

# TUTORIAL

## ARENA 6.0

*Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática  
Universidad de Málaga*



*Ana Cruz Martín*

# Introducción a MATLAB y SIMULINK

## 1.- Modelado y Simulación

1.1.- Modelado y simulación

1.2.- Elementos básicos de la simulación

## 2.- Modelado y Simulación con Arena 6.0

2.1.- Entorno Arena 6.0

2.2.- Panel *Basic Process*

2.3.- Ejemplo de modelo

## 1.1.- Modelado y Simulación

Un **modelo** es una representación simplificada de un objeto real, que mantiene sus características esenciales. Los modelos pueden ser:

- **físicos:**

- maquetas
- restaurantes de comida rápida
- simuladores de vuelo

- **matemáticos:** normalmente representados en un ordenador. ¿Cómo se analizan?

- modelos simples: herramientas matemáticas tradicionales
- modelos complejos: no hay soluciones matemáticas exactas  $\Rightarrow$  SIMULAR

## 1.1.- Modelado y Simulación

La **simulación** abarca un amplio abanico de métodos y aplicaciones para imitar el comportamiento de sistemas reales.

La **simulación por computador** se define como una serie de métodos para estudiar una amplia variedad de modelos de sistemas del mundo real por evaluación numérica, usando software para imitar las características del sistema, normalmente a lo largo del tiempo.

La simulación por computador es una técnica muy aplicada en la industria.

# 1.1.- Modelado y Simulación

¿Qué sistemas podemos modelar y simular?

- una fábrica: máquinas, personal, almacén, transporte
- servicios: clientes, mesas, ventanillas, cajero automático
- emergencias: personal, habitaciones, equipos, transporte
- red de ordenadores: servidores, clientes, HDs, impresoras

¿Por qué simular?

- para obtener resultados sobre el funcionamiento de un sistema
- para comprender el funcionamiento de un sistema

## 1.1.- Modelado y Simulación

### Ventajas de la simulación

- puede manejar modelos complicados de sistemas complicados
- buena relación calidad/precio del hardware
- avances del software de simulación

### Inconvenientes de la simulación

- los sistemas reales tienen entradas aleatorias



los resultados de la simulación también son aleatorios



es necesario diseñar y analizar cuidadosamente los experimentos

# 1.1.- Modelado y Simulación

## Tipos de simulación

- Estática/Dinámica: el tiempo interviene en la misma o no
- Continua/Discreta:
  - continua: el estado del sistema puede cambiar continuamente a lo largo del tiempo
  - discreta: el estado del sistema se modifica en ciertos instantes de tiempo
  - modelos mixtos continuos-discretos
- Determinística/Estocástica:
  - determinística: las entradas no son aleatorias
  - estocástica: las entradas son aleatorias

# 1.1.- Modelado y Simulación

## Clasificación de simuladores

- A mano
- Programas de propósito general
  - flexibles
  - tediosos
- Lenguajes de simulación: SIMAN, SIMSCRIPT
  - hay que aprender a manejarlos
- Simuladores de alto nivel
  - interfaces gráficos de usuario: menús, displays, animaciones
  - modelo construido a partir de elementos estándar
  - poco flexibles: orientados a un tipo de dominio



## 1.2.- Elementos básicos de la simulación

- Las **entidades** (*entities*) representan a los objetos dinámicos de la simulación
  - las entidades se crean, se mueven y se eliminan
  - cada entidad tiene sus características propias o **atributos**
  - pueden definirse tantos atributos como sean necesarios
  - cada entidad individual tendrá sus propios valores de atributos

## 1.2.- Elementos básicos de la simulación

- Las **variables globales** son información que reflejan alguna característica del sistema. Puede haber muchas, pero cada una es única. Hay dos tipos:
  - Arena (p.e., el tiempo de simulación)
  - definidas por el usuario (p.e., turno de trabajo actual)
- Las variables globales son accesibles por todas las entidades, que pueden modificarlas

## 1.2.- Elementos básicos de la simulación

- Las **colas** (*queues*) son espacios de espera para entidades cuyo movimiento a través del sistema se ha suspendido por algún motivo
  - son pasivas: las entidades entran y abandonan la cola dependiendo del estado del elemento asociado a la misma

## 1.2.- Elementos básicos de la simulación

- Los **recursos** son elementos estacionarios de un sistema donde pueden situarse las entidades. Poseen una capacidad y un conjunto de estados.
  - cuando una entidad utiliza un recurso, lo reserva (*seize*) hasta que termina su procesamiento, liberándolo (*release*)
  - un recurso tiene una cola asociada para almacenar las entidades que no puede procesar al estar reservado
  - las entidades pueden reservar múltiplos y fracciones de la capacidad de un recurso
  - una entidad puede requerir simultáneamente varios recursos

## 1.2.- Elementos básicos de la simulación

- Los **acumuladores estadísticos** son variables que recogen información conforme la simulación avanza para después poder obtener la salida.
- En Arena hay muchos y muy variados. Sus tipos son:
  - Time-persistent: media, máximo y mínimo respecto al tiempo.
  - Tallies: media, máximo y mínimo de una lista de números
  - Contadores: suma acumulada de ocurrencias de un evento
  - Frecuencias: frecuencia de ocurrencia de una variable, expresión o estado de un recurso de Arena.
  - Salidas: valor final de algún elemento

## 1.2.- Elementos básicos de la simulación

- Los **eventos** son algo que ocurre en cierto instante de tiempo (simulado) que puede cambiar atributos, variables o acumuladores estadísticos.
- Se organizan según un **calendario de eventos**.
- Las variables que describen el sistema no cambian entre eventos.

## 1.2.- Elementos básicos de la simulación

- El **reloj de simulación** es una variable que recoge el tiempo actual de simulación. No fluye continuamente: pasa del tiempo de un evento al siguiente.
- Arena no decide el **inicio** y **fin** de la simulación, es el usuario quién debe establecerlos:
  - condiciones iniciales apropiadas
  - cuándo y cómo acabar

## 2.1.- Entorno Arena 6.0

Los pasos a seguir en una simulación Arena son los siguientes:

- 1.- Crear un modelo básico
- 2.- Refinar el modelo
- 3.- Simular el modelo
- 4.- Obtener estadísticas



## 2.1.- Entorno Arena 6.0

The screenshot displays the Arena 6.0 software interface. The title bar reads "Arena - [Mortgage Applications]". The menu bar includes File, Edit, View, Tools, Arrange, Object, Run, Window, and Help. The toolbar contains various icons for file operations, editing, and simulation control. On the left, a "Panes" window is open, showing a tree view with "Advanced Transfer", "Advanced Process", and "Basic Process" categories. Below these are icons for "Create", "Dispose", "Process", "Decide", "Batch", "Separate", "Assign", "Record", "Entity", "Queue", "Resource", and "Variable". At the bottom of the panes are "Reports" and "Navigate" buttons. The main workspace, labeled "Mortgage Review Process", shows a flowchart. It starts with an "Initiate Mortgage Application" process, followed by a "Review Application" process. A decision diamond labeled "Complete?" follows. If the answer is "True", the flow goes to an "Accepted" process. If "False", it goes to a "Returned" process. A "Mortgage Review Clerk" resource is shown at a desk. Below the flowchart is a graph titled "Applications In-Process" showing a step-like increase over "Simulation Time (days)". At the bottom, a "Decide - Basic Process" table is visible.

Name	Type	Percent True
Complete?	2-way by Chance	88

**Paneles**

**Ventana de Modelo**



2.- Modelado y Simulación con Arena 6.0

## 2.1.- Entorno Arena 6.0

La construcción de modelos en Arena se basa en la selección de **módulos** de los siguientes **paneles**:

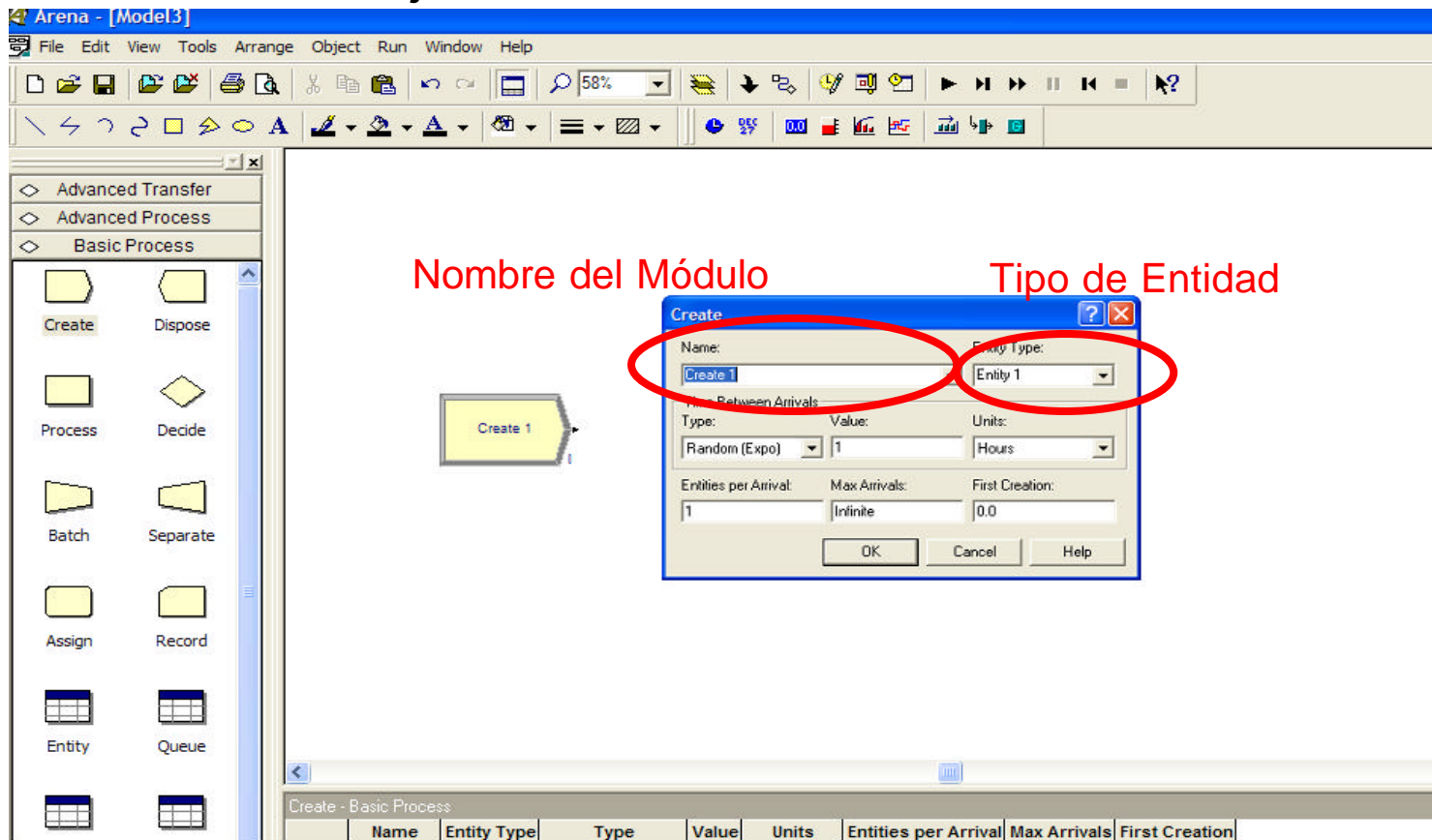
- Basic Process
- Advanced Process
- Advanced Transfer

Los módulos pueden ser de dos tipos:

- Flujo (flowchart): se sitúan en el espacio de trabajo del modelo, se conectan entre ellos, y forman la lógica del modelo 
- Datos (spreadsheet): su información aparece en la vista de la hoja de cálculo 

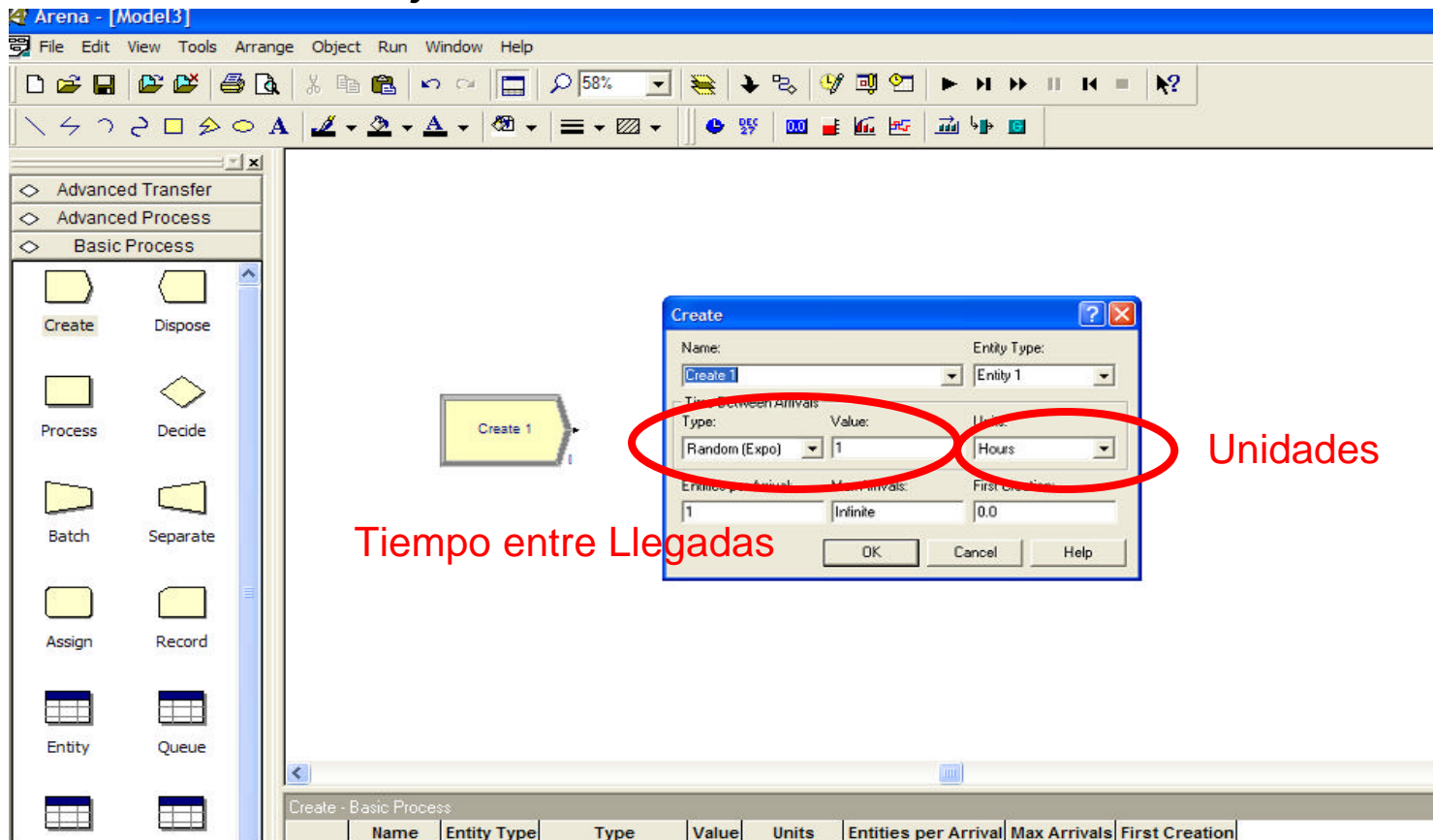
## 2.2.- Panel *Basic Process*

### Módulo de flujo *CREATE*:



## 2.2.- Panel *Basic Process*

### Módulo de flujo *CREATE*:



## 2.2.- Panel 3

### Módulo de flujo *CREATE*:

The screenshot displays the Arena 6.0 software interface. The main window shows a menu bar (File, Edit, View, Tools, Arrange, Object, Run, Window, Help) and a toolbar. On the left, a panel lists various process modules: Advanced Transfer, Advanced Process, Basic Process, Create, Dispose, Process, Decide, Batch, Separate, Assign, Record, Entity, and Queue. The 'Create' module is selected, and its configuration dialog is open. The dialog contains the following fields:

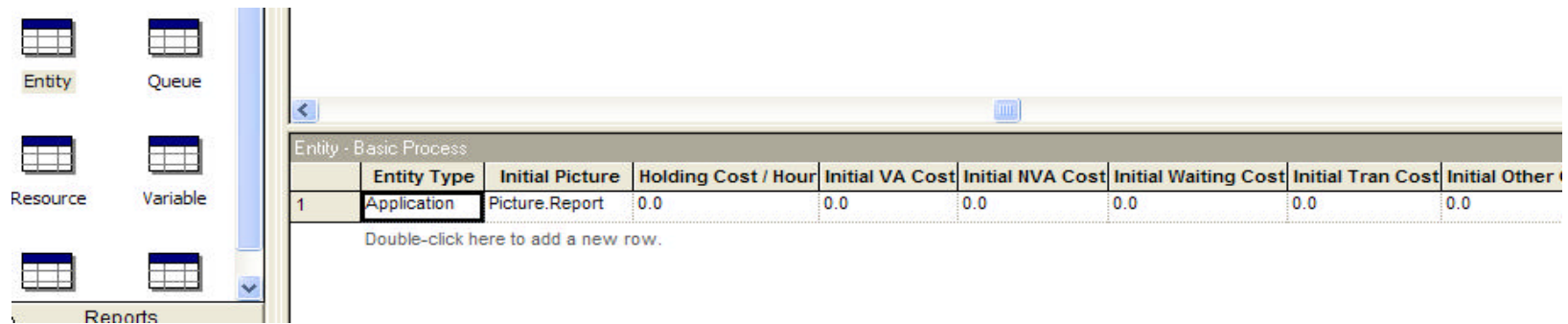
- Name: Create 1
- Entity Type: Entity 1
- Time Between Arrivals: Type: Random (Expo), Value: 1, Units: Hours
- Entities per Arrival: 1
- Max Arrivals: Infinite
- First Creation: 0.0

The fields 'Entities per Arrival', 'Max Arrivals', and 'First Creation' are circled in red. Below the dialog, the text 'Entidades por Llegada Máx nº de Llegadas Creación' is written in red. At the bottom of the screenshot, a table titled 'Create - Basic Process' is visible, showing the configuration details for the 'Create' module.

Name	Entity Type	Type	Value	Units	Entities per Arrival	Max Arrivals	First Creation
Create 1	Entity 1	Random (Expo)	1	Hours	1	Infinite	0.0

## 2.2.- Panel *Basic Process*

Módulo de datos *ENTITY*:



	Entity Type	Initial Picture	Holding Cost / Hour	Initial VA Cost	Initial NVA Cost	Initial Waiting Cost	Initial Tran Cost	Initial Other
1	Application	Picture.Report	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Double-click here to add a new row.

## 2.2.- Panel *Basic Process*

### Módulo de flujo *PROCESS*:

**Process**

Name:  Type:

Action:  Priority:

Resources:

Delay Type:  Units:  Allocation:

Minimum:  Value (Most Likely):  Maximum:

☒ Report Statistics

Nombre del Proceso

Acción

**Resources**

Type:

Resource Name:  Quantity:

Tiempo de procesamiento

## 2.2.- Panel *Basic Process*

### Módulos de datos *QUEUE* y *RESOURCE*:

- Un módulo de proceso incluye recursos y una cola, que pueden ser consultados mediante los módulos de datos *QUEUE* y *RESOURCE*

The screenshot displays the 'Basic Process' panel in Arena 6.0, showing two data tables: 'Resource - Basic Process' and 'Queue - Basic Process'. The 'Resource' table has columns for Name, Type, Capacity, Busy / Hour, Idle / Hour, Per Use, StateSet Name, Failures, and Report Statistics. The 'Queue' table has columns for Name, Type, Shared, and Report Statistics. Both tables have a 'Double-click here to add a new row.' prompt below them.

**Resource - Basic Process**

	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1	Mortgage Review Clerk	Fixed Capacity	1	12	12	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>

Double-click here to add a new row.

**Queue - Basic Process**

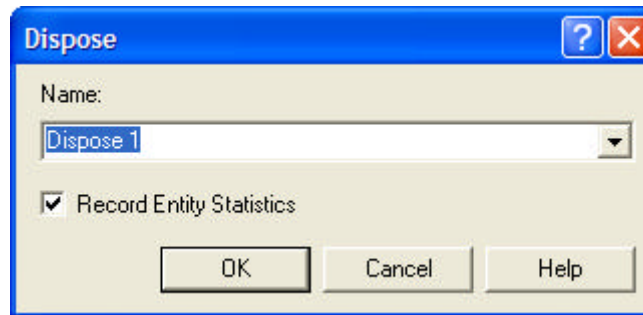
	Name	Type	Shared	Report Statistics
1	Review Application.Queue	First In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Double-click here to add a new row.



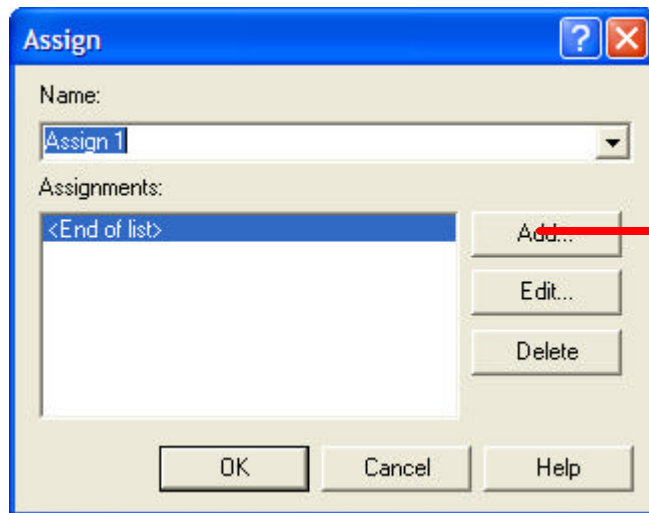
## 2.2.- Panel *Basic Process*

Módulo de flujo *DISPOSE*:

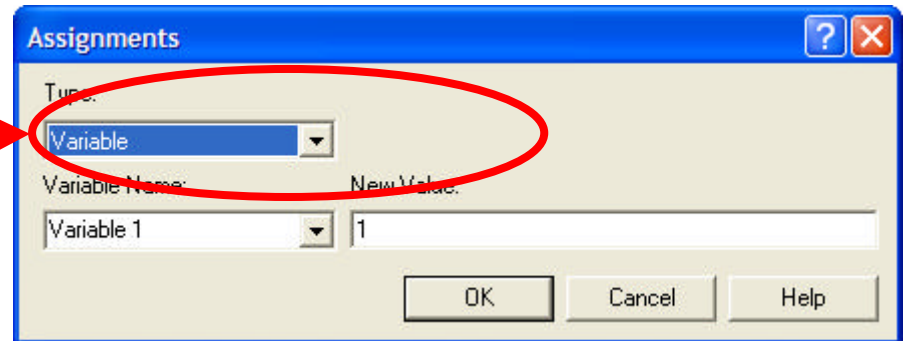


## 2.2.- Panel *Basic Process*

Módulo de flujo *ASSIGN*:

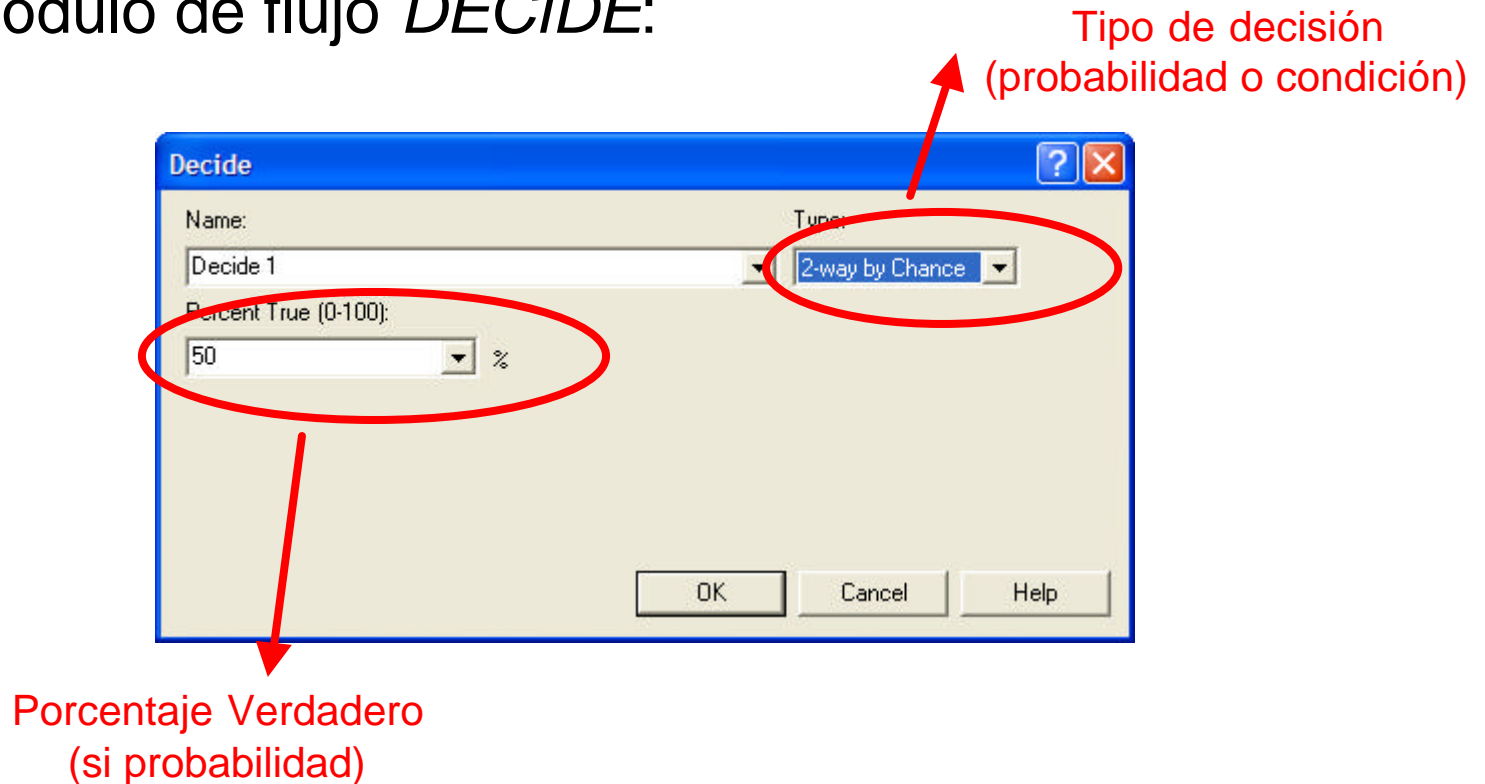


Tipo de asignación



## 2.2.- Panel *Basic Process*

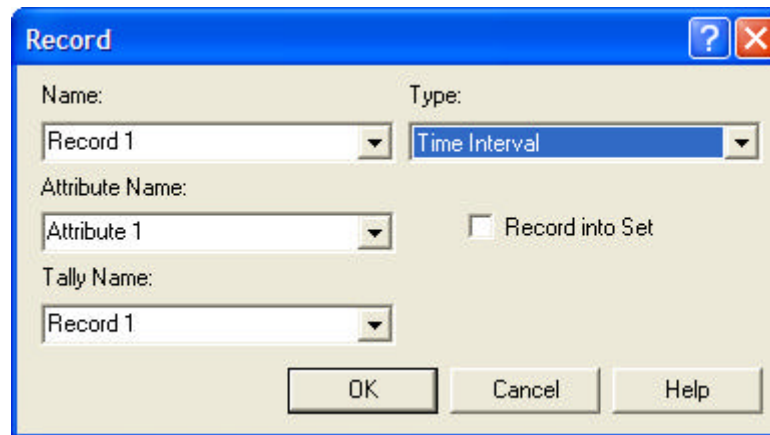
Módulo de flujo *DECIDE*:



## 2.2.- Panel *Basic Process*

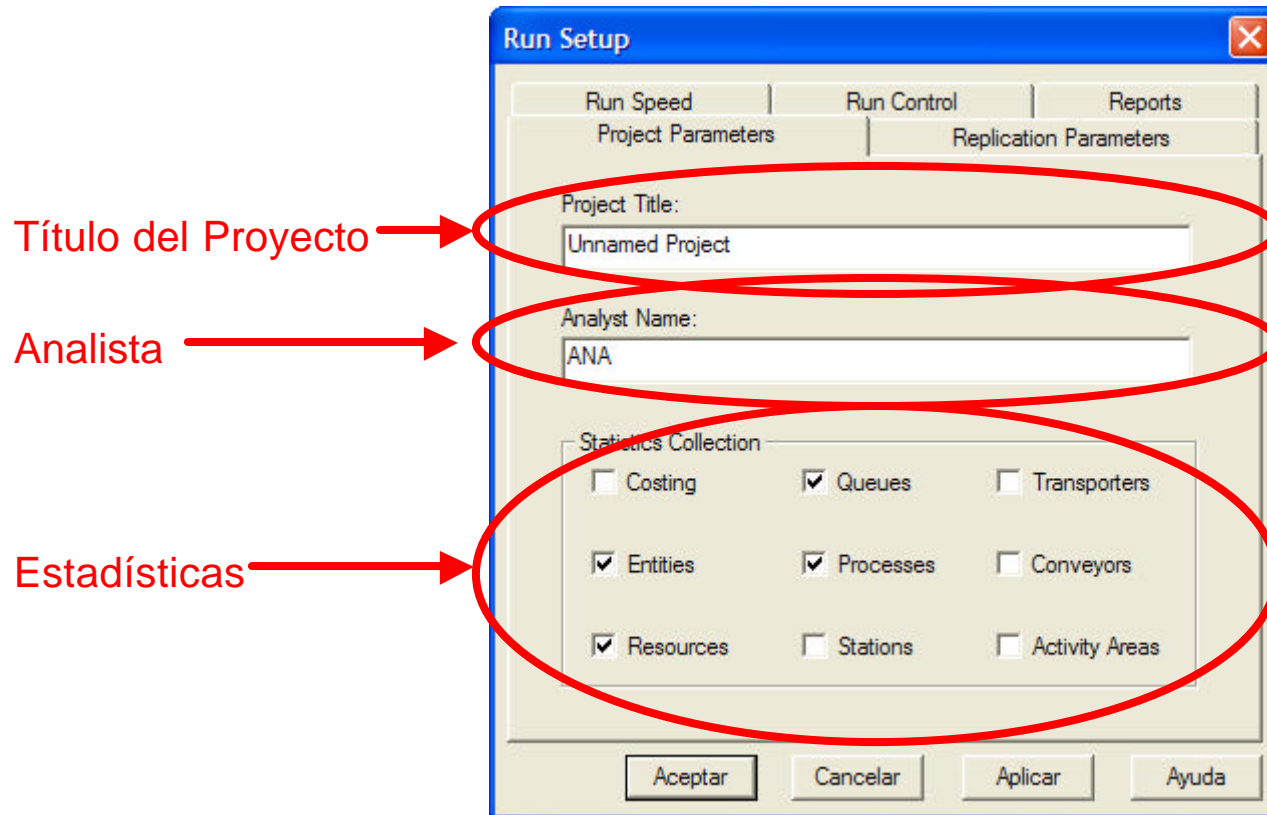
### Módulo de flujo *RECORD*:

- No siempre son suficientes las estadísticas que nos ofrece Arena



## 2.2.- Panel *Basic Process*

Ejecutar la simulación: *Run/Setup*



## 2.2.- Panel *Basic Process*

Ejecutar la simulación: *Run/Setup*

Run Setup

Run Speed | Run Control | Reports

Project Parameters | Replication Parameters

Number of Replications: 1

Start Date and Time: martes, 19 de abril de 2005 11:53:12

Warm-up Period: 0.0 Time Units: Hours

Replication Length: Infinite Time Units: Hours

Hours Per Day: 24 Base Time Unit: Hours

Terminating Condition:

Initialize Between Replications

☒ Statistics ☒ System

Aceptar Cancelar Aplicar Ayuda

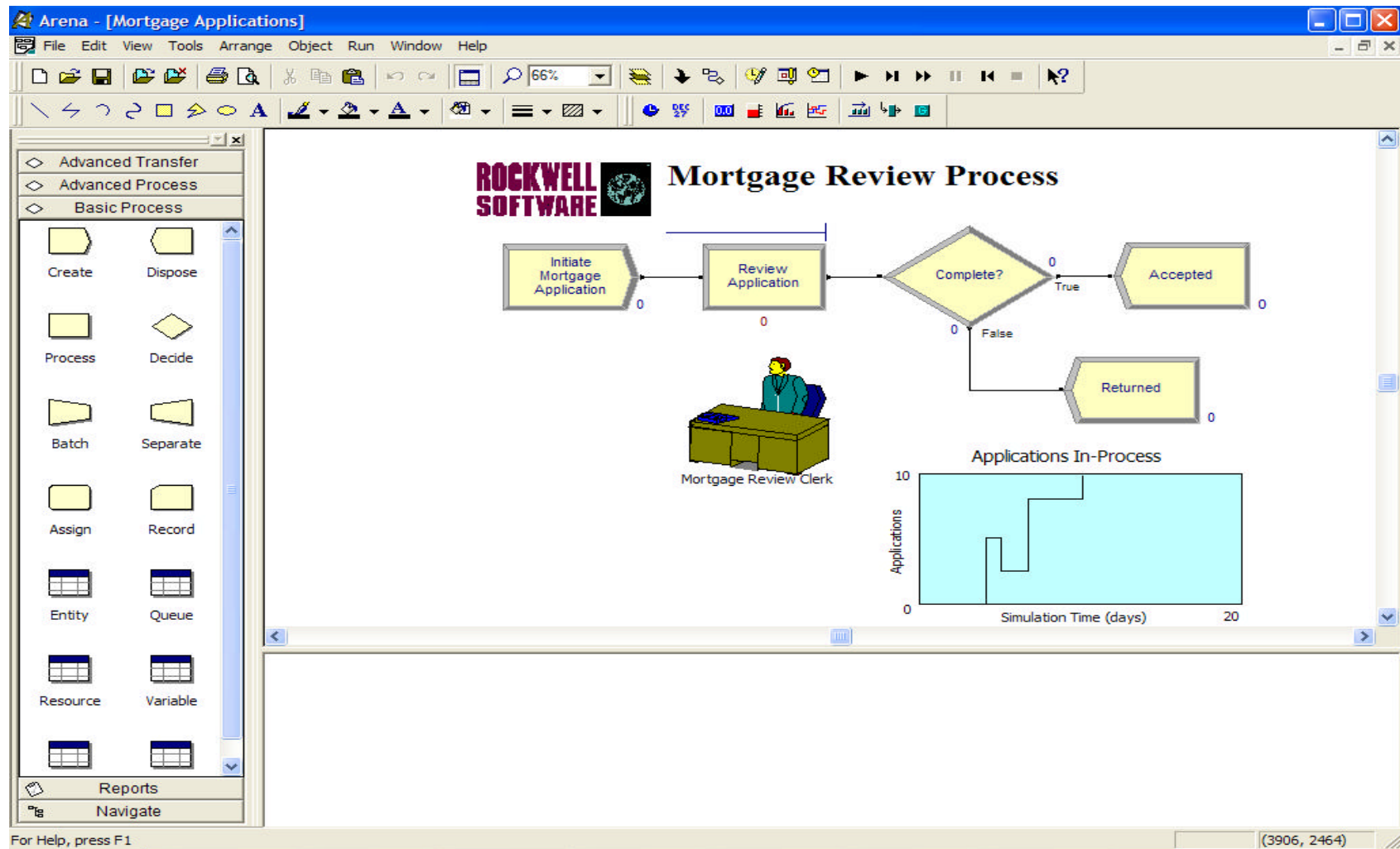
Nº Replicaciones

Calentamiento

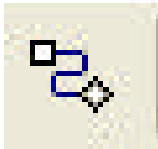
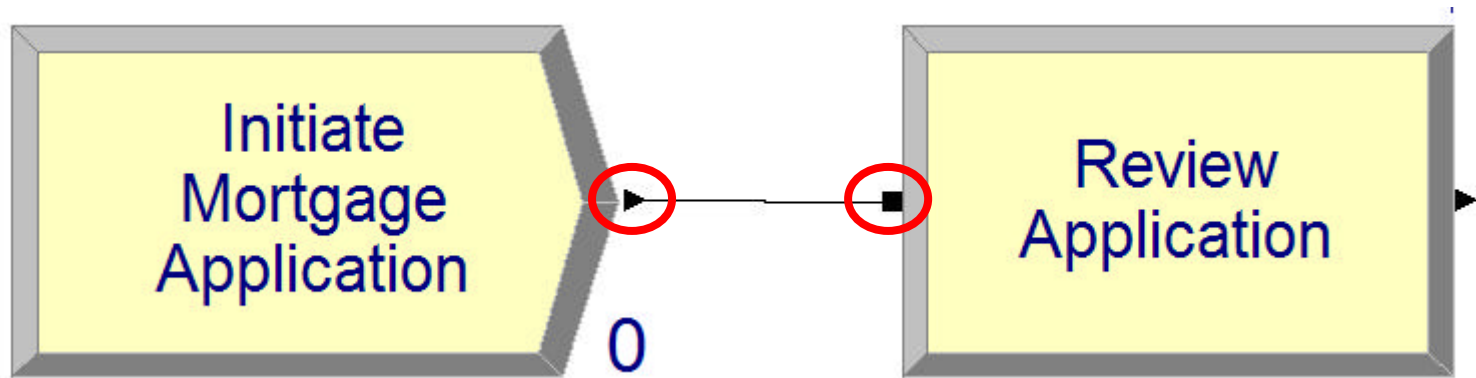
Duración de la replicación

Horas por día

## 2.3.- Ejemplo de modelo



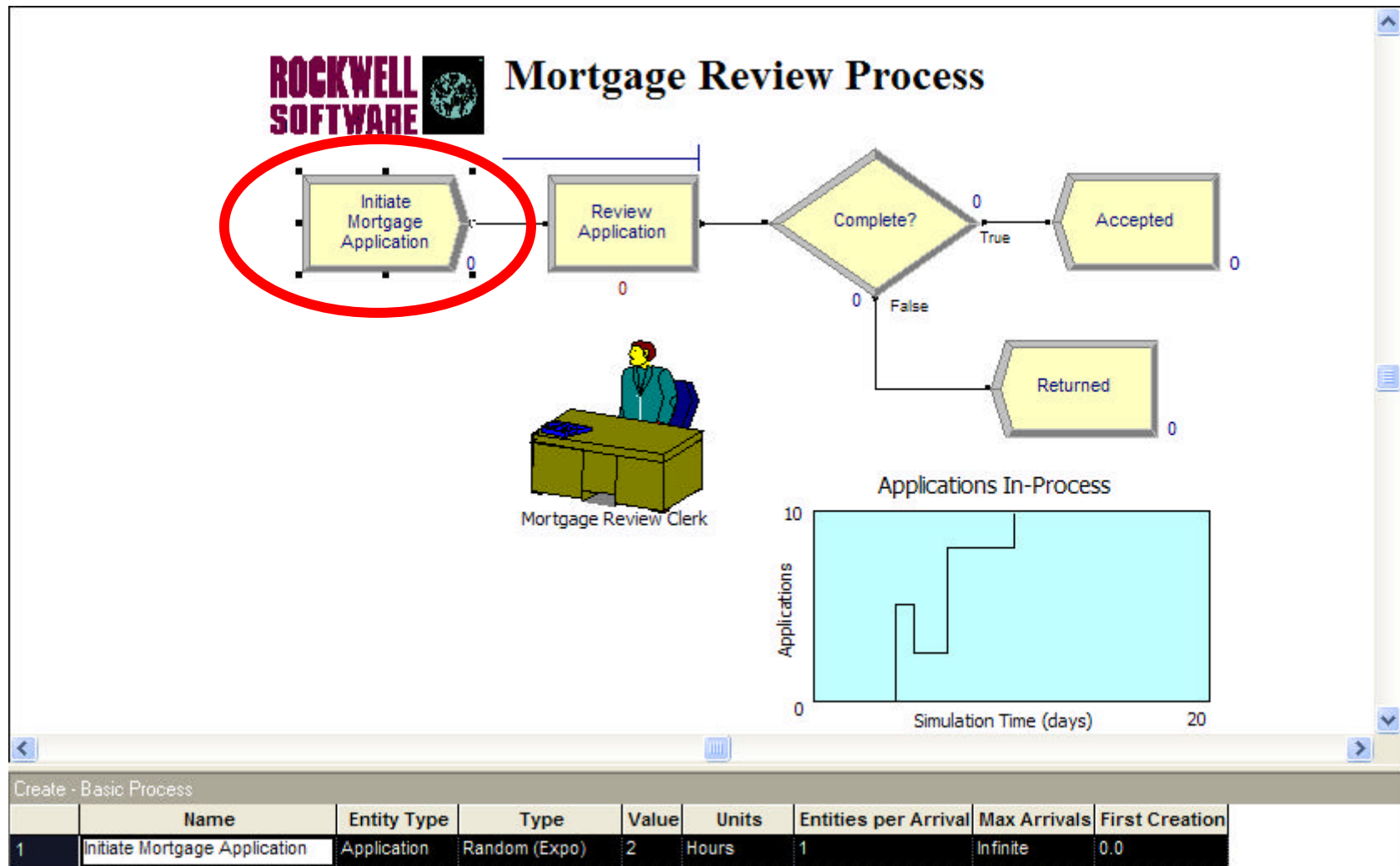
## 2.3.- Ejemplo de modelo



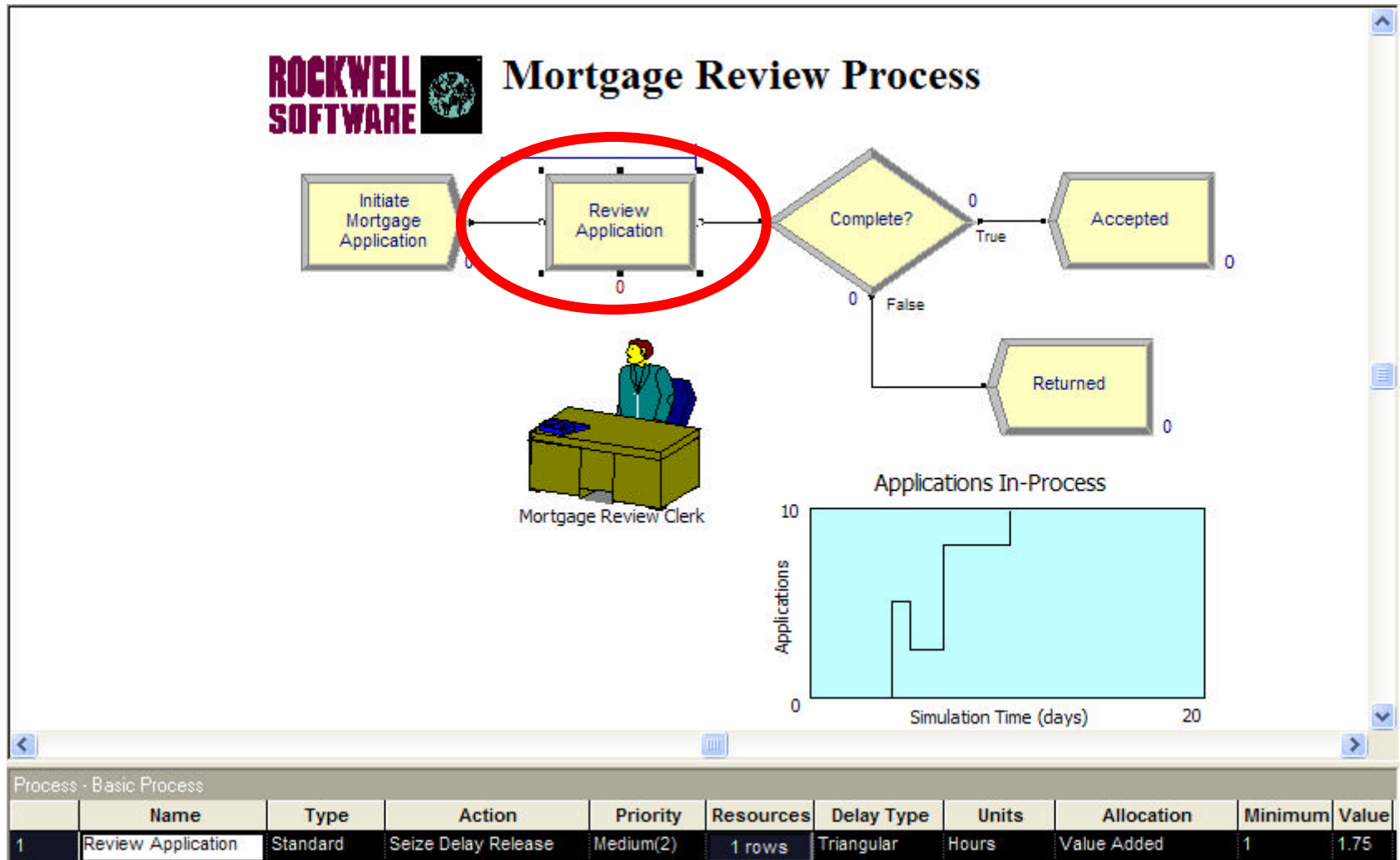
CONEXIÓN ENTRE MÓDULOS



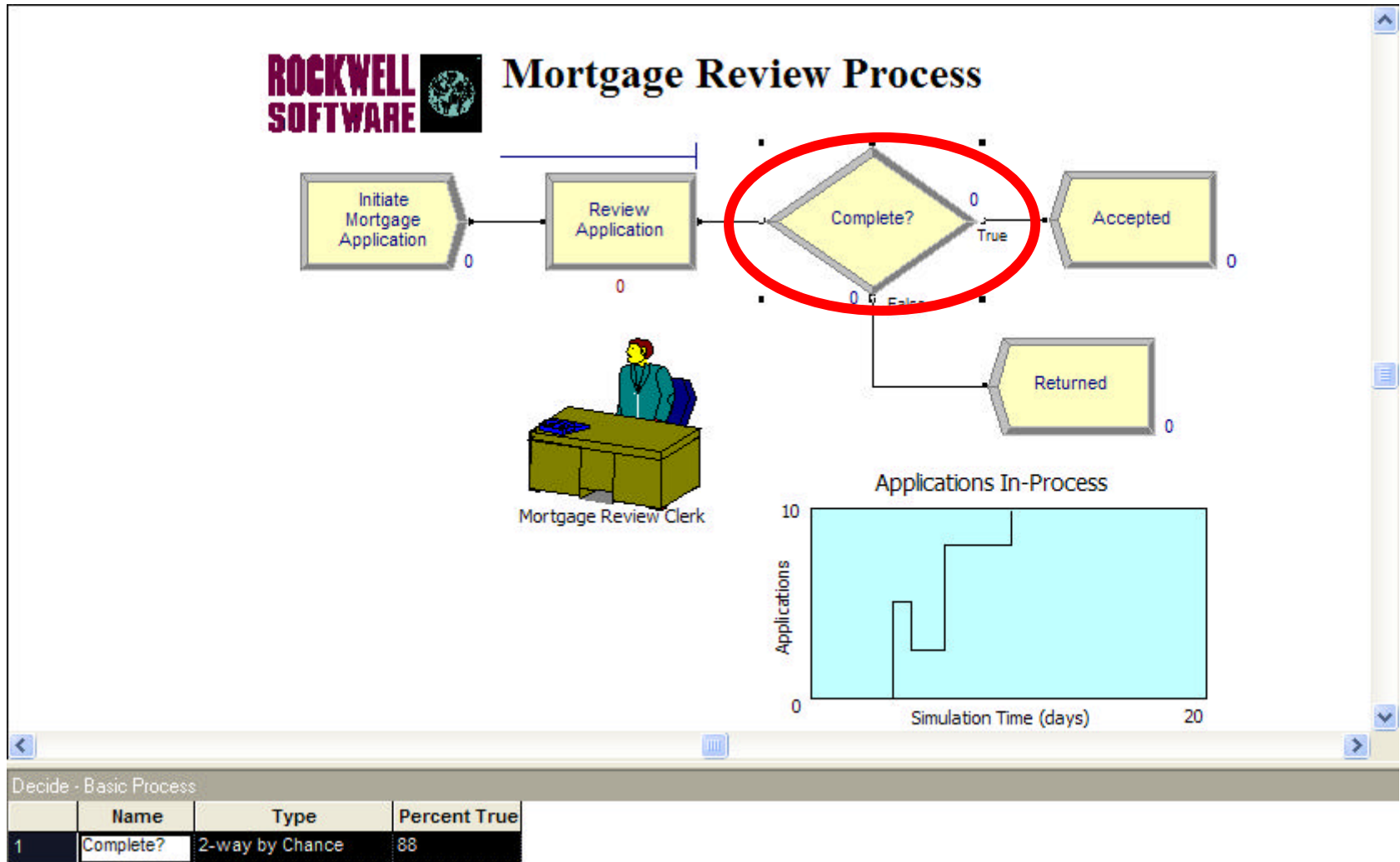
## 2.3.- Ejemplo de modelo



## 2.3.- Ejemplo de modelo



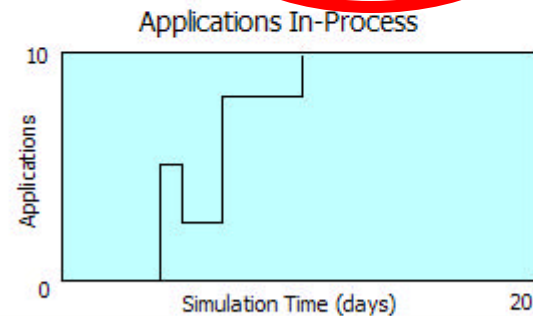
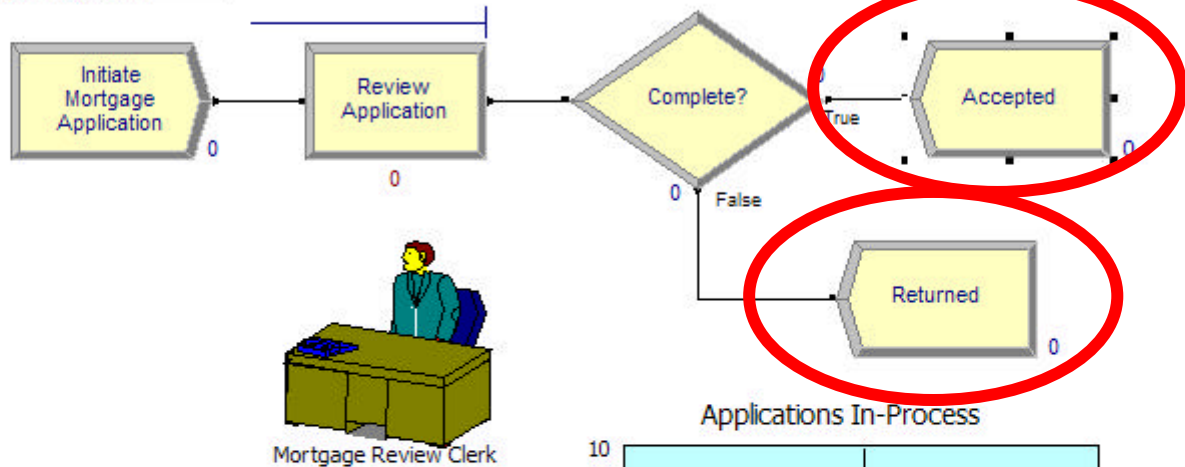
## 2.3.- Ejemplo de modelo



## 2.3.- Ejemplo de modelo



### Mortgage Review Process

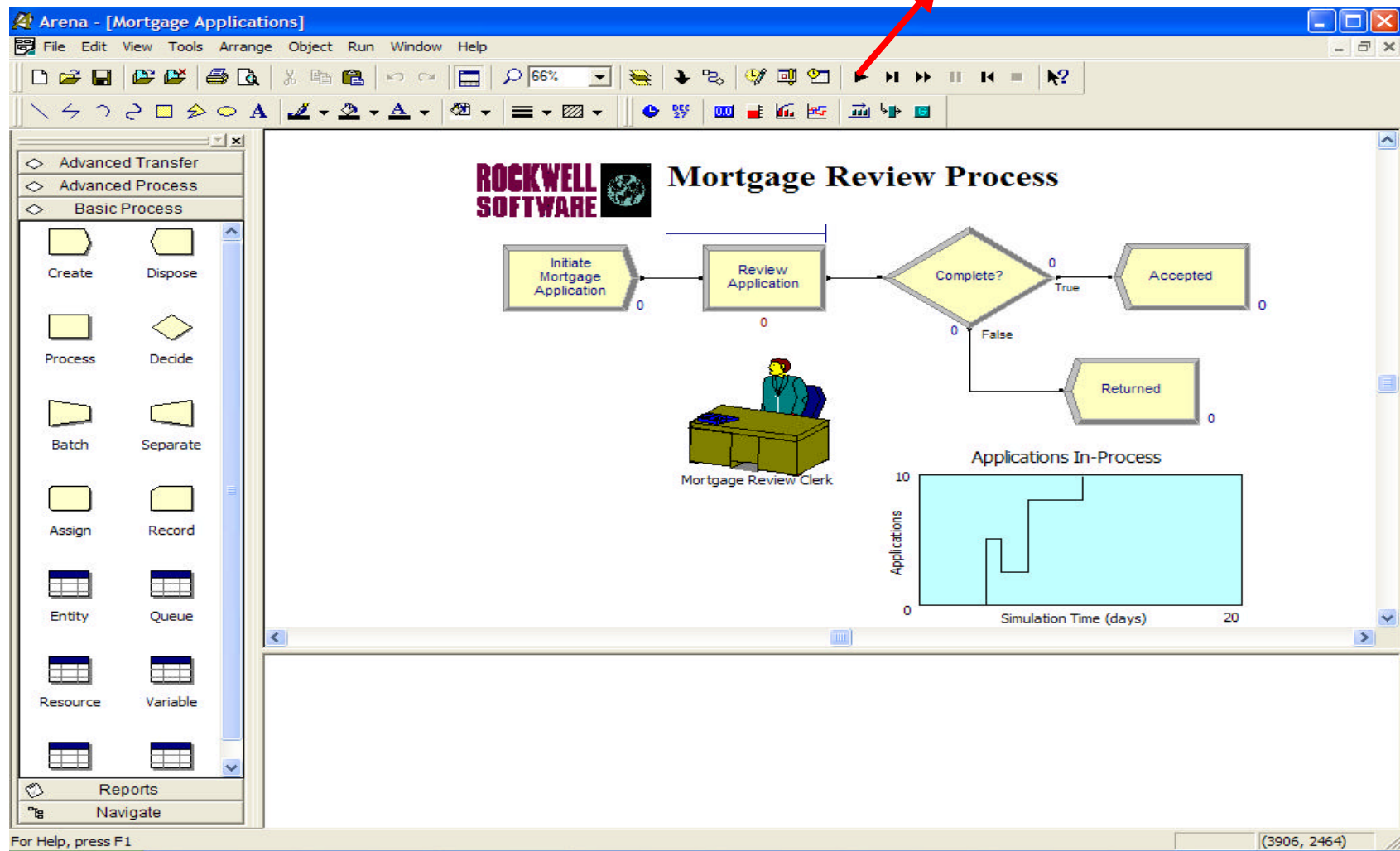


Dispose - Basic Process

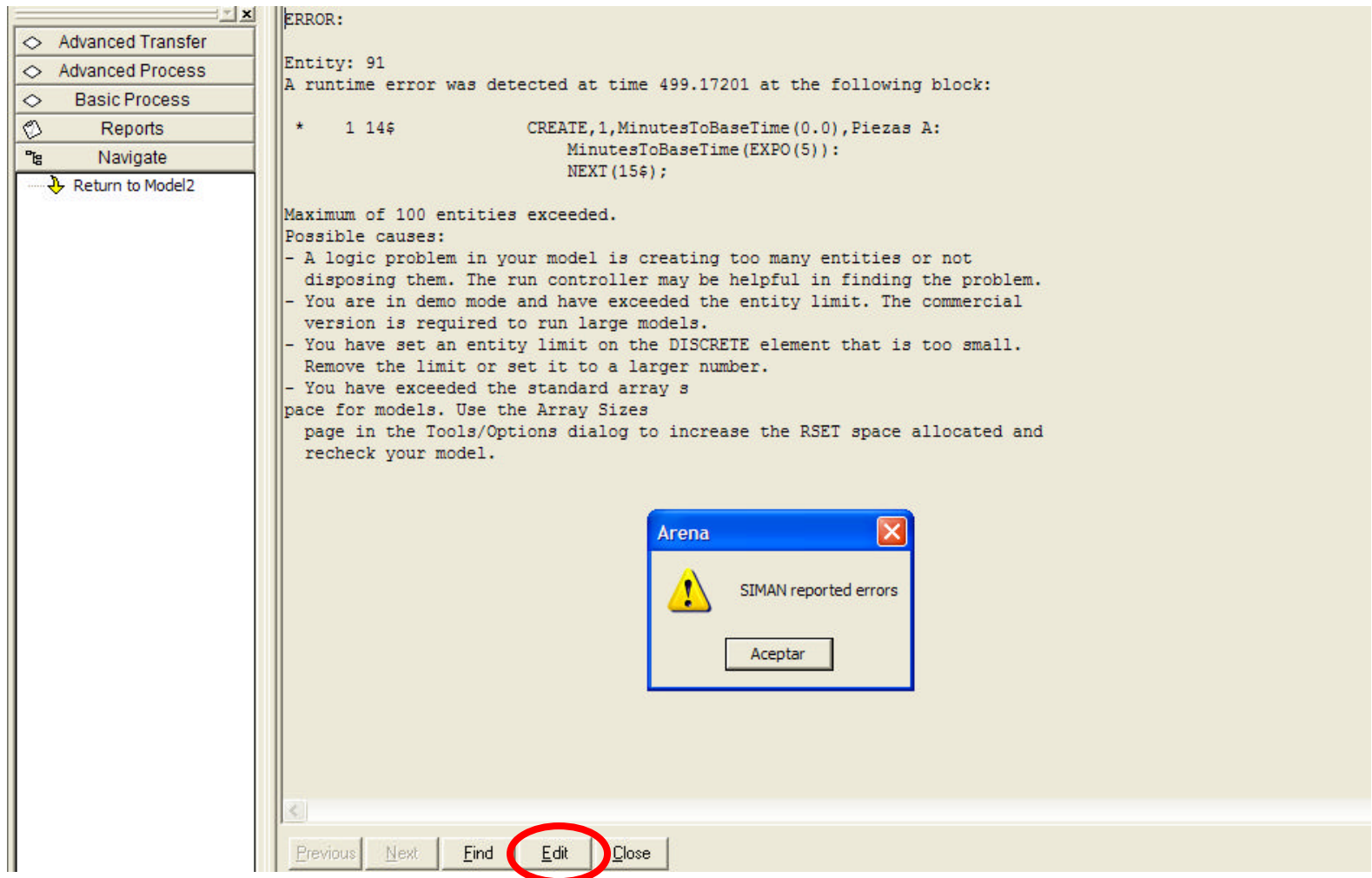
	Name	Record Entity Statistics
1	Accepted	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Returned	<input checked="" type="checkbox"/>

## 2.3.- Ejemplo de modelo

 Ejecución



## 2.3.- Ejemplo de modelo



## 2.3.- Ejemplo de modelo

### Errores comunes:

- Utilización de acentos
- Se excede el número máximo de entidades en el sistema
- Nombres de atributos, variables... no existentes en el sistema. Se recomienda el uso de las listas desplegables

## 2.3.- Ejemplo de modelo

