= 1000+STEP(100, 10) Units: Unidades/Week
(12)	Plazo de existencias deseadas= 4 Units: Week
(13)	Plazo medio de pedidos= 8 Units: Week
(14)	Plazo para entrenar trabajadores= 24 Units: Week
(15)	Plazos para corregir existencias= 8 Units: Week
(16)	Producción= Producción normal*Tensión Units: Unidades/Week
(17)	Producción deseada= Demanda Prevista+Ajuste de existencias Units: Unidades/Week
(18)	Producción normal= Trabajadores*Productividad Units: Unidades/Week
(19)	Productividad= 20 Units: Unidades/Personas/Week
(20)	Salidas= Trabajadores/Duración del empleo Units: Personas/Week
(21)	SAVEPER = TIME STEP Units: Week [0,?] The frequency with which output is stored.
(22)	Tensión = WITH LOOKUP (Producción deseada/Producción normal, ((0,0)-(2,2)),(0,8,0,875),(0,9,0,875),(1,1),(1,1,1,25),(1,2,1,25))) Units: Dmnl
(23)	TIME STEP = 1 Units: Week [0,?] The time step for the simulation.
(24)	Trabajadores= INTEG (Entradas-Salidas, 50) Units: Personas
(25)	Trabajadores deseados= Producción deseada/Productividad Units: Personas

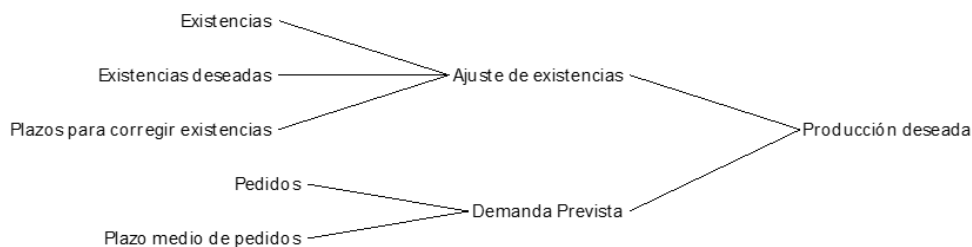
Como pueden ver en las anteriores capturas se muestra todo el código concerniente al modelo en Vensim. En este se muestran las ecuaciones que se ingresaron en las variables para así poder realizar un análisis paso a paso de las ecuaciones y sus unidades. Para este modelo existieron 21 variables, las cuales se pueden apreciar en la documentación y contrastar con el modelo, además en la documentación muestra las variables los valores iniciales y finales establecidos para la simulación, que fueron de 0 a 100 semanas y también el paso denominado TIME STEP que fue 1 semana y también la variable SAVEPER que es las veces que la salida generada se mostrara en las tablas de la simulación que en este caso es igual al paso, o sea 1.

Paso N°2

Ahora analizaremos los árboles de causa y efecto, esto lo haremos seleccionando la variable a analizar y dirigiéndonos a las herramientas «Causes tree» y «Uses tree».

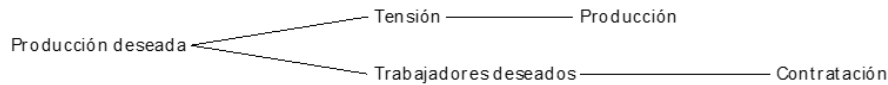


Analicemos primero el árbol de causas de la variable Producción deseada.



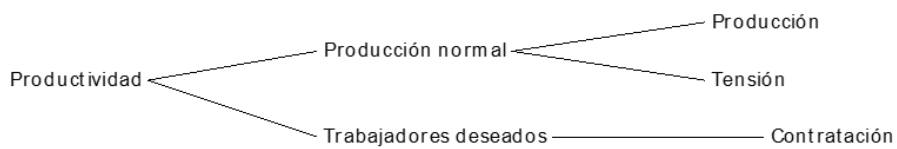
Como podemos ver, la variable producción deseada, es causada por la demanda prevista y por el ajuste de existencias, esto debido a que estas afectan directamente la producción que se quiere alcanzar para satisfacer los pedidos.

Podemos ver ahora el árbol de efectos.



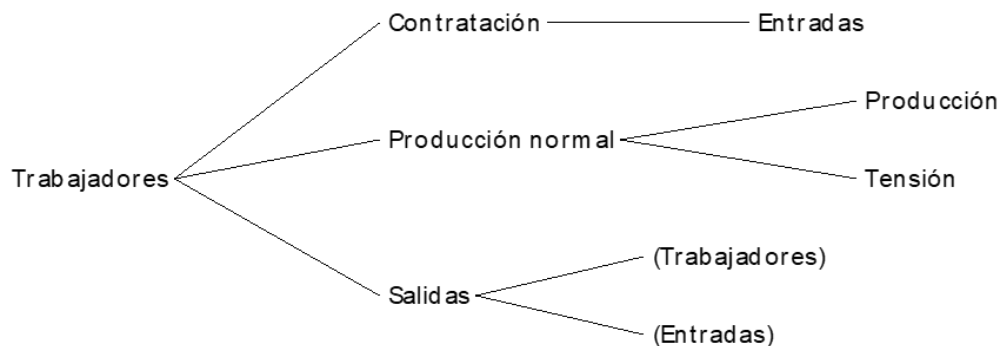
En este caso podemos ver que la producción deseada aumenta la tensión en los trabajadores y esta a su vez afecta la producción ya que entre más tensión se cree en los trabajadores la producción será menor. Por otro lado, también es afectada la variable trabajadores deseados, ya que si hay una gran producción o poca producción deseada se necesitaran más o menos trabajadores, lo que afectará la contratación.

Ahora analicemos el árbol de efectos de la variable productividad.



Como se puede ver, la productividad va a afectar a la producción normal de los trabajadores, que por consecuencia afecta la tensión y la producción. Por otro lado, tenemos que también se verán afectados los trabajadores deseados y por consecuente la contratación.

Pasamos ahora a ver el árbol de causas de la variable Trabajadores.

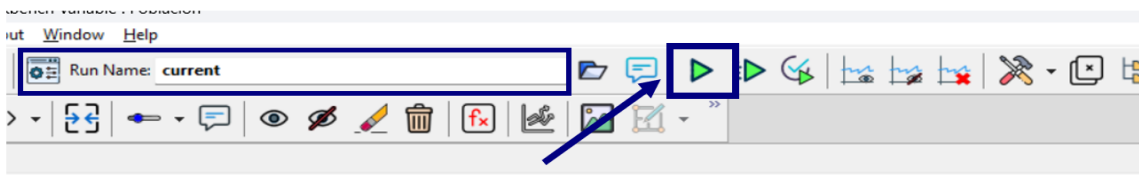


Esta variable afecta en gran medida el modelo. Como podemos ver, primero aparece la contratación, dado que la contratación dependerá de la cantidad de trabajadores y esta, a su vez, afecta las entradas. Por otro lado, la cantidad de trabajadores afecta la producción normal la cual va a afectar la producción y la tensión. Por último, se verán afectadas las salidas de trabajadores, lo que a su vez afectará las entradas y la cantidad de trabajadores. Para ver los resultados de la simulación debemos primero

Paso N°3

correr el modelo, para esto nos dirigiremos a la barra de herramientas, en el botón llamado «Run a single simulation».

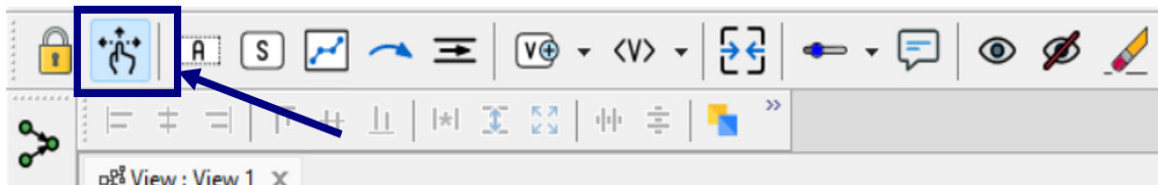
Pero antes cambiemos el nombre a la simulación donde dice «Run Name»



Clicamos sobre él y ya podremos ver las gráficas para cada una de las variables.

Paso N°4

Ahora podemos analizar los resultados de la simulación. Para esto pasamos a la herramienta «Move tool».

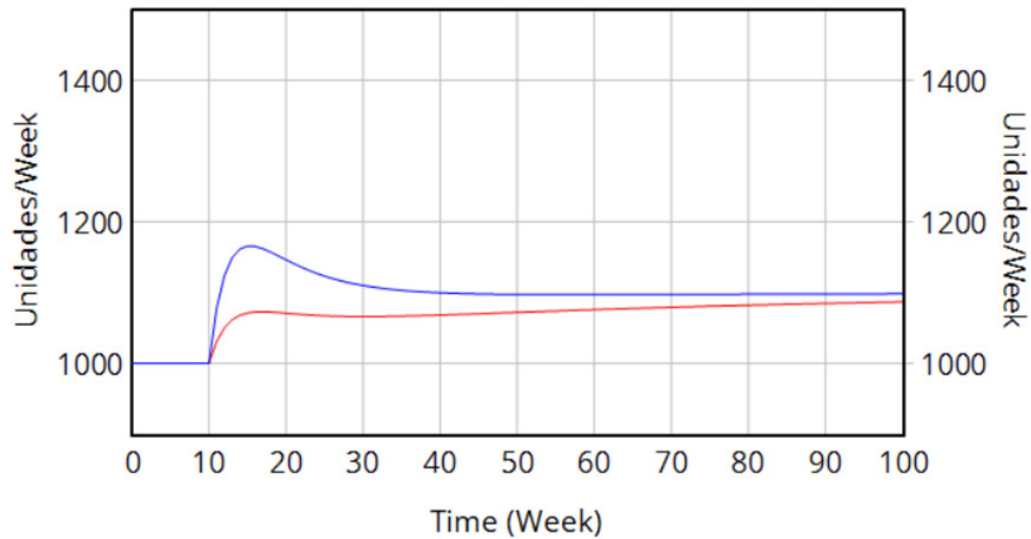


Para esto utilizaremos la herramienta «Graph» que se muestra a continuación.



Ahora, con la tecla «Shift» presionada seleccionamos las variables Producción y Producción deseada y vemos el comportamiento de las variables.

Producción

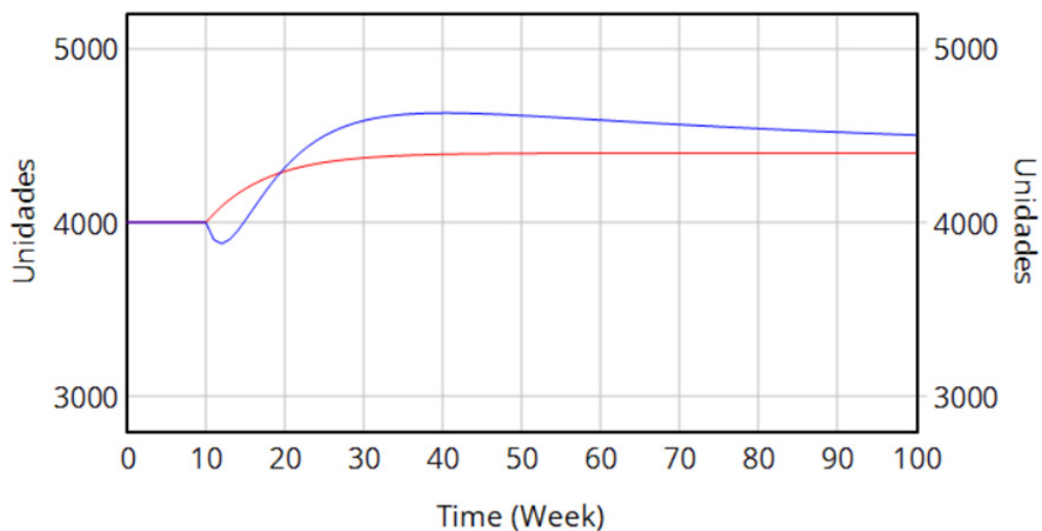


- Producción : Sim_Inventario(Unidades/Week)
- Producción deseada : Sim_Inventario(Unidades/Week)

Como podemos ver, se muestra claramente el comportamiento de la producción en contraposición a la producción deseada, como al final se aprecia que se acerca una a la otra encontrando el equilibrio de producción/trabajadores. Cumpliendo en parte con la premisa requerida y siendo útil para la toma de decisiones.

Ahora analicemos las gráficas de existencias vs existencias deseadas.

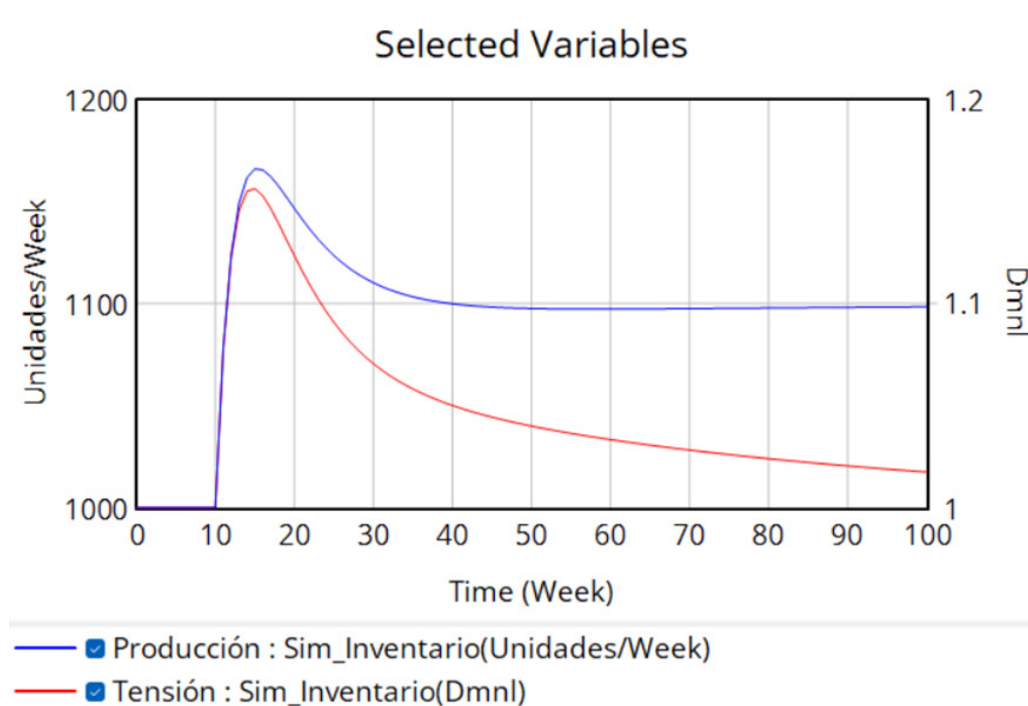
Existencias



- Existencias : Sim_Inventario(Unidades)
- Existencias deseadas : Sim_Inventario(Unidades)

De igual manera, podemos ver la confrontación entre ambas gráficas y se aprecia que al final se logran llegar a acercarse, por lo que se puede suponer que en un futuro se puede equiparar, todo esto es logrado con la base de empleados de 50 ya que, a pesar de que se dan entradas y salidas, el nivel de trabajadores es un aproximado de esta cantidad. Las existencias deseadas suben por lo que genera que las existencias deban subir, y como se aprecia esto se logra.

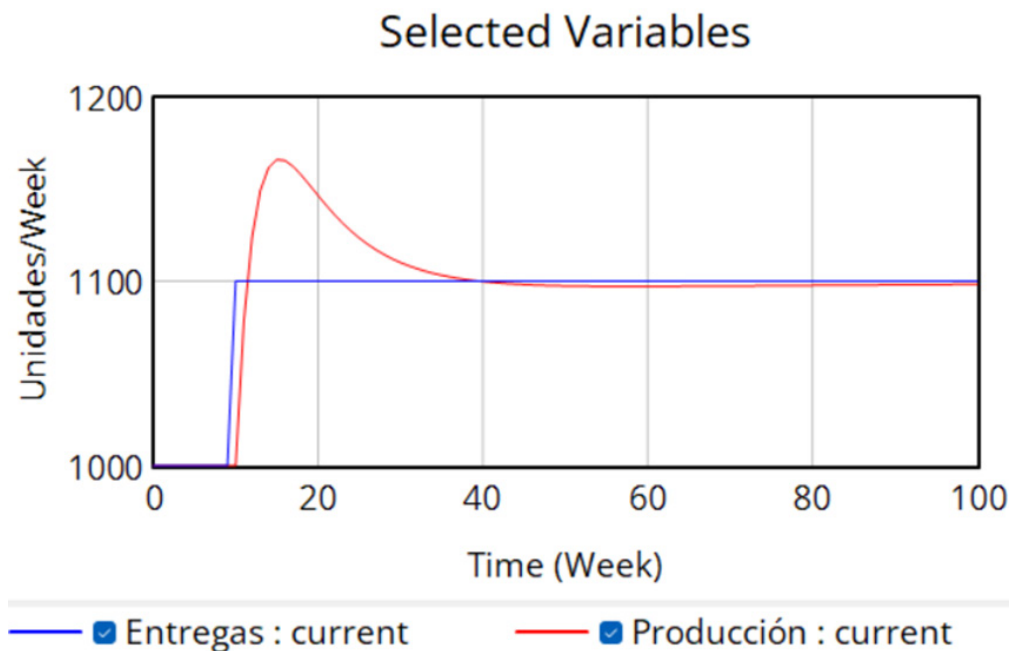
Ahora analicemos la producción y la tensión, para ver si se equipara el aumento de producción con el aumento de tensión.



Podemos ver como claramente cuando la producción es alta, la tensión de los trabajadores es alta de igual forma, esto porque como, es lógico, al estar frente a cargas de trabajo grandes, la tensión que presentarán estos es grandes lo que podría afectar su productividad.

8. Análisis del modelo

Como se pudo apreciar este modelo es bastante completo y utiliza muchas funciones diversas del software Vensim y logra modelar un sistema de inventario teniendo en cuenta diversos factores que se toman en cuenta a la hora de gestionar los procesos de manera interna de la producción, mismos como la demanda, las existencias, el tiempo para corregir existencias y demandas, inclusive el tiempo de entrenamiento que requieren los trabajadores. es interesante ver como se tiene en cuenta la tensión generada en los trabajadores y como esta se ve afectada por la cara de producción, muestra un gran parecido al sistema real.



Podemos ver como el sistema logra el equilibrio entre la producción y las entregas, se puede apreciar el momento en el que los pedidos aumentan en gran manera, se produce un gran aumento en la producción que llega a ser mucho más de lo necesario y con el tiempo se logra equiparar la producción con las entregas que se realizan por lo que el sistema logra responder a la demanda y corregir los errores de producción.

En reglas generales se puede apreciar como el modelo trata de simular escenarios que se puedan ver en el sistema real.

RECOMENDACIONES

La simulación es una poderosa herramienta que requiere un dominio adecuado para obtener los resultados deseados. Por dicha razón, brindaremos algunas recomendaciones que pueden ser útiles para lograr simular tus modelos de manera efectiva.

- Estudia las herramientas y funcionalidades de Vensim: Vensim ofrece una amplia gama de herramientas para simular y analizar modelos. Es importante comprender cada una de ellas y su funcionamiento para utilizarlas adecuadamente.
- Define objetivos claros: Definir los objetivos de tu modelo te permitirá tener claridad sobre el nivel de detalle requerido y los elementos críticos que deben incluirse en la simulación.
- Diseña la estructura del modelo: Antes de empezar a construir tu modelo en Vensim, es importante definir la estructura adecuada. Utiliza diagramas de ciclos causales para identificar las relaciones de causa y efecto en tu modelo.
- Verifica los componentes de tu modelo: Una vez que hayas construido tu modelo, verifica cada flujo de entrada y salida. Además, asegúrate de que cada ecuación esté correctamente asignada a la variable correspondiente.
- Define escenarios de mayor impacto: Al construir un modelo, pueden existir diferentes escenarios posibles. Asegúrate de simular el escenario que tenga el mayor potencial y sea más viable de implementar.
- Comienza con un modelo sencillo: En ocasiones, abordar las situaciones desde planteamientos sencillos nos ayuda a identificar la variabilidad y dinámicas críticas del modelo.
- Realiza pruebas y validaciones: Es importante llevar a cabo pruebas exhaustivas del modelo para verificar su validez y asegurarte de que los resultados sean consistentes con las expectativas. También, busca validar el modelo utilizando datos reales o comparándolo con otras fuentes confiables.
- Documenta tu modelo: Mantén una documentación clara y organizada del modelo, incluyendo descripciones detalladas de las variables, parámetros y relaciones. Esto facilitará la comprensión y colaboración con otros usuarios.
- Mantén la flexibilidad: Los modelos pueden requerir ajustes y modificaciones a medida que se adquiere un mayor entendimiento del sistema. Mantén la flexibilidad para realizar cambios y mejoras en tu modelo a medida que avances en tu análisis.

CONCLUSIÓN

En este tutorial de Vensim PLE, nos propusimos mejorar y ampliar el contenido existente, brindando nuevos conceptos, mapas conceptuales y ejemplos de modelos, con el objetivo de proporcionar a los usuarios una guía completa y actualizada para aprovechar al máximo esta herramienta de modelado y simulación de sistemas dinámicos.

Uno de los objetivos específicos fue abordar el modelado de retrasos, una técnica esencial para capturar las dinámicas temporales en los sistemas. Se aprendió a representar los retrasos en Vensim PLE de diferentes maneras, como mediante el uso de ecuaciones diferenciales con retardos o mediante el uso de variables auxiliares para almacenar valores pasados. Además, se comprendió cómo los retrasos pueden afectar el comportamiento de los modelos, introduciendo efectos de retroalimentación y cambios en la velocidad de respuesta.

Otro aspecto importante que se exploró fue la representación de decisiones en Vensim PLE. Se aprendió cómo modelar y simular diferentes tipos de decisiones estratégicas, operativas o tácticas que pueden influir en la dinámica de los sistemas. Esto incluye la definición de variables de decisión, la formulación de reglas y políticas de toma de decisiones, y la incorporación de lógica condicional en los modelos.

Además, se adquirieron conocimientos sobre el manejo del ruido en los modelos. Se comprendió que la incertidumbre y la variabilidad son elementos inherentes a muchos sistemas, y se aprendió cómo modelar y representar el ruido en Vensim PLE. Esto se logra mediante el uso de variables estocásticas, como variables aleatorias, y la utilización de distribuciones probabilísticas para generar valores aleatorios que representen la variabilidad en los datos.

El tutorial también ofreció una gama de ejemplos prácticos, que permitirán a los usuarios aplicar los conceptos aprendidos en situaciones reales. Los modelos básicos proporcionarán una base sólida para comprender los conceptos fundamentales, mientras que los modelos intermedios y complejos buscarán que los usuarios apliquen funciones avanzadas y enfrenten problemas más complejos en diferentes dominios de aplicación.

REFERENCIAS

- [1] . J. M. García, *Dinámica de Sistemas 50 modelos: Manual de creación de modelos de simulación de empresas, medio ambiente, agua, química y ciencias sociales*, 2018.
- [2] "CURSO: INTRODUCCION A VENSIM MODULO BASICO - PDF Descargar libre". Le proporcionamos las herramientas cómodas y gratuitas para publicar y compartir la información. <https://docplayer.es/23927039-Curso-introduccion-a-vensim-modulo-basico.html> (accedido el 19 de junio de 2023).
- [3] Redicuc. <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/6025/Análisis%20de%20la%20dinámica%20de%20sistemas%20en%20el%20software%20Vensim.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (accedido el 20 de junio de 2023).
- [4] "Fondo editorial de la universidad ESAN." ESAN Graduate School of Business - ESAN. <https://www.esan.edu.pe/publicaciones/serie-gerencia-global/2008/modelos-dinamicos-de-viabilidad-empresarial/introduccion.pdf>. (accedido el 21 de junio de 2023).
- [5] Página Web del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua. <https://cidta.usal.es/cursos/simulacion/software/VENSIM/Vensim.PDF> (accedido el 21 de junio de 2023).
- [6] "Tutorial Vensim". pdfcoffee.com. <https://pdfcoffee.com/manual-vensim-2-pdf-free.html>. (accedido el 21 de junio de 2023).
- [7] "Vensim 1". pdfcoffee.com. <https://pdfcoffee.com/vensim-1-pdf-free.html> (accedido el 21 de junio de 2023).
- [8] "Manual Vensim". pdfcoffee.com. <https://pdfcoffee.com/manual-vensim-5-pdf-free.html> (accedido el 10 de julio de 2023).
- [9] J. Navas. "Modelos matemáticos discretos en la empresa". matema. http://matema.ujaen.es/jnavas/web_modelos_empresa/archivos/archivos%20pdf/laboratorio/laboratorio%20mme_2017.pdf (accedido el 21 de junio de 2023).
- [10] "Programa Vensim". Share and Discover Knowledge on SlideShare. https://es.slideshare.net/VezgaA/programa-vensim-4426039?next_slideshow=1 (accedido el 22 de junio de 2023).
- [11] J. A. Quizhpi y F. F. SichiQui. "Metodología y procedimientos para el desarrollo de un modelo de simulación aplicado a la industria, utilizando el enfoque de la dinámica de sistemas". <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17990/1/UPS-CT008545.pdf> (accedido el 23 de junio de 2023).
- [12] "Curso: Introducción a Vensim modulo básico". <https://docplayer.es/23927039-Curso-introduccion-a-vensim-modulo-basico.html> (accedido el 24 de junio de 2023).
- [13] D. W. Ibarra Vega y J. Manuel Redondo, "Dinámica de sistemas, una herramienta para la educación ambiental en ingeniería", *Luna Azul*, n.º 41, p. 152–164, abril de 2015. Accedido el 24 de junio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.41.9>
- [14] Ventana Systems, Inc. "Causal tracing". Ventana Systems. <https://www.vensim.com>.

- com/documentation/20210.html. (accedido el 26 de junio de 2023).
- [15] J. M. García. "50 modelos de dinámica de sistemas". Google Books. https://books.google.com.pa/books?id=nXd8DwAAQBAJ&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false (accedido el 23 de junio de 2023).
- [16] "Análisis dinámico de la cadena de suministro de una empresa textil". UCrea. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/15693/414873.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (accedido el 28 de junio de 2023).
- [17] F. Sierra. "El enfoque sistémico y la dinámica de sistemas como de fenómenos complejos metodología de la NTE para el estudio". Repositorio Institucional Universidad Sergio Arboleda. <https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/800/EI%20enfoco%20sistemico%20y%20la%20dinamica%20de%20sistemas%20como%20metodologia%20de%20la%20NTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (accedido el 23 de junio de 2023).
- [18] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Agente inteligente (inteligencia artificial)". Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Agente_inteligente_\(inteligencia_artificial\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Agente_inteligente_(inteligencia_artificial)) (accedido el 1 de julio de 2023).
- [19] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Atributo (informática)". Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Atributo_\(informática\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Atributo_(informática)) (accedido el 1 de julio de 2023).
- [20] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Base de datos". Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Base_de_datos (accedido el 1 de julio de 2023).
- [21] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Causalidad (filosofía)". Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Causalidad_\(filosofía\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Causalidad_(filosofía)) (accedido el 1 de julio de 2023).
- [22] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Coeficiente de correlación de Pearson". Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_correlación_de_Pearson (accedido el 1 de julio de 2023).
- [23] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Coeficiente de determinación". Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_determinación (accedido el 1 de julio de 2023).
- [24] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Coeficiente de variación". Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_variación (accedido el 1 de julio de 2023).
- [25] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Diagrama de flujo". Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_flujo (accedido el 1 de julio de 2023).
- [26] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Dinámica de sistemas". Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Dinámica_de_sistemas (accedido el 1 de julio de 2023).
- [27] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Distribución de probabilidad". Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Distribución_de_probabilidad (accedido el 1 de julio de 2023).
- [28] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Estadística". Wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/Estadística> (accedido el 1 de julio

- de 2023).
- [29] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Función de transferencia". Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Función_de_transferencia (accedido el 1 de julio de 2023).
 - [30] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Incertidumbre". Wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/Incertidumbre> (accedido el 1 de julio de 2023).
 - [31] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Indicador clave de rendimiento". Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Indicador_clave_de_rendimiento (accedido el 1 de julio de 2023).
 - [32] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Iteración". Wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/Iteración> (accedido el 1 de julio de 2023).
 - [33] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Modelo matemático". Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_matemático (accedido el 1 de julio de 2023).
 - [34] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Optimización (matemática)". Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Optimización_\(matemática\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Optimización_(matemática)) (accedido el 1 de julio de 2023).
 - [35] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Realimentación". Wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/Realimentación> (accedido el 1 de julio de 2023).
 - [36] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Análisis de la regresión". Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Análisis_de_la_regresión (accedido el 1 de julio de 2023).
 - [37] Colaboradores de los proyectos Wikimedia. "Sistema dinámico". Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_dinámico (accedido el 1 de julio de 2023).
 - [38] E. Martin-Martínez, R. Samsó, J. Houghton y J. Solé, "PySD: System dynamics modeling in python", J. Open Source Softw., vol. 7, n.º 78, pp. 4329, octubre de 2022. Accedido el 11 de julio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.21105/joss.04329>
 - [39] "PySD - PySD 3.10.0 documentation". PySD. <https://pysd.readthedocs.io/en/master/> (accedido el 2 de julio de 2023).
 - [40] "AnyLogic: Simulation modeling software tools & solutions for business". AnyLogic. <https://www.anylogic.com> (accedido el 2 de julio de 2023).
 - [41] "Stella simulator". isee systems. <https://www.iseesystems.com/store/products/stella-simulator.aspx> (accedido el 4 de julio de 2023).
 - [42] "Powersim". EcuRed. <https://www.ecured.cu/Powersim> (accedido el 4 de julio de 2023).
 - [43] "Simulink - simulation and model-based design". MathWorks - Makers of MATLAB and Simulink - MATLAB & Simulink. <https://www.mathworks.com/products/simulink.html> (accedido el 4 de julio de 2023).
 - [44] "Ventity". Ventity. <https://ventity.biz> (accedido el 1 de julio de 2023).
 - [45] "Dymola - Dassault Systèmes®". Dassault Systèmes. <https://www.3ds.com/es/productos-y-servicios/catia/productos/dymola/> (accedido el 5 de julio de 2023).

ANEXO

Anexo N°1

Glosario de palabras clave

1. **Agente:** Es una entidad que toma decisiones dependiendo del estado de su entorno.
2. **Agente estocástico:** Hace referencia a un agente cuyo comportamiento o acciones están influenciados por factores aleatorios o incertidumbre.
3. **Análisis de sensibilidad:** Es un enfoque para evaluar cómo cambian los resultados de un Modelo cuando se modifican los valores de entrada o parámetros.
4. **Archivo de resultados:** Hace referencia a un registro o conjunto de datos que almacena los resultados generados por una simulación o ejecución del Modelo.
5. **Atributo:** Es una especificación que define una propiedad de un objeto, elemento o archivo.
6. **Base de datos:** Es un conjunto de datos estructurados que pertenecen a un mismo contexto y, en cuanto a su función, se utiliza para administrar de forma electrónica grandes cantidades de información.
7. **Causalidad:** Es la relación necesaria existente entre causa y efecto. Se puede hablar de esa relación entre acontecimientos, procesos, regularidad de los fenómenos y la producción de algo.
8. **Ciclo de realimentación:** Es un bucle o proceso en el que la salida o resultado de un sistema afecta su entrada o configuración futura, creando un circuito de retroalimentación.
9. **Coefficiente de correlación:** Es una medida de dependencia lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas.
10. **Coefficiente de determinación:** Es un coeficiente usado en el contexto de un Modelo estadístico cuyo principal propósito es predecir futuros resultados o probar una hipótesis.
11. **Coefficiente de variación:** Este es utilizado en estadística cuando se desea hacer referencia a la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable.
12. **Confiability:** Es la capacidad de un sistema o componente para funcionar correctamente y producir resultados consistentes bajo condiciones específicas.
13. **Control de entrada/salida:** Es la capacidad de gestionar y modificar los valores de entrada y salida de un Modelo durante una simulación para analizar diferentes escenarios.
14. **Diagrama causal:** Es una representación gráfica de las relaciones causales entre variables en un Modelo, mostrando cómo influyen unas variables en otras.

- 15. Diagrama de flujo:** Es un diagrama de actividades que representa los flujos de trabajo paso a paso. Un diagrama de actividades muestra el flujo de control general.
- 16. Dinámica de sistemas:** Es una metodología para analizar y Modelar el comportamiento temporal en entornos complejos.
- 17. Distribución de probabilidad:** Es una función que asigna a cada suceso definido sobre una variable aleatoria, la probabilidad de que dicho suceso ocurra.
- 18. Entrada:** Es un valor o dato proporcionado al Modelo para iniciar una simulación, que representa una condición inicial o un estímulo externo que afecta al sistema.
- 19. Error cuadrático medio:** Es una función de riesgo, correspondiente al valor esperado de la pérdida del error al cuadrado o pérdida cuadrática.
- 20. Escenario:** Es una configuración o conjunto específico de valores de entrada o condiciones iniciales utilizado para realizar una simulación y analizar cómo el sistema se comporta bajo esas circunstancias.
- 21. Estadísticas:** Es la disciplina que estudia la variabilidad, recolección, organización, análisis, interpretación y presentación de los datos, así como el proceso aleatorio que los genera siguiendo las leyes de la probabilidad.
- 22. Estocasticidad:** Es la propiedad de un sistema o proceso en el que su comportamiento o resultados no son completamente determinísticos, sino que están sujetos a la influencia de factores aleatorios o incertidumbre.
- 23. Estructura del Modelo:** Es la organización y disposición de los componentes y relaciones en un Modelo, que define cómo interactúan y se afectan mutuamente las variables y elementos del sistema.
- 24. Evaluación del Modelo:** Es el proceso de analizar y validar un Modelo en función de su capacidad para representar con precisión el sistema real y generar resultados confiables y útiles.
- 25. Función de transferencia:** Es un Modelo matemático que, a través de un cociente, relaciona la respuesta de un sistema (Modelada o señal de salida) con una señal de entrada o excitación (también Modelada).
- 26. Gráfico de sensibilidad:** Es una representación gráfica que muestra cómo cambian los resultados del Modelo cuando se modifican los valores de entrada o parámetros, permitiendo identificar las variables más influyentes en el sistema.
- 27. Impacto:** Es el efecto o consecuencia que tiene una acción, evento o cambio en el sistema Modelado, pudiendo ser positivo, negativo o neutro.
- 28. Incertidumbre:** Se refiere a anomalías epistémicas que implican información imperfecta o desconocida. surge en entornos parcialmente observables y / o estocásticos, así como debido a la ignorancia, la indolencia o ambas.
- 29. Indicadores clave de rendimiento (KPI):** Es una medida del nivel del rendimiento de un proceso. El valor del indicador está directamente relacionado con un objetivo fijado para la toma de decisiones previa y normalmente se expresa en valores porcentuales.

- 30. Inferencia:** Es el proceso por el cual se derivan conclusiones a partir de premisas o hipótesis iniciales.}
- 31. Influencia:** Es la cualidad que otorga capacidad para ejercer un determinado control sobre el poder por alguien o algo. En este contexto, es el efecto que una variable ejerce sobre otra en un sistema, generando cambios o impacto en dicha variable.
- 32. Interacciones:** Son las relaciones recíprocas y mutuas entre variables o componentes de un sistema, en las que se producen influencias y cambios conjuntos.
- 33. Iteración:** significa repetir varias veces un proceso con la intención de alcanzar una meta deseada, objetivo o resultado.
- 34. Lazo de realimentación:** Es un ciclo en el que la salida de un sistema afecta su entrada, creando una conexión de retroalimentación entre ambos y generando cambios en el comportamiento del sistema.
- 35. Ley de acción y reacción:** Es el principio físico que establece que toda acción tiene una reacción igual y opuesta como consecuencia.
- 36. Mapa de influencia:** Es una representación gráfica que muestra las conexiones y el flujo de influencia entre las variables o componentes de un sistema, ayudando a visualizar las interacciones entre ellos.
- 37. Métricas de desempeño:** Son medidas cuantitativas utilizadas para evaluar el rendimiento, eficacia o eficiencia de un sistema, proceso o Modelo.
- 38. Modelo de simulación:** Es una representación simplificada de un sistema o fenómeno que se utiliza para simular su comportamiento y obtener predicciones sobre su desempeño.
- 39. Modelo matemático:** es cualquier esquema simplificado e idealizado de aquel, constituido por símbolos y operaciones (relaciones) matemáticas. Un Modelo matemático es un caso de formalización que emplea los más diversos instrumentos producidos en la ciencia matemática .
- 40. Modelización basada en agentes:** Es un enfoque de Modelado en el que se simulan las acciones y decisiones individuales de agentes autónomos para comprender el comportamiento colectivo de un sistema.
- 41. Muestreo aleatorio:** Es un proceso de selección de muestras de manera aleatoria y sin sesgo, que garantiza la representatividad de la muestra en un conjunto de datos o población.
- 42. No linealidad:** Es un proceso de selección de muestras de manera aleatoria y sin sesgo, que garantiza la representatividad de la muestra en un conjunto de datos o población.
- 43. Optimización:** Es la selección del mejor elemento (con respecto a algún criterio) de un conjunto de elementos disponibles.

- 44. Regresión:** La regresión estadística o regresión a la media es la tendencia de una medición extrema a presentarse más cercana a la media en una segunda medición.
- 45. Retroalimentación:** Es un mecanismo por el cual una cierta proporción de la salida de un sistema se dirige a la entrada, con señales de controlar su comportamiento.
- 46. Ruido:** Es una perturbación aleatoria o fluctuación en un sistema que puede afectar las variables y generar variabilidad o incertidumbre en los resultados de la simulación.
- 47. Sensibilidad:** Es la medida de la respuesta o cambio en una variable o resultado de simulación ante variaciones o modificaciones en las condiciones iniciales, parámetros o estructura del Modelo.
- 48. Simulación:** Es el proceso de crear un Modelo informático que imita el comportamiento de un sistema o fenómeno en el tiempo, permitiendo realizar experimentos virtuales y analizar su evolución.
- 49. Sistema dinámico:** es un sistema cuyo estado evoluciona con el tiempo.
- 50. Vinculación:** Es la conexión o relación entre diferentes elementos o componentes de un sistema, en la que se establecen interacciones y dependencias que afectan su comportamiento global.

Anexo N°2

Cuadro comparativo entre herramientas

Herramienta	Definición	Ventaja	Desventaja
Vensim	Es una herramienta visual de modelización que posibilita definir, documentar, simular, examinar y optimizar Modelos sistemas dinámicos	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz intuitiva y fácil de usar, amplia gama de funcionalidades y herramientas • Soporte para modelado de sistemas dinámicos, capacidad de simular y analizar diversos escenarios y políticas, comunidad activa de usuarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Licencia comercial requerida para algunas características avanzadas • Limitado a modelado de sistemas dinámicos
AnyLogic	Es una herramienta que permite a los usuarios crear modelos complejos y realistas utilizando múltiples métodos de simulación, como agentes, eventos discretos y sistemas continuos.	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado multimétodo y multidisciplinario • Soporte para agentes, eventos discretos y sistemas continuos. • Capacidad de simular a diferentes niveles de detalle. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere conocimientos de programación para aprovechar todas las funcionalidades. • Licencia comercial requerida para características avanzadas.

<p>Stella</p>	<p>Es una herramienta de modelado y simulación de sistemas dinámicos que permite a los usuarios visualizar y analizar la interacción de variables y flujos en un sistema a lo largo del tiempo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Integración con lenguajes de programación, enfoque en la simulación basada en agentes. • Interfaz visual y fácil de usar. • Soporte para modelado de sistemas dinámicos y feedback loops. • Simulación de eventos discretos y continuos. • Herramientas para la representación gráfica de diagramas de flujo. • Integración con otros programas y lenguajes de programación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor soporte de la comunidad en comparación con otras herramientas más populares • Menos opciones de integración con otras herramientas y lenguajes de programación externos.
<p>PowerSim</p>	<p>Es una herramienta versátil de modelado y simulación que permite a los usuarios construir modelos complejos y simular sistemas dinámicos. Con una amplia gama de herramientas, Powersim brinda a los usuarios la capacidad de incorporar datos, crear escenarios y evaluar políticas, lo que</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Amplia gama de herramientas de modelado y simulación, lo que permite a los usuarios crear modelos complejos y realistas. • Interfaz intuitiva y gráfica, facilitando el proceso de modelado y simulación para principiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor nivel de funcionalidad avanzada en comparación con algunas herramientas más especializadas. • Mayor dependencia de las herramientas predefinidas y limitaciones en la personalización de modelos complejos.

	<p>facilita el análisis de diferentes condiciones y estrategias en tiempo real.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para incorporar datos y crear escenarios, lo que permite la exploración de diferentes condiciones y políticas. 	
<p>Simulink</p>	<p>Es una herramienta de modelado y simulación basada en bloques que se integra con MATLAB. Utilizando una interfaz gráfica y una amplia variedad de bloques predefinidos, Simulink permite a los usuarios construir modelos visuales de sistemas dinámicos y simular su comportamiento. Esta herramienta es especialmente adecuada para sistemas de control y comunicación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliamente utilizado en la industria y la academia, lo que garantiza una amplia comunidad de usuarios y recursos disponibles. • Amplia variedad de bloques y librerías predefinidas, lo que facilita el modelado de sistemas complejos. • Integración con MATLAB, permitiendo el uso de funciones y herramientas adicionales para análisis y procesamiento de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere conocimientos de MATLAB para aprovechar todas las funcionalidades. • Mayor dependencia de bloques y librerías predefinidas, lo que puede limitar la flexibilidad en ciertos casos.
<p>System Dynamic Ventry</p>	<p>Es una herramienta especializada en modelado y simulación de sistemas dinámicos. Con su enfoque en la dinámica de variables y flujos en un sistema, proporciona</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Enfoque específico en el modelado y la simulación de sistemas dinámicos, lo que garantiza una experiencia especializada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitado a modelado y simulación de sistemas dinámicos, lo que puede no abarcar otras áreas de modelado más especializadas.

<p>Dymola</p>	<p>una interfaz intuitiva y herramientas para analizar y evaluar políticas y escenarios. System Dynamic Verify permite a los usuarios comprender y simular el impacto de decisiones y cambios en la dinámica de los sistemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Herramientas para el análisis y simulación de políticas y escenarios, permitiendo a los usuarios evaluar el impacto de diferentes decisiones. • Comunidad activa de usuarios, lo que facilita el intercambio de conocimientos y recursos adicionales. • Fuerte enfoque en el modelado y la simulación de sistemas físicos y multi-físicos. • Soporte para el lenguaje de modelado Modelica, que permite una representación precisa de los sistemas físicos. • Amplia biblioteca de componentes y modelos predefinidos, lo que acelera el proceso de modelado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menos opciones de personalización y extensibilidad en comparación con herramientas más avanzadas.
	<p>Es una herramienta de modelado y simulación que se enfoca en sistemas físicos y multi-físicos. Utilizando el lenguaje de modelado Modelica, Dymola permite a los usuarios representar y simular sistemas complejos en dominios como ingeniería mecánica, eléctrica y térmica.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Requiere una curva de aprendizaje inicial y compleja debido a su enfoque en el modelado físico y multi-físico. • Licencia comercial requerida para características avanzadas y funcionalidades adicionales.

<p>PySD</p>	<p>Es una colección de herramientas y funciones en el lenguaje de programación Python que permiten a los usuarios modelar, simular y analizar sistemas dinámicos. Con su flexibilidad y extensibilidad, esta biblioteca proporciona las herramientas necesarias para la creación de modelos personalizados, el análisis de datos y la visualización de resultados, todo dentro del entorno de programación de Python.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ampio soporte y comunidad de desarrolladores de Python, permitiendo el acceso a una variedad de herramientas y recursos adicionales. • Flexibilidad y extensibilidad en el modelado y la simulación de sistemas, permitiendo adaptarse a necesidades específicas. • Capacidad de integración con otras bibliotecas y herramientas de Python, lo que amplía las posibilidades de análisis y visualización de los modelos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere conocimientos de programación en Python para aprovechar al máximo las funcionalidades. • Menor nivel de soporte técnico dedicado en comparación con herramientas específicas de simulación.
-------------	---	--	---

Anexo N°3

Sitios sugeridos para acceder

Repositorios de modelos.

- <https://www.sgrillo.net/sysdyn/>
- <https://systemdynamics.org/resources/system-dynamics-models/>

Casos de aplicación de sistemas dinámicos en el mundo real.

- <https://systemdynamics.org/resources/successful-applications/>

Guía de literatura esencial sobre sistemas dinámicos de John Sterman.

- <http://web.mit.edu/jsterman/www/DID.html>

Lista de reproducción sobre Vensim y modelos dinámicos.

- https://youtube.com/playlist?list=PL48vSIJGaMg_ntB45AG0w6ZKFTdHGF_uW
- <https://youtube.com/playlist?list=PLcAxwev2PmV-kQcIV14IbWw372LTaaTg0>
- https://youtube.com/playlist?list=PLjztUIYQYXduYTpNtD_wfbe_6G4DXAbiB

Tutorial Vensim

Se terminó de imprimir en el mes de noviembre de 2025 en los talleres gráficos de la Universidad Tecnológica de Panamá, su edición de 30 ejemplares.



EDITORIAL
TECNOLÓGICA