

# Automatización de Sistemas de Producción

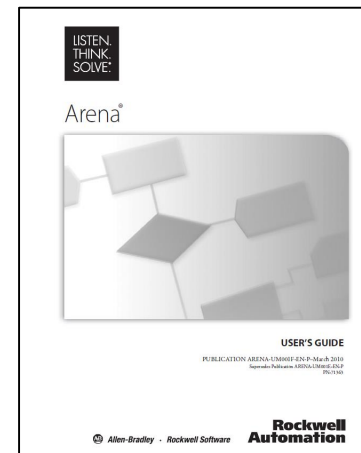
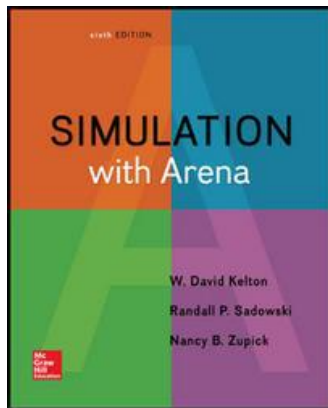
4º Grado en Ingeniería Electrónica, Robótica y Mecatrónica

---

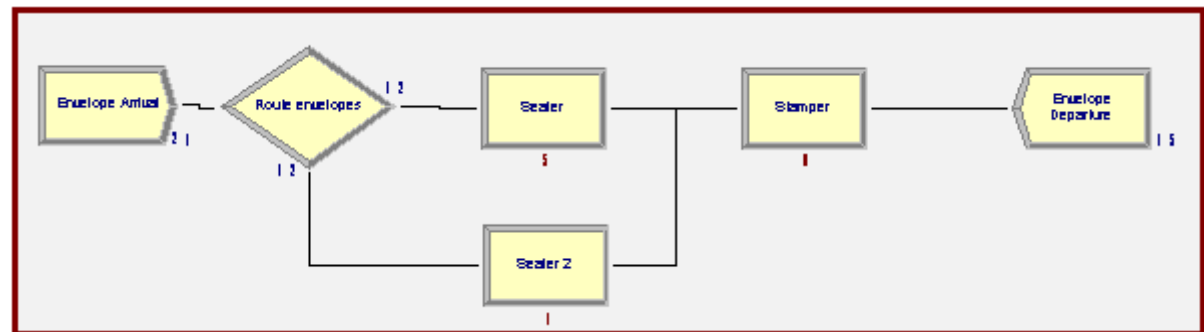
## Tema 5. Simulación con Arena

A faded background image of a large, multi-story university building with a modern architectural style, featuring a mix of brick and lighter-colored sections, surrounded by greenery.

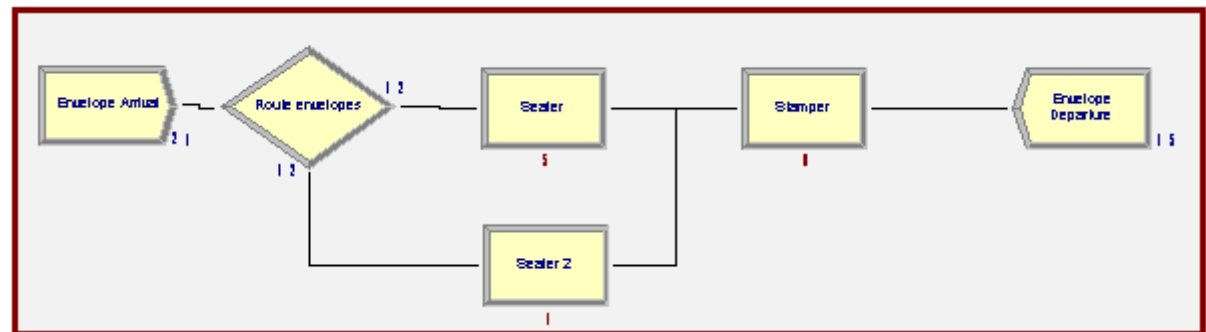
- W.D. Kelton, R.P. Sadowski, D.A. Sadowski. Simulation with Arena. McGraw Hill, 2014.
- Users' Guide. Arena
- Apuntes asignatura "*Fabricación asistida por computador*". Máster en informática Industrial. Universidad de Almería. Curso 2008-2009.



- Introducción
- Entorno de simulación Arena
- Panel "Basic Process"
- Panel "Advanced Process"
- Panel "Advanced Transfer"
- Variables en Arena
- Ejemplos en Arena

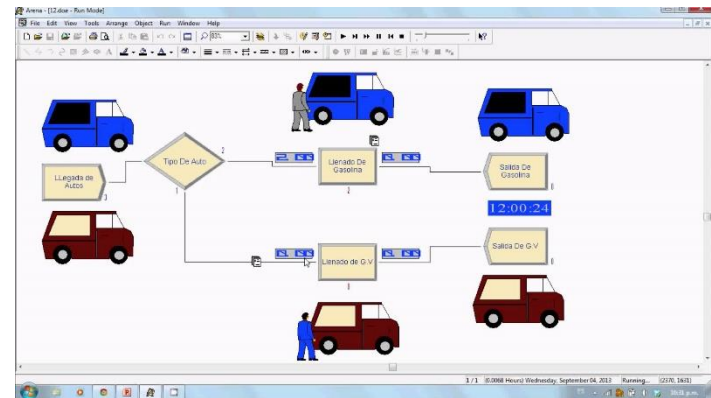


- Introducción
- Entorno de simulación Arena
- Panel "Basic Process"
- Panel "Advanced Process"
- Panel "Advanced Transfer"
- Variables en Arena
- Ejemplos en Arena



## ■ Arena – Rockwell Software Corporation

- ◆ Software de simulación comercial que constituye un entorno gráfico de modelado que usa el lenguaje de simulación SIMAN.
- ◆ Las principales funcionalidades de Arena incluyen:
  - Modelar un sistema de producción.
  - Simular el rendimiento de un sistema de producción para comprender las relaciones existentes e identificar puntos de mejora.
  - Visualizar las diferentes operaciones mediante gráficos animados.
  - Analizar el comportamiento del sistema de producción bajo diferentes configuraciones.



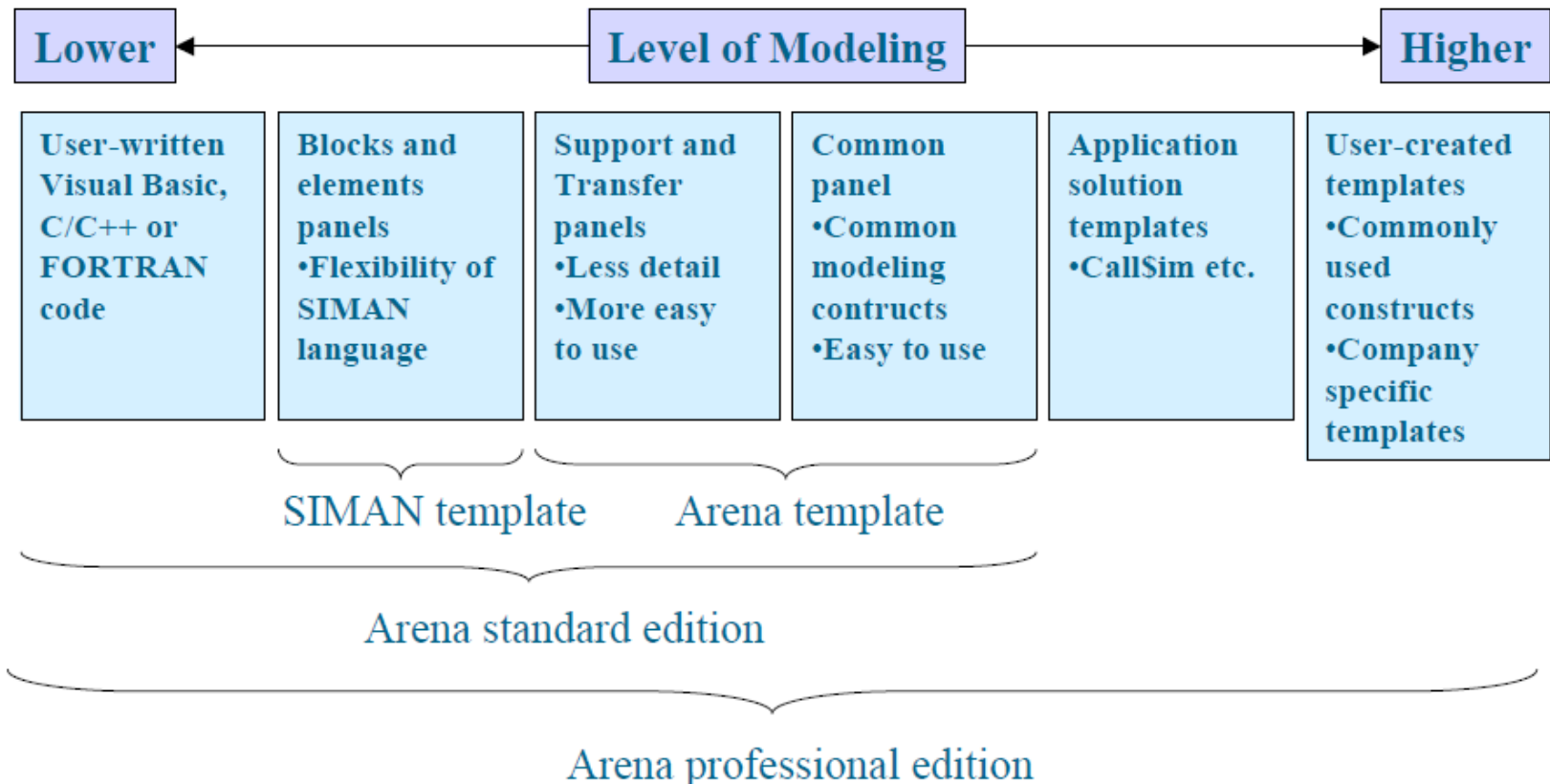
## ■ Arena y el lenguaje SIMAN

- ◆ SIMAN es un lenguaje de simulación de propósito general basado en lenguajes como SLAM.
- ◆ En Arena, las estructuras de SIMAN se implementan como objetos gráficos de modelado.
- ◆ Los modelos de simulación se construyen emplazando estos modelos en una ventana de trabajo y enlazando los objetos según la lógica de modelado (se construye un diagrama de flujo básico del sistema).
- ◆ Cuando se ejecuta una simulación del modelo Arena se traduce internamente a código SIMAN, que se compila y ejecuta.

## ■ Definiciones

- ◆ Los bloques de modelado en Arena se denominan **módulos**.
- ◆ Los **módulos** son objetos tipo diagrama de flujo o datos que definen el proceso que se está simulando. Toda la información necesaria para simular un proceso se encuentra almacenada en módulos.
- ◆ Arena contiene una gran variedad de módulos que se organizan en diferentes librerías llamadas *template panels*.
- ◆ Los módulos de distintos niveles jerárquicos se pueden usar de forma indiferente.
- ◆ Se pueden crear nuevos *templates* y módulos usando componentes ya existentes escritos en Visual Basic, C/C++, o FORTRAN.

## ■ Estructura jerárquica de Arena

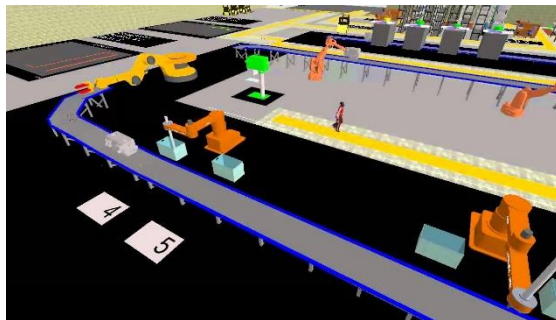


***W.D. Kelton, R.P. Sadowski, D.A. Sadowski. Simulation with Arena. McGraw Hill, 2014.***



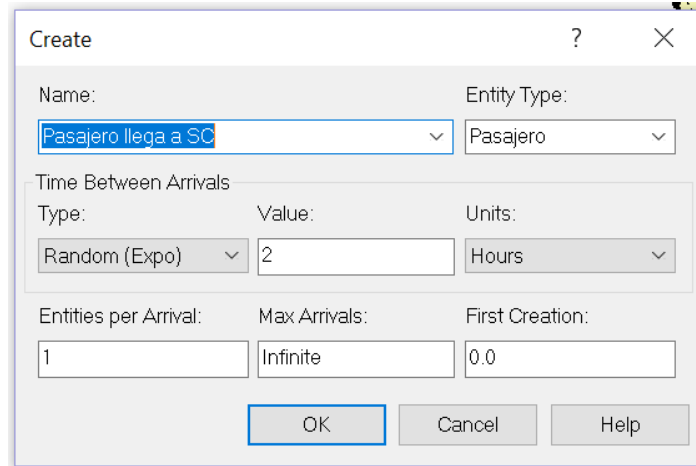
## ■ Modelar un sistema

- ◆ Idea básica: los módulos representan diferentes operaciones que se lanzan a medida que las entidades entran en los módulos.
- ◆ Algunos ejemplos:
  - La entidad experimenta un retardo (delay) antes de seguir su camino.
  - Se envía una señal.
  - Se asigna un valor a una variable.
  - Etc.
- ◆ Simulación orientada a proceso.



## ■ Construir un modelo

- ◆ Los módulos del diagrama de flujo que se monta definen la ruta que las entidades de simulación siguen a lo largo del sistema.
- ◆ Los elementos son módulos especiales donde se definen datos adicionales: Parámetros generales (longitud de la replicación, número de replicaciones, etc.), variables, atributos (propiedades relativas a entidades), recursos, estadísticas de salida, etc.
- ◆ Los datos de entrada se añaden simplemente haciendo doble click sobre los módulos y rellenando la ventana de diálogo que aparece.



## ■ Construir un modelo

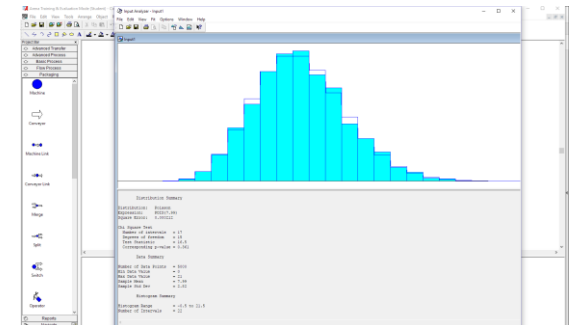
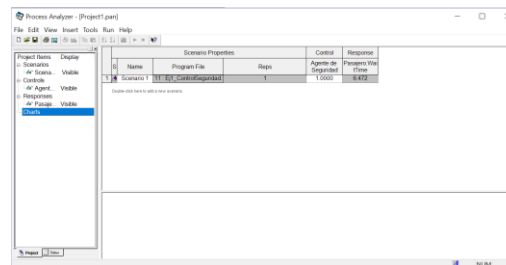
- ◆ La mayoría de entradas en los cuadros de dialogo son:
  - Constantes
  - Variables o atributos: definidos por el usuario o internos.
  - Distribuciones discretas o continuas
    - GAMM(beta, alpha)
    - NORM(Mean, StdDev)
  - Expresiones que combinen los elementos anteriores
    - `Minimum_process_time + NORM (Mean_process_time, Mean_process_time*0.33)`

## ■ Estadísticas de resultados

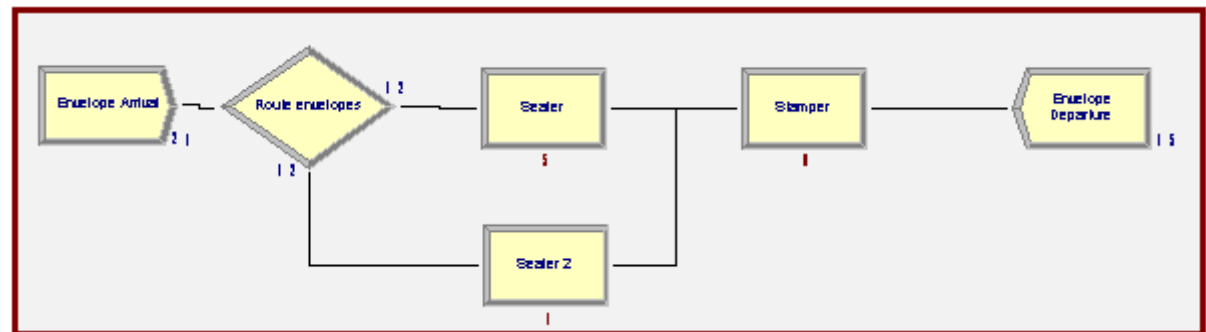
- ◆ Por defecto, Arena genera una serie de estadísticas relacionadas con:
  - Entities (Ejemplo: Work In Process (WIP))
  - Queues (Ejemplo: Número de elementos en la cola)
  - Resources (Ejemplo: Utilización de una máquina).
- ◆ Hay ciertos módulos que permiten generar estadísticas de usuario.
- ◆ Los informes de estadísticas "*reports*" se generan al final de cada simulación.

## ■ Animaciones y herramientas

- ◆ Es posible incluir animaciones en 2D y en 3D del sistema de producción que se está modelando.
- ◆ Input Analyzer
  - Ajuste de distribuciones de probabilidad a datos
- ◆ Output Analyzer
  - Análisis estadístico de datos de salida
  - Intervalos de confianza, test estadísticos, visualización
- ◆ Process Analyzer
  - Distintas simulaciones con valores variables de los parámetros
  - Generación de experimentos



- Introducción
- Entorno de simulación Arena
- Panel "Basic Process"
- Panel "Advanced Process"
- Panel "Advanced Transfer"
- Variables en Arena
- Ejemplos en Arena



Barra de herramientas

Ventana del modelo:  
Vista diagrama de flujo

Contiene los gráficos del modelo, incluyendo los diagramas de flujo del proceso, animaciones y otros elementos gráficos.

Ventana del modelo:  
Vista hoja de cálculo

Muestra los datos del modelo, tales como tiempos, costes y otros parámetros.

## ■ Menús File Edit View Tools Arrange Object Run Window Help

- ◆ Dibujar objetos, distribución de elementos, etc.



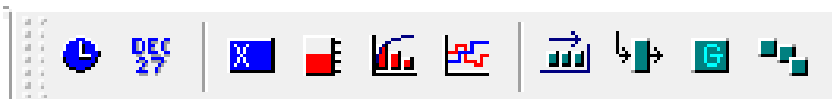
- ◆ Control de la Simulación



- ◆ Control de conexión de módulos



- ◆ Barra de herramientas de animaciones





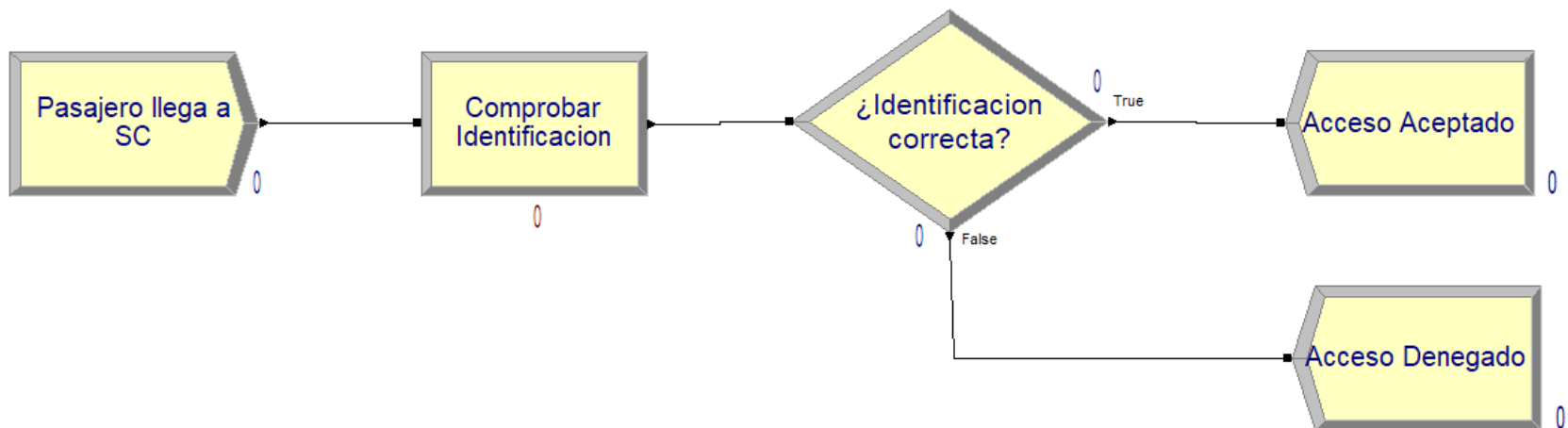
## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación del pasaporte.

- Pasajeros con su pasaporte

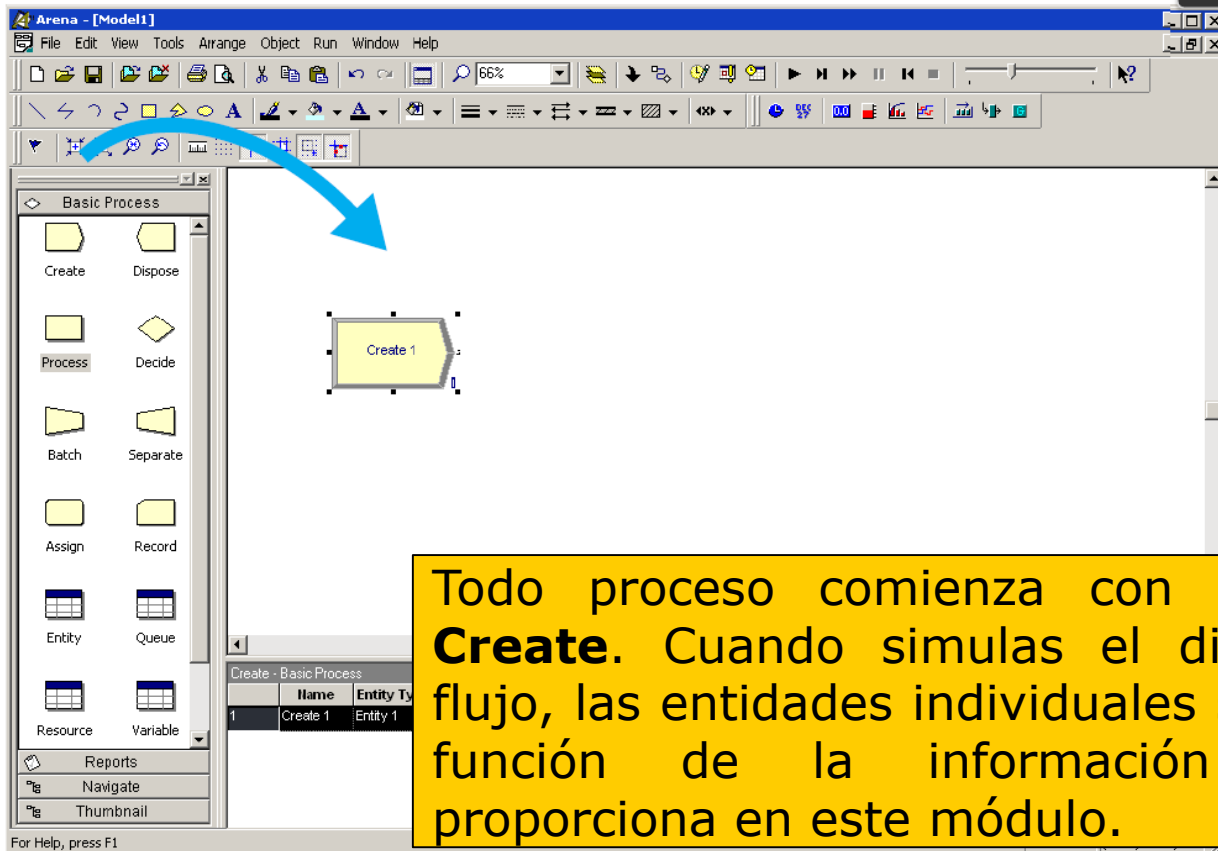
Entidades

- ¿Dónde entran los pasajeros con su pasaporte en el proceso?
- ¿Qué ocurre con ellos en cada paso?
- ¿Qué recursos se necesitan para completar la tarea?



## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

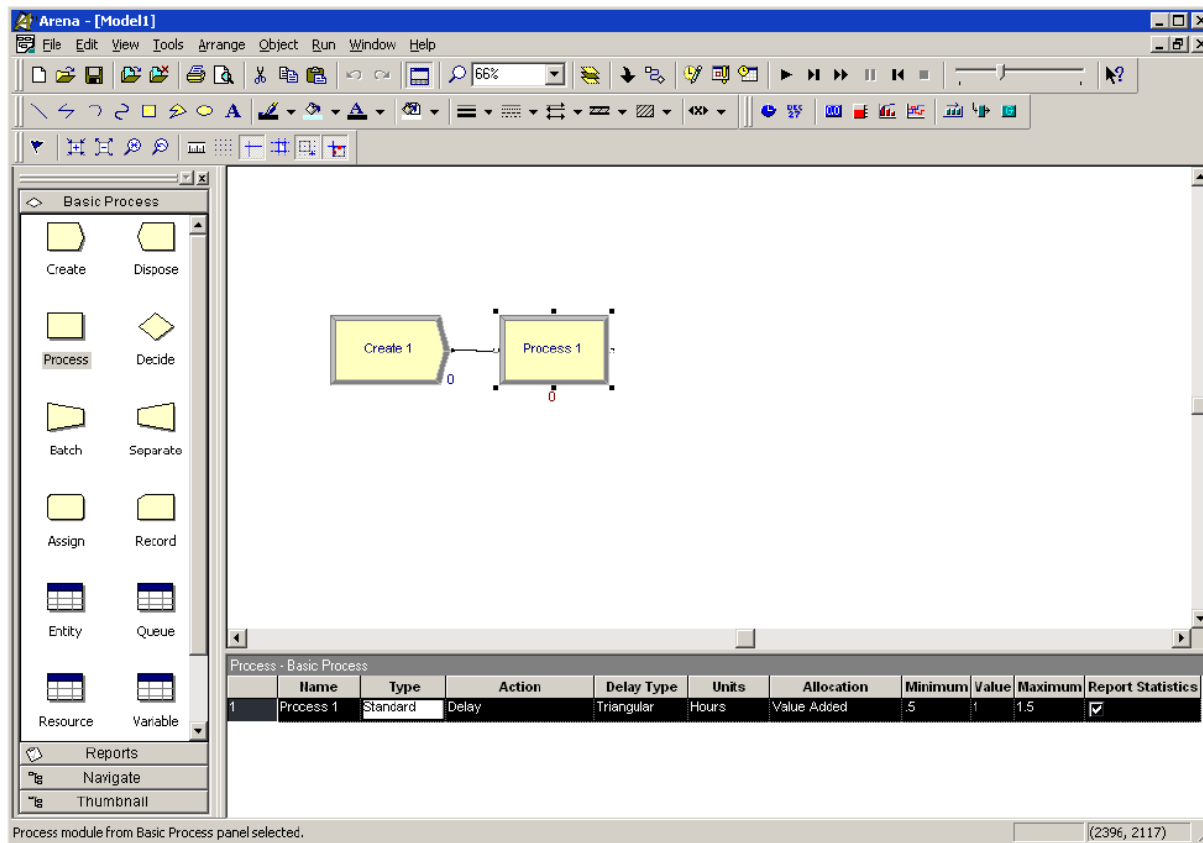
- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación del pasaporte. **Construcción del modelo**



Todo proceso comienza con un módulo **Create**. Cuando simulas el diagrama de flujo, las entidades individuales se crean en función de la información que se proporciona en este módulo.

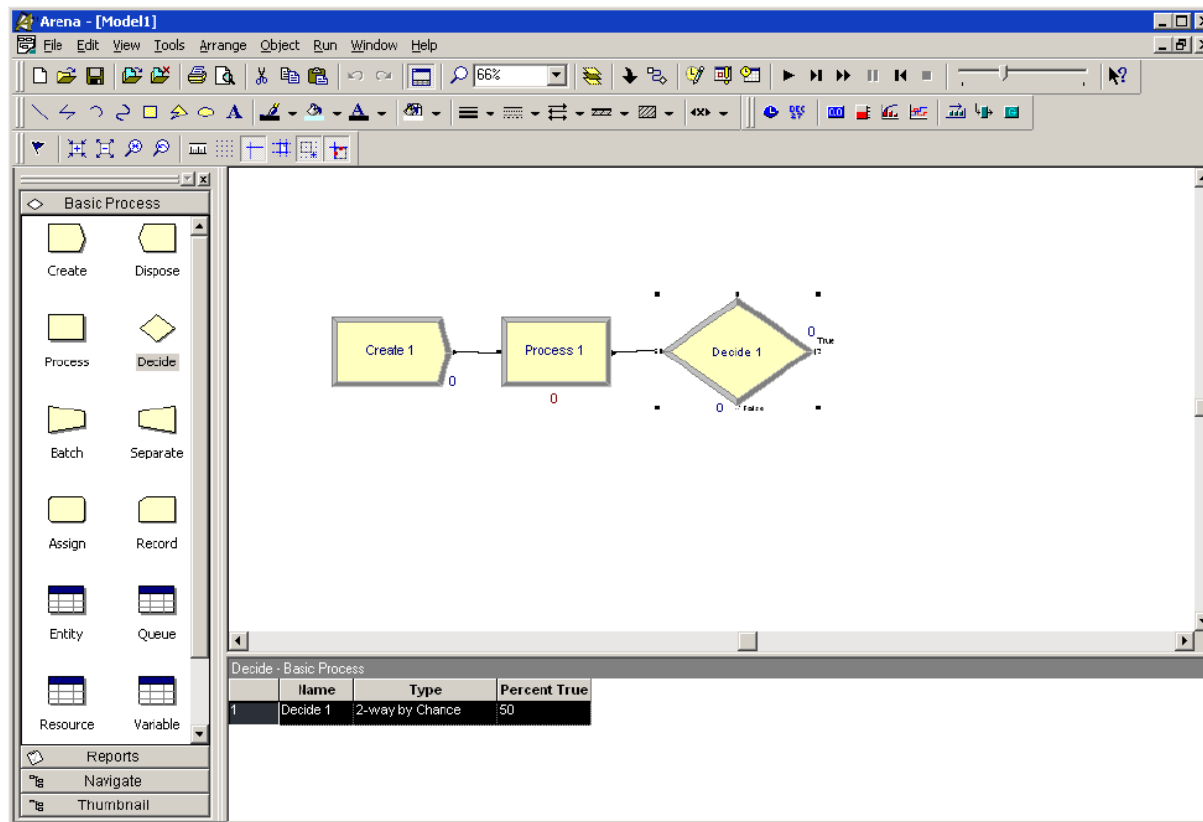
## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación del pasaporte. **Construcción del modelo**



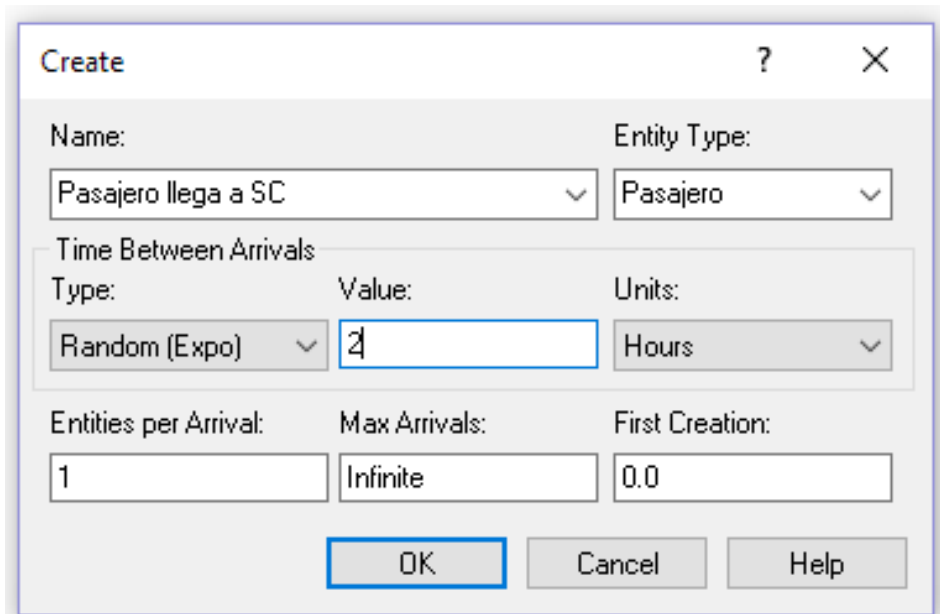
## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación del pasaporte. **Construcción del modelo**



## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

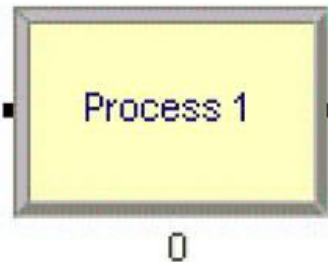
- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación del pasaporte. **Definir los datos del modelo**

A screenshot of the "Create" dialog box in Arena simulation software. The dialog has a title bar with a question mark and a close button. It contains several fields for defining a new entity creation process. The "Name" field is set to "Pasajero llega a SC" and the "Entity Type" is set to "Pasajero". Under the "Time Between Arrivals" section, the "Type" is "Random (Expo)", the "Value" is "4", and the "Units" are "Hours". At the bottom, "Entities per Arrival" is "1", "Max Arrivals" is "Infinite", and "First Creation" is "0.0". There are "OK", "Cancel", and "Help" buttons at the bottom right.

Name:		Entity Type:
Pasajero llega a SC		Pasajero
Time Between Arrivals		
Type:	Value:	Units:
Random (Expo)	4	Hours
Entities per Arrival:	Max Arrivals:	First Creation:
1	Infinite	0.0

## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación del pasaporte. **Definir los datos del modelo**



Process

Name: Comprobar Identificación Type: Standard

Logic

Action: Seize Delay Release Priority: Medium(2)

Resources:

Resource, Agente de Seguridad, 1

<End of list>

Add...

Edit...

Delete

Delay Type: Triangular Units: Hours Allocation: Value Added

Minimum: .75 Value:(Most Likely): 1.5 Maximum: 3

☒ Report Statistics

OK Cancel Help

Resources

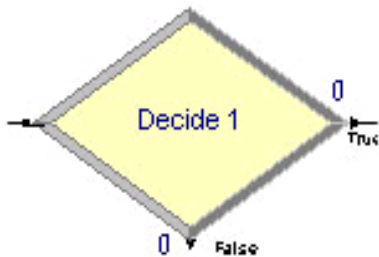
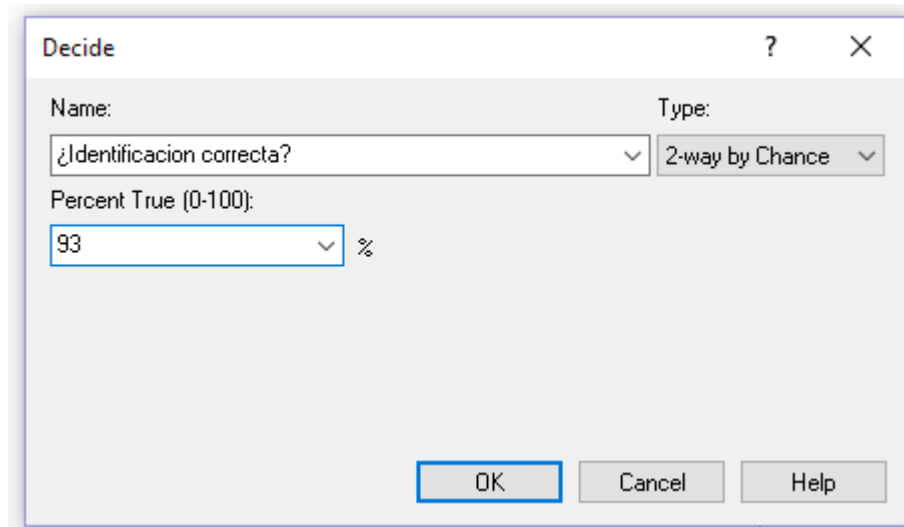
Type: Resource

Resource Name: Agente de Seguridad Units to Seize/Release: 1

OK Cancel Help

## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación del pasaporte. **Definir los datos del modelo**

Decide

Name: ¿Identificación correcta? Type: 2-way by Chance

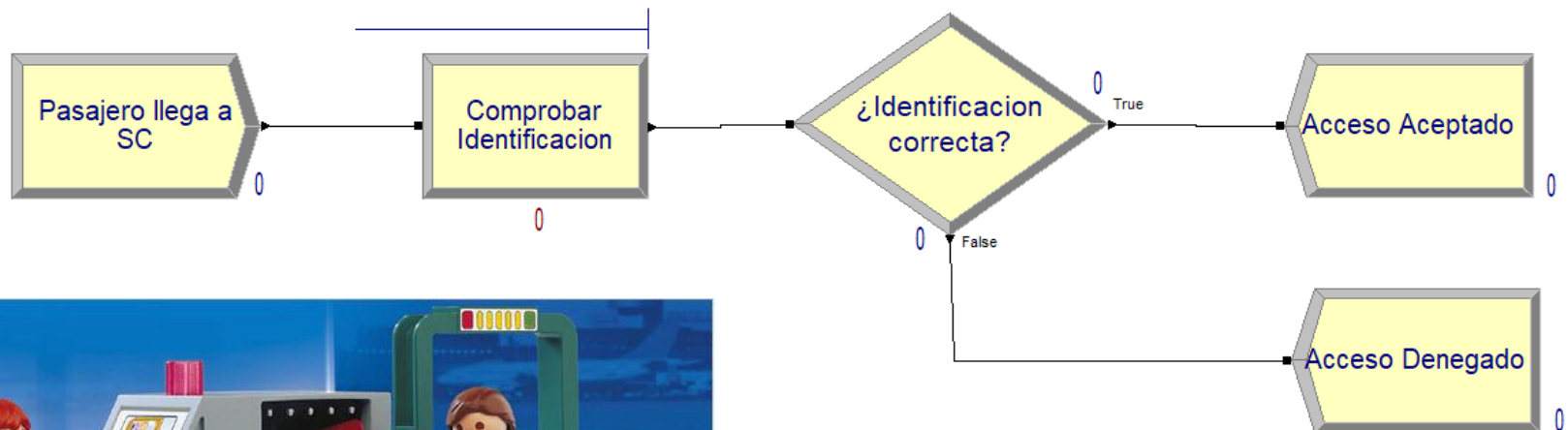
Percent True (0-100): 93 %

OK Cancel Help

## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación.

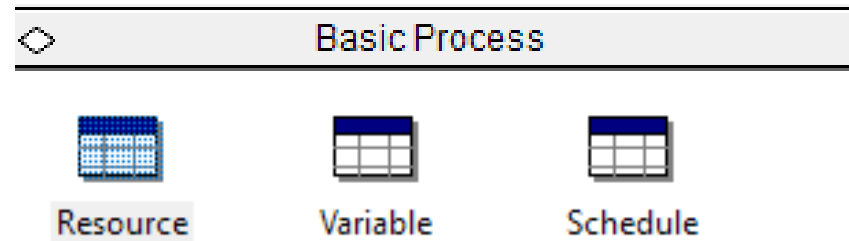
Control de Seguridad Aeropuerto





## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

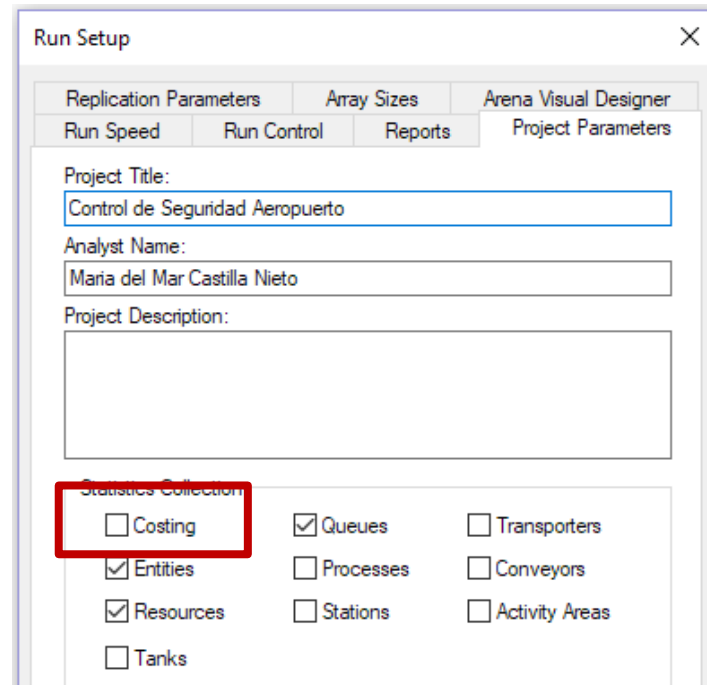
- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación.
- ◆ Además del flujo del proceso simulado, también se pueden definir parámetros asociados con otros elementos del modelo, como por ejemplo recursos, entidades y colas.
- ◆ Añadimos el coste del Agente de Seguridad de forma que la simulación calculará el coste asociado de realizar esta acción: Coste fijo 12€/hora.



Resource - Basic Process									
	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1 ▶	Agente de Seguridad	Fixed Capacity	1	12	12	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>

## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

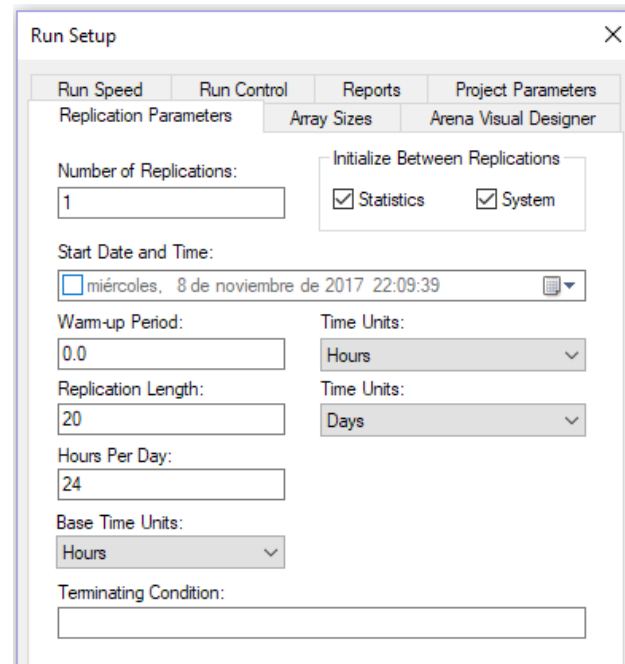
- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación.
- ◆ **Preparar la simulación:** Especificar la información del general del proyecto y el tiempo de simulación.
  - **Run > Setup Menu > Project Parameters**



The screenshot shows the 'Run Setup' dialog box with the 'Project Parameters' tab selected. The 'Project Title' is 'Control de Seguridad Aeropuerto', the 'Analyst Name' is 'Maria del Mar Castilla Nieto', and the 'Project Description' field is empty. The 'Statistics Collection' section is highlighted with a red box, showing checkboxes for 'Costing' (unchecked), 'Entities' (checked), 'Resources' (checked), and 'Tanks' (unchecked). Other statistics options include 'Queues' (checked), 'Processes' (unchecked), 'Stations' (unchecked), 'Transporters' (unchecked), 'Conveyors' (unchecked), and 'Activity Areas' (unchecked).

## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

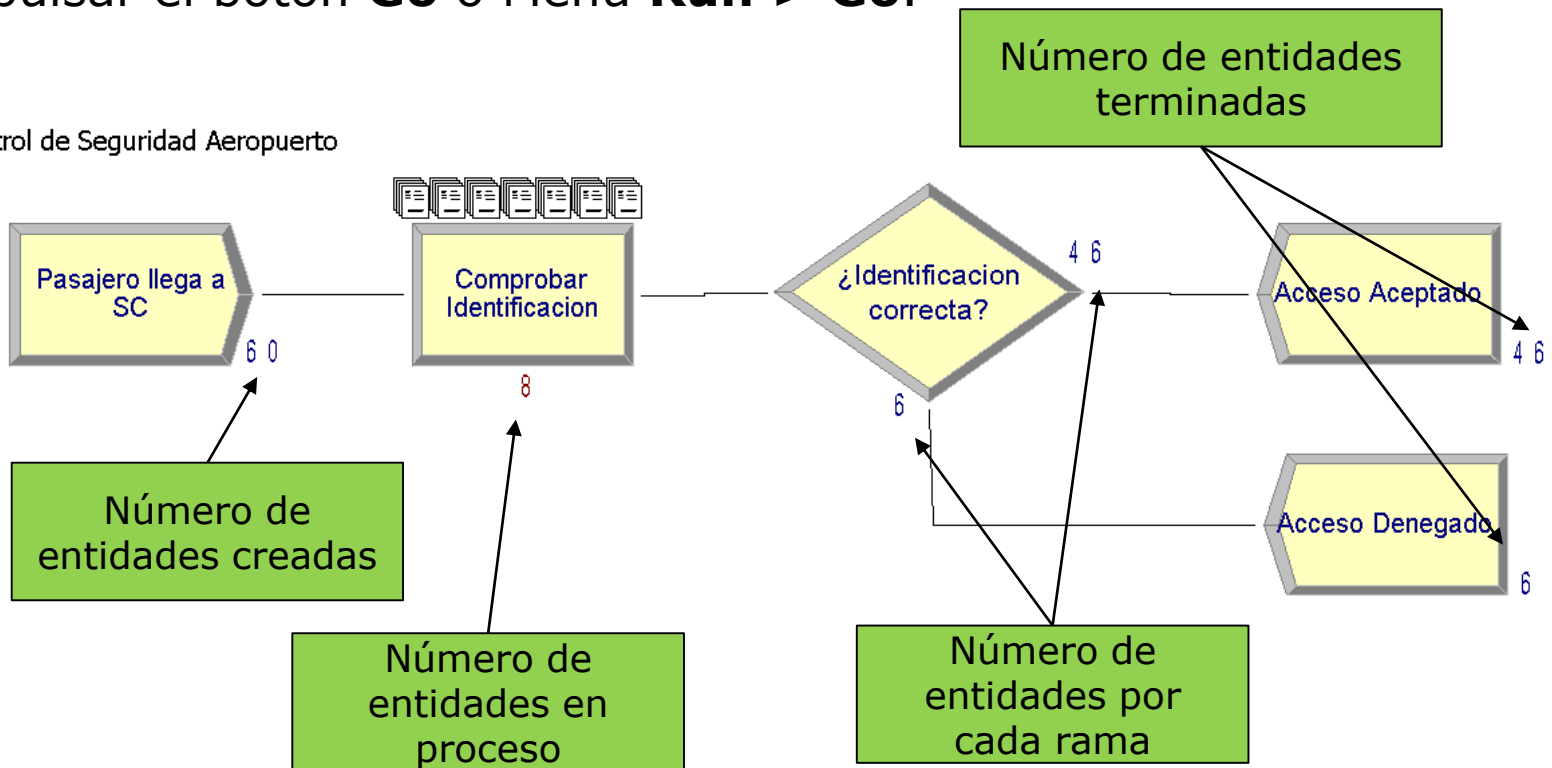
- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación.
- ◆ **Preparar la simulación:** Especificar la información del general del proyecto y el tiempo de simulación.
  - **Run > Setup Menu > Replication Parameters**




## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

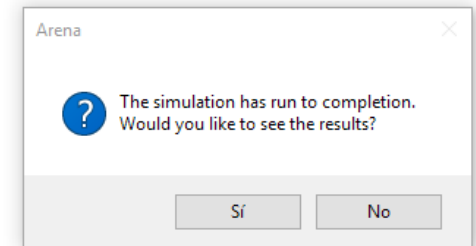
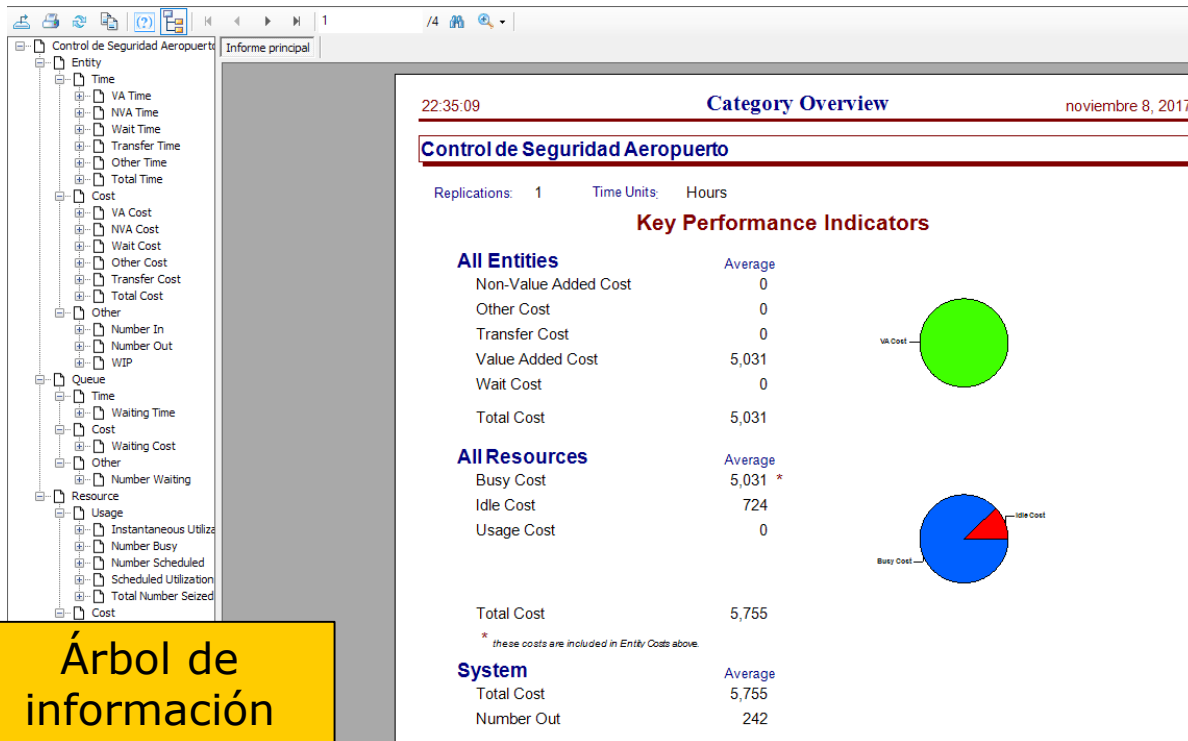
- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación.
- ◆ **Simular el proceso:** Para comenzar la simulación se puede pulsar el botón **Go** o Menú **Run > Go**.

Control de Seguridad Aeropuerto



## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación.
- ◆ **Ver informes simulación:** Al final de la simulación, Arena pregunta si se desean ver los informes:



Árbol de información

## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación.
- ◆ **Ver informes simulación:** A partir de esa información, se pueden extraer conclusiones como:
  - De media, ¿Cuánto tiempo pasan los pasajeros en el proceso modelado?  

Total time (Entity): Average	8.2043 min
------------------------------	------------
  - ¿Cuál fue el coste medio de revisar un pasaporte?  

Total cost (Entity): Average	20.79 €
------------------------------	---------
  - ¿Cuál es el tiempo máximo que un pasajero ha pasado en el proceso?  

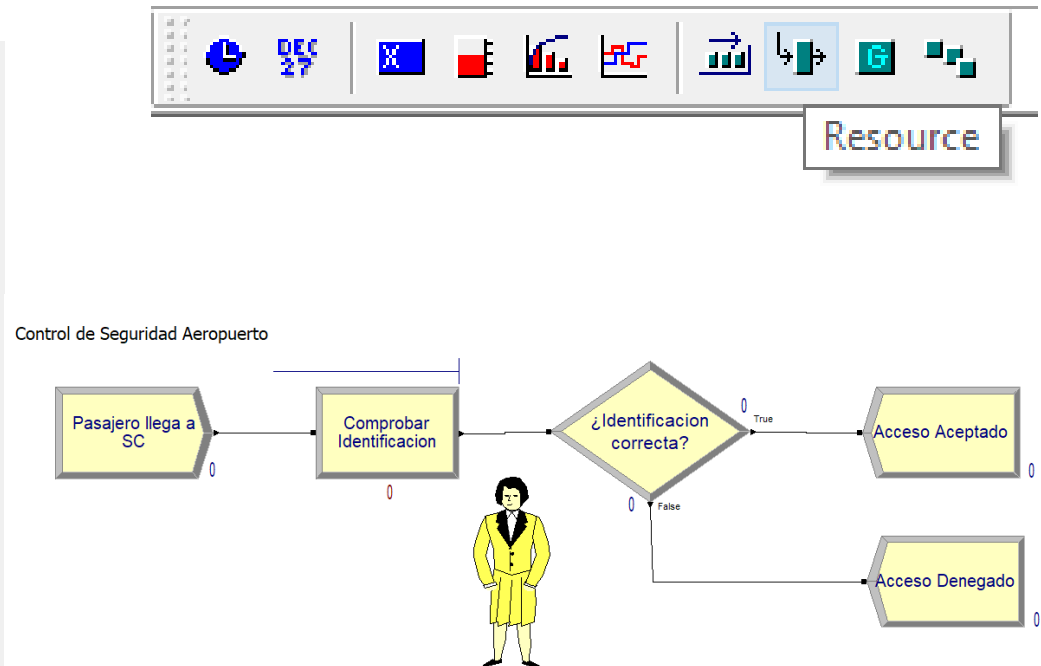
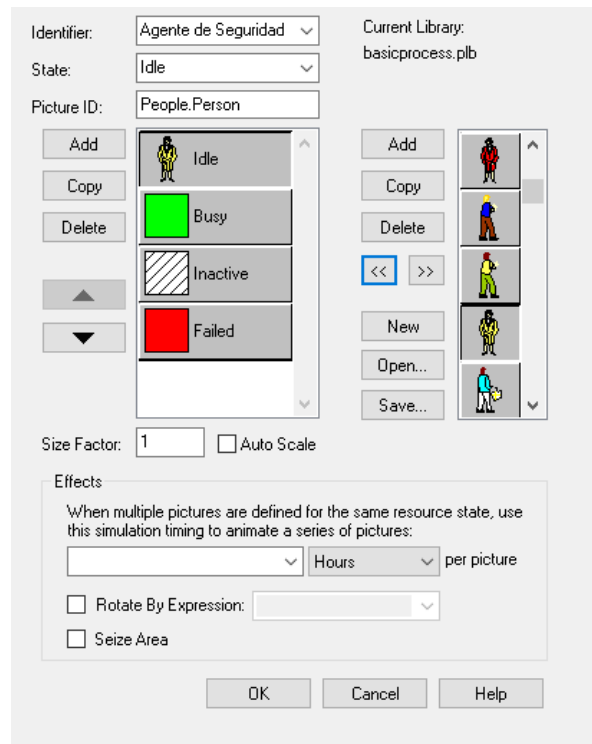
Total time (Process): Maximum	19.61 min
-------------------------------	-----------
  - ¿Cuál fue el número máximo de pasajeros esperando la comprobación de pasaporte?  

Number Waiting (Queue): Maximum	12 pasajeros
---------------------------------	--------------
  - ¿Qué proporción de tiempo estuvo el guarda de seguridad ocupado?  

Utilization (Resource): Average	87.43 %
---------------------------------	---------

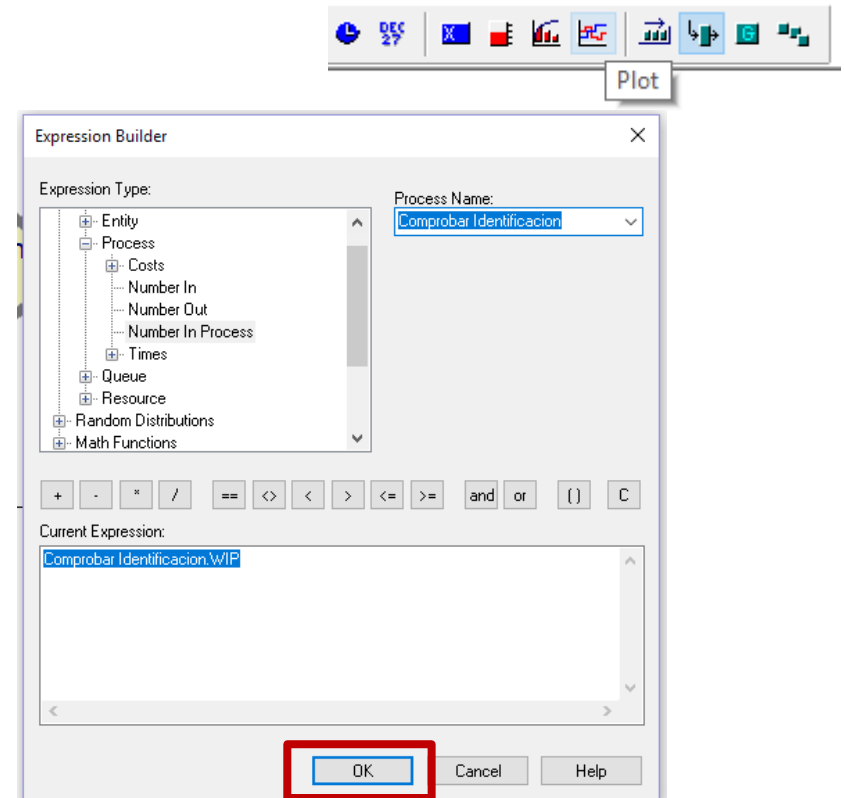
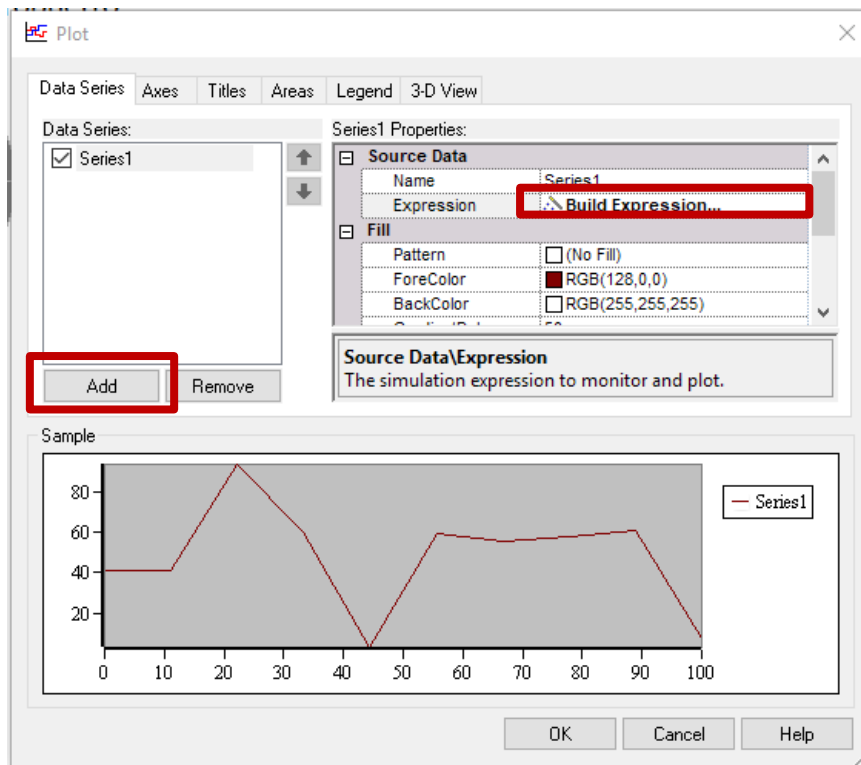
## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación.
- ◆ **Animación en 2D:** Agente de seguridad + WIP



## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación.
- ◆ **Animación en 2D:** Agente de seguridad + *WIP*

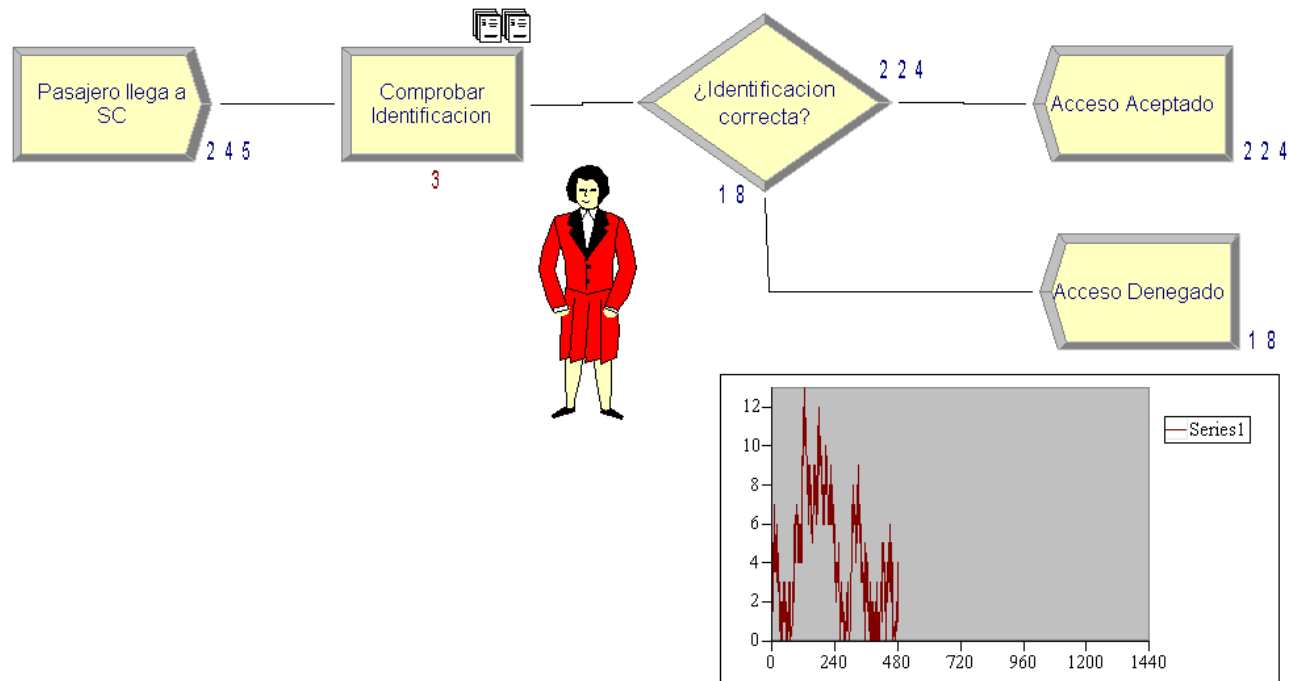




## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

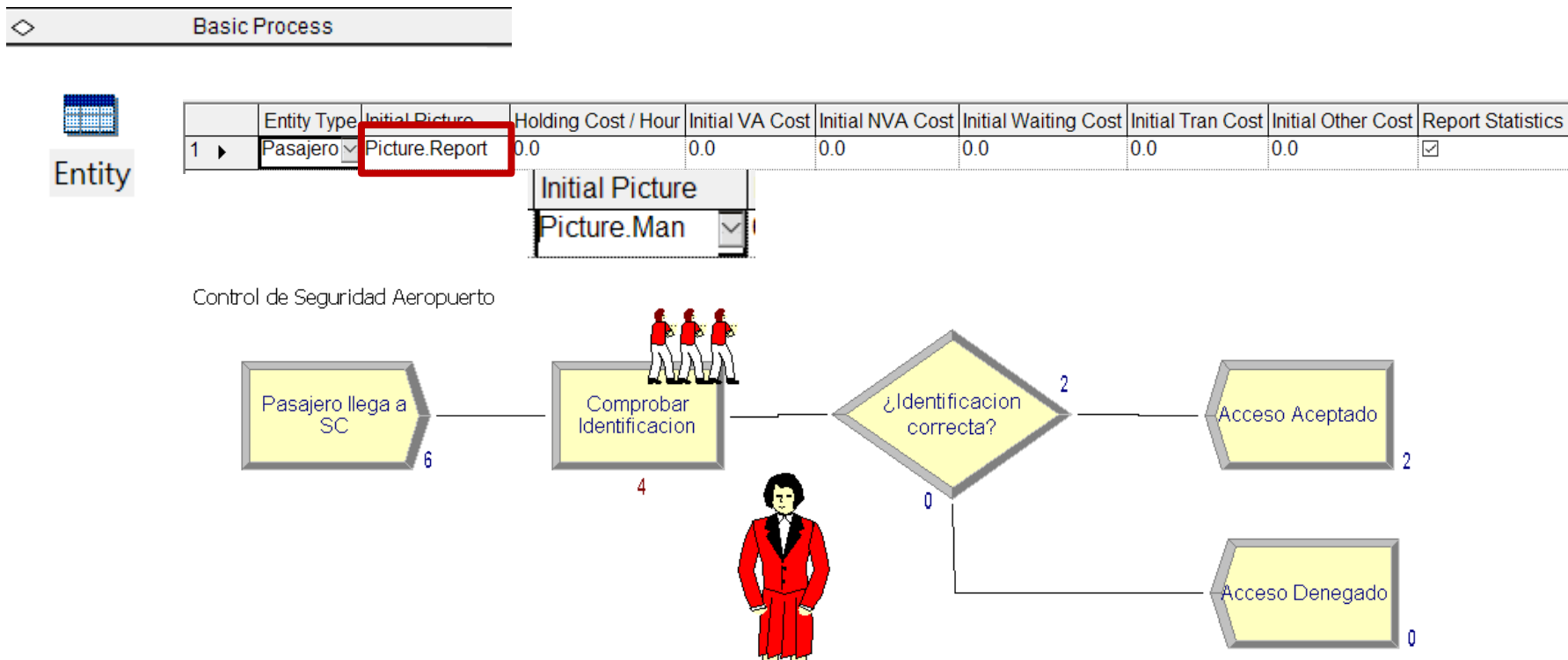
- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación.
- ◆ **Animación en 2D:** Agente de seguridad + WIP

Control de Seguridad Aeropuerto

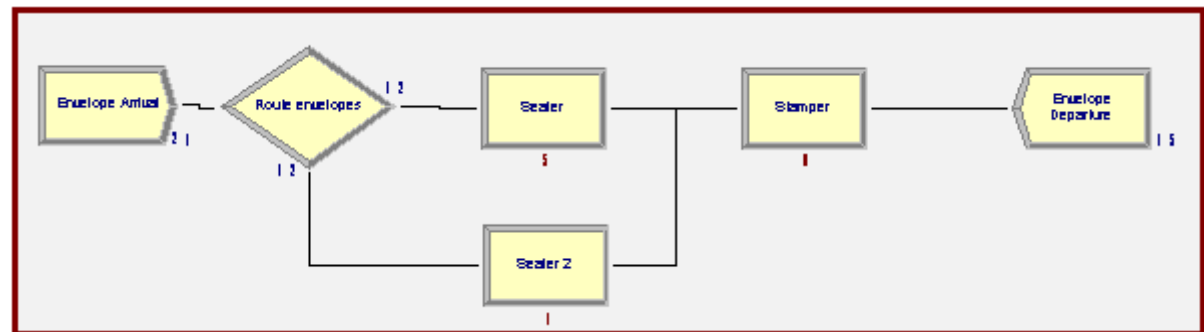


## ■ Ejemplo de modelado: Control de Seguridad Aeropuerto

- ◆ Pasajeros llegando al Control de Seguridad para el proceso de identificación.
- ◆ **Animación en 2D:** Cambiar identificador personas en el modelo.



- Introducción
- Entorno de simulación Arena
- Panel "Basic Process"
- Panel "Advanced Process"
- Panel "Advanced Transfer"
- Variables en Arena
- Ejemplos en Arena

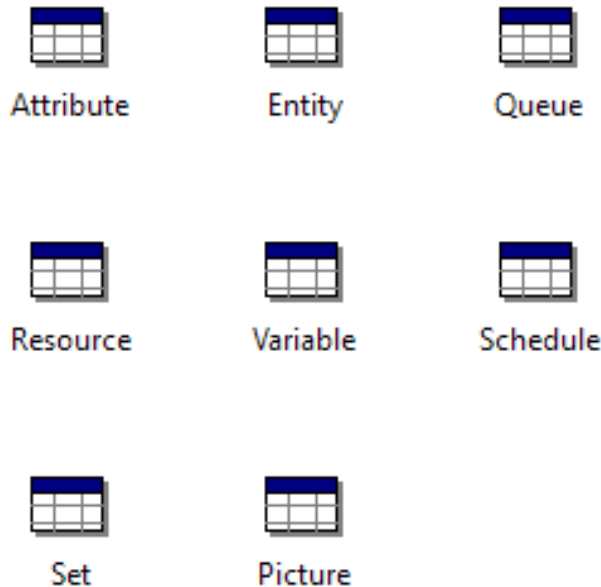


# Panel “Basic Process”

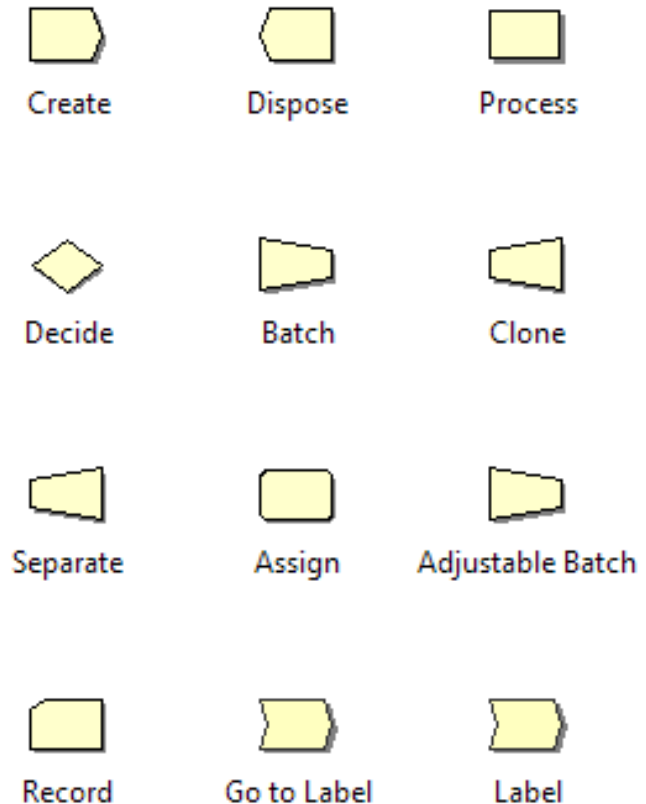


- Describe los módulos de flujo de programa y datos que se usan para modelar el proceso.

## Módulos de datos



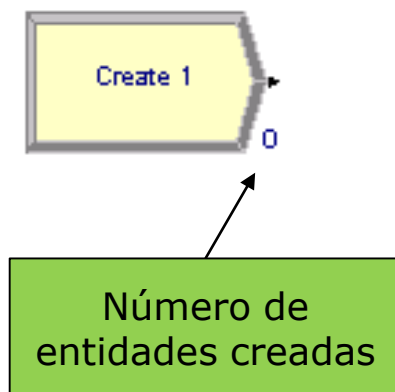
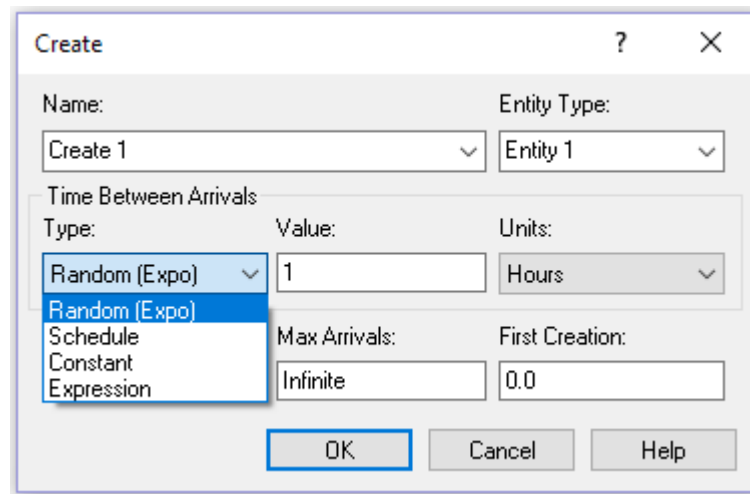
## Módulos de flujo de datos



## ■ Módulos de flujo de datos

- ◆ **Create:** Punto de inicio de las entidades en un modelo de simulación. Las entidades se crean usando un “Schedule” o en base a un tiempo entre llegadas.
- ◆ Es necesario indicar el tipo de entidad en el modulo.

- Inicio de la producción de una pieza en una línea de producción.
- La llegada de un documento en un proceso de negocios.
- La llegada de un cliente a una tienda, restaurante,...

Screenshot of the 'Create' dialog box. The dialog box contains the following fields and options:

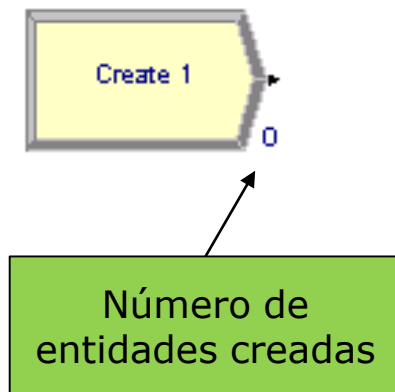
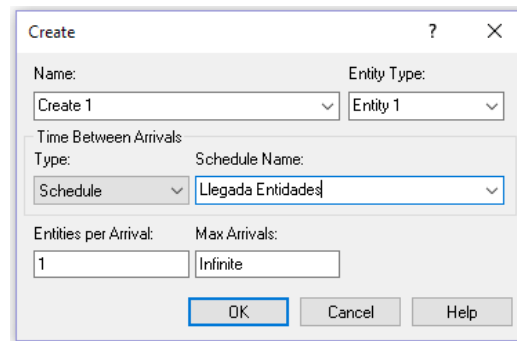
- Name:** Create 1
- Entity Type:** Entity 1
- Time Between Arrivals:**
  - Type:** Random (Expo) (selected)
  - Value:** 1
  - Units:** Hours
- Max Arrivals:** Infinite
- First Creation:** 0.0

Buttons: OK, Cancel, Help.

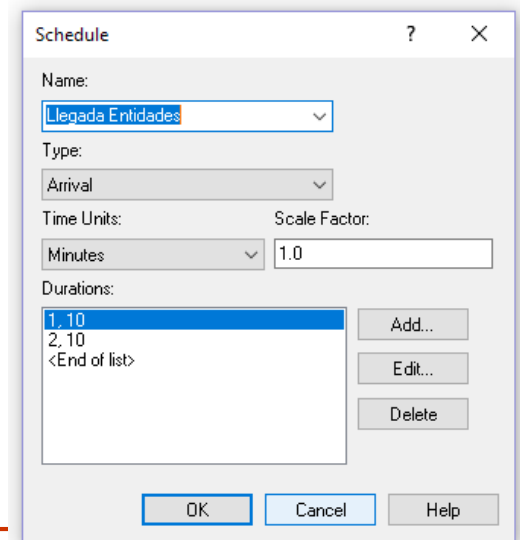
## ■ Módulos de flujo de datos

- ◆ **Create:** Punto de inicio de las entidades en un modelo de simulación. Las entidades se crean usando un “Schedule” o en base a un tiempo entre llegadas.
- ◆ Es necesario indicar el tipo de entidad en el modulo.

- Inicio de la producción de una pieza en una línea de producción.
- La llegada de un documento en un proceso de negocios.
- La llegada de un cliente a una tienda, restaurante,...

Screenshot of the 'Create' dialog box. Fields include: Name: Create 1, Entity Type: Entity 1, Time Between Arrivals Type: Schedule, Schedule Name: Llegada Entidades, Entities per Arrival: 1, Max Arrivals: Infinite. Buttons: OK, Cancel, Help.



Screenshot of the 'Schedule' dialog box. Fields include: Name: Llegada Entidades, Type: Arrival, Time Units: Minutes, Scale Factor: 1.0. Durations list: 1, 10; 2, 10; <End of list>. Buttons: Add..., Edit..., Delete, OK, Cancel, Help.

## ■ Módulos de flujo de datos

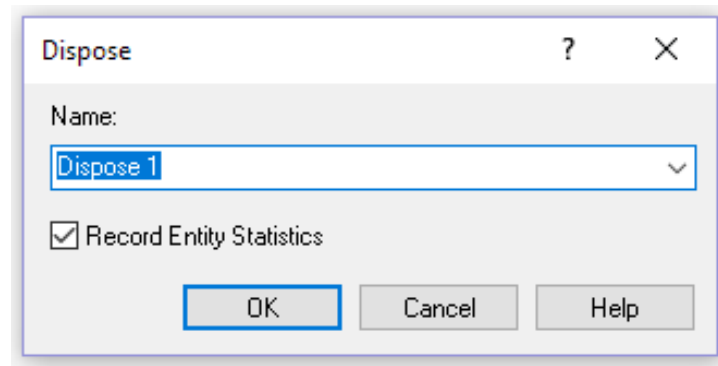
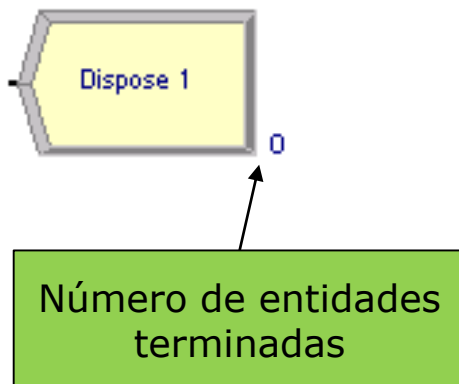
- ◆ **Create. Ejemplo Arrival Schedule:** Cada conjunto de datos en el calendario de llegadas representa “*Value*” llegadas de entidades por hora durante el tiempo “*Duration*”.
- ◆ Para distribuir las llegadas de entidades en cada hora se utiliza una distribución exponencial.
- ◆ Suponiendo que el día esta compuesto por 24 horas, el calendario propuesto establece que 600 entidades llegan el primer día, 960 entidades el segundo día, 1320 el tercero, 1680 el cuarto, 1440 el quinto, 480 el sexto día y 120 durante el último día.

Prompt	Entry
Name	Spring Weekly Schedule
Type	Arrival
Time Units	Days
Scale Factor	1
Value	25, 40, 55, 70, 60, 20, 5
Duration	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1

## ■ Módulos de flujo de datos

- ◆ **Dispose:** Punto de fin para las entidades en un modelo de simulación.
- ◆ Las estadísticas asociadas con la entidad deben guardarse antes de que la entidad sea desechada → Módulo “**Record**”

- Piezas o productos abandonando la factoría modelada.
- Fin de un proceso de negocios.
- La salida de un cliente de una tienda, restaurante,...

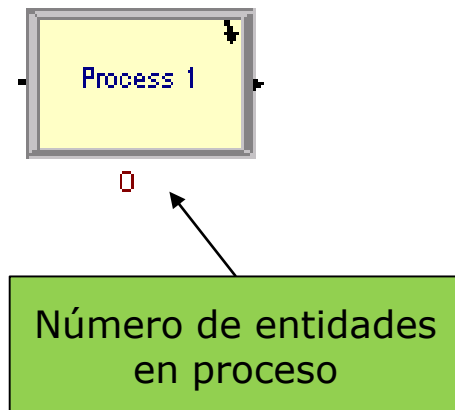




## ■ Módulos de flujo de datos

- ◆ **Process:** Principal método de procesamiento en la simulación (una actividad). Habitualmente se realiza usando uno o más recursos y requiere un determinado tiempo para completarse.

- Mecanizado de una parte.
- Revisión de un documento para completarlo.
- Rellenar órdenes.
- Servir a un cliente.



Process

Name: Process 1 Type: Standard

Logic

Action:

- Delay
- Seize Delay Release
- Delay Release

Delay Type: Triangular Units: Hours Allocation: Value Added

Minimum: .5 Value:(Most Likely): 1 Maximum: 1.5

☒ Report Statistics

OK Cancel Help

Logic

Action: Seize Delay Release Priority: Medium(2)

Resources:

- Resource, Resource 1, 1
- Resource, Resource 2, 1
- <End of list>

Add... Edit... Delete

Resources

Type: Resource

Resource Name: Resource 2 Units to Seize/Release: 1

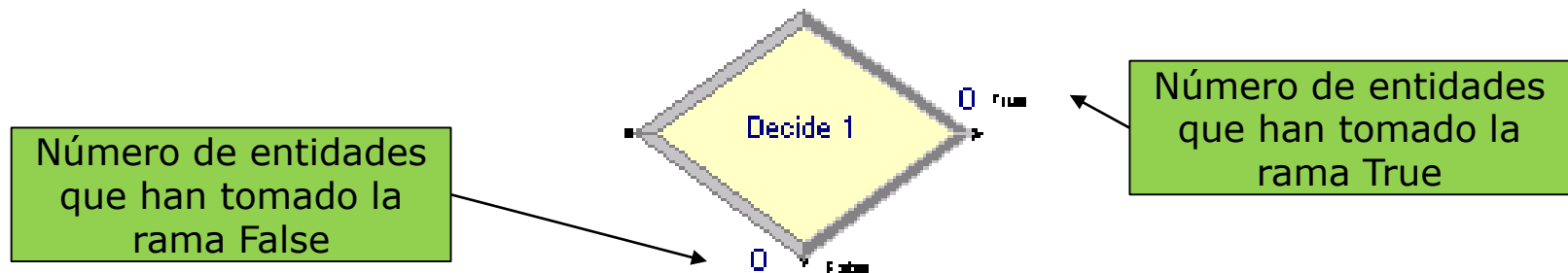
OK Cancel Help

## ■ Módulos de flujo de datos

◆ **Decide:** Permite a los procesos tomar decisiones en el sistema. La decisión puede realizarse en base a:

- Una o más condiciones, por ejemplo si la entidad es de tipo Gold Card. La condiciones se pueden basar en valores de atributos, valores de variables, el tipo de entidad o una expresión.
- Basándose en una o más probabilidades, por ejemplo 75% verdadero y 25% falso.

- Envío de partes defectuosas para que se vuelvan a procesar.
- Ramas aceptadas frente a rechazadas.
- Envío de clientes prioritarios a procesos dedicados.

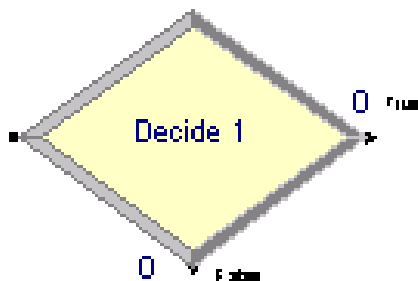
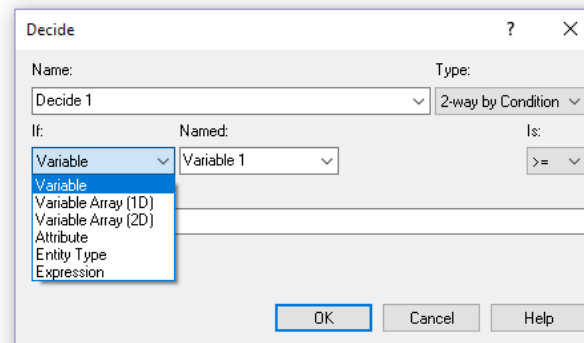


## ■ Módulos de flujo de datos

◆ **Decide:** Permite a los procesos tomar decisiones en el sistema. La decisión puede realizarse en base a:

- Una o más condiciones, por ejemplo si la entidad es de tipo Gold Card. La condiciones se pueden basar en valores de atributos, valores de variables, el tipo de entidad o una expresión.
- Basándose en una o más probabilidades, por ejemplo 75% verdadero y 25% falso.

- Envío de partes defectuosas para que se vuelvan a procesar.
- Ramas aceptadas frente a rechazadas.
- Envío de clientes prioritarios a procesos dedicados.

Decide

Name:  Type:

If:  Named:  Is:

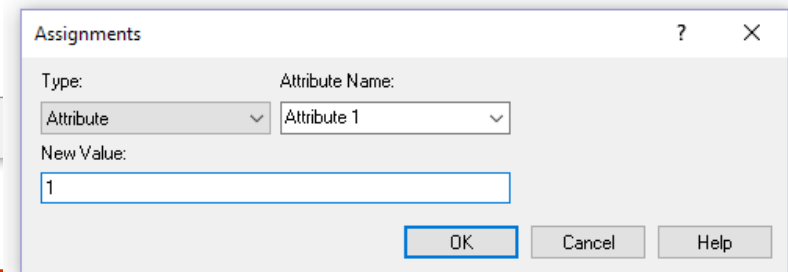
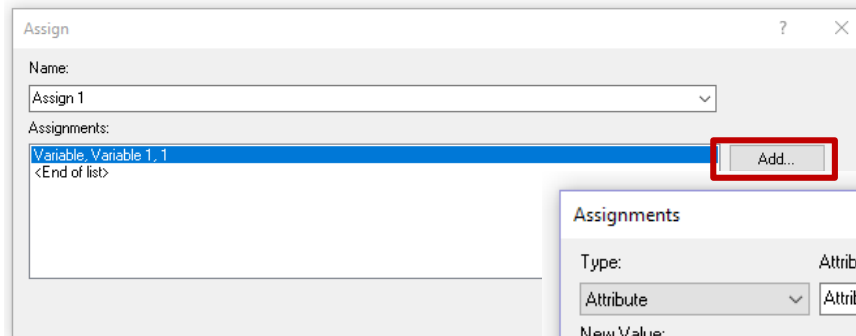
Variable  
Variable Array (1D)  
Variable Array (2D)  
Attribute  
Entity Type  
Expression

OK Cancel Help

## ■ Módulos de flujo de datos

- ◆ **Assign:** Permite asignar valores nuevos a las variables, a los atributos de las entidades, tipos de entidades, figuras de las entidades y otras variables del sistema.
- ◆ Se pueden hacer múltiples asignaciones con un único módulo Assign.

- Acumular el número de subensamblados añadidos en una parte.
- Cambiar el tipo de entidad para representar una copia de un formulario.
- Establecer una prioridad del cliente.



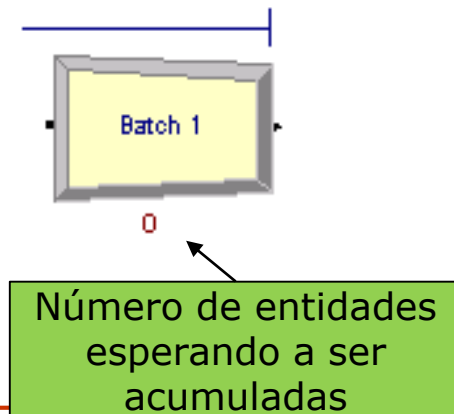
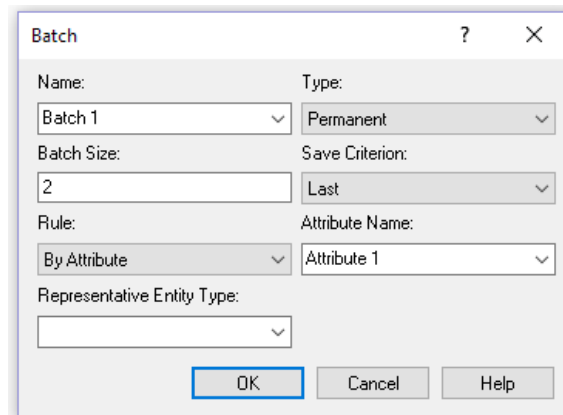
## ■ Módulos de flujo de datos

- ◆ **Batch:** Este módulo funciona como un mecanismo de agrupamiento dentro del modelo de simulación. Los lotes pueden estar agrupados de forma permanente o temporalmente.
- ◆ Los lotes temporales deben ser divididos posteriormente utilizando el módulo “**Separate**”.
- ◆ Las entidades que llegan a este módulo se colocan en una cola hasta que se ha acumulado el número de entidades necesarias.
- ◆ Una vez acumuladas, se crea una nueva entidad representativa.

- Recoger un cierto número de partes antes de empezar a procesar.
- Reensamblar previamente copias separadas de un formulario.
- Juntar un paciente con los resultados de sus pruebas antes de concederle una cita.

## ■ Módulos de flujo de datos

- ◆ **Batch:** Este módulo funciona como un mecanismo de agrupamiento dentro del modelo de simulación. Los lotes pueden estar agrupados de forma permanente o temporalmente.
- ◆ Los lotes temporales deben ser divididos posteriormente utilizando el módulo “**Separate**”.
- ◆ Las entidades que llegan a este módulo se colocan en una cola hasta que se ha acumulado el número de entidades necesarias.
- ◆ Una vez acumuladas, se crea una nueva entidad representativa.

Batch	
Name:	Type:
Batch 1	Permanent
Batch Size:	Save Criterion:
2	Last
Rule:	Attribute Name:
By Attribute	Attribute 1
Representative Entity Type:	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="Help"/>	

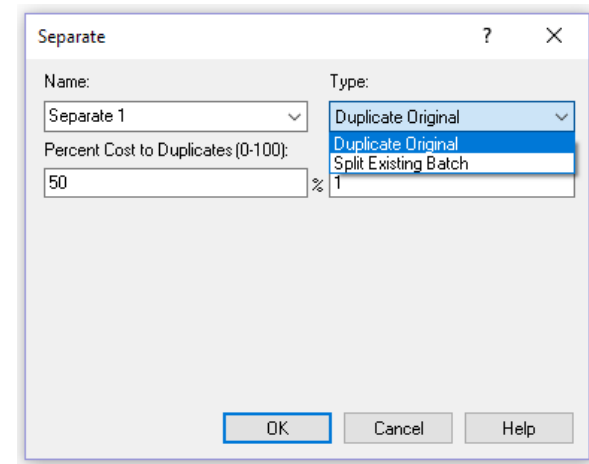
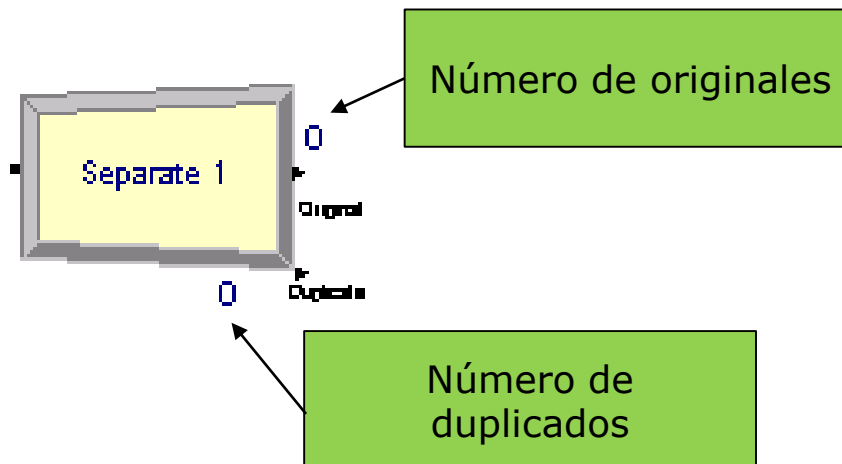
## ■ Módulos de flujo de datos

- ◆ **Separate:** Este módulo se puede usar para replicar la entidad entrante en múltiples entidades o para dividir una entidad previamente agrupada.
- ◆ Cuando se segmentan lotes existentes, la entidad temporal que se formó se destruye y las entidades que originalmente formaron el grupo se recuperan.
- ◆ Las entidades saldrán del sistema secuencialmente en el mismo orden en que originalmente se agregaron al lote.

- Enviar entidades individuales que representan cajas eliminadas de un contenedor.
- Enviar una orden tanto a realización y facturación para un procesamiento paralelo.
- Separar un conjunto de documentos previamente agrupados

## ■ Módulos de flujo de datos

- ◆ **Separate:** Este módulo se puede usar para replicar la entidad entrante en múltiples entidades o para dividir una entidad previamente agrupada.
- ◆ Cuando se segmentan lotes existentes, la entidad temporal que se formó se destruye y las entidades que originalmente formaron el grupo se recuperan.
- ◆ Las entidades saldrán del sistema secuencialmente en el mismo orden en que originalmente se agregaron al lote.

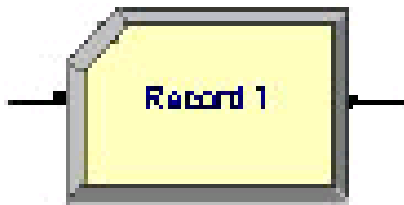
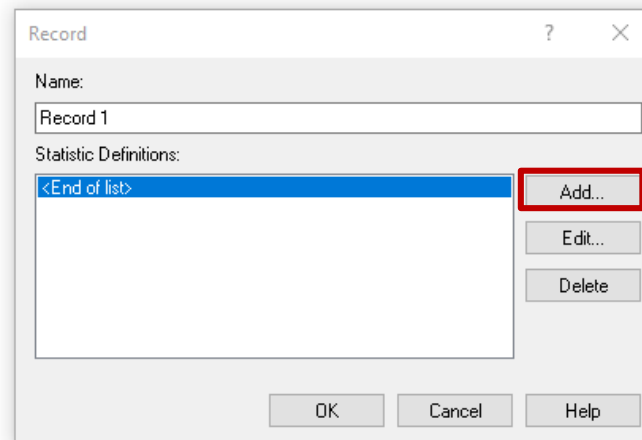
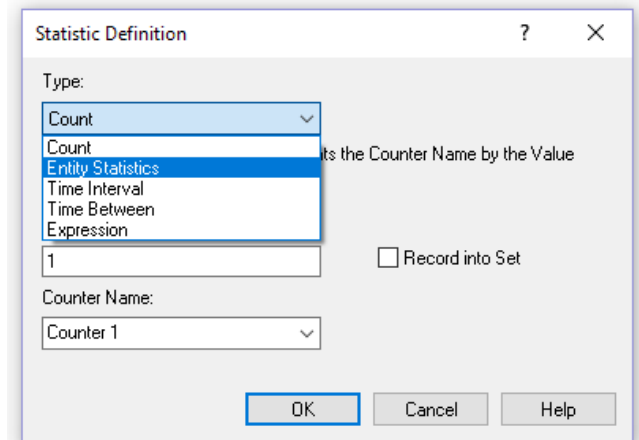




## ■ Módulos de flujo de datos

◆ **Record:** Este módulo se utiliza para registrar las estadísticas del modelo de simulación.

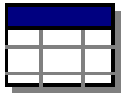
- Registrar el número de trabajos completados por hora.
- Contar cuantos pedidos se han entregado tarde.
- Registrar el tiempo empleado por los clientes prioritarios en la línea de salida.

## ■ Módulos de datos

- ◆ **Attribute:** Este módulo se utiliza para definir la dimensión de un atributo, el tipo de dato y su valor inicial.

- Fecha de vencimiento de un pedido (entidad).
- Prioridad de un pedido (entidad).
- Color de una pieza (entidad).

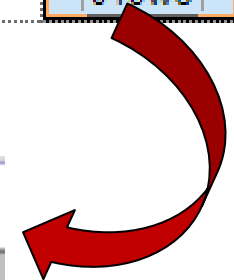


Attribute

Attribute - Basic Process						
	Name	Comment	Rows	Columns	Data Type	Initial Values
1	Attribute 1	descrip	1	1	Real	0 rows

Double-click here to add a new row.

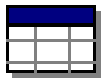
Initial Values	
	1
1	0.0



## ■ Módulos de datos

- ◆ **Entity:** Define los distintos tipos de entidades, su imagen inicial en una simulación. Información de costes y demora.

- Objetos que están siendo producidos o ensamblados (partes, pallets, etc).
- Documentos (formularios, e-mails, faxes, informes, etc.)
- Personas moviéndose a través de un proceso (clientes, visitantes, etc.)



Entity

Entity - Basic Process									
	Entity Type	Initial Picture	Holding Cost / Hour	Initial VA Cost	Initial NVA Cost	Initial Waiting Cost	Initial Tran Cost	Initial Other Cost	Report Statistics
1 ▶	Pieza A	Picture.Truck ▼	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>

Double-click here to add a new row.

## ■ Módulos de datos

- ◆ **Queue:** Este módulo de datos se utiliza para cambiar la regla de una determinada cola. La regla por defecto es FIFO.

- Cola de trabajos esperando un recurso en un módulo Process.
- Área de almacenamiento de documentos que esperan ser cotejados en un módulo Batch.



Queue

Queue - Basic Process				
	Name	Type	Shared	Report Statistics
1 ▶	Llenar Caja.Queue	First In First Out ▼	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Double-click here to add		<ul style="list-style-type: none"> <li>First In First Out</li> <li>Last In First Out</li> <li>Lowest Attribute Value</li> <li>Highest Attribute Value</li> </ul>		

## ■ Módulos de datos

- ◆ **Resource:** Este módulo de datos define los recursos en el sistema modelado. Además, incluye información relativa a costes y disponibilidad.
- ◆ Los recursos pueden tener una capacidad fija o puede operar en base a un calendario.
- ◆ El estado y fallos de los recursos se especifican en este módulo.

- Equipamiento (máquina, caja registradora, etc.)
- Personas (operadores, personal atención al público, etc.)



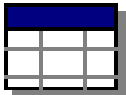
Resource

Resource - Basic Process									
	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1 ▶	Agente de Seguridad	Fixed Capacity	1	12	12	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>

## ■ Módulos de datos

- ◆ **Variable:** Este módulo se utiliza para definir la dimensión y valor de una variable. Es posible referenciar variables en otros módulos, reasignar el valor de la variable con el módulo “Assign” y utilizar las variables en cualquier expresión.

- Número de documentos procesados por hora
- El número de serie a asignar a piezas para su identificación
- Espacio disponible en un almacén.



Variable

Variable - Basic Process								
	Name	Comment	Rows	Columns	Data Type	Clear Option	File Name	Initial Values
1 ▶	Contador		1	1	Real	System		1 rows

## ■ Módulos de datos

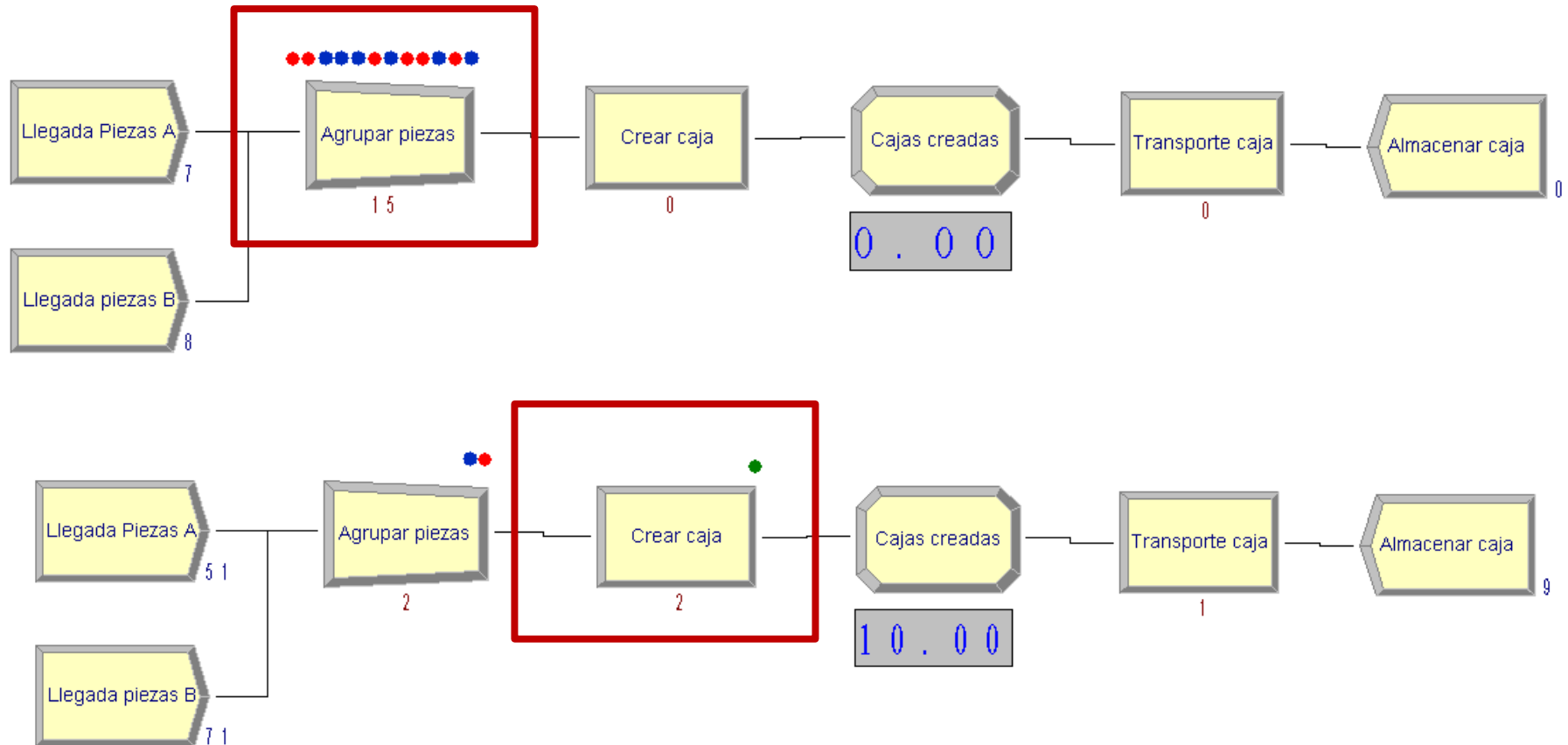
- ◆ **Schedule:** Este módulo se puede usar en conjunción con el módulo “**Resource**” para definir una operación de planificación para un recurso o con el módulo “**Create**” para definir una planificación de llegada.

- Planificación del trabajo, incluyendo descansos para la plantilla.
- Esquemas de fallos del equipamiento.
- Volumen de clientes que llegan a un comercio.
- Factores de curva de aprendizaje de los nuevos trabajadores.



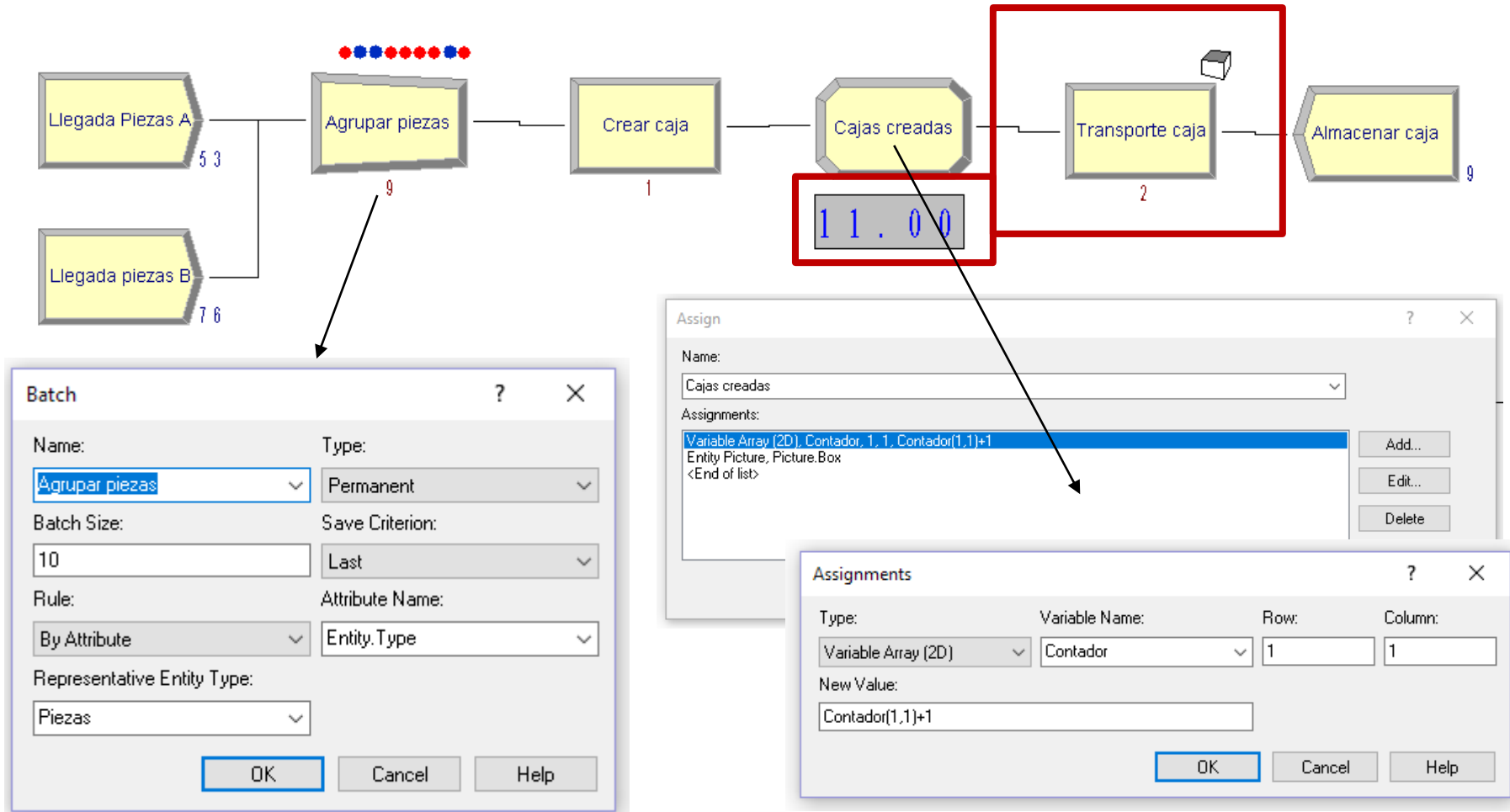
Schedule - Basic Process					
	Name	Type	Time Units	Scale Factor	Durations
1 ▶	Llegada PA	Arrival	Minutes	1.0	1 rows

## ■ Ejemplo uso Panel “Basic Process”

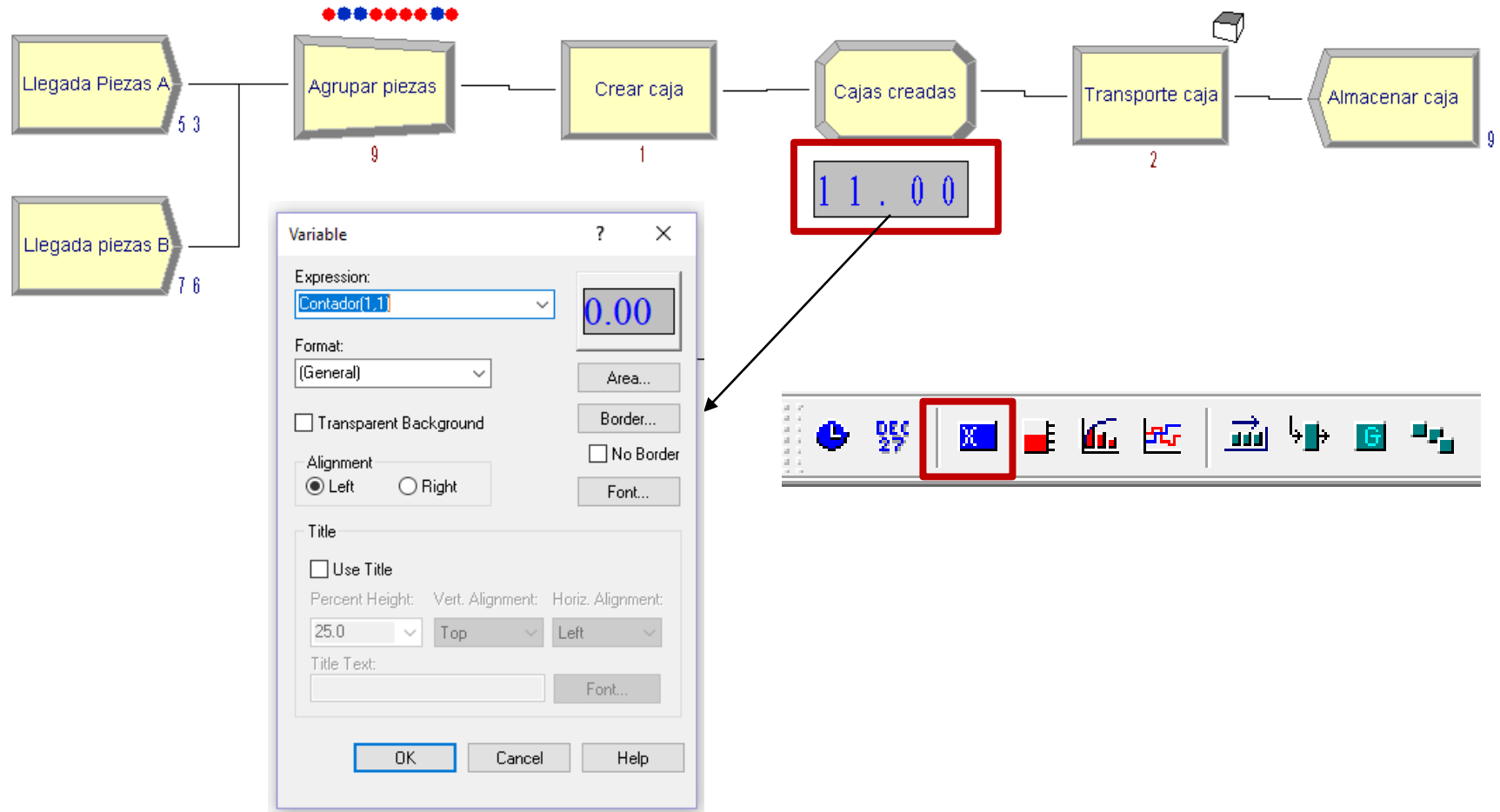




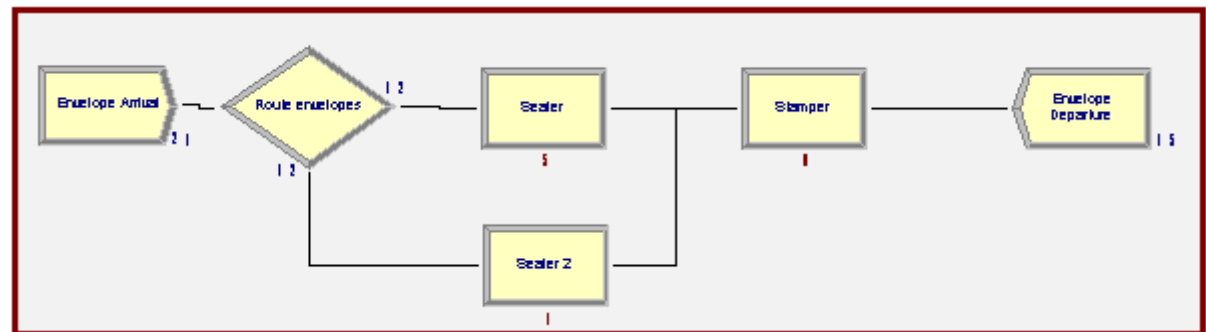
## ■ Ejemplo uso Panel “Basic Process”



## ■ Ejemplo uso Panel “Basic Process”



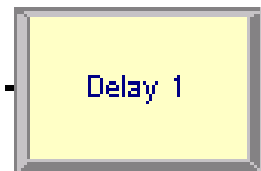
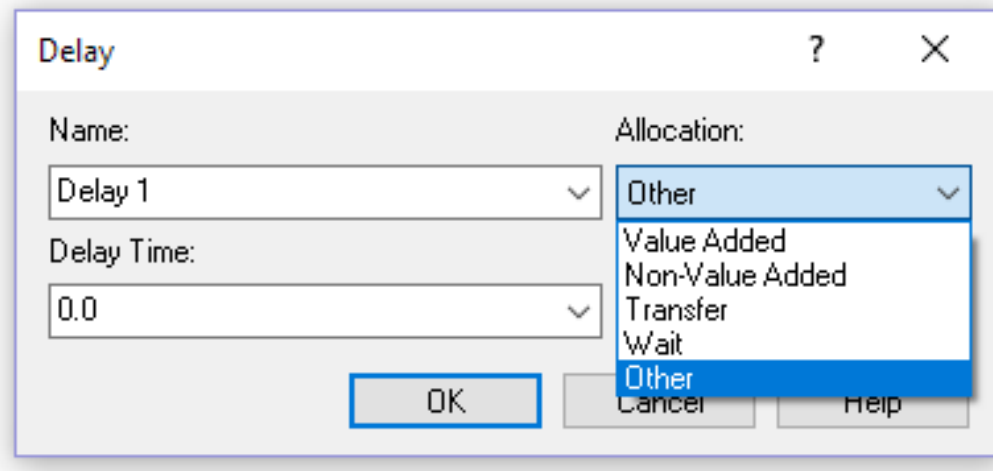
- Introducción
- Entorno de simulación Arena
- Panel "Basic Process"
- Panel "Advanced Process"
- Panel "Advanced Transfer"
- Variables en Arena
- Ejemplos en Arena



## ■ Módulos flujo de datos

- ◆ **Delay:** Este módulo retrasa una entidad durante un tiempo específico.

- Procesado de un cheque en un banco.
- Realizar una configuración en una máquina.
- Transferir un documento a otro departamento.

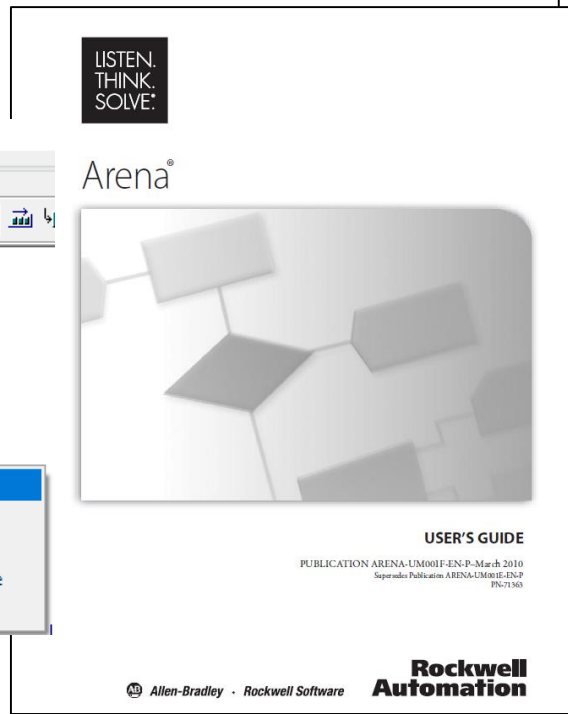



## ■ Módulos flujo de datos

- ◆ **Delay:** Este módulo retrasa una entidad durante un tiempo específico.

Help

- Arena Help
- What's This?
- Release Notes
- Arena Smart Files
- 1 Advanced Transfer Panel
- 2 Advanced Process Panel
- 3 Basic Process Panel
- 4 Flow Process Panel
- 5 Packaging Panel
- Arena Product Manuals
  - Getting Started with Arena
  - Variables Guide
  - OptQuest for Arena User's Guide
  - Packaging Template User's Guide
  - Template Developer's Guide
- About Arena...



LISTEN. THINK. SOLVE.

Arena®

USER'S GUIDE

PUBLICATION ARENA-UM001F-EN-P-March 2010  
Supersedes Publication ARENA-UM001F-EN-P (PG-7340)

Allen-Bradley · Rockwell Software

## 4 The Advanced Process Panel

This chapter presents the modules included on the Advanced Process panel, where you will find additional functionality for modeling your process. Example uses of each module are included in this section.

The Advanced Process panel is accessible to licensed editions of Arena Standard and Professional.

### Flowchart modules

Flowchart modules are the set of objects that are placed in the model window to describe the simulation process.

#### Delay module

**DESCRIPTION**  
The Delay module delays an entity by a specified amount of time.

When an entity arrives at a Delay module, the time delay expression is evaluated and the entity remains in the module for the resulting time period. The time is then allocated to the entity's value-added, non-value added, transfer, wait, or other time. Associated costs are calculated and allocated as well.

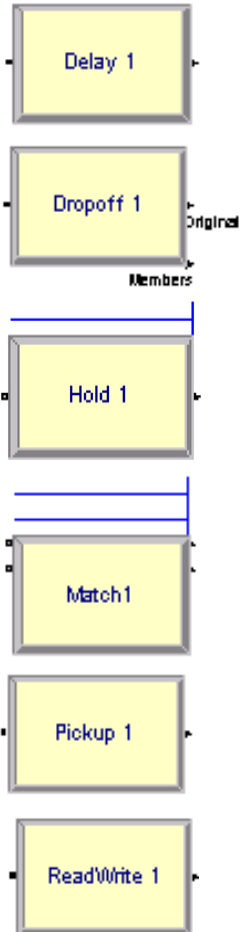
**TYPICAL USES**

- Processing a check at a bank
- Performing a setup on a machine
- Transferring a document to another department

**PROMPTS**

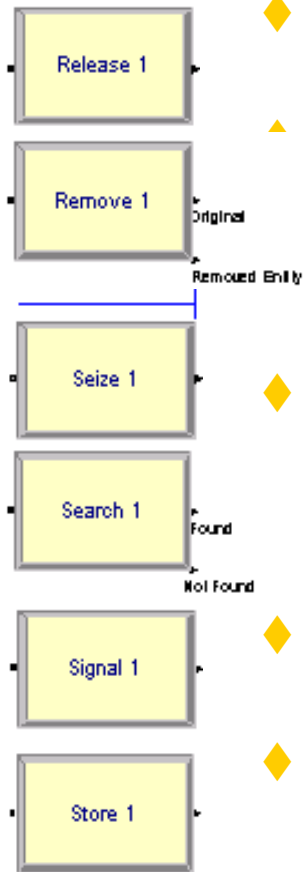
Prompt	Description
Name	Unique module identifier displayed on the module shape.
Allocation	Type of category to which the entity's incurred delay time and cost will be added.
Delay Time	Determines the value of the delay for the entity.
Units	Time units used for the delay time.

## ■ Módulos flujo de datos



- ◆ **Delay:** Este módulo retrasa una entidad durante un tiempo específico.
- ◆ **Dropoff:** elimina un número determinado de entidades de un grupo y las manda a otro módulo.
- ◆ **Hold:** mantiene una entidad en una cola hasta que llegue una señal o se cumpla una condición.
  - Esperar a que un semáforo se ponga verde.
- ◆ **Match:** junta una serie de entidades esperando en diferentes colas para sincronizar su evolución en el proceso.
- ◆ **Pickup:** elimina un número de entidades consecutivas de una cola determinada empezando en un elemento determinado de la cola.
- ◆ **ReadWrite:** Lectura de datos desde un archivo o teclado y asignación a una lista de variables o atributos.

## ■ Módulos flujo de datos



- ◆ **Release:** módulo que se utiliza para forzar la liberación de un recurso capturado por una entidad previamente.
- ▲ **Remove:** elimina una entidad de una posición en la cola y la envía a un módulo designado.
- ◆ **Seize:** asigna unidades de uno o más recursos a una entidad.
- ◆ **Search:** busca una cola, un grupo (batch) o una expresión para encontrar un rango o número de entidad en la cola o el valor de una variable global que satisfaga una cierta condición.
- ◆ **Signal:** manda un valor correspondiente a una señal a los módulos hold.
- ◆ **Store:** “almacena” una copia de una entidad que puede ser extraída del “almacén” por un módulo “**Unstore**”. Cuando una entidad llega a un módulo Store, se incrementa el número de elementos en el almacén.

## ■ Módulos de datos



Advanced Set

◆ **Advanced set:** sirve para especificar conjuntos o arrays (de elementos similares) de colas, almacenes y sus respectivos miembros.



Expression

◆ **Expression:** define expresiones y sus valores asociados.



Failure

◆ **Failure:** asocia un determinado tipo de fallo a un recurso.



File

◆ **File:** sirve para abrir e identificar un archivo de datos de E/S.



StateSet

◆ **StateSet:** define estados de un recurso.



Statistic

◆ **Statistic:** permite definir estadísticas adicionales que se pueden generar durante la simulación y ser almacenadas en archivos de datos.

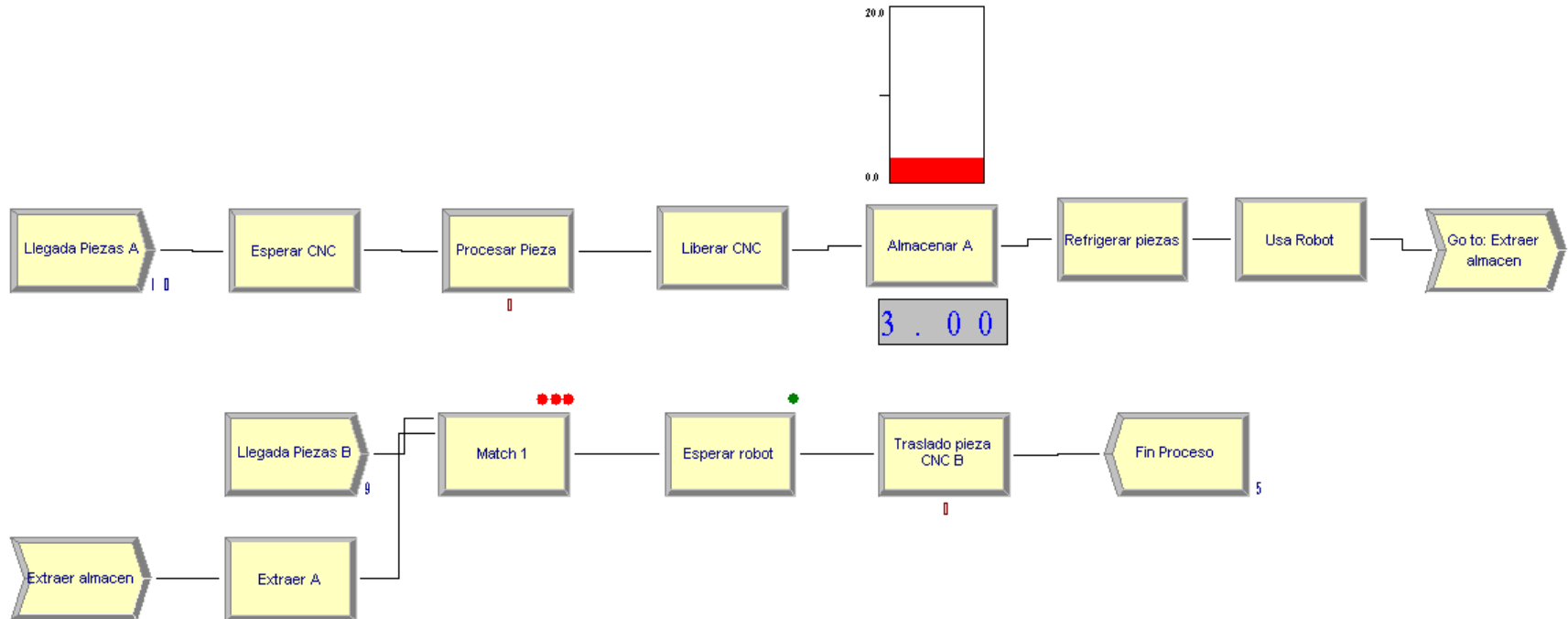


Storage

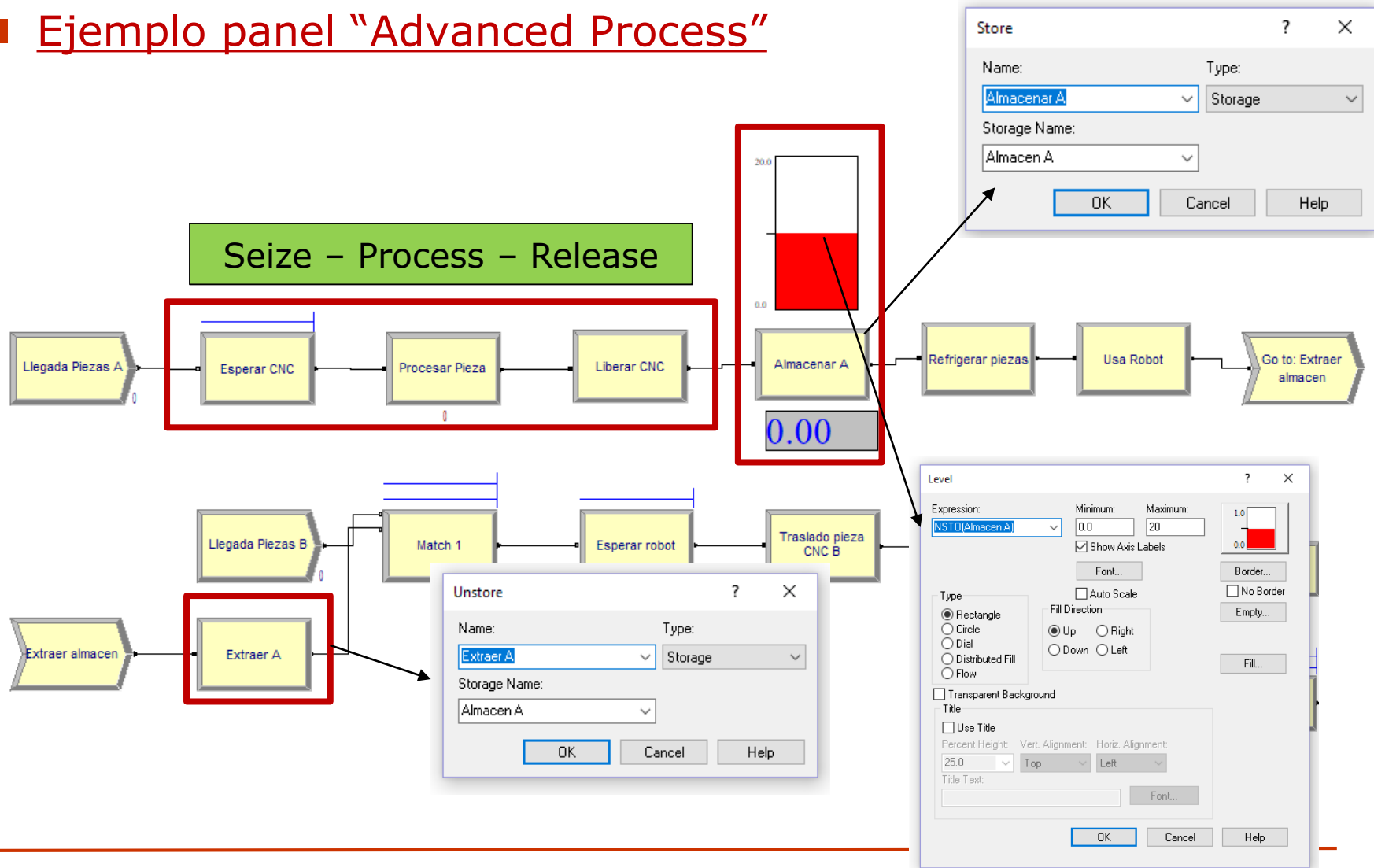
◆ **Storage:** define el nombre de un almacén.



## ■ Ejemplo panel “Advanced Process”

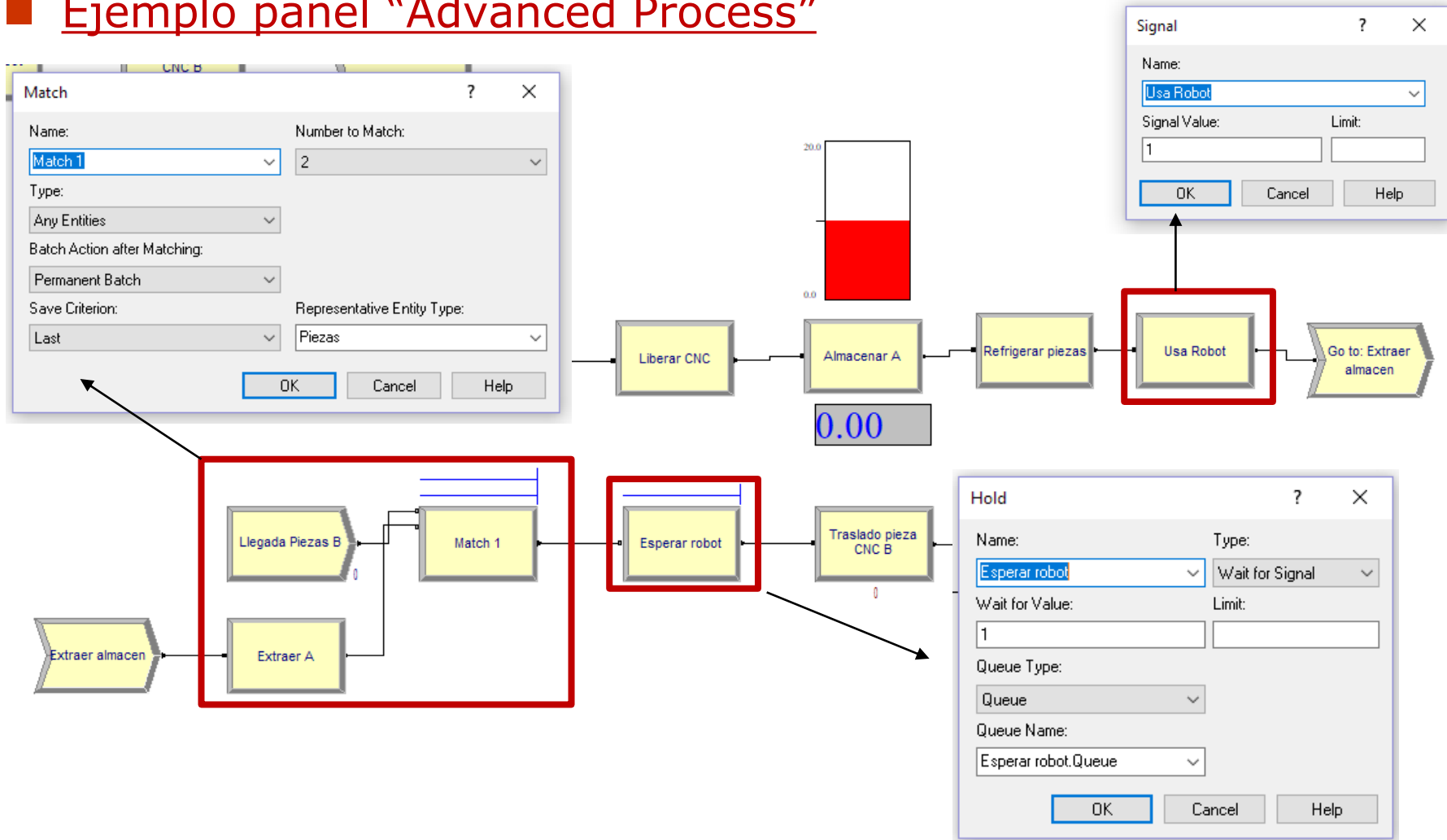


## ■ Ejemplo panel “Advanced Process”

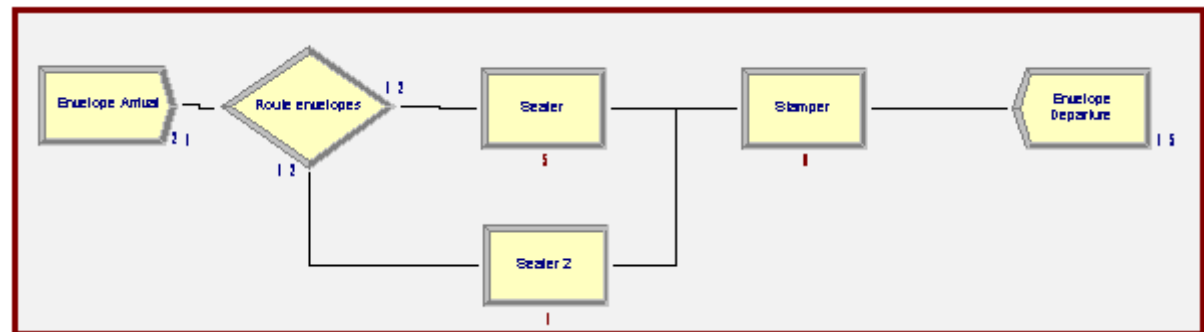




### ■ Ejemplo panel "Advanced Process"



- Introducción
- Entorno de simulación Arena
- Panel "Basic Process"
- Panel "Advanced Process"
- Panel "Advanced Transfer"
- Variables en Arena
- Ejemplos en Arena



## ■ Módulos flujo de datos



- ◆ **Enter:** define una estación correspondiente a una localización física o lógica dónde ocurre un proceso. El dispositivo de transporte para llevar la entidad a este módulo se libera.



- ◆ **Leave:** se usa para transferir una entidad a una estación o módulo.



- ◆ **Pick-Station:** permite a una entidad seleccionar una estación particular de un conjunto de estaciones especificadas.

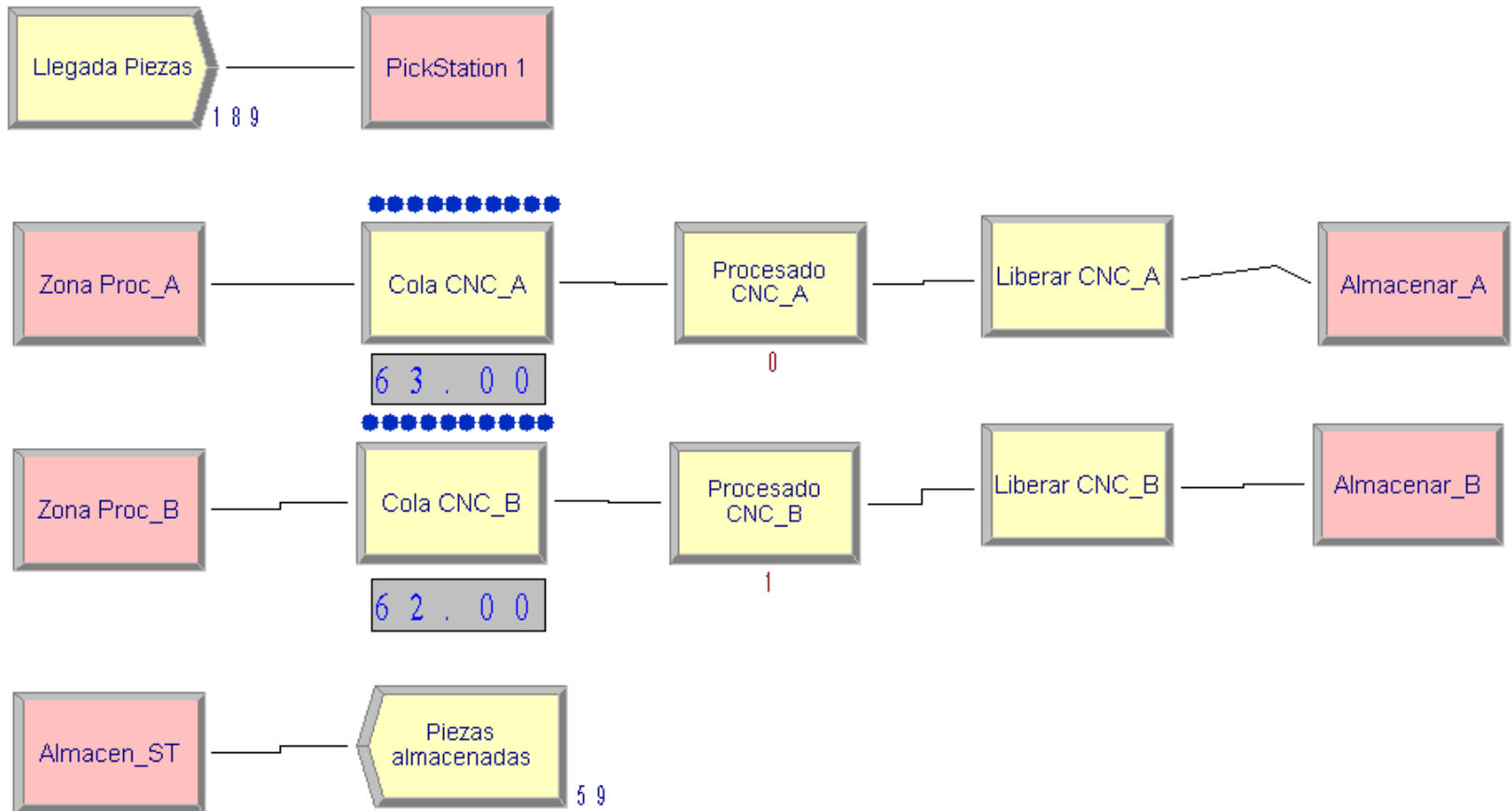


- ◆ **Route:** Transfiere una entidad a una estación especificada. Se puede incluir un tiempo de retardo.

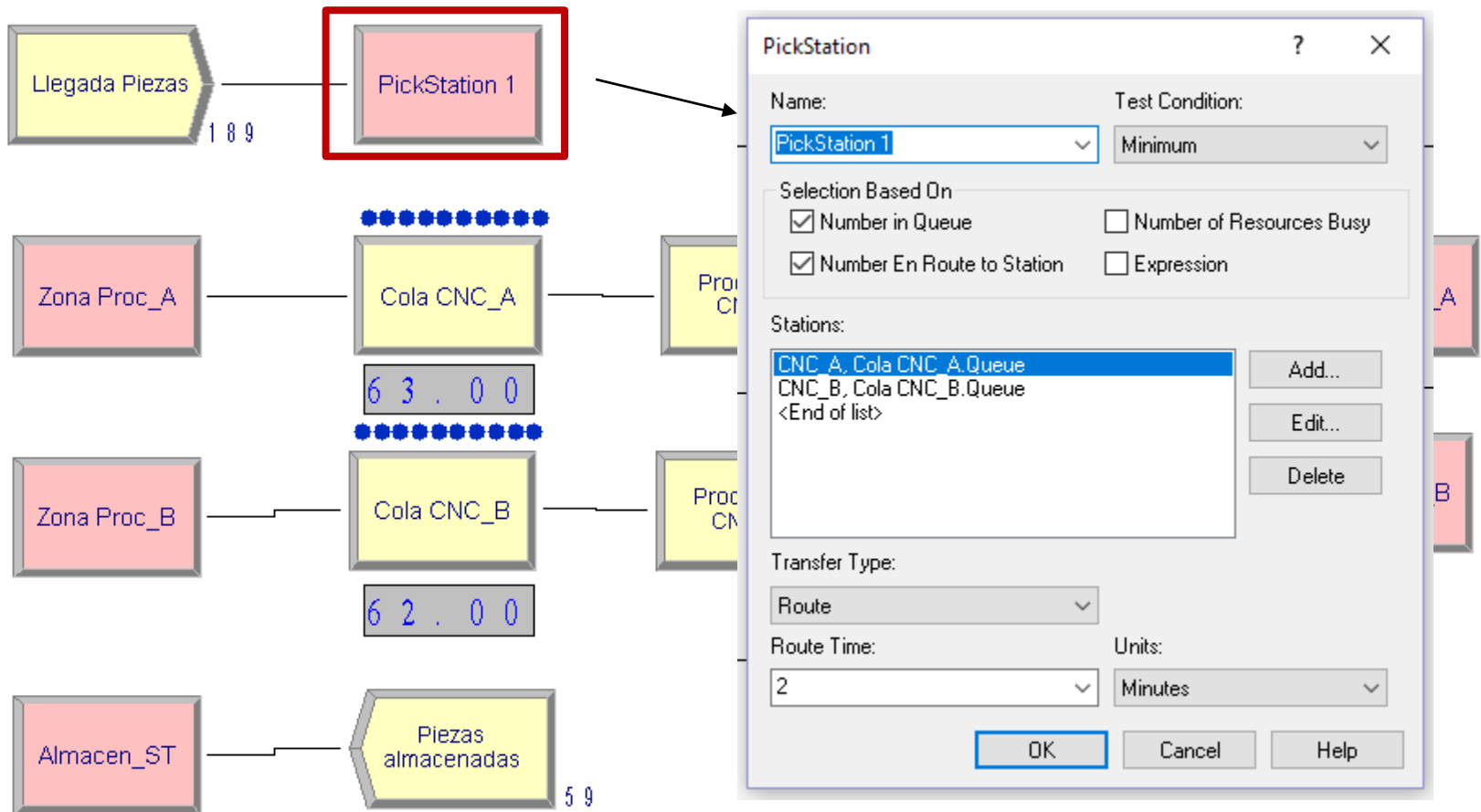


- ◆ **Station:** define una estación correspondiente a una localización física o lógica donde ocurre un proceso.

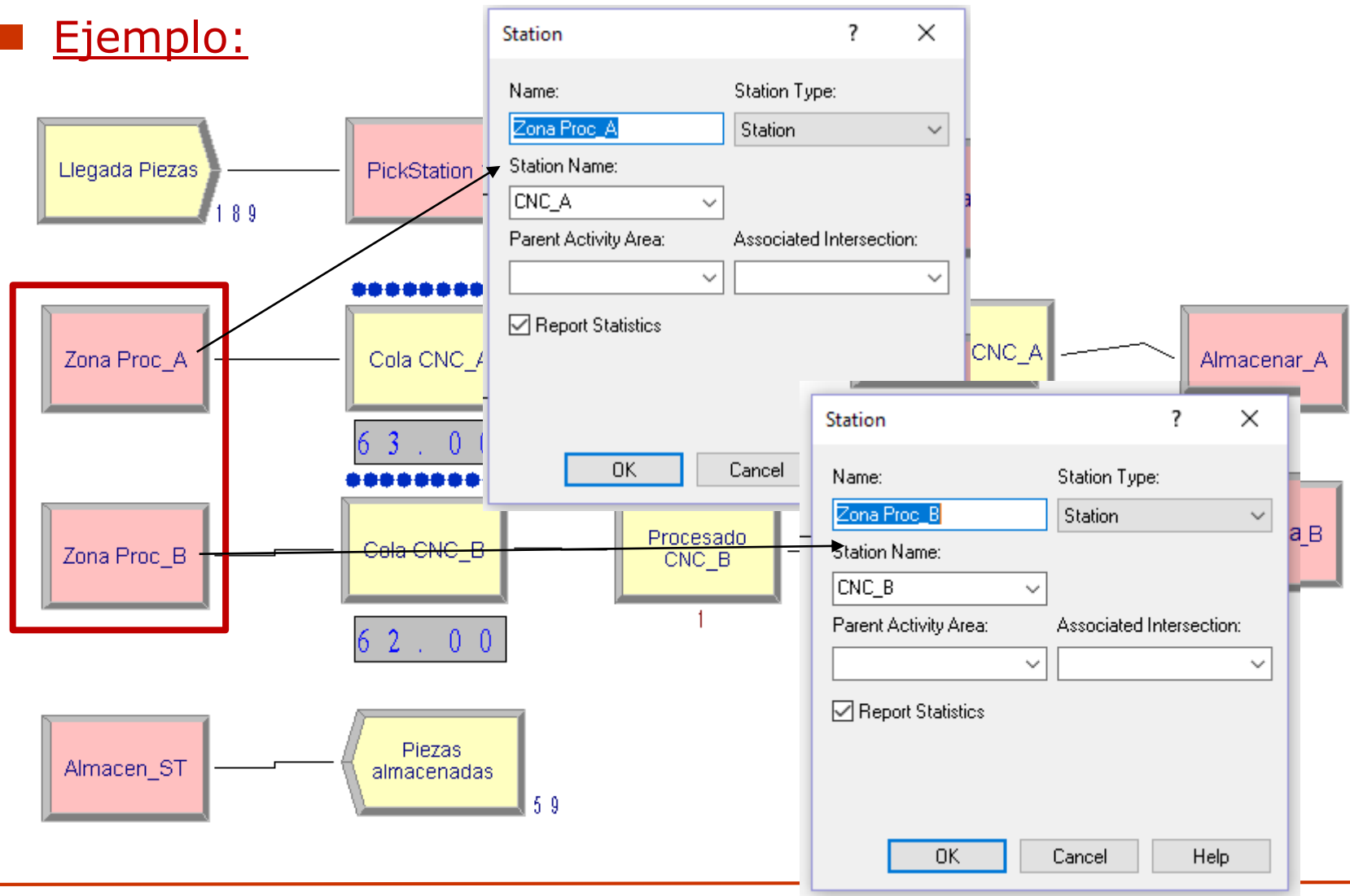
## ■ Ejemplo:



## ■ Ejemplo:

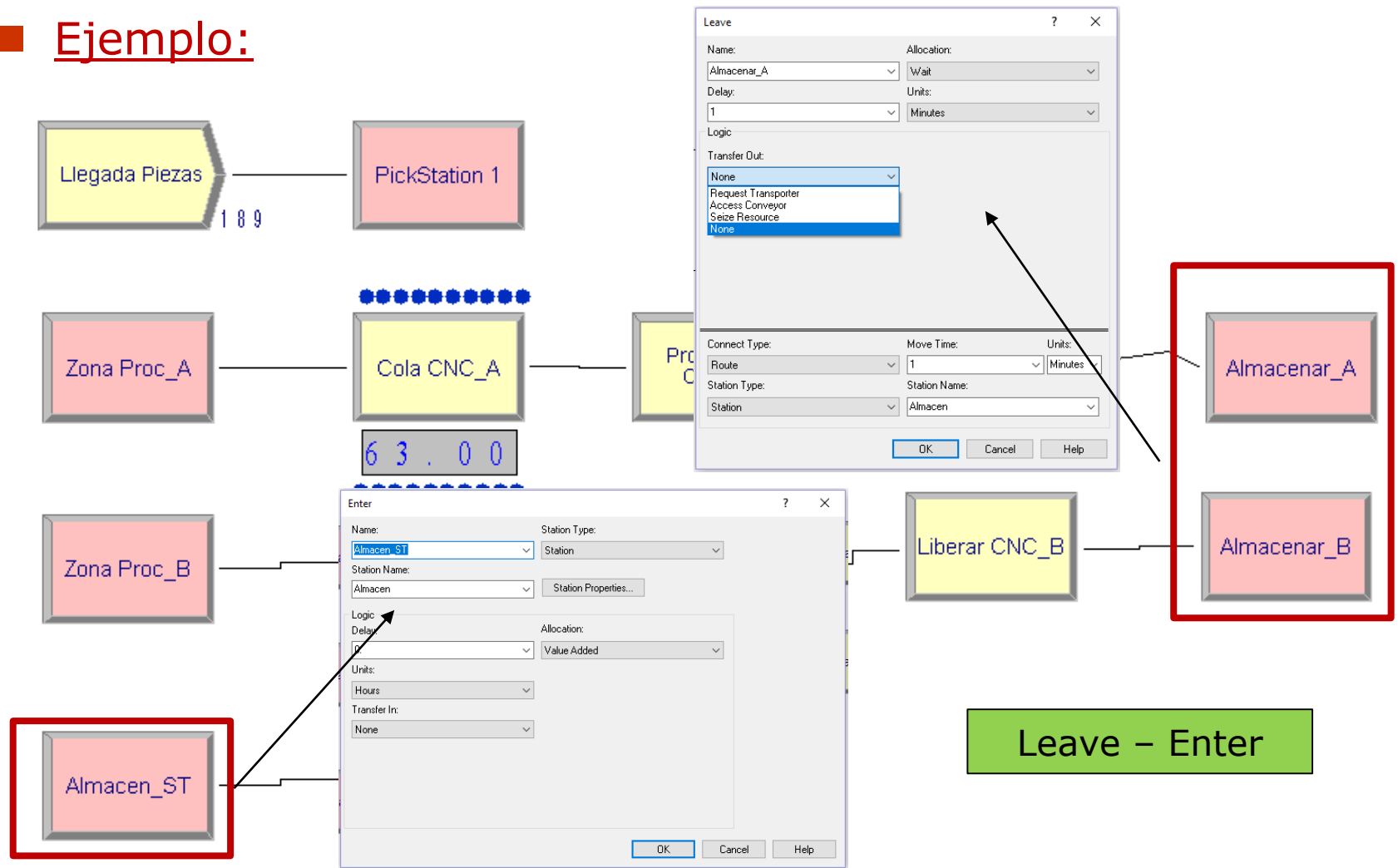


## ■ Ejemplo:





## ■ Ejemplo:



## ■ Módulos flujo de datos



- ◆ **Access:** asocia un número de células de una cinta de transporte para moverse de una estación a otra.



- ◆ **Convey:** mueve una entidad sobre una cinta transportadora desde la estación actual a otra. El retardo se basa en la velocidad de la cinta y la distancia entre estaciones (especificada en el módulo **Segment**)



- ◆ **Exit:** libera las células ocupadas previamente de una cinta transportadora. Si alguna entidad espera en una cola para acceder a la cinta en la misma estación donde las celdas se liberan, podrá acceder a la cinta.



- ◆ **Start:** cambia el estado de una cinta de inactiva a activa.



- ◆ **Stop:** pasa una cinta a inactividad.

## ■ Módulos flujo de datos



- ◆ **Activate:** aumenta la capacidad de una unidad de transporte previamente parada.
- ◆ **Allocate:** asigna una unidad de transporte a una entidad sin necesidad de mover el sistema de transporte a la estación donde se localiza la entidad.
- ◆ **Free:** libera la unidad de transporte ocupada más recientemente por la entidad.
- ◆ **Halt:** cambia el estado de una unidad de transporte a inactiva.
- ◆ **Move:** lleva una unidad de transporte desde una estación a otra sin transportar a la entidad que controla la unidad de transporte a la estación de destino.
- ◆ **Request:** asigna una unidad de transporte a una entidad y mueve la unidad a la estación donde se encuentre la entidad.
- ◆ **Transport:** transfiere tanto la entidad como la unidad de transporte de una estación a otra.

## ■ Módulos de datos



Sequence



Conveyor



Segment



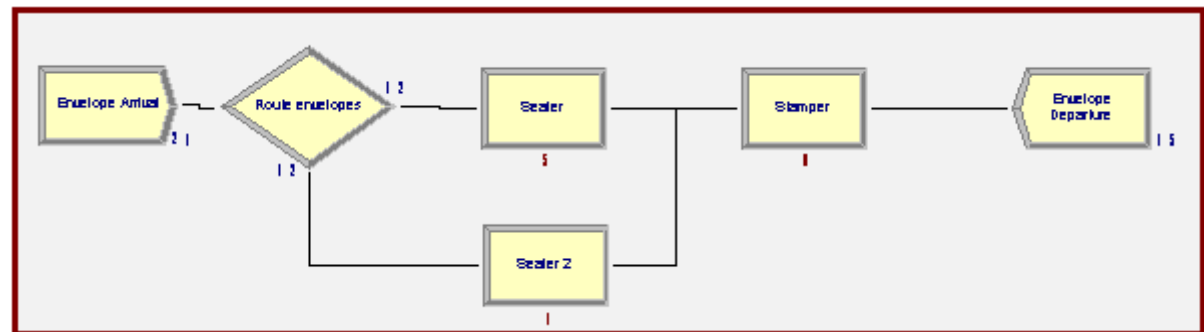
Transporter



Distance

- ◆ **Sequence:** se usa para definir una secuencia de flujo de entidades a través del modelo. La secuencia consiste en una lista ordenada de las entidades que la entidad visitará. Para cada estación en la secuencia los valores de los atributos y variables pueden cambiar.
- ◆ **Conveyor:** permite la definición de una cinta que permita el movimiento de una entidad entre estaciones.
- ◆ **Segment:** define la distancia entre dos estaciones unidas por una cinta.
- ◆ **Transporter:** define un dispositivo de transporte para llevar una entidad de una estación a otra.
- ◆ **Distance:** se usa para definir las distancias de viaje entre estaciones que las unidades de transporte pueden visitar.

- Introducción
- Entorno de simulación Arena
- Panel "Basic Process"
- Panel "Advanced Process"
- Panel "Advanced Transfer"
- Variables en Arena
- Ejemplos en Arena



## ■ Variables Guide

LISTEN.  
THINK.  
SOLVE.

Arena®



VARIABLES GUIDE

PUBLICATION ARENAV-RM001K-EN-P—January 2012  
Supersedes Publication ARENAV-RM001J-EN-P  
PN-111650

Allen-Bradley · Rockwell Software

**Rockwell  
Automation**

## Resource variables

Arena provides a number of general modeling constructs for controlling the flow of entities through the model. The ID argument for the variables related to the resource, blockage, and storage constructs must be provided as an integer construct number or a construct name.

### General resource variables

**IRF (Resource ID)**—*Resource failure*. IRF indicates if the specified Resource ID is failed. IRF returns a number greater than 0 if Resource ID is currently failed, or 0 if Resource ID is not currently failed. IRF is an integer quantity.

**MR (Resource ID)**—*Resource capacity*. MR returns the number of capacity units currently defined for the specified Resource ID. The Alter module or Schedules option may be used to change the value of MR for a resource. MR is an integer quantity.

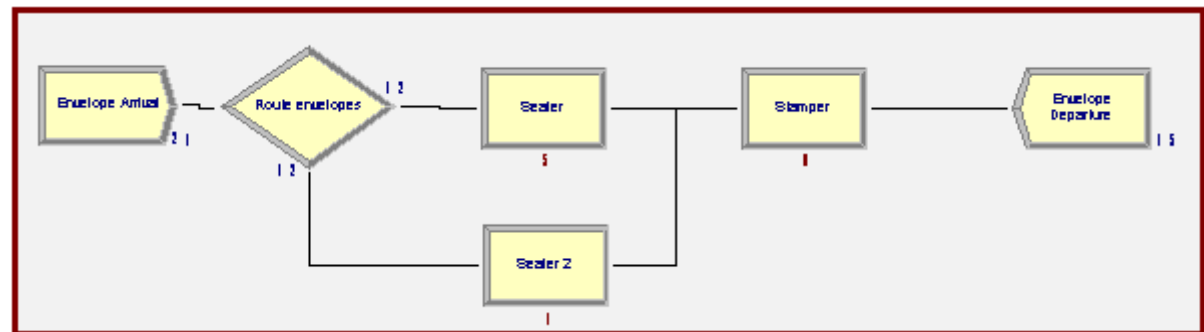
**NR (Resource ID)**—*Number of busy resource units*. Each time an entity seizes or preempts capacity units of a resource, the NR variable changes accordingly. NR is not user-assignable; it is an integer value.

**RESSEIZES (Resource ID)**—*Number of seizures*. This returns the total number of units of the specified resource that have been seized.

**RESUTIL (Resource ID)**—*Resource utilization*. ResUtil returns the instantaneous utilization of a resource as a real number between 0 and 1, inclusive. If no units are busy (NR equals 0), this returns 0. If the number busy is greater than or equal to the current capacity ( $NR \geq MR$ ), this returns 1.0. Otherwise, ResUtil will return the ratio of  $NR/MR$ . This is most useful in a DSTAT to obtain a time-weighted average utilization.

**RTYP (Resource ID)**—*Resource location*. This variable returns a 1 if the resource specified is stationary, and a 2 if the resource specified is positional.

- Introducción
- Entorno de simulación Arena
- Panel "Basic Process"
- Panel "Advanced Process"
- Panel "Advanced Transfer"
- Variables en Arena
- Ejemplos en Arena



## ■ File > Browse SMARTS

Transporter - Advanced Transfer

	Name	Number of Units	Type	Distance Set	Velocity	Units	Initial Position Status	When Freed	Report Statistics
1 ▶	Transfer Car	1	Free Path	Transfer Car.Distance	25	Per Hour	1 rows	Remain Where Freed	<input checked="" type="checkbox"/>

Distance - Advanced Transfer

	Name	Stations
1 ▶	Transfer Car.Distance	5 rows

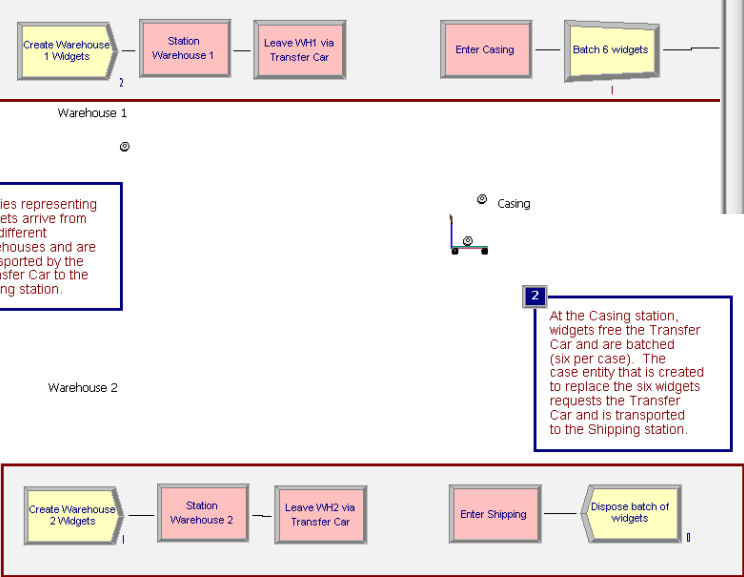
Stations

	Beginning Station	Ending Station	Distance
1	Warehouse 1	Casing	18
2	Warehouse 2	Casing	18
3	Casing	Shipping	22
4	Warehouse 1	Shipping	30
5	Warehouse 2	Shipping	30

Entities representing widgets arrive from two different warehouses and are transported by the Transfer Car to the Casing station.

At the Casing station, widgets free the Transfer Car and are batched (six per case). The case entity that is created to replace the six widgets requests the Transfer Car and is transported to the Shipping station.

At the Shipping station, cases free the Transfer Car, and are disposed after entity statistics are collected.



```

graph LR
    subgraph Warehouse1 [Warehouse 1]
        W1[Create Warehouse 1 Widgets]
    end
    subgraph Warehouse2 [Warehouse 2]
        W2[Create Warehouse 2 Widgets]
    end
    W1 --> S1[Station Warehouse 1]
    W2 --> S2[Station Warehouse 2]
    S1 --> L1[Leave WH1 via Transfer Car]
    S2 --> L2[Leave WH2 via Transfer Car]
    L1 --> E1[Enter Casing]
    L2 --> E1
    E1 --> B1[Batch 6 widgets]
    B1 --> E2[Enter Shipping]
    E2 --> D1[Dispose batch of widgets]
  
```

Transporter

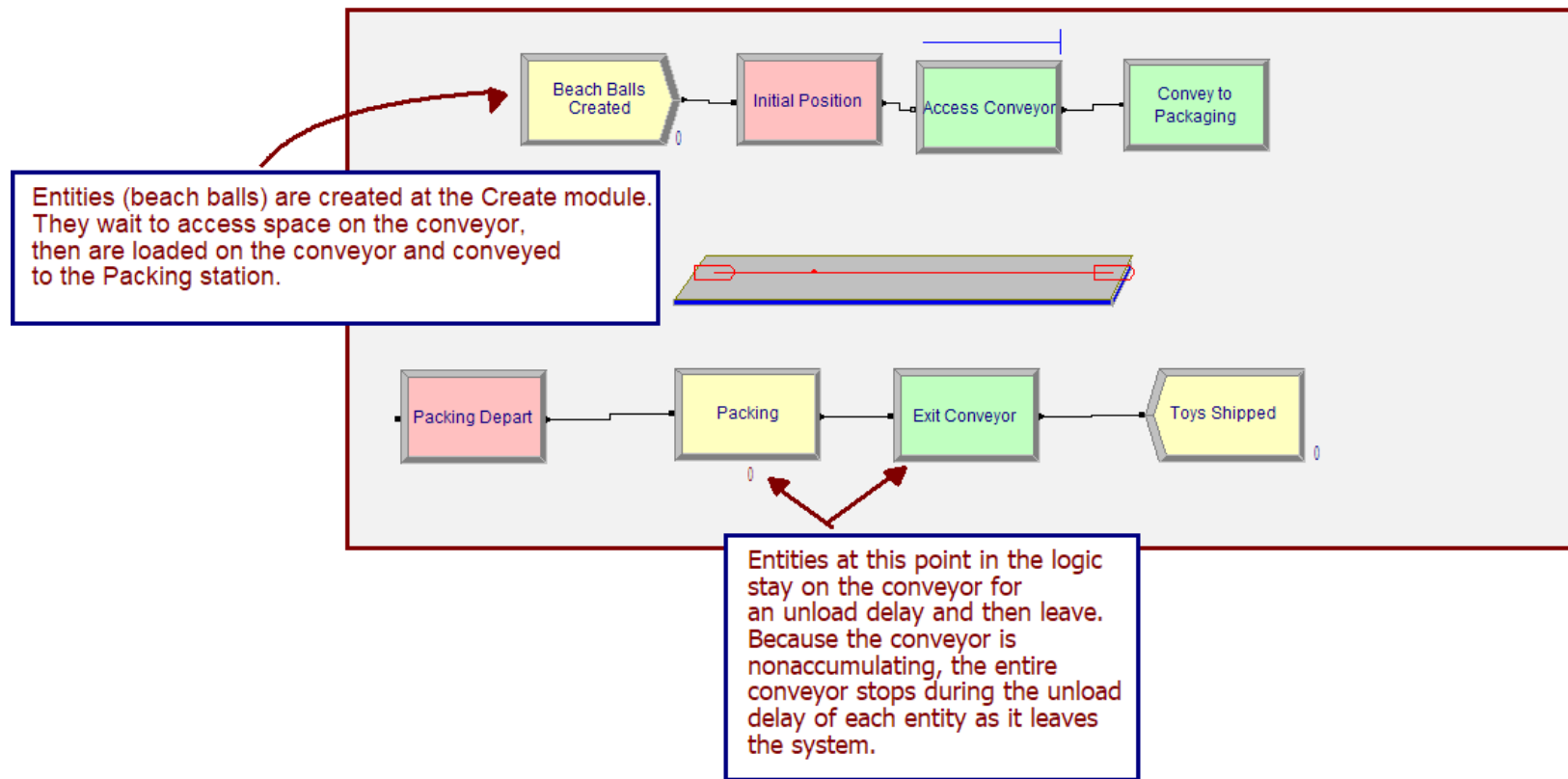


## ■ File > Browse SMARTS

### **Automation**

#### **Nonaccumulating Conveyor example**

The Conveyor Spreadsheet defines the conveyor to be nonaccumulating.



# Automatización de Sistemas de Producción

4º Grado en Ingeniería Electrónica, Robótica y Mecatrónica

---

## Tema 5. Simulación con Arena

A faded background image of a large, multi-story university building with a modern architectural style, featuring a mix of brick and lighter-colored sections, surrounded by greenery.