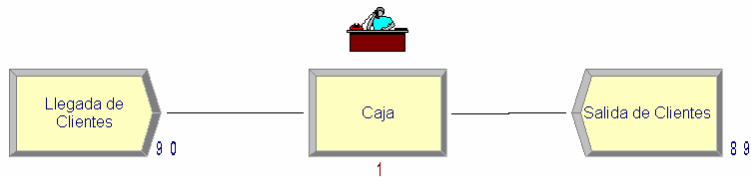




## Modelamiento Básico



Consideremos ahora la posibilidad de definir y graficar alguna variable de interés para nuestro modelo. Supongamos que se desea graficar el número de clientes en cola.

Para graficar variables debemos presionar el botón de **Grafico (plot)**



ARENA

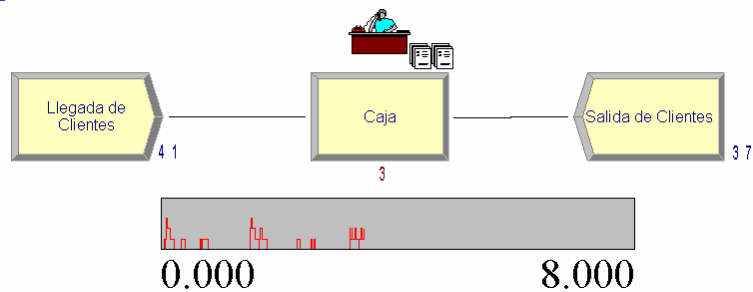
The sequence of screenshots illustrates the process of defining a plot in ARENA:

- Plot Dialog:** The initial state with an empty 'Expressions' list.
- Plot Expression Dialog:** Configuration for the expression 'NQ[Caja.Queue]', setting a minimum of 0.0, a maximum of 9, and 100 history points.
- Expression Builder Dialog:** Selection of 'Current Number In Queue' from the 'Queue' category.
- Plot Dialog:** The final state with 'NQ[Caja.Queue]' added to the 'Expressions' list.

ARENA



## Modelamiento Básico

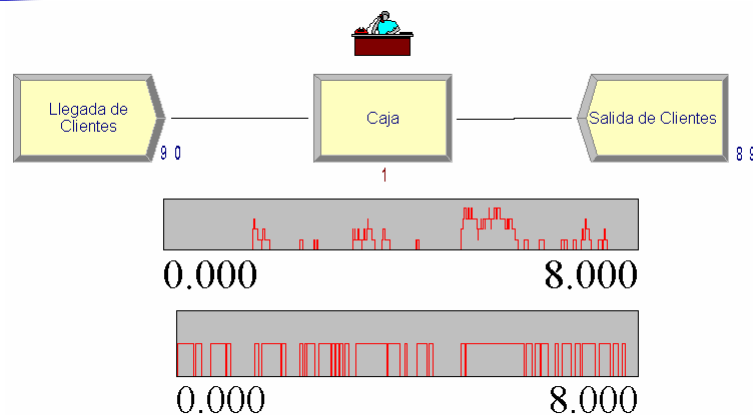


Incorporemos, finalmente, un grafico para la variable que de cuenta de la utilización del servidor, es decir que indique 1 cuando está Ocupado y 0 cuando está Libre. El procedimiento es el mismo y la función es NR(Cajera).

ARENA



## Modelamiento Básico

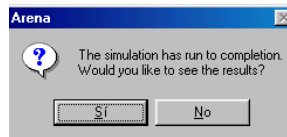


ARENA



## Modelamiento Básico

Si queremos recibir un reporte de la simulación desarrollada debemos responder afirmativamente al cuadro de dialogo que se nos presenta una vez finalizada la simulación



ARENA abrirá una nueva ventana donde se tiene 3 secciones, la 1ª donde la Barra de proyecto desplegará el **Panel de Reportes**, el cual lista los distintos reportes que podemos observar, la segunda es un **árbol de navegación** por los distintos elementos que componen el modelo de forma tal de poder acceder exactamente al reporte que es de nuestro interés y finalmente el reporte propiamente tal..

ARENA

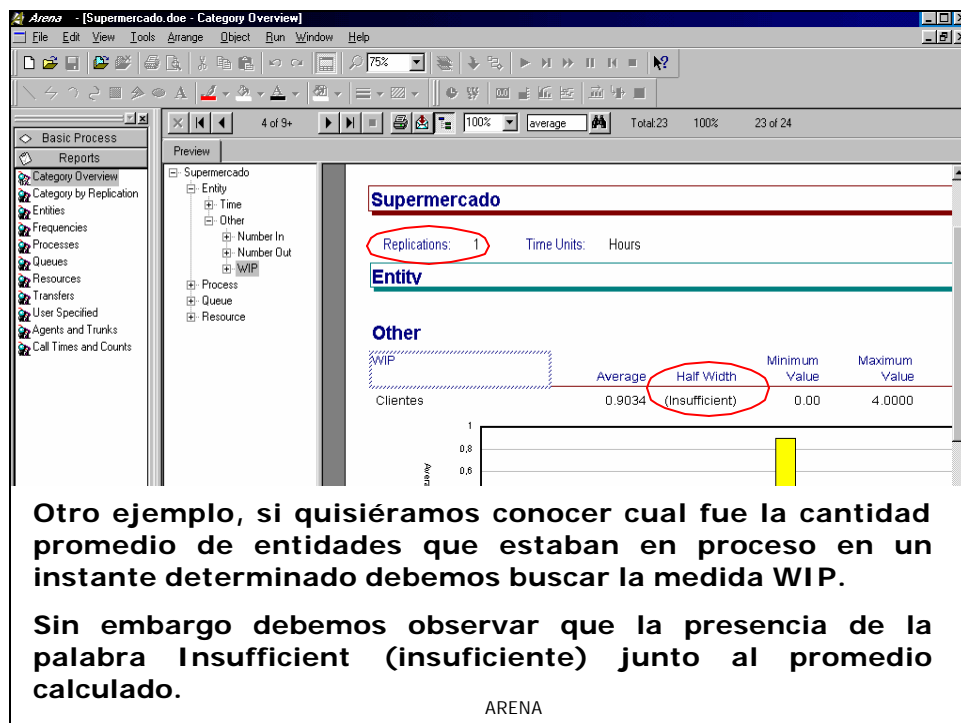
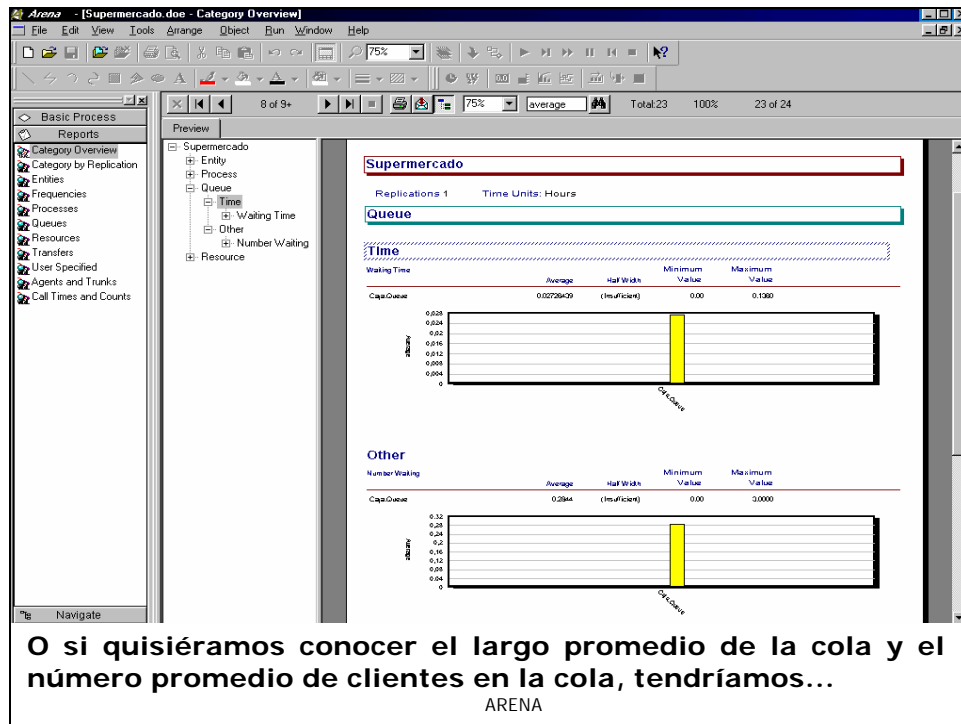
Barra del proyecto

Árbol de navegación

Reporte

Por ejemplo, el reporte nos está indicando que la cantidad de clientes que salieron del supermercado durante la simulación fue de 89.

ARENA





## Modelamiento Básico

### ¿Insuficiente en términos de que?

**Insuficiente en términos de la construcción de un intervalo de confianza para la medida analizada. En efecto dado que hemos realizado solo 1 replica del modelo tenemos en realidad solo una muestra de tamaño 1 para cada medida de interés.**

**ARENA construirá automáticamente intervalos de con un 95% de confianza en la medida que cuente con los datos suficientes para ello.**

**No obstante ello, en la medida que detecte correlación en las salidas indicará la palabra *Correlated*.**

**Veamos como ejecutar más de una corrida....**

ARENA



## Modelamiento Básico

**Aumentar la cantidad de replicar es simple, solo debemos acceder a la etiqueta "Replication Parameters" en la opción *Run/Setup* y cambiar el valor del número de replicas.**

**Note que están marcadas las opciones de inicialización del sistema y estadísticas cada vez que comienza una corrida.**

ARENA

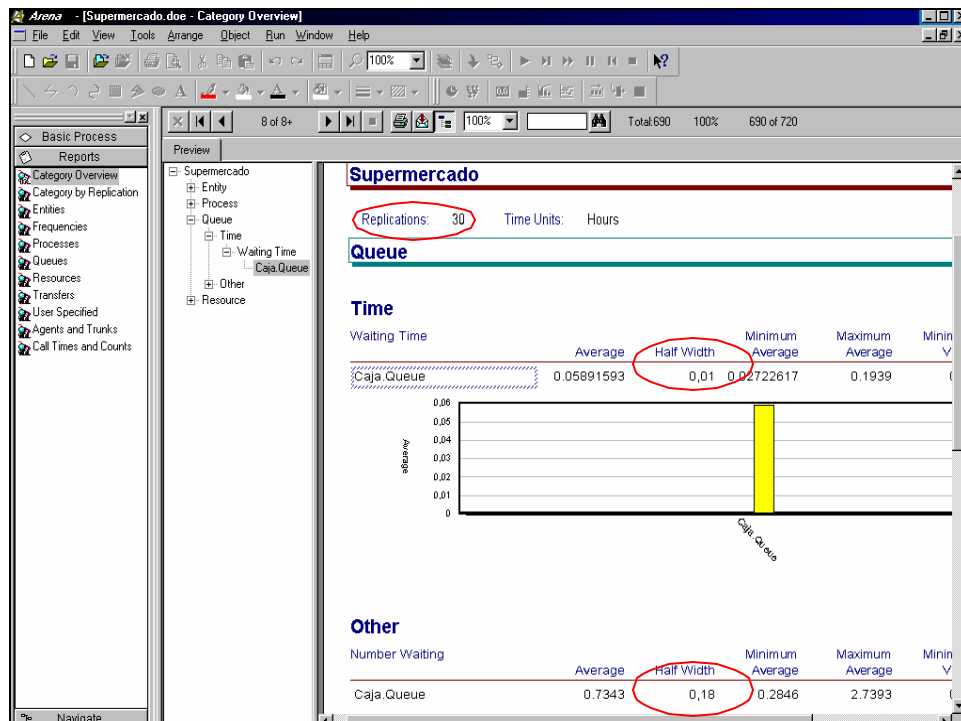


## Modelamiento Básico

Para ahorrar tiempo podemos ejecutar las 30 corridas sin animación mediante la opción **Run/Run Control/Batch Run (no animation)**. Una vez desarrolladas las 30 corridas observemos el reporte generado.

Por una parte, se podrá contar con los intervalos de confianza para las estadísticas seguidas por ARENA y por otra se podrá revisar dichas estadísticas para cada replica.

ARENA





## Modelamiento Básico

Una financiera ofrece crédito de consumo a sus clientes, el procedimiento de aprobación de un crédito implica fundamentalmente una revisión de los antecedentes comerciales del solicitante, esta revisión es llevada a cabo por un ejecutivo de cuentas que demora un tiempo distribuido triangular(1,1.75,3).

Dado que esta es la temporada alta para la financiera el tiempo entre la llegada de una solicitud y la siguiente se distribuye exponencialmente con media 2 horas.

La probabilidad de que una solicitud sea aprobada es 0.88.

Realice 1 replica del modelo, simulando durante 20 días el trabajo del ejecutivo para determinar.....

ARENA



## Modelamiento Básico

- La carga de trabajo del ejecutivo (número promedio de solicitudes en su escritorio)

- El tiempo que en promedio demora una solicitud en ser revisada (tiempo promedio en el sistema)

- El nivel de utilización del ejecutivo de cuentas

- El tiempo máximo que demoró el ejecutivo en revisar una solicitud

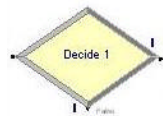
- Cual fue el máximo de solicitudes esperando ser revisadas

ARENA



## Modelamiento Básico

Para un correcto modelamiento de lo planteado necesitaremos de un nuevo modulo: "Decide"



Este módulo permite tomar decisiones en el modelo, incluye opciones para tomar decisiones basadas en una o más condiciones, en un o más probabilidades. Las decisiones pueden basarse en valores de atributos, valores de variables, tipo de entidades o en expresiones.

ARENA



## Modelamiento Básico

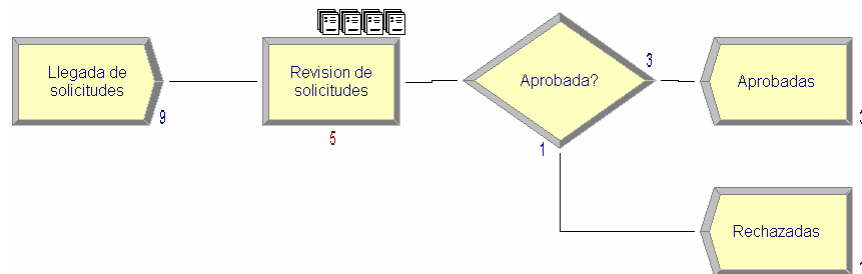
Si se selecciona un 2-way chance o un 2-way condition hay dos puntos de salida del módulo, el que corresponde a que se cumpla la condición (true) o a que no se cumpla (false). Cuando se selecciona un N-way chance/condition, existen múltiples puntos de salida, uno para cada condición o valor de probabilidad.

ARENA





## Modelamiento Básico



**RESPONDER A LAS PREGUNTAS PLANTEADAS POR EL EJERCICIO MEDIANTE LA OBSERVACIÓN DE LOS REPORTES**

ARENA



## Modelamiento Básico

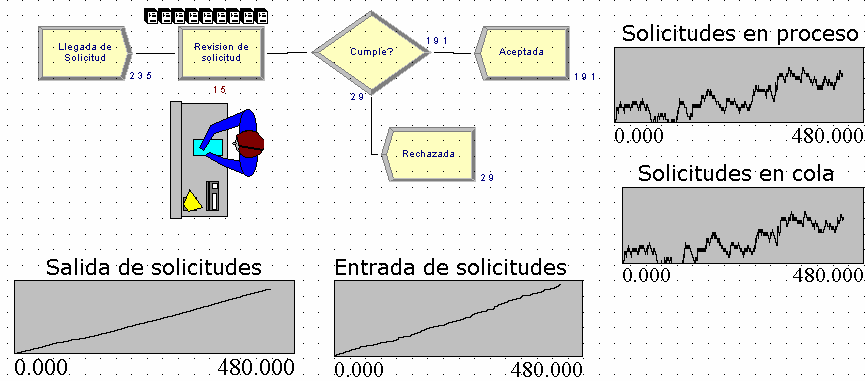
**Incorporemos ahora animación para el recurso Ejecutivo y gráficos para las variables "salida de solicitudes", "entrada de solicitudes", "Solicitudes en proceso", "Solicitudes en cola".**

ARENA



## Modelamiento Básico

### Creditos de Consumo



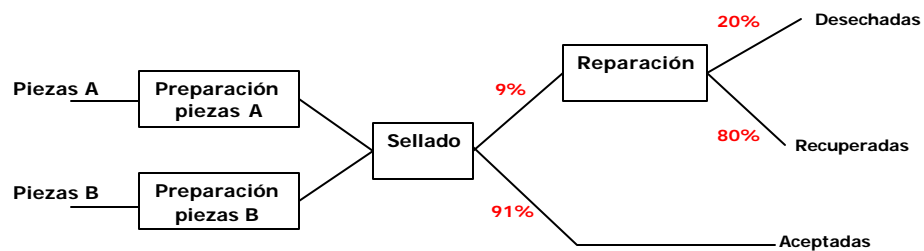
ARENA



## Modelamiento Básico

Ahora analizaremos el desarrollo de un modelo de simulación para un sistema de ensamblado y prueba de piezas electrónicas.

Supongamos la existencia de un sistema que representa las operaciones las operaciones finales de 2 diferentes piezas electrónicas (A y B).



ARENA



## Modelamiento Básico

El tiempo entre llegadas de las piezas Tipo A está distribuido EXP con media de 5 minutos. Una vez que han llegado son sometidas a un proceso de preparación llevado a cabo por la Máquina A cuyo tiempo de duración, en minutos, responde a una distribución TRIA~(1, 4, 8). Una vez finalizada la preparación las piezas son enviadas al proceso de sellado.

Por su parte las piezas Tipo B llegan al sistema en grupos de 4. El tiempo de llegada entre un grupo y el siguiente responde a una distribución EXP con media 30 minutos. Al entrar al Proceso de preparación, el grupo de piezas tipo B se separa, siendo procesada cada pieza individualmente por la máquina B, de acuerdo a un tiempo en minutos TRIA~(3,5,10). Una vez preparada cada pieza es enviada al proceso de sellado.

ARENA



## Modelamiento Básico

El proceso de sellado es llevado a cabo por la máquina C cuyos tiempos de servicio corresponden a una distribución Triangular con parámetros (1,3,4) para las piezas tipo A y a una distribución Weibull con parámetros (2.5, 5.3) para las B.

Una vez selladas, el 91% de las piezas pasa las inspecciones requeridas y es enviada directamente a empaque y distribución. El 9% restante pasa a un proceso de recuperación del cual son reparadas exitosamente el 80% de las piezas entrantes las cuales son enviadas a empaque y distribución. Por su parte las piezas que no son recuperadas son desechadas.

La recuperación es llevada a cabo por la Máquina D, la que demora en procesar una pieza un tiempo exponencialmente distribuido con media 45 minutos.

ARENA



## Modelamiento Básico

Lo que buscamos es recolectar información asociada a cada proceso en términos de número de piezas en cola, tiempo en cola, tiempo total en el sistema para las piezas enviadas a empaque y distribución, para aquellas recuperadas y aquellas desechadas.

Simularemos el desarrollo de 4 turnos de 8 horas cada uno (1920 minutos)

ARENA



## Modelamiento Básico

Para la construcción del modelo que representará la situación planteada consideraremos que las entidades que fluyen por el sistema serán las piezas (ya sean del tipo A o del Tipo B) , las cuales serán creadas separadamente a través de 2 módulos CREATE.

Los procesos de Preparación y Sellado serán representados a través de módulos PROCESS.

Las decisiones (buena o mala) o diferentes caminos susceptibles de seguir por alguna entidad serán modelados a través de módulos DECIDE.

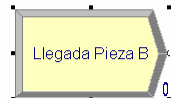
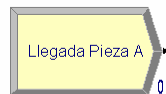
La salida de las entidades serán representadas a través de módulos DISPOSE, separados de acuerdo a las diferentes categorías que caben para las piezas salientes (Desechada, Rescatada y a empaque, a empaque)

ARENA



## Modelamiento Básico

Comencemos por la llegada de las piezas separadas de acuerdo a su tipo



Create

Name: Llegada Pieza A Entity Type: Pieza A

Time Between Arrivals  
Type: Random (Expo) Value: 5 Units: Minutes

Entities per Arrival: 1 Max Arrivals: Infinite First Creation: 0.0

OK Cancel Help

Create

Name: Llegada Pieza B Entity Type: Pieza B

Time Between Arrivals  
Type: Random (Expo) Value: 30 Units: Minutes

Entities per Arrival: 4 Max Arrivals: Infinite First Creation: 0.0

OK Cancel Help

ARENA



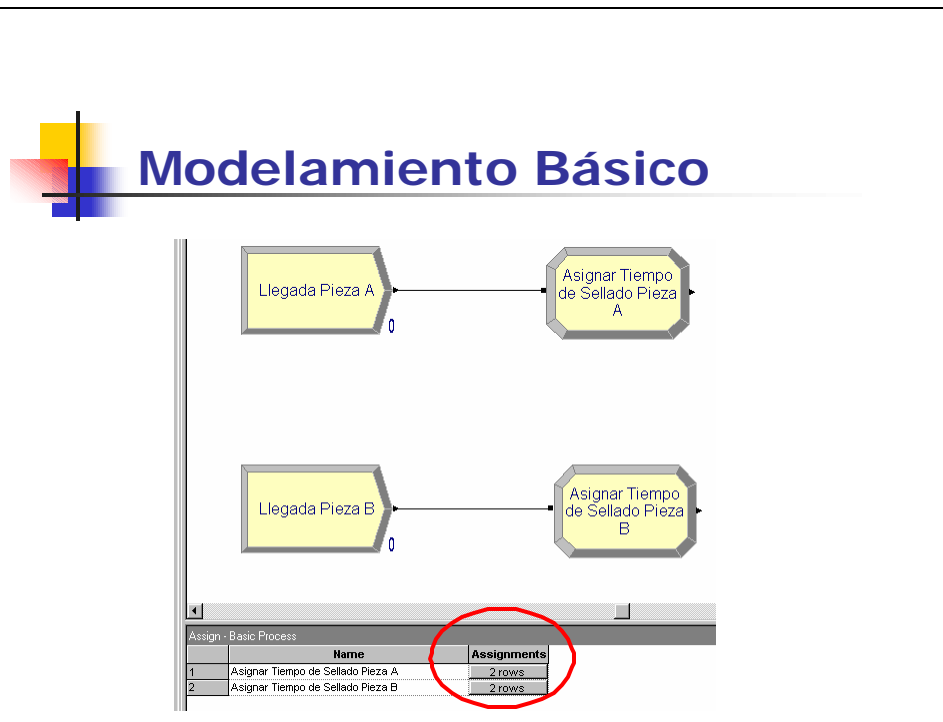
## Modelamiento Básico

Las piezas una vez llegadas al sistema deben pasar al proceso de Preparación, el tiempo de servicio asociado a cada pieza será asignado cada vez que una pieza comienza su preparación sin embargo, para el proceso siguiente, es decir el proceso de sellado adelantaremos la definición del tiempo de proceso mediante la utilización de un nuevo tipo de modulo: ASSIGN.

El módulo ASSIGN permite cargar un valor determinado a algún atributo de una entidad. En este caso definiremos el atributo "Tiempo de sellado" para las entidades de nuestro modelo (Partes Tipo A y B).

Así cada nueva pieza tipo A creada será asignada con un tiempo de sellado designado por una distribución  $TRIA \sim (1,3,4)$  y cada Pieza tipo B considerando  $WEIB \sim (2.5,5.3)$ .

ARENA



## Modelamiento Básico

**Para la definición y mecanismo de asignación del atributo se utiliza el mismo modulo ASSIGN.**



## Modelamiento Básico

Una vez que las piezas abandonan los procesos de preparación pasan al proceso de sellado. Siguiendo la lógica del proceso debemos incorporar 2 módulos **PROCESS** que representen la preparación de piezas.

**Process**

Name: Preparacion Piezas A Type: Standard

Logic: Action: Seize Delay Release Priority: Medium(2)

Resources: Resource: Maquina A. 1 Add... Edit... Delete

Delay Type: Triangular Units: Minutes Allocation: Value Added

Minimum: 1 Value (Most Likely): 4 Maximum: 8

☒ Report Statistics

OK Cancel Help

**Resources**

Type: Resource

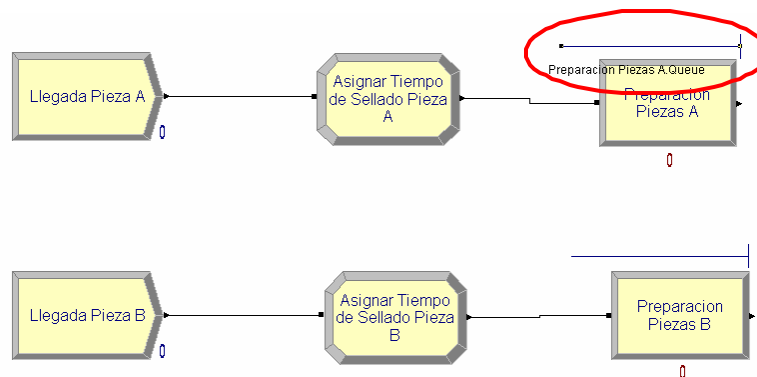
Resource Name: Maquina A Quantity: 1

OK Cancel Help

ARENA



## Modelamiento Básico



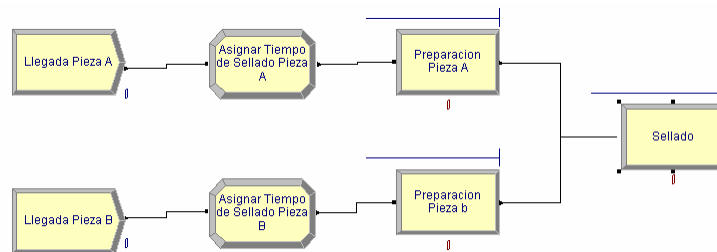
Process - Basic Process

	Name	Type	Action	Priority	Resources	Delay Type	Units	Allocation	Minimum	Value
1	Preparacion Piezas A	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	1	4
2	Preparacion Piezas B	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	3	5



## Modelamiento Básico

Una vez que las piezas abandonan los procesos de preparación pasan al proceso de sellado.



ARENA



## Modelamiento Básico

**Process**

Name: Sellado Type: Standard

Logic:

Action: Seize Delay Release Priority: Medium(2)

Resources:

Resource: Maquina C, 1 Add... Edit... Delete

<End of list>

Delay Type: Expression Units: Minutes Allocation: Value Added

Expression: Tiempo de Sellado

☒ Report Statistics

OK Cancel Help

**Expression Builder**

Expression Type: Entity Type Attribute Name: Tiempo de Sellado

Entity Type  
Entity Animation Picture  
Entity Serial Number  
Entity JobStep In Sequence  
Entity Sequence  
Entity Station Location  
Times  
Costs  
User-Defined Attribute Value  
Group Member Variables

Current Expression: Tiempo de Sellado

OK Cancel Help

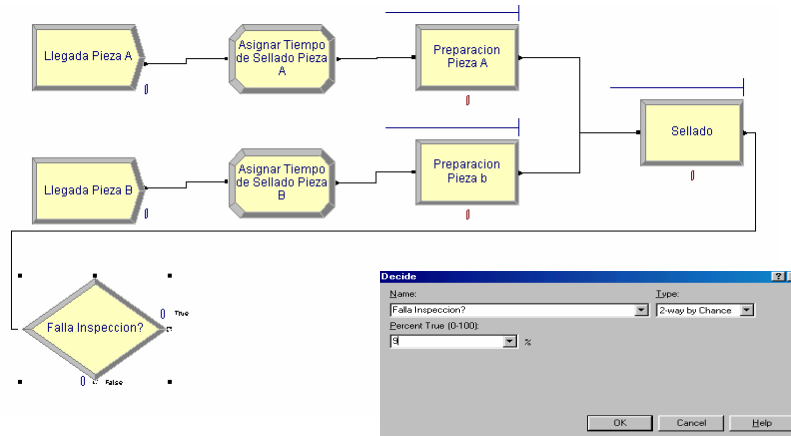
ARENA





## Modelamiento Básico

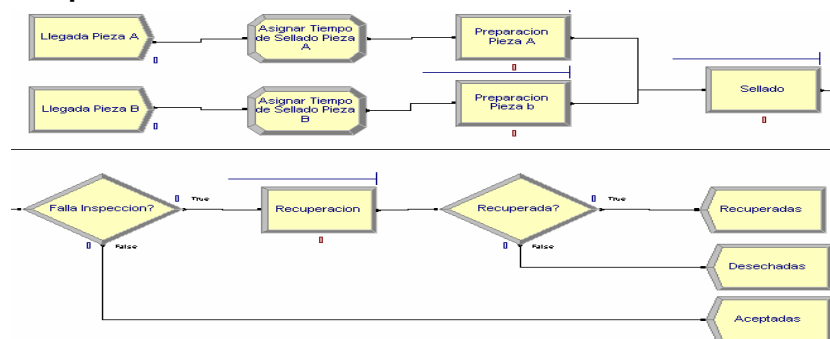
Posteriormente, las piezas son sometidas a un proceso de inspección.



## Modelamiento Básico

Si fallan van al proceso de recuperación y en caso contrario se dirigen a envío.

Recordemos que una vez que las piezas han pasado por el proceso de recuperación serán clasificadas como "Recuperadas" o "Desechadas".





## Modelamiento Básico

Dado que se requiere estadísticas separadas referentes a los tiempos de permanencia en el sistema tiempo en cola, etc., de acuerdo a la clasificación final de las piezas, se hace necesaria la utilización de módulos RECORD.



Record

El módulo RECORD permite la recolección de 3 tipos de estadísticas:

- Tally statistics, estadísticas de tiempo discreto, es decir basadas únicamente en la observación de algún atributo de las entidades (tiempo de permanencia medio de un cliente).
- Time-persistent statistics: estadísticas de tiempo continuo, es decir que su valor dependen del tiempo (numero medio de clientes en el sistema).
- Contadores

ARENA



## Modelamiento Básico

La recolección de estadísticas, en esta caso tendrá que realizarse justo antes de que las piezas abandonen el sistema, es decir antes de los módulos DISPOSE.



Record

Record

Name: Registro Aceptadas Type: Time Interval

Attribute Name: Hora de llegada

Tally Name: Tiempo de permanencia Acepta

☐ Record into Set

OK Cancel Help

ARENA



## Modelamiento Básico

Los elementos que se definen en el cuadro de diálogo de Record son los siguientes:

**Name:** nombre del módulo

**Type:** tipo de estadístico que se va a generar.

- Count incrementa o disminuye el valor de un estadístico en una cierta cantidad especificada.
- Entity Statistics, genera estadísticas generales de entidades.
- Time interval calcula y almacena la diferencia entre el tiempo actual de simulación y el valor almacenado en algún atributo.
- Time between almacena los tiempos entre entradas de entidades en el módulo.
- Expression almacena el valor de una expresión específica.

ARENA



## Modelamiento Básico

**Attribute Name:** nombre del atributo cuyo valor será utilizado para actualizar el estadístico de intervalo. (sólo con Time interval).

**Tally Name:** Este campo define el nombre de la variable en la que se almacena el estadístico (sólo con Time interval, Time between o expression).

**Counter Name:** Define el nombre del contador para aumentar/disminuir (sólo con type counter).

**Record into Set:** Check box para especificar si se utiliza un contador/estadístico o un elemento de un conjunto de contadores/estadísticos..

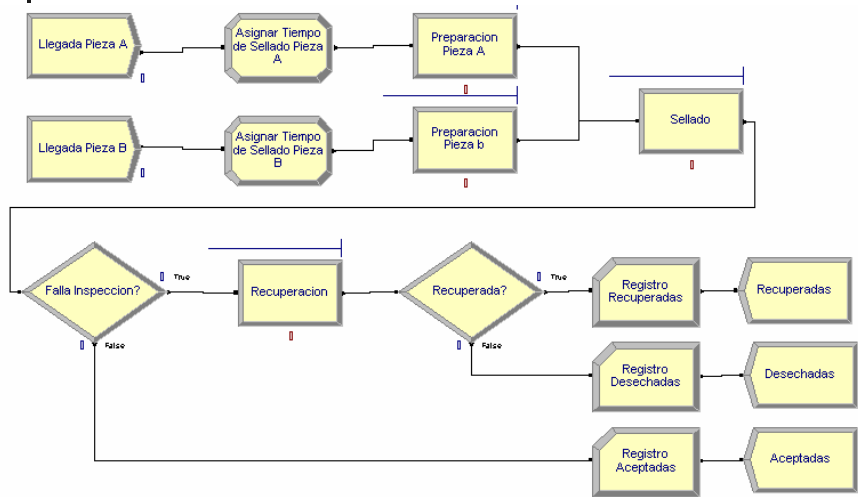
**Tally set name:** Nombre del conjunto de estadísticos para almacenar las estimaciones (sólo con time interval, time between o expression).

**Counter set name:** Nombre del conjunto de contadores (sólo count).

**Set Index:** índice de un conjunto en el que almacenar valores.

ARENA

## Modelamiento Básico



## Modelamiento Básico

El modelo está listo para ser simulado. Solo se requiere establecer adecuadamente los parámetros asociados a la ejecución de las corridas.

The screenshot shows the 'Run Setup' dialog box in Arena. The 'Project Parameters' tab is active. The 'Project Title' is 'Proyecto 3' and the 'Analyst Name' is 'UCV'. Under 'Statistics Collection', the following options are checked: 'Entities', 'Resources', 'Queues', and 'Processes'. The 'Transporters' and 'Conveyors' options are unchecked. The 'Apply' button is highlighted.

ARENA

The screenshot shows the 'Run Setup' dialog box in Arena, with the 'Replication Parameters' tab active. The 'Number of Replications' is set to 1, which is circled in red. The 'Initialize Between Replications' checkbox is checked. The 'Warm-up Period' is 0.0, 'Replication Length' is 32, and 'Hours Per Day' is 24. The 'Time Units' are set to 'Hours' for both 'Warm-up Period' and 'Replication Length'. The 'Base Time Units' are also set to 'Hours'. The 'Terminating Condition' field is empty. The 'Apply' button is highlighted.



## Modelamiento Básico

Sin embargo, antes de iniciar la simulación sería conveniente distinguir las piezas tipo A respecto de las tipo B en la animación. Para ello debemos revisar los diagramas asociados a cada entidad en el modulo Entity.



Entity

Ahí podemos observar que ambas entidades están representadas por el mismo dibujo. Para diferenciarlas designaremos las piezas tipo A como un círculo azul y a las tipo B con un círculo rojo.

Entity - Basic Process			
	Entity Type	Initial Picture	Holding Time
1	Part A	Picture Report	0.0
2	Part B	Picture Report	0.0

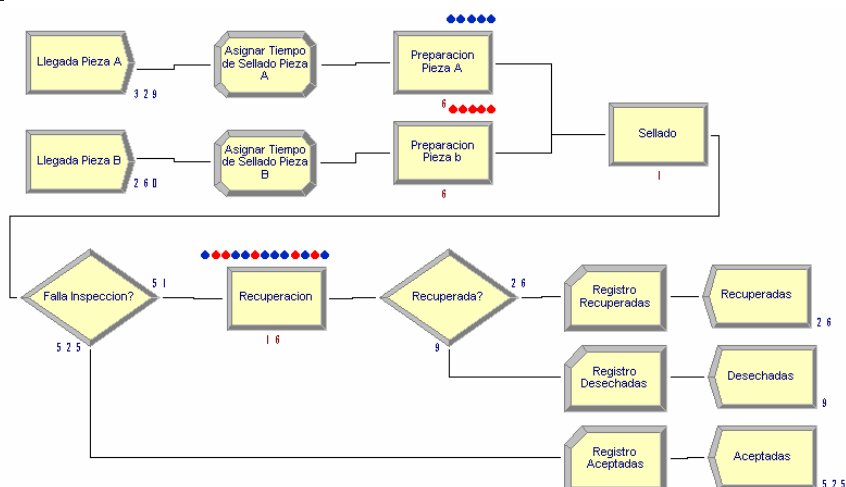


Entity - Basic Process			
	Entity Type	Initial Picture	Holding Time
1	Part A	Picture Blue Ball	0.0
2	Part B	Picture Red Ball	0.0

ARENA



## Modelamiento Básico





## Modelamiento Básico

Al revisar los reportes generados por ARENA podemos observar, entre otras cosas, la estadística para los tiempos promedio de permanencia en el sistema.

10:54:53

User Specified

febrero 3, 2004

Proyecto 3

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0,00

Stop Time: 32,00

Time Units: Hours

Tally

Interval	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Tiempo de permanencia Aceptadas	6.6248	(Correlated)	0.06716627	31.6461
Tiempo de permanencia Desechadas	9.6188	(Insufficient)	1.1906	31.3428
Tiempo de permanencia Recuperadas	10.8296	(Insufficient)	0.3815	29.6512

ARENA



## Modelamiento Básico

Como se ha realizado solo 1 corrida ARENA intenta construir intervalos de confianza a través del método de grupos si la cantidad de datos es insuficiente ARENA lo indicará y si son suficientes pero se observa correlación también lo indicará.

### Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Maquina A	0.8448	(Correlated)	0.00	1.0000
Maquina B	0.8656	(Insufficient)	0.00	1.0000
Maquina C	0.5169	(Correlated)	0.00	1.0000
Maquina D	0.9184	(Insufficient)	0.00	1.0000

