



Escuela Universitaria de  
Ingeniería  
Técnica Industrial  
Universidad Zaragoza



**Universidad Zaragoza**

Modelización y simulación con SIMIO de  
procesos industriales y logísticos.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Ingeniería Técnica Industrial Mecánica, EINA Zaragoza	
Autor	Alejandro Félez Blasco
Director	María José Oliveros Colay
Convocatoria	Marzo 2014



# Índice.

<b>Título</b>	<b>Página</b>
Resumen.....	1
1. Objetivos y alcance.....	2
2. Introducción a la simulación.....	3
3. Simio.....	5
3.1. Modelos y proyectos.....	6
3.2. La interfaz de usuario.....	7
3.3. Entidades y atributos.....	8
3.4. Objetos y librerías.....	9
3.5. Objeto entrada (Source).....	11
3.6. Objeto Salida (Sink).....	13
3.7. Red de trabajo (Network).....	14
3.7.1. Nodo básico (BasicNode) y nodo de transferencia (TransferNode).....	14
3.7.2. Conector (Connector), vía por tiempo (TimePath) y vía (Path).....	16
3.8. Objeto Servidor (Server).....	17
3.8.1. Crear un plan de trabajo para un servidor.....	19
3.9. Mezclador (Combiner) y separador (Separator).....	21
3.9.1. Mezclador (Combiner).....	21
3.9.2. Separador (Separator).....	22
3.10. Estación de trabajo (WorkStation).....	23
3.11. Vehículo (Vehicle).....	25
3.12. Trabajador (Worker).....	28
3.13. Procesos.....	28
3.13.1. Pasos generales.....	30
4. Modelo 1: Tienda de suministros.....	31
4.1. Descripción del sistema.....	31
4.2. Elementos principales del modelo.....	31
4.3. Modelización del sistema.....	33
4.4. Obtención de resultados.....	53
4.5. Alternativas.....	58
5. Modelo 2: Línea de fabricación.....	64
5.1. Descripción del sistema.....	64
5.2. Elementos del sistema.....	67

5.3. Modelización del sistema. ....	67
5.4. Resultados. ....	75
5.5. Alternativas. ....	82
6. Conclusiones.....	84
7. Bibliografía. ....	86
Anexo I- Tabla de resultados del sistema tienda de pedidos. ....	88
Anexo II- Tabla de resultados del sistema línea de fabricación. ....	115

## Índice de figuras.

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Fig.1. Interfaz principal de Simio.....	7
Fig.2. Objeto Entrada (Source).....	11
Fig.3. Objeto salida (Sink).....	13
Fig.4. Objeto nodo básico (BasicNode) y objeto nodo de transferencia (TransferNode).....	15
Fig.5. Resolución de puntos muertos en la red de trabajo.....	17
Fig.6. Objeto Servidor (Server).....	17
Fig.7. Patrón simple de un día estandar de trabajo.....	20
Fig.8. Tabla de trabajo con dia de excepción.....	20
Fig.9. Objeto Mezclador (Combiner).....	21
Fig.10. Objeto Separador (Separator).....	23
Fig.11. Objeto Estación de trabajo (WorkStation).....	23
Fig.12. Objeto Vehículo (Vehicle).....	25
Fig.13. Objeto Trabajador (Worker).....	28
Fig.14. Flujo grafico de procesos.....	29
Fig.15. Pasos de procesos usados más comúnmente.....	30
Fig.16. Tabla de clientes.....	34
Fig.17. Tabla de propiedades de la Entrada (Source).....	35
Fig.18. Tabla de propiedades de los objetos EntregaTicket (Separator).....	36
Fig.19. Tabla de propiedades de los trabajadores (Worker).....	38
Fig.20. Tabla de propiedades de los mezcladores EntregarPedido (Combiner).....	39
Fig.21. Tabla de pedidos.....	40
Fig.22. Tabla de propiedades de las entradas Almacén (Source).....	40
Fig.23. Tabla de propiedades de los mezcladores BuscarPedido (Combiner).....	43
Fig.24. Modelización final del sistema.....	43
Fig.25. Arbol de procesos de cada mesa.....	46
Fig.26. Arbol de procesos de la logica a mesas.....	48
Fig.27. Tabla de propiedades del nodo PuntoAMesas.....	49
Fig.28. Tabla de propiedades de los objetos EntregaTicket (Separator).....	50
Fig.29. Tabla de propiedades de los objetos EntregarPedido (Combiner).....	51
Fig.30. Sistema convertido a 3 dimensiones.....	52

Fig.31. Tabla de resultados de Simio.....	53
Fig.32. Resultados indicadores del objeto Cliente. ....	54
Fig.33. Resultados indicadores del objeto EntregaPedido1.....	54
Fig.34. Resultados Indicadores del objeto EntregarPedido2. ....	55
Fig.35. Resultados indicadores del objeto EntregarPedido3.....	55
Fig.36. Resultados indicadores del objeto Dependiente1. ....	55
Fig.37. Resultados indicadores del objeto Dependiente2. ....	56
Fig.38. Resultados indicadores del objeto Dependiente3. ....	56
Fig.39. Resultados indicadores del objeto BuscarPedido1. ....	56
Fig.40. Resultados indicadores del objeto BuscarPedido2. ....	57
Fig.41. Resultados indicadores del objeto BuscarPedido3. ....	57
Fig.42. Tabla de los escenarios del experimento. ....	59
Fig.43. Resultados de los escenarios. ....	60
Fig.44. Tabla comparación escenarios del objeto Cliente.....	61
Fig.45. Tabla comparación escenarios objeto BuscarPedido1. ....	61
Fig.46. Tabla comparación escenarios objeto BuscarPedido2. ....	62
Fig.47. Tabla comparación escenarios objeto BuscarPedido3. ....	62
Fig.48. Tabla comparación escenarios objeto Dependiente1. ....	62
Fig.49. Tabla comparación escenarios objeto Dependiente2. ....	63
Fi.50. Tabla comparación escenarios objeto Dependiente3. ....	63
Fig.51. Tabla de tareas por estación.....	64
Fig.52. Tabla de materiales por estación. ....	64
Fig.53. Tabla de distribución de tiempos de las tareas por estación.....	65
Fig.54. Tabla de cantidades y tiempos de los materiales a reabastecer.....	66
Fig.55. Modelo final del sistema.....	68
Fig.56. Tabla de propiedades de los libros de material.....	69
Fig.57. Libro de materiales de la Estacion1. ....	70
Fig.58. Tabla de propiedades de la lógica básica del paso Seize de la Estacion1. ....	71
Fig.59. Árbol de procesos para reabastecimiento de materiales.....	72
Fig.60. Tabla de propiedades de la Estacion1 (Workstation).....	74
Fig.61. Construcción final en 3 dimensiones del sistema.....	75
Fig.62. Tabla de materiales consumidos.....	76
Fig.63. Tabla de resultados del objeto Estación1.....	77

Fig.64. Tabla de resultados del objeto Estación2.....	77
Fig.65. Tabla de resultados del objeto Estación3.....	78
Fig.66. Tabla de resultados del objeto Estación4.....	78
Fig.67. Tabla de resultados del objeto Estación5.....	79
Fig.68. Tabla de resultados del objeto Estación6.....	79
Fig.69. Tabla de resultados del objeto Estación7.....	80
Fig.70. Tabla de resultados del objeto Trabajador1.....	80
Fig.71. Tabla de resultados del objeto Trabajador2.....	80
Fig.72. Tabla de resultados del objeto Trabajador3.....	80
Fig.73. Tabla de resultados del objeto Trabajador4.....	81
Fig.74. Tabla de resultados del objeto Trabajador5.....	81
Fig.75. Tabla de resultados del objeto Trabajador6.....	81
Fig.76. Tabla de resultados del objeto Trabajador7.....	81
Fig.77. Tabla de productos finalizados y órdenes lanzadas.....	81
Fig.78. Comparación de tiempos de bloqueo entre estaciones.....	82

## Resumen.

El proyecto desarrollado consiste en el estudio del software de simulación por eventos discretos SIMIO. Para desarrollar dicho estudio se han evaluado los objetos y las herramientas para conseguir la lógica de los sistemas que proporciona SIMIO, y se han construido dos sistemas de simulación.

El desarrollo del proyecto se divide en dos partes, en la primera se han estudiado y evaluado los distintos objetos y las herramientas que proporciona SIMIO para la modelización. En dicho estudio se han expuesto y valorado las capacidades propias de cada elemento para simular un objeto real.

La segunda parte del proyecto consiste en el desarrollo de la construcción de dos sistemas para su completa simulación. Para la construcción de dichos sistemas se parte de dos ejemplos obtenidos del libro "Simulation of Industrial Systems; Discrete event simulation using Excel/VBA"; David Elizandro, Hamdy Taha; Anerbach Publications, 2008.

El primer sistema desarrollado se basa en el ejemplo "Discount Store Model" que consiste en una tienda de pedidos en la que entran los clientes y los trabajadores les sirven los pedidos después de buscarlos en el almacén. Tras la simulación del sistema se obtienen los resultados, con los que se proponen alternativas mediante la herramienta que proporciona SIMIO de comparación de escenarios.

El segundo sistema desarrollado se basa en el ejemplo "Line Balancing" que consiste en una línea de fabricación de 7 estaciones de trabajo a la que llegan ordenes de trabajo para montar un determinado producto. Dicho sistema consta de 7 operarios que son los encargados de montar el producto y que a su vez van consumiendo materiales que tienen que ir reponiendo cuando estos llegan a un nivel mínimo. Tras la simulación del sistema se han obtenido los resultados, con los que se han comparado los tiempos de bloqueo de las estaciones para localizar en que estación se encuentra el cuello de botella.

Los resultados de las dos simulaciones se han filtrado y agrupado por importancia en cuanto al sistema para tomar las decisiones, no obstante los resultados completos que proporciona SIMIO de las simulaciones se encuentran en el anexo de la memoria.

## 1. Objetivos y alcance.

El proyecto desarrollado consiste en el estudio y evaluación de SIMIO, programa de modelización, simulación y animación en 3 dimensiones de flujos de procesos por eventos discretos.

Para el desarrollo de dicho proyecto se ha procedido al estudio de los objetos dinámicos de las librerías y las herramientas que proporciona SIMIO para la construcción de sistemas. Se han estudiado los objetos en base a su comportamiento y a las capacidades de representación que tienen en el mundo real. Las herramientas se han estudiado como apoyo para dichos objetos en cuanto a la representación de la lógica que se llevaría a cabo en un modelo real.

Tras el estudio de los objetos y las herramientas del programa se han modelizado dos sistemas para comprobar la funcionabilidad del programa. Esta funcionalidad se ha valorado en función de la interfaz de usuario, capacidad de construcción de sistemas, así como los diversos problemas que puedan existir en cuanto a la modelización. Por último se han establecido un conjunto de conclusiones a partir de los resultados obtenidos de la simulación de dichos sistemas.

Los sistemas desarrollados corresponden a los ejemplos “Discount Store Model” y “Line Balancing” descritos en “Simulation of Industrial Systems; Discrete event simulation using Excel/VBA”; David Elizandro, Hamdy Taha; Anerbach Publications, 2008.

Dichos modelos proporcionan un ejemplo explicativo y los datos necesarios para la realización completa de los sistemas a simular. Tras la construcción de los sistemas y su completa simulación, se han extraído los resultados y se han obtenido conclusiones basadas en dichos resultados estadísticos para la mejora o cambio de los sistemas.

## 2. Introducción a la simulación.

El concepto de simulación consiste en reproducir en un ordenador el comportamiento que tiene un sistema en la vida real, con la finalidad de estudiar y analizar situaciones en las que un análisis en la situación real sería poco deseable, ya sea por motivos económicos o incluso porque el sistema real no existe y lo que se quiere comprobar es como funcionaría.

Prácticamente cualquier sistema, entendiendo éste como un conjunto de objetos o entidades, reales o virtuales, que interactúan entre sí siguiendo una lógica orientada a un objetivo común, es susceptible de ser simulado. Para ello se construye un modelo sobre el cual se estudian los comportamientos y respuestas del sistema a acciones instantáneas (eventos) que ocurren en momentos puntuales de la vida del sistema.

Existen tres tipos de simulación por ordenador dependiendo del tipo de programación y de construcción en las que se base el programa:

- Simulación estática:

Consiste en un conjunto de ecuaciones relacionadas entre sí, donde típicamente el tiempo se mide en intervalos discretos definidos. Un ejemplo típico de este tipo de simulación es una hoja de Excel con un modelo económico.

- Simulación continua:

Es aquella en donde las variables de estado cambian de forma continua. Para ello se desarrolla una solución numérica de ecuaciones diferenciales simultáneas. Periódicamente, el programa de simulación resuelve todas las ecuaciones y usa los resultados para cambiar el valor de las variables de estado de la simulación. Algunas áreas en donde se usa esta técnica son en análisis de comportamiento del consumidor, en desarrollo organizacional, y en problemas matemáticos y físicos.

- Simulación por eventos discretos:

En este tipo de simulación se generan y administran eventos en el tiempo por medio de una cola de eventos ordenada según el tiempo de simulación en que deben ocurrir y de esta forma el simulador lee de la cola y dispara nuevos eventos. Esta modalidad de simulación se usa típicamente en el diseño de la mayoría de eslabones de la cadena de suministro tales como: líneas de producción, plantas de procesamiento, bodegas de materia prima, bodegas de producto terminado, puntos de atención a clientes, hospitales, centros de atención médica.

Los primeros intentos para simular sistemas de eventos discretos, datan de la década de los años 60, donde se desarrollan las primeras simulaciones en ordenador para planear proyectos de gran envergadura, aunque a un coste muy alto y utilizando lenguajes de propósito general.

Las primeras herramientas para facilitar el uso de la simulación de evento discreto aparecen en la forma de lenguajes de simulación en la década de los años 70, aunque la programación en estos lenguajes se realiza todavía por medio de comandos escritos en un archivo. En la década de los 90, la difusión de los ordenadores personales, y la aparición de paquetes de simulación que se programan en ambientes gráficos, y con capacidades de animación, permite que la simulación se difunda ampliamente como herramienta para el diseño y análisis en diversos sectores tanto de la industria de manufacturas como de servicios.

Hoy en día los programas por eventos discretos son los más utilizados en la industria para planificar posibles cambios en la planificación ya que son programas muy gráficos cuyo entendimiento de manejo es muy sencillo y los costes que generan sobre otro tipo de simulaciones es mucho menor.

La simulación por eventos discretos tiene una mayor facilidad de modelamiento en cuanto al resto de tipo de simulaciones, ya que permite modelar situaciones de alto nivel de complejidad con funciones relativamente sencillas, de esta forma es posible construir modelos que representen la realidad en el nivel de detalle deseado. También posee una diferenciación en cuanto a indicadores estadísticos, ya que dada la estructura de la simulación por eventos discretos se pueden obtener todo tipo de estadísticas e indicadores que nos proporcionen información adicional, incluso información que no sería posible sacar directamente de un sistema real.

En la simulación por eventos discretos las dos variables más importantes que hay son el tiempo y el estado. Entre los eventos, los estados de las entidades que componen el sistema permanecen constantes, el cambio en el estado es inducido por los eventos que son los elementos motores de cualquier modelo de simulación de eventos discretos. A parte del tiempo y los estados hay que comprender los elementos que construyen el sistema, ya que de ellos dependerá el nivel de detalle que se corresponde con la realidad. En lo que se refiere al tiempo también hay que tener en cuenta el reloj de simulación, que es la variable que lleva control del tiempo virtual de simulación, el cual no se debe confundir con el tiempo real de ejecución, ya que se pueden simular 8 horas de reloj de simulación en 5 minutos de tiempo real.

Los elementos en la simulación por eventos discretos se componen principalmente de las entidades, que pueden ser fijas como los objetos que representen maquinas o temporales, que son las que se crean y se destruyen a lo largo de la simulación; los atributos, que son las diferentes características que se le otorgan a las entidades para que estas adquieran un comportamiento adecuado a la simulación; las variables, que son aquellas que definen el modelo y sus estados como un conjunto o individualmente; y los recursos, son objetos a los que se les asocia algún tipo de gasto o de consumo de los mismos para realización de tareas de operación o transporte que pueden ser tanto para entidades fijas como temporales.

### **3. Simio.**

Simio es un software informático de modelado y simulación que permite construir y simular sistemas de modelos dinámicos animados en 3 dimensiones con un gran rango de variantes, por ejemplo líneas de producción, departamentos de emergencias, aeropuertos, etcétera.

Simio usa un objeto de aproximación para modelar, con lo que los modelos son construidos combinando objetos que representan componentes físicos de los sistemas a representar.

Dentro de Simio cada objeto tiene su propio comportamiento definido mediante su modelo interno que responde a los eventos en el sistema. Por ejemplo una línea de producción es construida mediante el emplazamiento de objetos que representan maquinas, transportadores, pasillos y los objetos necesarios para su funcionamiento.

Se pueden construir modelos mediante los objetos proporcionados en la librería de objetos estándar. También es posible construir librerías propias de objetos para que sean específicas para un área de trabajo o modificar y extender el comportamiento del objeto de la librería usando procesos lógicos.

Un objeto o modelo está definido por sus propiedades, estados, eventos, aspecto externo y lógica interna. Las propiedades del objeto son valores internos que pueden ser definidos por el usuario. Por ejemplo un objeto representando un servidor puede tener la propiedad que especifica de tiempo. Estas son las claves de Simio para entender la construcción y el uso de objetos.

Los estados del objeto son valores dinámicos que pueden cambiar mientras el modelo se esté ejecutando. Por ejemplo, la capacidad y el estado de reposo de un objeto servidor puede ser actualizado por una variable estado que está cambiando el objeto cada vez que empieza o termina un servicio o una actividad.

Los eventos son acciones que el objeto puede hacer en tiempos seleccionados. Por ejemplo un servidor puede lanzar una acción cada vez que complete una actividad, o un tanque puede lanzar una acción cada vez que esté lleno o vacío. Los eventos son útiles para informar a otros objetos de que algo importante acaba de ocurrir.

La lógica de un objeto es un modelo interno que define como el objeto responde a eventos específicos que pueden ocurrir. Por ejemplo, un servidor puede tener un modelo que especifique que acciones se tomaran a cabo cuando una entidad llegue al servidor. El modelo interno da al objeto su comportamiento.

### 3.1. Modelos y proyectos.

Cuando se abre Simio por primera vez hay una página de inicio que incluye links a la guía de referencia de Simio, videos de muestra, ejemplos y los SimBits. Los SimBits son pequeños modelos reseñables que ilustran como aproximarse a situaciones comunes de modelos. Desde la página de inicio se puede empezar un nuevo modelo desde New Model en la barra, o al link de crear nuevo modelo para abrir un nuevo modelo.

Los modelos están definidos por un proyecto. Un proyecto puede contener cualquier número de modelos y experimentos asociados. Un proyecto típico contendrá un modelo principal y una entidad modelo. Cuando se abre un nuevo proyecto en Simio, automáticamente se añade el modelo principal y el modelo de entidad al proyecto. Se puede renombrar el proyecto y estos modelos mediante el botón derecho del ratón sobre ellos en el árbol de navegación del proyecto. Esto se hace para crear submodelos que son usados para construir el modelo principal.

El modelo de entidad se usa para definir el comportamiento de las entidades que se mueven por el sistema. En Simio las entidades tienen comportamientos que son definidos por su modelo interno. El modelo entidad estándar no tiene un comportamiento explicito, sin embargo se puede modificar el modelo de la entidad para sacar acciones específicas en respuesta a los eventos. En Simio también se pueden tener múltiples tipos de modelos entidad en un proyecto, cada cual con su comportamiento. Por ejemplo, en un modelo de un departamento de emergencias puede haber diferentes tipos de entidades representando pacientes, enfermeras y doctores.

Simio también da la opción de guardar un proyecto como si fuese una librería propia del programa, por lo tanto algunos proyectos contienen una colección de modelos para una aplicación específica, y otros proyectos contienen modelos que son usados primariamente para construir bloques para otros modelos.

### 3.2. La interfaz de usuario.

La visión inicial de un proyecto en Simio se expone abajo. Las áreas clave en esta pantalla incluye las barras en la parte de arriba, las vistas del panel de pestañas con el plano destacado justo debajo de las barras, las librerías a la izquierda, el panel de cambio en la derecha y la ventana del plano justo en el medio.

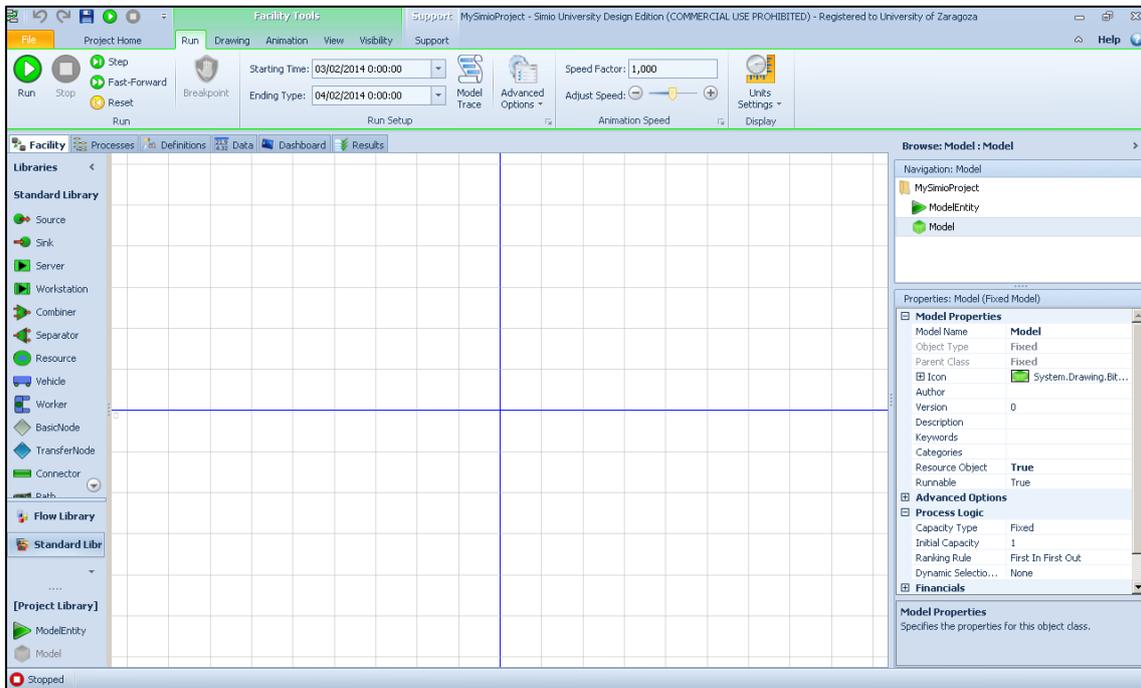


Fig.1. Interfaz principal de Simio.

Las pestañas son paneles con los botones más usados, para un acceso rápido a las diversas funciones disponibles para construir, animar, y ejecutar los modelos. Se puede cambiar manualmente de pestaña seleccionando en la pestaña directamente.

El panel de la derecha proporciona la navegación por el proyecto y la edición de propiedades de los objetos cuando estén seleccionados en la ventana de modelo. La ventana de navegación que hay encima de la ventana de propiedades se usa para cambiar a la página de inicio, los simbits (ejemplos simples de modelado), la visión del proyecto, a los modelos y experimentos asociados.

Cuando la ventana del plano de un modelo está seleccionada, el panel de librerías facilita las librerías que están abiertas y disponibles para modelar el plano. Las librerías incluyen la librería estándar, la librería de proyecto, y cualquier proyecto adicional que se haya cargado a modo de librería. La librería estándar es una librería de propósito general que es añadida por Simio para modelar.

La librería de proyectos es una librería de objetos correspondientes a modelos comunes en un proyecto. Esta propiedad permite usar modelos propios del proyecto como submodelos que pueden ser incluidos múltiples veces dentro del modelo.

La ventana de plano está en el centro, es un espacio de dibujo para construir el modelo base. Esta ventana se muestra cuando la pestaña del árbol de navegación está en modelo. Este espacio se usa para crear tanto la base lógica de objetos como para la animación del modelo.

Justo encima de la ventana de plano están las pestañas de procesos (Processes), definiciones (Definitions), datos (Data), tablero de instrumento (Dashboard) y resultados (Results). La pestaña de procesos se usa para definir los procesos lógicos encargados de ampliar la lógica del modelo. El panel de definiciones se usa para definir los diferentes aspectos del modelo, como la visión externa y las propiedades, estados, propiedades y eventos que están asociados al modelo. El panel de datos se usa para definir datos que pueden ser usados por el modelo, e importados y exportados a fuentes externas de datos. El panel de instrumento da un dibujo 2D para emplazar botones, diales y recursos para vigilar e interactuar en tiempo real con el modelo. El panel de resultados dispone del output del modelo en forma de una rejilla con los resultados de la animación.

### 3.3. Entidades y atributos.

Las entidades son objetos dinámicos que pueden ser creados y destruidos por la entrada, los servidores y la salida, pueden viajar por redes, y entrar y salir de los objetos fijos por sus nodos asociados.

Una entidad dinámica es creada a partir de una entidad objeto. Normalmente se emplaza una o más entidades ejemplo en el modelo arrastrándola desde la librería de proyecto. La entidad ejemplo tiene una localización estacionaria y es usada como plantilla para generar entidades dinámicas que se mueven por el modelo. Cada entidad dinámica puede tener tanto propiedades y estados (referidos colectivamente como atributos). Las propiedades son definidas por la entidad ejemplo y no se puede cambiar durante la simulación y son compartidas por las entidades dinámicas que se crean en el sistema, sin embargo cada entidad dinámica tendrá sus propios valores para sus estados que cambian con la simulación del modelo.

Una variable estado es añadida a una entidad seleccionando el modelo de la entidad en el proyecto, seleccionando el panel de estado en la ventana de definición, y después haciendo click en uno de los iconos de la barra de estado.

Un estado añadido al modelo principal puede ser una variable global que compartan distintas clases de entidades dentro del sistema, mientras que un estado añadido a una entidad del modelo será un atributo de esa entidad u objeto.

Un estado discreto es la variable estado más usada. Pueden ser de tipo real, booleano, de tiempo, una lista o una palabra. Por defecto una variable estado discreta es un simple escalar, pero puede ser dimensionado como un vector o una matriz de hasta 10 dimensiones. En el caso de un vector o una matriz se puede dimensionar o inicializar una variable estado usando los valores en una tabla de datos seleccionando la propiedad de dimensión como [Table]. En el caso del número de filas y columnas para la matriz se colocan el número de filas y columnas de la tabla. Esto es muy útil para dimensionar e inicializar matrices usando datos externos.

Un estado discreto de tipo lista es una variable estado que puede ser asignada a un valor de una lista (las listas se definen usando el panel de listas en la ventana de definiciones). Por ejemplo una lista llamada Color con miembros Rojo, Verde, Azul puede ser usada para definir un estado lista llamado Color. El valor numérico de una lista se referencia usando el teclado List. Por lo tanto asignar Color a List.Color.Blue asignará al estado Color a la lista de color Blue. Todos los valores de estado discreto devuelven un código numérico, y en el caso de una lista estado este es el índice de base cero de la lista.

Un estado continuo es un estado cuyos valores pueden cambiar continua y automáticamente y pueden ser de tipo nivel o nivel con aceleración. Un estado nivel se describe por la tasa y el nivel. Por ejemplo si se crea un estado nivel llamado Tanque, se puede referenciar el valor del nivel por Tanque, y la correspondiente tasa por Tanque.Rate.

### 3.4. Objetos y librerías.

Los objetos dentro de la librería estándar son básicamente 5:

- Fijo (Fixed): Tiene una localización fija en el sistema como una maquina
- Enlace (Link): Provee una vía por la que se mueven las entidades.
- Nodo (Node): Define una intersección entre uno o más links. Los nodos pueden ser asociados también con objetos fijos para proveer puntos de entrada o salida para el objeto.
- Entidad (Entity): Define un objeto dinámico que puede ser creado y destruido, movido sobre una red de links y nodos y entrar y salir de objetos fixed por sus nodos asociados.
- Transporte (Transporter): Define un tipo especial de identidad que también puede llevar y dejar otras entidades en los nodos.

Estos tipos de objetos tienen definido el comportamiento general configurado pero no el comportamiento específico, el comportamiento específico de un objeto se define mediante la tabla de propiedades interna que proporciona Simio para ese objeto. Por ejemplo se puede tener una librería con media docena de transportes diferentes, cada uno con su comportamiento específico.

La librería estándar incluye objetos de todos estos tipos excepto el de tipo identidad, ya que la entidad está definida en la librería de proyecto.

La librería estándar contiene los siguientes objetos:

- Entrada (Source): Genera objetos entidad de un tipo específico y con un patrón de tiempo de llegada.
- Salida (Sink): Destruye las entidades que van completando el proceso en el modelo
- Servidor (Server): Representa un proceso capacitado como una máquina o un servicio de operación.
- Estación de trabajo (Workstation): Representa una estación de trabajo complejo con propiedades de configuración, procesamiento, fases de montaje y desmontaje, recurso secundario y necesidades de material.
- Mezclador (Combiner): Combina varias entidades miembro junto con una entidad matriz
- Separador (Separator): Divide un grupo de entidades por lotes o hace copias de una entidad.
- Recurso (Resource): Un objeto genérico que puede ser recogido y entregado por otros objetos.
- Vehículo (Vehicle): Vehículo que puede seguir una ruta fija o llevar a cabo un transporte por demanda de recogida y entrega. Adicionalmente, en una ruta en demanda puede ser usado como recurso móvil que es aprovechado para tareas alternativas al transporte.
- Trabajador (Worker): Recurso móvil que puede ser aprovechado para el transporte de entidades entre localizaciones de nodos o requerido para estar presente en otras actividades.
- Nodo básico (BasicNode): Intersección simple entre múltiples links.
- Nodo de transferencia (TransferNode): Intersección compleja para cambiar el destino o el modo de viaje.
- Conector (Connector): Viaje en tiempo 0 entre dos nodos.
- Vía (Path): Vía por la que la entidad puede moverse independientemente a su propia velocidad.
- Vía por tiempo (TimePath): Vía por la que la entidad viaja a una determinada velocidad.
- Cinta de transporte (Conveyor): Vía que modela tanto dispositivos transportadores acumuladores como no acumuladores.

La librería estándar es simplemente un proyecto en Simio que contiene una colección de modelos a los que se les ha dado aspecto externo y se les han asociado propiedades que controlan su comportamiento.

### 3.5. Objeto entrada (Source).

La Entrada es un objeto fijo que se usa para crear entidades dinámicas, y está compuesta por el objeto principal Entrada más un nodo de salida (tipo TransferNode) llamado Output. El objeto principal Entrada tiene una estación OutputBuffer que mantiene las entidades que están esperando para salir de la entrada por el nodo de salida asociado. Una vez que la entidad se transfiere exitosamente a la red de trabajo por medio del nodo saliente, abandona la estación de salida OutputBuffer.

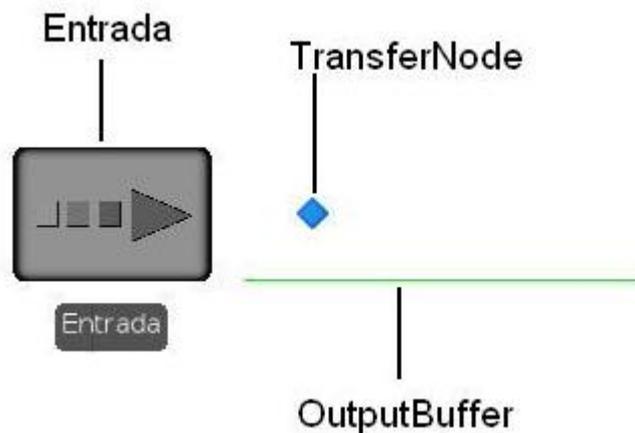


Fig.2. Objeto Entrada (Source).

Por defecto la Entrada incluye una cola animada que muestra las entidades en su cola `OutputBuffer.Contents` (una cola animada puede ser añadida como una cola individual o una cola de conjunto).

Una cola de conjunto es aquella que se mueve con el objeto asociado, mientras una cola separada es de libre flotación. Por lo tanto si se arrastra el objeto Entrada, la cola adjunta `OutputBuffer.Contents` se moverá con él. Si se emplaza una Entrada, se selecciona la cola saliente, y se presiona la tecla suprimir la cola será eliminada, esto no implica un impacto en la lógica de la Entrada, ya que la cola estación sigue existiendo solo que su contenido no se anima en pantalla.

Para volver a colocar una animación a la Entrada, se selecciona el objeto Entrada, y en la tabla de selección del objeto que se abre encima de la ventana de modelación se selecciona el icono dibujar cola (Draw Queue) mediante la flecha hacia abajo que aparece, en la cual ya directamente nos aparecerá la opción de añadir la cola `Outputbuffer.Contents`.

Para añadir una cola libre se selecciona en el icono directamente en vez de en la flecha y se dibuja la cola en la ventana de modelación. En este caso se tendrá que introducir la propiedad estado de la cola para animarla usando el nombre completo (ej. `Server1.OutputBuffer.Contents`).

Las propiedades lógicas de llegada para el objeto principal Entrada incluyen el tipo de entidad, el modo de llegada, y entidades por llegada, según las propiedades adicionales que estén activadas y apagadas en la base del modo de llegada. El tipo entidad especifica qué tipo de entidades son creadas por la Entrada. La propiedad de entidades por llegada especifica cuantas entidades van a ser creadas por cada evento de llegada a la Entrada.

La propiedad modo de llegada (Arrival Mode) gobierna el patrón de las llegadas. El modo por defecto está especificado como tiempo entre llegadas (Interarrival Time), que cambia las propiedades para especificar el tiempo de desplazamiento (Time Offset) para la primera llegada, y el tiempo de desplazamiento para las subsecuentes llegadas. El modo de tasa variable en el tiempo de llegada (Time Varying Arrival) se usa para modelar una llegada de Poisson no homogénea en la cual el tiempo varía de acuerdo a la tabla de tasa que está definida en la ventana de datos.

Para crear la tabla de tasa se selecciona la ventana de datos, se selecciona el icono tablas de tasa (Rate Tables) en el panel de selección de la izquierda y en tabla de tasa en la barra de iconos, lo que crea una tabla de tasa por defecto. Una tabla de tasa es un conjunto de intervalos iguales que especifica el significado de la tasa de llegadas durante ese intervalo. El proceso de llegada es aleatorio y por lo que el número real de llegadas durante el intervalo dado puede ser más o menos de este valor especulado. Se puede especificar el número de intervalos tanto como el tamaño del intervalo. La tabla de tasa automáticamente repetirá una vez llegue al final del ultimo intervalo. Una vez esta tabla está definida, puede ser referenciada con el modo tasa variable en el tiempo de llegada.

El modo tabla de llegada (Arrival Table) se usa para generar un conjunto específico de llegadas basado en los tiempos de llegada especificados en la tabla que está definida en la ventana de datos. Para usar este modo se debe de crear primero una tabla que contenga una lista de tiempos de llegada para las entidades entrantes al sistema. Para crear la tabla de llegada se selecciona la ventana de datos, se selecciona el icono tablas (Tables) en el panel de selección en la izquierda, y en añadir tabla de datos en la barra (Add Data Tables), lo que creara una tabla de datos por defecto. Se puede renombrar esta tabla cambiando la propiedad nombre en la ventana de propiedades.

A continuación se cambia la propiedad estándar en la flecha que hay en la casilla seleccionando la propiedad fecha y hora para añadir la tabla. Ahora ya se pueden añadir los valores de tiempo de llegada que necesitamos.

Una vez se haya definido la tabla de llegadas, se puede referenciar esa tabla y la columna tiempo de llegada usando el modo tabla de llegada para el objeto Entrada. La Entrada generara entonces llegadas en los tiempos especificados en esta tabla. Se puede aplicar también una desviación aleatoria a las horas de llegada previstas, como también una probabilidad de “no mostrar”.

El modo en evento (On Event) se usa para crear una nueva entidad cada vez que un evento se activa, y cambia la propiedad para especificar el nombre evento para el evento de activación. Muchos de los objetos en la librería estándar pueden activar eventos a tiempos seleccionados, y se pueden usar éstos para causar la creación de una nueva entidad. Por ejemplo, especificar el evento de activación como `Input@Sink1.Entered` causará a la Entrada a crear una nueva entidad cada vez que una entidad entre en el nodo de entrada de Sink1. Cuando se selecciona este modelo también se puede especificar la propiedad número de entidades iniciales (Initial Number Entities) para crear un conjunto inicial de entidades en adición a los que se crean de las llegadas que son activadas por cada evento.

Otra de las propiedades de la Entrada es la condición de paro. El objeto Entrada provee una categoría de propiedades que permiten parar las llegadas generadas por la Entrada usando una o más de las siguientes condiciones:

- Después de un número máximo de entradas especificado (Maximum Arrivals)
- Después de un tiempo máximo de lapso. (Maximum Time)
- Después de que un evento específico ocurra. (Stop Event Name)

### 3.6. Objeto Salida (Sink).

El objeto Salida es la contraparte al objeto Entrada, destruye las entidades entrantes y las elimina del sistema. La Salida está compuesta por el objeto principal Salida más un nodo entrante asociado de tipo BasicNode llamado Input. Solo una entidad a la vez puede ser procesada por la Salida.

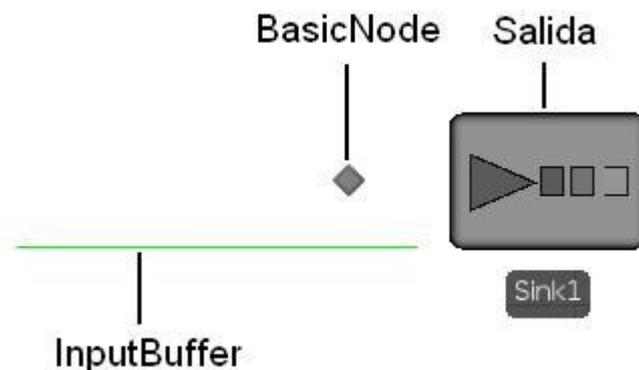


Fig.3. Objeto salida (Sink).

La Salida tiene una estación InputBuffer en la que entra la entidad que está siendo procesada por el tiempo de transferencia especificado (TransferIn Time). Las entidades son transferidas de la red de trabajo mediante el nodo de entrada a la estación InputBuffer.

La Salida viene con una cola adjunta animada para representar a la entidad en la estación InputBuffer. La Salida automáticamente graba el tiempo promedio de las entidades en el sistema que son destruidas.

### 3.7. Red de trabajo (Network).

Una red de trabajo es una colección de uno o más links por los cuales se trasladan las entidades. En Simio se pueden definir tantas redes de trabajo como se necesite, y un link puede ser miembro de distintas redes de trabajo. Este punto es importante para modelar situaciones donde las diferentes entidades viajan en su red de trabajo, pero comparten una vía común: trabajadores y carretillas elevadoras compartiendo pasillo.

Para viajar por una red, una entidad debe ser asignada a una red específica por la que se le permita viajar. La colección de todos los links se asigna automáticamente a una red llamada red global. Por defecto todas las entidades están asignadas para viajar por la red global. La entidad puede cambiar sus rutas de red en cualquier momento de la simulación.

Los links que pertenecen a una red de trabajo específica se pueden resaltar usando la vista de red de trabajo (View Networks) en la lista que se despliega de la flecha de vistas (Visibility). Si múltiples redes de trabajo son seleccionadas para ser resaltadas, entonces cualquiera de las dos, uniones (links que pertenecen a una o más de las redes seleccionadas) o intersecciones (links que pertenecen a todas las redes seleccionadas) pueden ser resaltadas.

#### 3.7.1. Nodo básico (BasicNode) y nodo de transferencia (TransferNode).

La librería estándar contiene dos objetos diferentes de nodos, el nodo básico (BasicNode) modela una intersección simple con ruta lógica por vía corta y por peso, y el nodo de transferencia, que provee funcionalidad adicional para apoyar el ajuste o cambio del destino de la entidad como también incorporar transporte lógico para apoyar el paso de transportes.

Dentro de la librería estándar el nodo básico se usa como objeto asociado en el lado de entrada del objeto fijo, y el nodo de transferencia se usa como objeto asociado en la salida de los objetos fijos.

Aunque estos nodos son más usados como objetos asociados con otros objetos fijos, pueden ser también objetos libres que son usados para modelar intersecciones e incluso localizaciones en la línea de proceso en la red de trabajo de links y nodos.

Los nodos tienen una estación parking llamada ParkingStation donde las entidades \ transportes pueden entrar dentro y salir de la localización de nodo. Una estación parking permite a las entidades ser asociadas con un nodo en la red de trabajo, y así ser eliminada del área de cruce del nodo para que otras entidades puedan pasar sin restricciones.

Las entidades en la estación parking pueden ser animadas haciendo click en el nodo, en la flecha hacia abajo en el icono de cola, y añadiendo una cola animada para mostrar las entidades en ParkingStation.Contents.

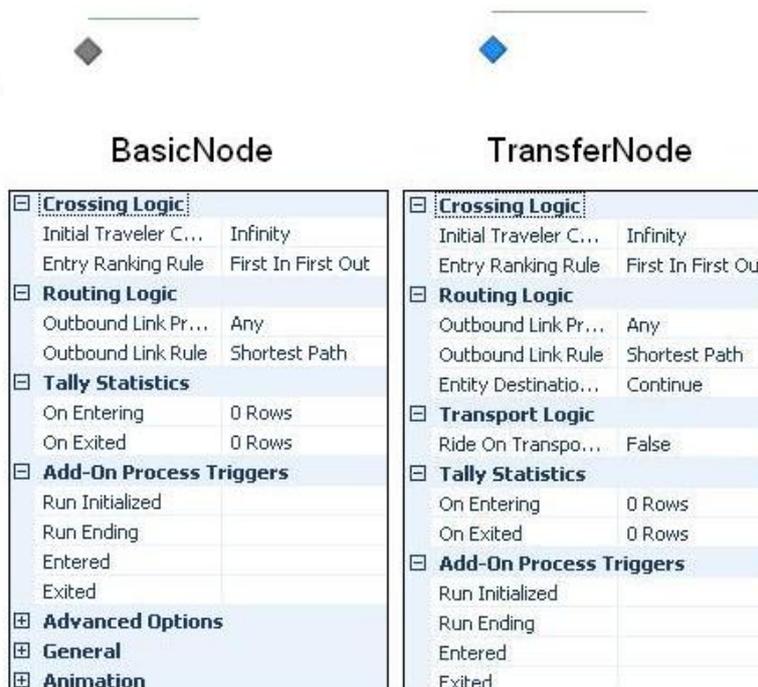


Fig.4. Objeto nodo básico (BasicNode) y objeto nodo de transferencia (TransferNode).

### 3.7.2. Conector (Connector), vía por tiempo (TimePath) y vía (Path).

Simio incluye tres tipos de vía de transporte en las que pueden viajar las entidades o los objetos por el sistema, dichas vías incluyen el conector (Connector), la vía por tiempo (TimePath) y la vía (Path).

El conector se usa para transferir una entidad entre dos nodos en tiempo cero. La única propiedad en el conector es la selección de peso usada en la ruta por peso.

La vía por tiempo se usa para transferir una entidad entre dos nodos con un tiempo de trabajo específico. La vía por tiempo puede también tener una capacidad de viaje limitada, y una regla de entrada para controlar el orden en que las entidades entran en el camino.

La vía se usa para modelar un camino en el que cada entidad se mueve a su velocidad designada. Como resultado la vía tiene la propiedad de paso permitida que gobierna lo que pasa cuando una entidad rápida se acerca a una entidad más lenta. La vía también tiene una propiedad de velocidad límite que permite limitar la velocidad de todas las entidades que se mueven por ella. Por defecto el viaje por la vía se basa en la longitud geométrica de la vía que está dibujada en el modelo. Si gráficamente se aumenta la longitud física del camino entonces también se incrementa el tiempo de viaje. Se puede configurar la propiedad de dibujado a escala a falso, lo que permite especificar la longitud lógica del camino.

Ambos, tanto la vía por tiempo como la vía tienen una propiedad tipo que puede ser especificada como unidireccional o bidireccional. Si se pone esta propiedad a bidireccional, entonces las entidades pueden viajar por el link en ambas direcciones. Sin embargo con los links bidireccionales, el tráfico solo puede viajar en una dirección a la vez. Por ejemplo, si un link bidireccional está dibujado entre los nodos A y B, entonces el tráfico viajando de B a A deberá esperar a todo el tráfico que está viajando del link A al B a completar su viaje y salir del link.

Con los links bidireccionales es muy fácil crear situaciones donde el tráfico llegue a un punto muerto por lo que la red de trabajo debe estar diseñada de manera que se eviten estos puntos muertos, es decir puntos donde la lógica de transferencia de una vía a otra no se quede bloqueada al llegar dos entidades al mismo tiempo, esto se puede solucionar introduciendo dos vías bidireccionales dos puntos. Así al entrar una entidad pasa por una vía y si entra otra entidad al mismo tiempo se desvía por la otra vía dado a la lógica de las vías bidireccionales.

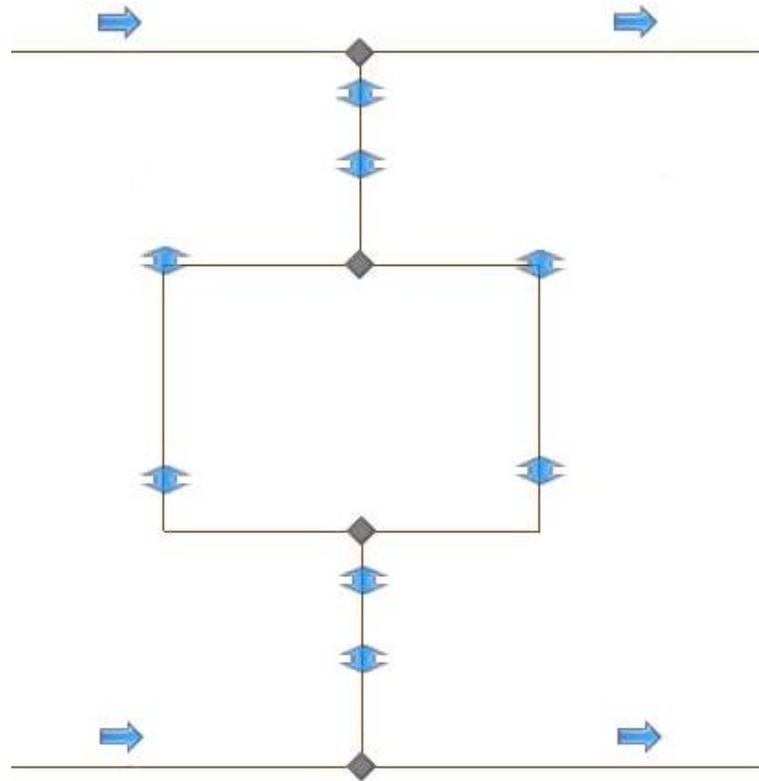


Fig.5. Resolución de puntos muertos en la red de trabajo.

### 3.8. Objeto Servidor (Server).

El servidor principal está modelado por tres estaciones: InputBuffer, Processing, y Outputbuffer. Una entidad que llega entra de la red de trabajo por el nodo de entrada al InputBuffer del servidor, procede mediante el Processing y entonces espera en el OutputBuffer para moverse a través del nodo de salida a la red de trabajo. En algunos casos la red de trabajo puede estar bloqueando la salida de la entidad por medio del nodo de salida (ej. Una vía puede estar llena y no tener espacio disponible). De una manera similar cuando un servidor está lleno estará bloqueando la red de trabajo por el nodo de entrada.

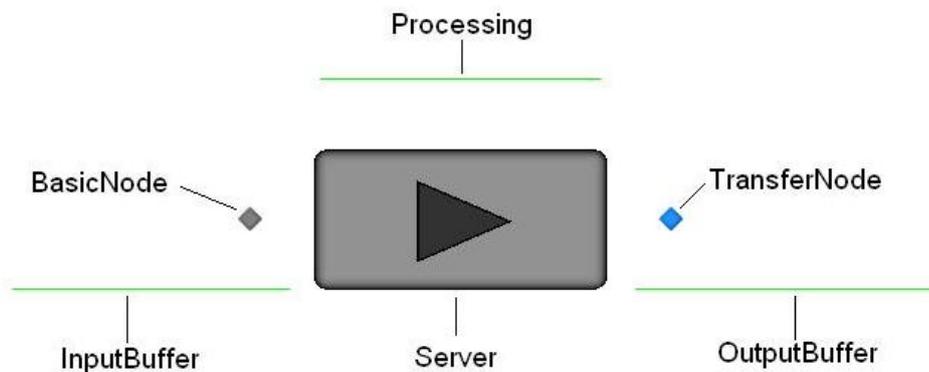


Fig.6. Objeto Servidor (Server)

Ambos, tanto el InputBuffer como el OutputBuffer pueden tener capacidades configuradas a 0, lo que causa que sean eliminados de la lógica. Por lo tanto si la capacidad de OutputBuffer esta especificada como 0, la entidad completando el Processing esperará en Processing para moverse al nodo de salida y a la red de trabajo. Igualmente si la capacidad del InputBuffer está configurada a 0, entonces las entidades que están entrando desde la red de trabajo por el nodo de entrada deberán proceder directamente a la estación de Processing del servidor. Si la estación de Processing está ocupada, bloqueara los intentos de las entidades de entrar en el servidor.

Cuando la capacidad de la estación Processing está disponible, la siguiente entidad para ser procesada es seleccionada desde el InputBuffer. El InputBuffer se basa en un ranking de entrada, que puede ser especificado como primero que llega primero que entra (First In First Out), el último es el primero (Last In First Out), primero el valor más pequeño (Smallest Value First) o primero el valor más largo (Largest Value First). En los dos últimos casos se especifica una expresión en la cual la base es por ranking, es decirse puede clasificar la cola basándose en el tiempo de procesamiento o fecha de vencimiento. Si la regla de selección dinámica (Dynamic Selection Rule) no está especificada, entonces la primera entidad en el ranking estático es seleccionada para proceso. Sin embargo si está especificada entonces todas las entidades en la cola son examinadas y consideradas para la selección basándose en la regla especificada. Estas reglas incluyen Smallest Value First y Largest Value First, las cuales por su nombre parecen opciones similares a la regla simple de ranking, sin embargo esta regla dinámica es más flexible y poderosa (aunque más lenta de ejecución) porque reevalúa la expresión para cada entidad cada vez que se hace la decisión. Por ejemplo, una expresión que tiene un término que computa si la entidad llega tarde (comparando su fecha de vencimiento con el tiempo actual) usará correctamente el tiempo actual cuando tome esta decisión, y no el tiempo de llegada a la cola.

Las 3 reglas son usadas para hacer selecciones en orden creciente o decreciente basada en una expresión específica. Por ejemplo un servidor modelando una operación de pintado moverá de los colores claros a los oscuros, y volverá a empezar con el más claro una vez que no queden más colores oscuros pendientes.

La propiedad de tiempo de transferencia de entrada (TransferInTime) en el servidor especifica el tiempo requerido por una entidad para transferirse al objeto servidor. Solo una entidad se transfiere cada vez, y el proceso de una entidad no tiene por qué empezar hasta que la transferencia haya sido completada. El tiempo de proceso (ProcessingTime) especifica el tiempo requerido para procesar la entidad en la estación de proceso.

El servidor también provee opciones para fallos que detienen el proceso del servidor durante el fallo. Los fallos soportados incluidos son calendario en función del tiempo (Calendar Time Based), proceso en función del recuento (Processing Count Based), proceso en función del tiempo (Processing Time Based) y evento en función del recuento (Event Count Based).

En todos los casos la duración del fallo está especificada por la propiedad de tiempo de reparación.

Las entidades que pasan por el servidor siempre se apoderaran del servidor como primer recurso que es requerido para procesar la entidad. También es posible especificar un segundo recurso (estampación, operador...) que es requerido durante el proceso. Este recurso, si está especificado, se requiere antes de que el proceso empiece y se deja una vez se completa el proceso. Si el recurso especificado es un recurso movable (ej. Un objeto trabajador) el recurso puede ser opcionalmente requerido a visitar un nodo asociado con el servidor antes de que el proceso empiece. Así se aporta flexibilidad adicional dejando que otros recursos sean individualmente requeridos o dejados en los puntos seleccionados con el servidor. Los puntos opcionales de incautación del recurso son provistos al entrar al servidor, antes de procesar en el servidor y después de procesar en el servidor, esto permite a los recursos ser requeridos en un servidor y dejados en un segundo servidor.

Por defecto el objeto servidor tiene colas animadas para el InputBuffer, Processing y OutputBuffer. Otra vez estas colas sólo animan y no tienen impacto en la lógica del servidor. Sería necesario agrandar la cola para ver todas las entidades que están en las estaciones.

El objeto servidor puede ser usado para modelar también un servidor solo o un centro de proceso solo con múltiples servidores idénticos, dependiendo de la capacidad especificada para la estación de proceso. La estación de proceso está gobernada por el tipo de capacidad (Capacity Type) que esta especificada ya sea como una capacidad fija, o basada en un plan de trabajo (WorkSchedule).

### 3.8.1. Crear un plan de trabajo para un servidor.

Para especificar la capacidad basada en un plan de trabajo primero se crea el plan de trabajo seleccionando la pestaña de datos (Data), seleccionando el panel de planes (Schedules) en la izquierda, y haciendo click en crear plan de trabajo (Work Schedule) en la barra de planes. Para definir un nuevo plan se debe crear primero uno o más patrones de día que definan el patrón de trabajo para un día específico. Por ejemplo debemos definir un día estándar (Stándar Day) como un día compuesto de trabajo desde la 8 de la mañana hasta mediodía y desde las 13 hasta las 18 de la tarde, o media jornada (Half Day) como un día compuesto de trabajo desde las 8 hasta mediodía.

Cada periodo de trabajo en un día patrón está definido con un horario de comienzo y otro de fin, un valor de capacidad, y una descripción opcional. Por defecto, el horario es de cambio, por lo que dentro del patrón de día sólo es necesario definirla capacidad de los periodos de cambio. Los días patrón son usados como bloques de construcción para crear planes de trabajo.

La imagen siguiente muestra un día patrón simple para un día estándar con dos periodos de trabajo de 8 a 12 y de 13 a 18.

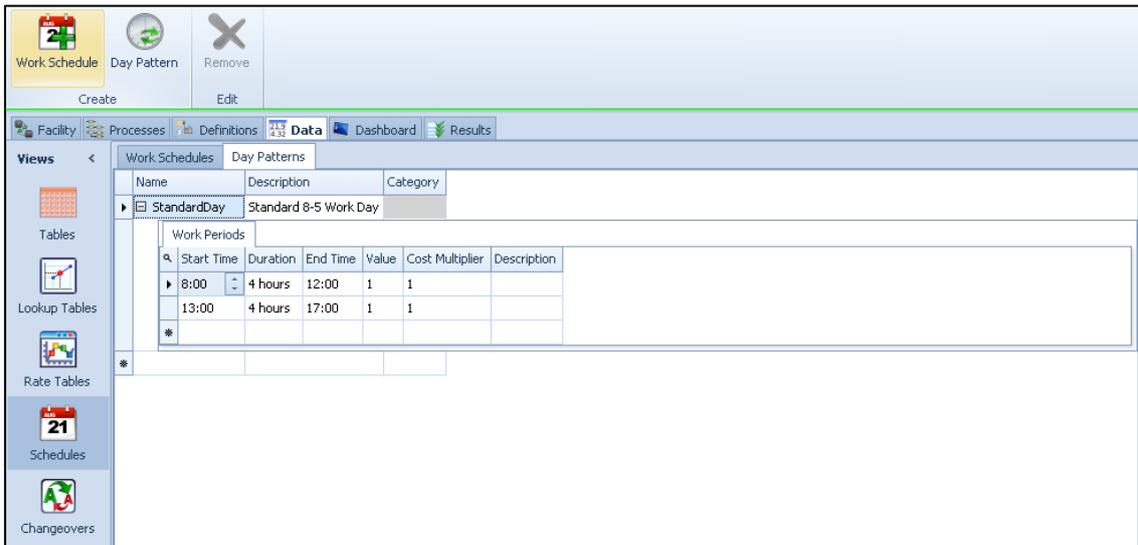


Fig.7. Patrón simple de un día estándar de trabajo.

Un plan de trabajo se compone de dos partes: un ciclo de repartición de trabajo definido por un conjunto repartidor de patrones de día con excepciones de trabajo superpuestas y un ciclo de trabajo de siete días por defecto, pero que se puede configurar a cualquier número de días.

Las excepciones de trabajo (Work Exceptions) pueden ser añadidas a un plan de trabajo seleccionando el botón de expandir al lado del nombre del plan de trabajo para exponer las tablas de excepción. Se pueden añadir excepciones de día de trabajo para reemplaza un patrón entero de día en una tabla específica (ej. Vacaciones) o excepciones de periodos de trabajo para especificar una excepción que cubra una porción de un solo día o más de uno (ej. Desde las 2 del martes a las 4 del viernes). La siguiente imagen muestra un plan de trabajo de 7 días llamado semana estándar con un patrón estándar de trabajo para el lunes a viernes y una excepción de trabajo para el 3 de Enero.

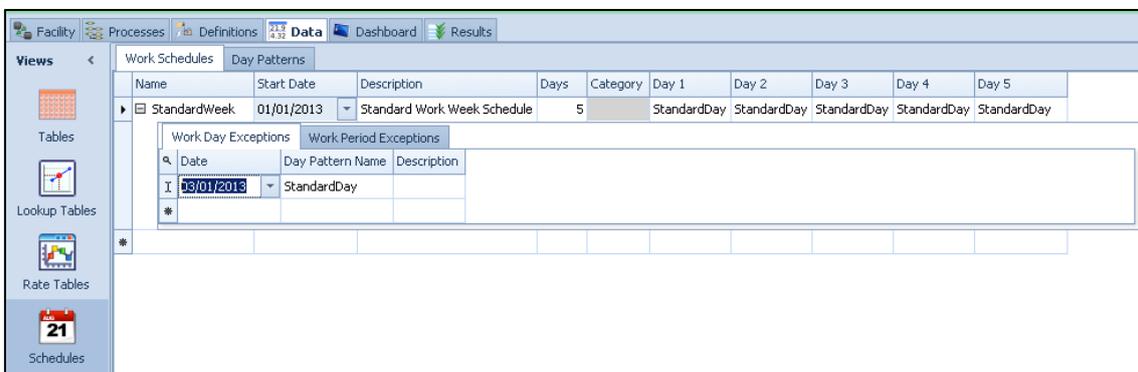


Fig.8. Tabla de trabajo con día de excepción.

### 3.9. Mezclador (Combiner) y separador (Separator).

Los objetos mezclador y separador son similares al servidor en muchas cosas, sin embargo proveen funcionalidad adicional al servidor que les permite combinar múltiples entidades juntas, separarlas o hacer copias de una sola entidad, agrupando o separando las entidades por lo lotes antes de procesarlas.

#### 3.9.1. Mezclador (Combiner).

El mezclador se usa para modelar un proceso que junte múltiples entidades, agrupa dichas entidades en un lote, y entonces empareja dichos miembros de lote a una entidad matriz. Por ejemplo, si se necesita emplazar entidades en una caja, los miembros atados serían las entidades, y la entidad matriz sería la caja. Las entidades individuales atadas se pueden separar después por medio de un separador.

El mezclador está compuesto por un objeto principal más tres nodos asociados, incluyendo un nodo de entrada llamado ParentInput para las entidades matriz (Parent), un nodo de entrada llamado MemberInput para las entidades miembro (Member), y un nodo de salida llamado Output para las entidades lote.

El objeto principal del mezclador tiene cuatro estaciones: ParentInputBuffer, MemberInputBuffer, Processing y OutputBuffer. Las entidades matriz se transfieren de la red por el nodo ParentInput a la estación ParentInputBuffer, y las entidades miembro se transfieren desde la red por medio de nodo MemberInput a la estación MemberInputBuffer. Las entidades son formadas entonces como lotes en la estación Processing, y esperan en la estación OutputBuffer a salir a la red por medio del nodo Output.

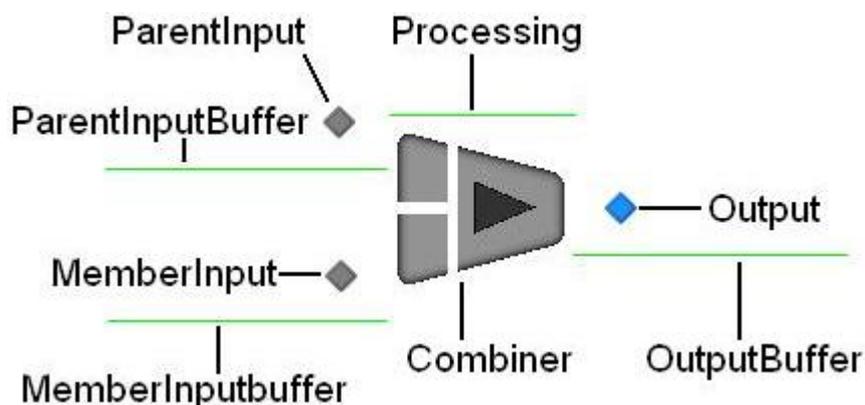


Fig.9. Objeto Mezclador (Combiner).

En cuanto a la lógica interna del mezclador puede ser modificada por las propiedades internas. Dichas propiedades incluyen la cantidad de lotes (Batch Quantity) y la regla de emparejamiento (Matching Rule). Un lote se forma seleccionando el número de miembros necesario por la cantidad de lotes desde la cola de miembros, y emparejándolos como un lote a una sola entidad matriz seleccionada desde la cola de matrices.

Las opciones de la regla de emparejamiento incluye cualquier entidad (Any Entity), coincidir miembros (Match Members), y coincidir miembros y matrices (Match Members and Parent). En el caso de cualquier entidad, las entidades son seleccionadas en el orden que están clasificadas en la cola, en el caso de coincidir miembros, un lote sólo puede ser formado si las entidades miembro tiene todas el mismo valor para la expresión coincidir miembro y en el caso de coincidir miembro y matriz el lote solo puede ser formado si las entidades miembro tienen todas el mismo valor para la expresión coincidir miembro, y hay una entidad matriz esperando con el mismo valor para la expresión coincidir matriz. Los miembros atados son transportados por la entidad matriz a la cola llamada BatchMembers, que puede estar animada en el símbolo entidad matriz.

La capacidad de proceso, la fiabilidad, y los recursos secundarios para el mezclador están especificados igualmente que en el servidor. Una buena manera de pensar en el mezclador es que es un servidor con dos entradas que empareja entidades y un proceso lógico especial para procesamiento por lotes.

### 3.9.2. Separador (Separator).

El objeto separador se usa para modelar un proceso que separa miembros atados a una entidad matriz, o hacer copia de una entidad. Esencialmente el separador es una imagen espejo del mezclador solo que su función es la contraria en cuanto a la separación de entidades.

El separador está compuesto de un objeto principal más tres nodos asociados, incluyendo un nodo de entrada llamado Input para las entidades matriz que llegan, un nodo de salida llamado ParentOutput para las entidades matriz que salen, y otro nodo de salida llamado MemberOutput para las entidades miembro que salen. El objeto principal separador tiene cuatro estaciones, InputBuffer, Processing, ParentOutputBuffer y MemberOutputBuffer

Las entidades matriz se transfieren desde la red por el nodo de entrada Input a la estación InputBuffer. Las entidades son separadas o copiadas entonces en la estación Processing, una vez separadas o hecha la copia las entidades matriz esperan en la estación ParentOutputBuffer a salir a la red por medio del nodo ParentOutput, y las entidades miembro esperan en la estación MemberOutputBuffer a salir a la red por medio del nodo MemberOutput.

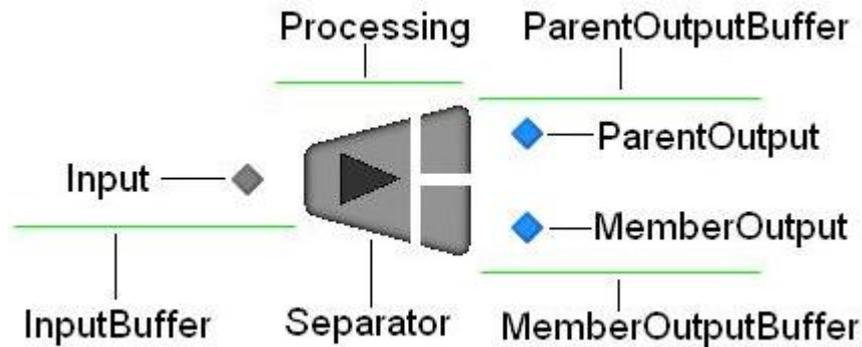


Fig.10. Objeto Separador (Separator).

La lógica de procesamiento del separador está controlada por el modo de separación (Separation Mode) que se puede especificar tanto como lotes separados (Split Batch) o hacer copias (Make Copies). En el caso de la opción de proceso por lotes separados, las entidades que son llevadas por la matriz en su cola de lote miembros son separadas y transferidas al ParentOutputBuffer de salida donde esperan a salir del separador. La entidad matriz se transfiere entonces al buffer de salida matriz, MemberOutputBuffer, donde espera a salir del separador. El número de entidades que se separaran se especifica mediante la propiedad cantidad dividida (Split Quantity) que por defecto es el número total de miembros en el lote de cola de la entidad matriz miembros (Entity.BatchMember).

En el caso de hacer copias (Make Copies) los miembros se crean mediante la clonación de la entidad matriz, entra una matriz y salen el número de entidades y de modelo especificadas, esto se consigue mediante la propiedad número de copias (Copy Quantity), que especifica el número de copias a realizar a partir de la entidad matriz, y la propiedad tipo de entidad (Copy Entity Type) que especifica de que tipo son las entidades copiadas.

### 3.10. Estación de trabajo (WorkStation).

La estación de trabajo es de lejos el objeto más complejo en la librería estándar. La estación de trabajo es similar a un servidor, con capacidad uno, excepto que modela la estación de proceso en más detalles.

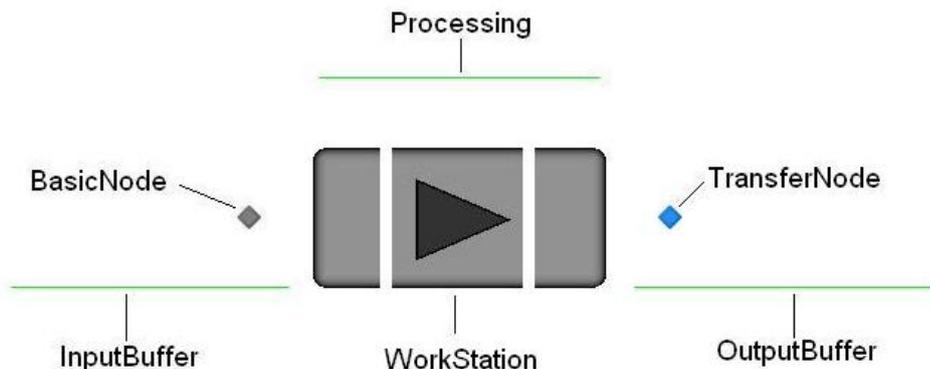


Fig.11. Objeto Estación de trabajo (WorkStation).

La estación de proceso (Processing) se representa por una operación que se divide en tres actividades distintas: SetupActivity (montaje), ProcessingActivity (proceso), y TeardownActivity (desmontaje). Cada entidad moviéndose por la estación de trabajo hará cada una de estas actividades dentro de la estación de proceso.

Las entidades que pasan por la estación de trabajo representan un lote de producción, donde el número de artículos del lote se especifica por la operación de cantidad (Operation Quantity). Hay una sola actividad de montaje antes de empezar con la producción del lote, y hay una sola actividad de desmontaje una vez que la producción del lote está completa. Durante el proceso, el lote de producción puede ser dividido en lotes más pequeños que son secuencialmente procesados.

El tiempo requerido para la actividad de montaje está determinado en el tipo de tiempo de montaje (SetupTimeType), que puede ser específico (Specific), cambiante dependiente (ChangeDependent), o secuencialmente dependiente (SequenceDependent). Las dos últimas calculan dinámicamente el tiempo basado en una operación de atributo (OperationAttribute). La operación de atributo es una expresión evaluada por la entidad que típicamente envuelve una o más características (color, tamaño...) que son seleccionadas de una lista. En el caso de la cambiante dependiente tenemos dos posibilidades de tiempos, la primera si la expresión de operación de atributo sigue siendo la misma (mismo color que la operación anterior), y la segunda si este valor cambia. En el caso de la secuencia dependiente, el tiempo se da por cambios en una matriz que está definida en la ventana de datos. Para crear los cambios de una matriz primero se debe definir una lista de posibles valores (pequeño, medio, largo...) y entonces especificar esa lista para usarla en la matriz.

Una vez la actividad de ensamblaje esta completada, la actividad de proceso empieza. Por defecto toda la producción se procesa como un solo lote, sin embargo también se puede especificar un tamaño más pequeño de lote usando la propiedad de tamaño de proceso por lote (Processing Batch Size).

La categoría de otros requerimientos incluye propiedades para especificar limitaciones adicionales en el proceso de producción. Seleccionando en el botón de expansión en la propiedad de recursos secundarios se abren los recursos secundarios, una ventana de repetición donde se puede definir uno o más recursos que se necesiten durante una o más actividades. Por ejemplo se puede requerir un operador durante el ensamblaje y el des-ensamblaje, y una herramienta durante todo el proceso.

Se puede especificar un recurso que se necesita, o se puede seleccionar un recurso desde una lista usando un objetivo seleccionado y una condición. En el caso de un recurso móvil (vehículo o trabajador), se puede requerir que el recurso visite un nodo específico antes de que empiece la actividad.

La diferencia principal con el servidor es que cada lote que se procesa puede consumir materiales al principio del proceso y producir materiales al final del proceso. Los materiales son definidos usando el panel de elementos en la ventana de definiciones, y tiene una cantidad inicial y las cantidades requeridas para producir cada unidad de material (una bicicleta tendrá una lista de material que incluya dos ruedas, un cuadro, y los demás componentes para producirla).

En algunos casos es deseable no empezar la producción de un lote a no ser que el lote entero pueda ser producido dentro de una duración específica. Por ejemplo no sería deseable empezar una operación larga inmediatamente antes de empezar el fin de semana.

La duración estimada se calcula basándose en el patrón de cambio de la estación de trabajo, pero no se tienen en cuenta los patrones de cambio para los recursos secundarios o la escasez de materiales. Estos ya están contados en la duración real de la producción del lote. Por lo tanto es posible que una producción empiece basándose en su duración estimada pero no termine debido a las restricciones.

Todas estas características hacen de la estación de trabajo el mejor objeto para situaciones en las que haya que modelar puestos de trabajo en los que se requieran tener un control total del gasto de materiales, tiempos de fabricación y control sobre la misma.

### 3.11. Vehículo (Vehicle).

La librería estándar tiene una definición de transporte llamada Vehículo. El vehículo se usa para transportar objetos entre localizaciones de nodos en la red de trabajo. Un vehículo tiene una sola estación llamada estación de montaje (RideStation), donde están las entidades durante el transporte. El vehículo puede ser usado para modelar dispositivos que siguen una ruta fija (bus, tren...) o responder a requerimientos dinámicos para recogidas (taxi, AGV...).

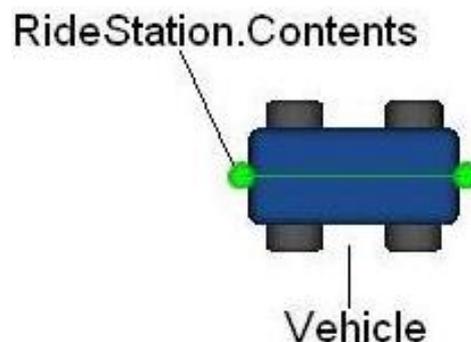


Fig.12. Objeto Vehículo (Vehicle)

La ruta lógica para un vehículo se controla desde el cuadro de propiedades del vehículo que especifican el nodo inicial (InitialNode) y el tipo de ruta (RoutingType). El nodo inicial (también referido como el nodo hogar) especifica la localización de inicio del transporte. El tipo de ruta se usa para especificar si el vehículo sigue una ruta fija, o si responde a requerimientos de demanda para recoger y dejar entidades.

En el caso de la ruta fija el nombre de la tabla de secuencia definiendo la secuencia de ruta también viene especificado. En el caso de en demanda, la acción inactiva, cuando el vehículo no es demandado por ninguna entidad, incluye volver a casa (Go to Home), viaja al nodo hogar pero permanece en la red de trabajo, permanecer en el sitio (Remain in Place) permanece en un sitio específico de la red de trabajo, aparcar en casa (Park At Home), viaja al nodo hogar y entra en el área parking de ese nodo, aparcar en nodo (Park At Node) deja la red de trabajo y entra en el área parking del nodo especificado, y vagar (Roam) se mueve por la red de trabajo basándose en el peso de los nodos.

Cuando se trabaja con vehículos es deseable añadir colas animadas para las estaciones de parking en cada nodo donde el transporte puede estacionar. Esto debe incluir el nodo inicial donde empieza el transporte, y también cualquier nodo donde el transporte pueda aparcar a lo largo de la vía. Si no se añaden estas colas animadas para los nodos entonces los vehículos aparecerán en las colas de aparcamiento por defecto cada vez que se estacionen en la estación de aparcamiento.

Por defecto, las áreas de aparcamiento para los vehículos vienen adjuntas a los nodos. Cuando un objeto (como un vehículo) aparca en el nodo, si la opción de cola de parking esta activa en el nodo, entonces el objeto se mostrara por defecto en la cola de parking.

Si se quiere personalizar la animación del parking, entonces se desactiva la opción y se usa el botón de dibujar cola en la barra de Simio para añadir manualmente la cola de animación ParkingStation.Contents.

La lógica de transporte para un vehículo viene definida por la capacidad de carga (RideCapacity), tiempo de carga descarga (Load\Unload Times), y la estrategia de selección (TaskSelectionStrategy). La capacidad de carga especifica el número máximo de pasajeros que pueden ser cargados por el transporte. Los tiempos de carga y descarga especifican el tiempo requerido para dichas actividades. Y la estrategia de selección especifica una regla que usa el transporte para seleccionar la siguiente recogida o la descarga a llevar a cabo. Las estrategias incluidas son primero en cola (First in queue), pequeña\larga distancia (Smallest\Largest Distance) y pequeña\larga prioridad (Smallest\Largest Priority).

La propiedad de número inicial en el sistema en la categoría de objetos dinámicos en el vehículo se puede usar para especificar el número inicial de vehículos en el sistema. Esta cantidad de vehículos será creada y emplazada en la estación parking del nodo hogar a principio de cada simulación. También es posible crear y destruir dinámicamente los vehículos mientras el modelo está simulando.

En último lugar se debe especificar qué entidades en qué puntos específicos de recogida van a ser llevados por el transporte, esto se puede hacer usando el nodo de transferencia de la librería estándar. Para especificar que la entidad está preparada para subir al transporte (en vez de para moverse por sí sola por la red de trabajo) se configura la propiedad de viajar en transporte (RideOnTransporter) para los nodos por los que se tiene que mover el transporte, el cual tiene que ser especificado también en la tabla de propiedades del nodo, o se puede seleccionar el transporte desde una lista en la que estén los transportes que pueden recoger entidades en dichos nodos.

Cuando se usa un vehículo hay que configurar un método de reserva (Reservation Method), para reservar una recogida cuando no hay transporte en dicha localización, la selección de objetivo (Selection Goal) y la selección por condición (Selection Condition) para seleccionar entre transportes que están disponibles en la localización.

El método de reserva solo se usa si no hay transporte local para seleccionar. El método de reserva incluye reserva cercana (ReservationClosest), reserva el mejor (ReservationBest), y primero disponible en la localización (FirstAvaliableAtLocation). La opción reservar el mejor aplica la selección de objetivo y la condición que se usa para seleccionar transportes locales. Si no se especifica el método de reserva los transportes estarán viajando por la red de trabajo haciendo descargas de sus pasajeros, y también recogidas en base a las demandas hechas por las entidades.

La opción primero disponible en la localización espera al transporte que tiene capacidad disponible para realizar la recogida e inmediatamente realiza una reserva de ese transporte.

Por defecto un transporte con espacio disponible siempre recogerá un pasajero, y una entidad también se montará en un transporte disponible. Si en algún caso no se necesita que un vehículo atienda una demanda, se pueden crear procesos específicos de recogida de entidades que evalúen si dichas demandas deben de ser aceptadas o no.

### 3.12. Trabajador (Worker).

La librería estándar tiene una definición de transporte llamada Trabajador que define un recurso móvil que puede ser reclamado y dejado por otros objetos tanto para realizar tareas como recurso secundario como de transporte entre nodos.

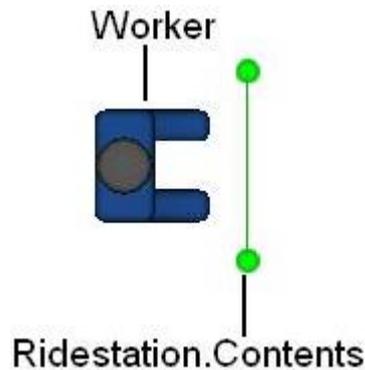


Fig.13. Objeto Trabajador (Worker)

En contraste con el vehículo, que puede seguir un tipo de ruta basada en demanda o en ruta fija, el trabajador sigue siempre el modo de ruta por demanda (OnDemand). El trabajador siempre asigna la prioridad de petición por tiempo de llamada, a no ser que se le asigne un proceso por el cual pueda rechazar o aceptar una llamada, si tiene un proceso asignado de prioridad de llamada, el trabajador siempre dará prioridad a esa llamada por delante de otras, aunque se hayan producido en un tiempo anterior.

A diferencia del vehículo, el Trabajador tiene la propiedad de seguir un plan de trabajo. Cuando sigue un plan de trabajo tiene una propiedad especificada para cuando el plan de trabajo tiene tiempos de espera o turnos, dicha propiedad se especifica cómo cambio de acción (OffShiftAction), que incluye la posibilidad de ir al nodo base (GoToHome), aparcar en la estación parking del nodo base (ParkAtHome), aparcar en la estación parking del nodo en el que se encuentre (ParkAtNode) y la de esperar en el sitio (RemainInPlace).

### 3.13. Procesos.

Las herramientas de modelación de eventos basadas en objetos como Simio son muy buenas para construir modelos de simulación rápidamente. Sin embargo el problema que se puede encontrar con este sistema es la flexibilidad al modelar. Aunque la librería estándar para la introducción de objetos con un amplio rango de sistemas, puede que no siempre dichos objetos realicen la tarea exacta que hay que simular.

Simio soluciona este problema con una herramienta adicional que permite añadir un árbol de procesos a los objetos de la librería estándar para que estos se adapten de manera exacta a lo que se quiere modelar.

Un proceso añadido es una pequeña pieza de lógica que puede ser insertada en la librería estándar de los objetos en puntos seleccionados para realizar una lógica común. Esta lógica común se usa para dar tamaño o dejar recursos, realizar asignaciones a variables, cambiar las redes de viaje, evaluar alternativas... los procesos son creados como diagramas de flujo gráficos como se muestra a continuación sin la necesidad de programar.



Fig.14. Flujo grafico de procesos.

El proceso lógico puede ser insertado en un objeto, sin modificar o cambiar la definición principal del objeto. Por ejemplo un servidor puede incorporar un proceso lógico para dar tamaño y mover un recurso secundario durante el proceso, mientras que otra instancia del mismo servidor incorpora una lógica especial para calcular el tiempo de procesamiento basándose en una expresión matemática, y una tercera instancia puede incorporar un proceso lógico especial para modelar un proceso complejo de reparación.

Un proceso es una secuencia de pasos que es ejecutada por una entidad y puede cambiar el estado de uno o más elementos. Tal y como la entidad se va moviendo por el proceso ejecuta las acciones especificadas en el paso. Por ejemplo el árbol de proceso de arriba espera a recoger el recurso, lo demora en el tiempo y entonces lo deja ir.

Un proceso siempre se ejecuta dentro del contexto de objeto principal, cuando se crea un nuevo proceso en el modelo, el objeto principal es el modelo. Las propiedades que son especificadas para cada paso pueden referenciar propiedades y estados que son visibles dentro de ese contexto. Estas propiedades y estados incluidos aquellos que son propios del modelo, como también objetos o elementos que han sido emplazados en el modelo.

Estos procesos activados por eventos, son procesos desencadenados por un evento que se inicia dentro del modelo, es decir, por ejemplo un elemento estación llamado Input (que puede ser usado para definir una estación de entrada dentro del objeto) inicia un evento Input.Entered cada vez que entra una entidad en la estación. Se puede tener un proceso para ser desencadenado por este evento especificando la propiedad de evento desencadenador (Triggering Event) para el proceso Input.Entered.

Para crear los procesos desencadenados por eventos hay que seleccionar la pestaña procesos (Processes) que hay justo encima de la ventana de modelación, y seleccionar el botón de añadir proceso (Create Process).

Cuando un nuevo proceso es añadido a la ventana se muestra con un punto inicial y otro final y ningún paso entre medio, y en la parte izquierda de esta ventana hay un menú lateral para seleccionar los pasos, los cuales sólo hay que ir arrastrándolos hasta el proceso creado para crear la lógica del proceso. En dicha lista se muestran los pasos que generalmente se usan más para modelar lógicas de proceso, sin embargo hay muchos más que se pueden utilizar seleccionando el botón All Steps (A-Z)

### 3.13.1. Pasos generales.

A continuación se muestran los pasos más usados comúnmente para modelar la lógica de procesos para los objetos:

Nombre del paso	Acción
Asignar (Assign)	Asigna un valor de la expresión a una variable estado.
Decidir (Decide)	Envía las entidades a una de los dos puntos de salida basándose en si una expresión es verdadera o falsa.
Retrasar (Delay)	Retrasa las entidades un determinado tiempo.
Ejecutar (Execute)	Ejecuta un proceso, y también si para o continua.
Buscar (Search)	Busca en una colección de artículos incluyendo las líneas de tablas o un objeto en una lista.
Asignar nodo (SetNode)	Configura el destino para la entidad.
Cuenta (Tally)	Cuenta un valor especificado en el elemento de cuenta estadística.
Crear (Create)	Crea una nueva entidad.
Destruir (Destroy)	Destruye la entidad padre o la asociada.
Iniciar (Fire)	Inicia un evento específico.
Esperar (Wait)	Espera a que un evento específico se inicie.
Requerir (Seize)	Requiere uno o más objetos para realizar una acción.
Liberar (Release)	Deja uno o más objetos que ha requerido para realizar la acción.
Transferir (Transfer)	Transfiere la entidad asociada entre objetos, espacios vacíos o entre estaciones.
Fin de transferencia (EndTransfer)	Completa la transferencia de la entidad asociada dentro del objeto o la estación.

Fig.15. Pasos de procesos usados más comúnmente.

## 4. Modelo 1: Tienda de suministros.

### 4.1. Descripción del sistema.

Este sistema se basa en el problema “Discount Store Model” descrito en libro “Simulation of Industrial Systems; Discrete event simulation using Excel/VBA”; David Elizandro, Hamdy Taha; Anerbach Publications, 2008. El sistema a modelar consiste en una tienda a la cual llegan los clientes siguiendo una Exponencial (2) minutos. En la tienda hay tres dependientes que recogen un conjunto de órdenes de varios clientes y proceden a preparar los pedidos en un almacén adjunto a la tienda.

Se intenta que los clientes sean servidos cuando llegan a la tienda, pero en caso de que no sea así, hay una fila en la que tendrán que esperar si es necesario. Un dependiente puede preparar los pedidos de 6 clientes como máximo.

El tiempo para ir o volver de la tienda al almacén sigue una distribución Uniforme Continua (0.5, 1.5) minutos. Una vez en el almacén, el tiempo para preparar todos los pedidos sigue una distribución Normal ( $\mu, \sigma$ ), donde la media  $\mu$  es igual a 3 veces el número de clientes a servir, y la desviación estándar  $\sigma$  se estima como  $0.2 * \mu$ .

Una vez preparado el pedido, el dependiente regresa a la tienda, y entrega los pedidos a los clientes en el mismo orden en que los ha recogido, tardando en esta operación Uniforme Continua (1,3) minutos por pedido entregado.

Después de que los clientes han sido servidos, el dependiente repite el proceso.

### 4.2. Elementos principales del modelo.

Los elementos de este sistema quedan definidos por un conjunto de elementos de modelización en Simio. Se definen 3 tipos de entidades:

- Cliente, que modeliza al cliente que entra a la tienda. Entra al sistema mediante Entrada (Source) con una distribución exponencial de 2 minutos.
- Ticket, que modeliza la orden de pedido que cada cliente entrega al dependiente. No tiene una entrada activa, sino que se crea a partir de Cliente.
- Pedido, que modeliza el producto que el dependiente entrega al cliente siguiendo su orden. Entra al sistema mediante Almacén (Source) con una distribución exponencial de 0.2 minutos, para que siempre haya existencias en el modelo de este tipo de entidad.

Otro de los elementos básicos en este modelo son los empleados, que se modelizan con un elemento tipo Worker, que en este caso se llaman “Dependientes”.

Cuando entra Cliente se dirige a los objetos EntregaTicket mediante una fila de espera a una de las tres mesas disponibles.

El Cliente se sitúa en uno de los 3 mostradores (1 por Trabajador), llamados EntregaTicket (Separator), con el objetivo de crear Ticket que entregará a Dependiente. Una vez creado Ticket, Cliente se dirige al objeto EntregarPedido (Combiner), donde espera le sea entregado el pedido.

Por otro lado, la entidad Ticket se queda en EntregaTicket, hasta que Dependiente lo coge y lo lleva a BuscarPedido (Combiner), para empezar la tarea de preparar el pedido. En este elemento, y en presencia de Dependiente, se empareja la entidad Ticket con la entidad Pedido, que siempre está disponible.

Tras haber realizado el pedido, las dos entidades Ticket y Pedido, se dirigen a EntregarPedido junto con Dependiente, donde se unen a la entidad Cliente, en presencia de Dependiente. Tras esta operación, las 3 entidades salen del sistema por el objeto Salida (Sink).

Otros elementos importantes a modelizar son:

- Cada dependiente puede servir a un máximo de 6 clientes a la vez.
- Cada mesa es atendida por el dependiente de la tienda siguiendo un sistema FIFO (First In First Out), y la distribución del tiempo de ida al almacén es igual a la distribución del tiempo de vuelta del mismo y consiste en una distribución continua uniforme con un mínimo de tiempo de 0,5 minutos y un máximo de 1,5 minutos.
- Para completar la lógica del sistema se añadirán una serie de procesos con los cuales se puedan controlar el número de clientes que entran en cada mesa, y que si todas las mesas de la tienda están ocupadas, los clientes permanezcan esperando en la fila única que hay antes de las mesas.

Tras acabar de modelar el sistema, se simulará con un horizonte horario de 8 horas de jornada laboral obteniendo así los resultados de una jornada completa de trabajo.

Una vez obtenidos los resultados se generaran dos escenarios distintos para comparar los resultados. En el primer escenario controlaremos que el número de clientes que entra simultáneamente a una mesa sea como máximo de 6, y en el segundo escenario controlaremos que tan solo pueda entrar 1 cliente de vez. Esto lo controlaremos mediante al variable NumMax.

Generando estos dos escenarios, se podrá comparar el número total de clientes que se han atendido en las 8 horas de simulación, el tiempo que ha estado cada operario ocupado atendiendo a los clientes, y los tiempos máximos y mínimos que han estado los clientes en la tienda

### 4.3. Modelización del sistema.

Una vez abierto Simio ya se puede trabajar directamente sobre un modelo nuevo ya que Simio provee una ventana de modelización vacía nada más abrir el programa.

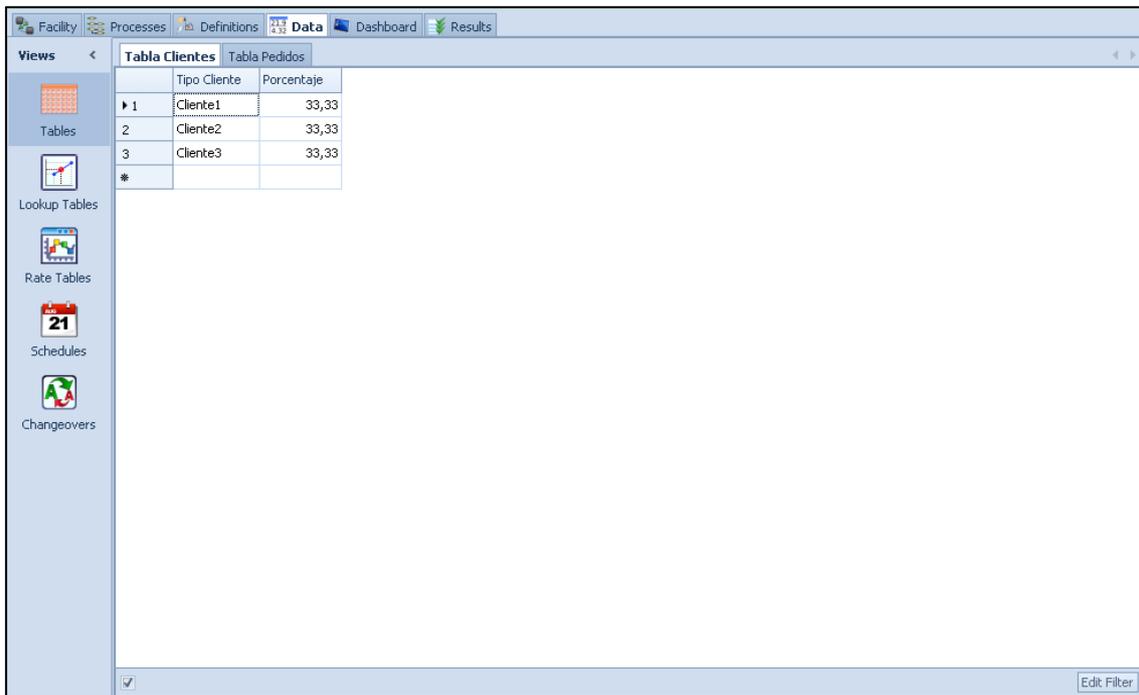
Lo primero que hay que hacer es emplazar la entrada (Source) de las entidades tipo Cliente, que será la entrada principal al sistema que renombraremos con el nombre de Entrada, e introduciremos el tiempo de llegada (InterArrivalTime) como una función exponencial de 2 minutos. Para que todas las entidades Cliente no tengan el mismo icono, se definen 3 tipos de clientes, Cliente1, Cliente2 y Cliente3, entrando al sistema por Entrada.

Para vincular las tres entidades a la Entrada hay que crear una tabla de entidades en la cual se reflejen los tres tipos de entidades que pueden entrar por dicha entrada y en qué porcentaje de acceso entran dichas entidades. Para crear dicha tabla debemos ir a la pestaña datos (Data) justo encima de la ventana de modelización, y añadir una tabla en añadir tabla de datos (AddDataTable). Veremos que se crea una tabla de datos en blanco en la ventana en la que se pueden añadir propiedades y referencias a datos, cambiaremos el nombre de dicha tabla a TablaClientes seleccionando la pestaña de la tabla y cambiando el nombre en la tabla de propiedades de dicha tabla.

Para referenciar las entidades en la tabla hay que añadir una referencia a objeto de tipo entidad, para hacerlo debemos ir a la pestaña de botones y seleccionar referencia a objeto (ObjectReference) y seleccionar de tipo entidad (Entity), con esto se crea una columna referenciada a un objeto en la que introduciremos los tres tipos de entidad. Una vez creada la columna de objetos le cambiaremos el nombre a TipoCliente desde la tabla de propiedades, e introduciremos las tres entidades cada una en una fila.

A continuación hay que introducir el porcentaje de entrada que tienen las entidades, esto se consigue introduciendo una nueva columna de tipo numérico desde el botón de propiedad estándar (Estándar Property) añadiendo una propiedad de tipo Real. Una vez introducida la columna en la tabla la renombraremos con el nombre de porcentaje e introduciremos los porcentajes para cada entidad, como queremos que todas las entidades tengan el mismo porcentaje de entrada los porcentajes se quedarán en el 33,33%.

Una vez finalizada la tabla se queda de la siguiente forma:



	Tipo Cliente	Porcentaje
1	Cliente1	33,33
2	Cliente2	33,33
3	Cliente3	33,33
*		

Fig.16. Tabla de clientes.

Para vincular la tabla de clientes a la entrada tenemos que seleccionar Entrada que está emplazada en la ventana de modelización, esto abrirá la tabla de propiedades de dicho objeto en la cual podremos referenciar la tabla. En el tipo de entidad (EntityType) hay que seleccionar la referencia a la columna TipoCliente de la tabla, para poder seleccionarla se abre un desplegable en la casilla donde se encuentra la referencia TablaCliente.TipoCliente.

Para introducir la referencia al porcentaje en el que tienen que entrar las entidades, en la tabla de propiedades hay un apartado llamado asignaciones de referencia a tabla (TableReferencesAssignments). Dentro de dicho apartado tenemos dos opciones, hacer la asignación antes de crear la entidad (BeforeCreatingEntities) o hacer la asignación una vez creada la entidad (OnCreatedEntity), en este caso la asignación se hace antes de crear las entidades.

Una vez abierta la opción de asignación antes de crear la entidad aparecen dos casillas una que hace referencia a la tabla (TableName) y otra al número de fila a seleccionar (Row Number). En la casilla de referencia a tabla seleccionamos el nombre de la tabla, TablaClientes, y al seleccionar la casilla de número de fila se abre el editor de direcciones, por lo que hay que referenciar la propiedad a la tabla TablaClientes, en la columna Porcentaje y seleccionar fila al azar (RandomRow), por lo que la dirección queda TablaClientes.Porcentaje.RandomRow. Esta propiedad lo que hace es seleccionar el número de fila de la tabla, es decir, el tipo de entidad que se va a crear, basándose en el porcentaje de la columna de porcentajes.

Después de introducir todos los datos en la tabla de propiedades, el aspecto final de dicha tabla es el siguiente:

Properties: Entrada (Source)	
<input type="checkbox"/> <b>Entity Arrival Logic</b>	
Entity Type	<b>TablaClientes.TipoCliente</b>
Arrival Mode	Interarrival Time
<input type="checkbox"/> Time Offset	0.0
<input type="checkbox"/> Interarrival Time	<b>Random.Exponential(2)</b>
Entities Per Arrival	1
<input type="checkbox"/> <b>Stopping Conditions</b>	
<input type="checkbox"/> <b>Table Reference Assignments</b>	
<input type="checkbox"/> Before Creating Entities	
Table Name	<b>TablaClientes</b>
Row Number	<b>TablaClientes.Porcentaje.RandomRow</b>
<input type="checkbox"/> On Created Entity	
<input type="checkbox"/> <b>State Assignments</b>	
<input type="checkbox"/> <b>Financials</b>	
<input type="checkbox"/> <b>Add-On Process Triggers</b>	
<input type="checkbox"/> <b>Advanced Options</b>	
<input type="checkbox"/> <b>General</b>	
<input type="checkbox"/> <b>Animation</b>	

Fig.17. Tabla de propiedades de la Entrada (Source).

Como la distribución a mesas se realiza mediante una sola fila de espera, hay que colocar un nodo de transferencia (TransferNode) al que se renombrará como PuntoAMesas, para que haga la función de punto de separación a las mesas. Para ello se selecciona el icono TransferNode y se coloca en el sitio deseado en la ventana de modelización. Una vez en su posición hay que unir OutputNode de Entrada con dicho punto.

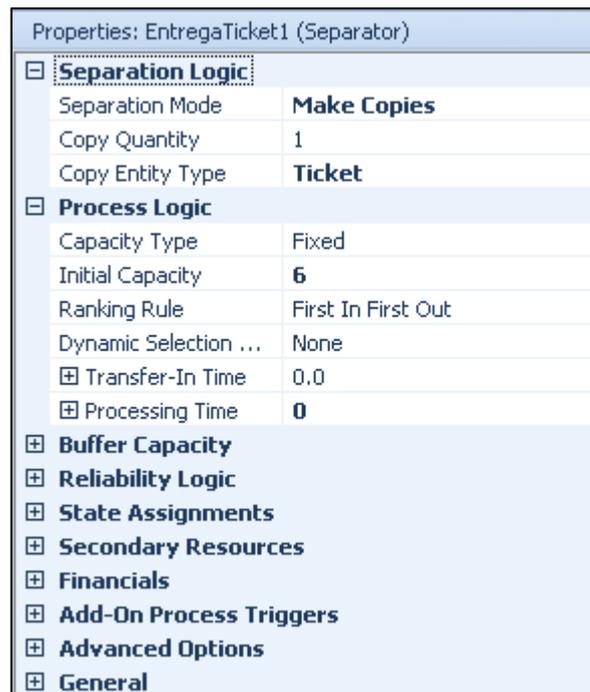
Una de las maneras es utilizar el tipo de vía Path de la librería estándar. Se selecciona el icono de vía en la librería estándar, y al pinchar en el nodo de salida de la entrada y mover el puntero, se forma la vía por la que viajarán las entidades. Esta línea se puede unir directamente al TransferNode, o darle la forma deseada introduciendo vértices. Esto se consigue pinchando donde queremos introducir cada vértice hasta llegar al nodo final.

El siguiente paso es definir los 3 separadores (Separator) que van a modelizar cada uno de los tres mostradores, donde el dependiente va a atender a los clientes: EntregaTicket1, EntregaTicket2 y EntregaTicket3, respectivamente. Dichos separadores tienen la función de crear una copia de la entidad Cliente que llegue, denominada Ticket. Para ello hay que introducir primero la entidad en el sistema y renombrarla con el nombre de Ticket. Dicha entidad será recogida por el dependiente de cada mesa y asociada al pedido que haya en cola en el almacén.

Una vez instalados los 3 separadores hay que proporcionarles las propiedades para que realicen las copias de las entidades correctamente, para ello al pinchar en el separador EntregaTicket1 se abre su tabla de propiedades. Lo primero que hay que cambiar es el modo de separación (Separation Mode) a hacer copias (Make Copies). Al cambiar el tipo de separación, se añaden dos opciones más en el desplegable de lógica de separación, cantidad de copias (Quantity Copies) y tipo de entidad a copiar (Copy Entity Type). Cuando se abre el desplegable de esta última, aparecen todos los tipos de entidad que se han añadido al modelo, y en este caso, seleccionamos el tipo de entidad Ticket.

En el desplegable del proceso lógico (Process Logic) cambiaremos la capacidad inicial (Initial Capacity) a 6. Esto es debido a que el dependiente puede preparar a la vez el pedido de hasta 6 clientes. De esta manera, el separador sea capaz de hacer las copias de 6 entidades Cliente a la vez. La propiedad Processing Time toma un valor de 0, ya que el tiempo que cuesta recoger la orden de pedido por parte del dependiente será asignado más adelante.

Para los otros dos separadores el proceso a seguir es el mismo con las mismas propiedades. Una vez introducidos los cambios en las tablas de propiedades, el aspecto de las mismas es el siguiente:



Properties: EntregaTicket1 (Separator)	
<b>Separation Logic</b>	
Separation Mode	<b>Make Copies</b>
Copy Quantity	1
Copy Entity Type	<b>Ticket</b>
<b>Process Logic</b>	
Capacity Type	Fixed
Initial Capacity	<b>6</b>
Ranking Rule	First In First Out
Dynamic Selection ...	None
Transfer-In Time	0.0
Processing Time	<b>0</b>
<b>Buffer Capacity</b>	
<b>Reliability Logic</b>	
<b>State Assignments</b>	
<b>Secondary Resources</b>	
<b>Financials</b>	
<b>Add-On Process Triggers</b>	
<b>Advanced Options</b>	
<b>General</b>	

Fig.18. Tabla de propiedades de los objetos EntregaTicket (Separator).

Con una vía Path, se unirá el TransferNode PuntoAMesas con los separadores EntregaTicket1-2-3. Como hay que realizar 3 vías distintas, se selecciona dos veces el icono Path en la librería estándar, para definir las 3 vías sin tener que seleccionar 3 veces el icono de vía. Cuando se han unido el TransferNode con los InputNode de cada separador, hay que presionar la tecla escape para salir de la selección de vía.

Una vez realizadas las 3 vías las renombraremos con el nombre de AMesa1, AMesa2 y AMesa3 respectivamente y cambiaremos la propiedad de paso (Allow Passing) en todas a False. Con esta propiedad se permite que una entidad adelante a otra en la vía, si su velocidad es mayor. En este caso no sería necesario, ya que la velocidad es la misma en todas las entidades Cliente.

El siguiente paso es definir 3 mezcladores (Combiner), asociados a cada separador, EntregaPedido1, EntregaPedido2 y EntregaPedido3. Con este elemento, se modeliza la entrega del pedido a cada uno de los clientes. Para ello se selecciona dos veces el icono de Combiner en la librería estándar, y pinchamos en cada sitio en el que se quiere colocar los mezcladores y al finalizar presionamos la tecla escape para salir de la selección de instalar el mezclador.

Como por defecto el mezclador tiene los dos nodos de entrada a un lado del mezclador y el de salida al otro, hay que intercambiar el nodo de salida por el nodo de entrada de los miembros (MemberInputNode). Esto se hace solo por cuestión de situación geográfica en cuanto a la entrada de las entidades, ya que la entidad a combinar con la entidad Padre (Parent), la entidad cliente en este caso, tiene su entrada por la parte derecha del mezclador.

Una vez emplazados los mezcladores EntregaPedido los uniremos con los separadores EntregaTicket, para que la entidad Cliente pueda ir de un elemento a otro. Para ello, se utiliza una vía (Path) desde el ParentOutputNode de cada separador EntregaTicket al ParentInputNode de cada mezclador EntregaPedido. A estas vías les damos un tiempo 0 ya que sólo son de unión entre nodos.

Uno de los elementos básicos en este modelo es cada uno de los 3 dependientes, representados en este caso por el tipo Worker. Como se quiere que cada uno atienda sólo a su mostrador, se definen 3 elementos tipo Worker, llamados Dependiente1, Dependiente2 y Dependiente3, de manera similar a casos anteriores. En la tabla de propiedades de cada dependiente cambiaremos el tipo de acción a realizar cuando está sin trabajo (Off Shift Action) a esperar en el sitio (Remain In Place), seleccionaremos el nodo inicial (Initial Node) para cada dependiente como el nodo de entrada de las entidades miembro de cada mezclador, es decir al MemberInputNode de cada objeto EntregarPedido, y les cambiaremos la capacidad de transporte (Initial Ride Capacity) a 6, por lo que así podrán transportar hasta 6 entidades a la vez.

Una vez introducidos los datos, las tablas de propiedades de los trabajadores quedarán como se muestra a continuación, solo que cada trabajador tendrá su nodo inicial:

Properties: Dependiente1 (Worker)	
<input checked="" type="checkbox"/> Resource Logic	
<input checked="" type="checkbox"/> Travel Logic	
<input checked="" type="checkbox"/> Routing Logic	
Initial Priority	1.0
Initial Node (Home)	MemberInput@EntregarPedido1
Idle Action	Remain In Place
Off Shift Action	Park At Node
<input checked="" type="checkbox"/> Transport Logic	
Initial Ride Capacity	6
Task Selection Strategy	First In Queue
<input checked="" type="checkbox"/> Load Time	0.0
<input checked="" type="checkbox"/> Unload Time	0.0
Park to Load/Unload	False
Minimum Dwell Time Type	No Requirement
<input checked="" type="checkbox"/> Financials	
<input checked="" type="checkbox"/> Add-On Process Triggers	
<input checked="" type="checkbox"/> Population	
<input checked="" type="checkbox"/> Advanced Options	
<input checked="" type="checkbox"/> General	

Fig.19. Tabla de propiedades de los trabajadores (Worker).

Como Dependiente entra al sistema y, mientras no haya peticiones, se sitúa en el nodo MemberInputNode de cada EntregaPedido, es necesario unir este nodo con el nodo MemberOutputNode de cada separador EntregaTicket donde el dependiente debe recoger el pedido de cada cliente. El dependiente no recorre esta vía mientras no haya Tickets esperando ser atendidos. A estas vías les daremos un tiempo de viaje de 2 segundos que representara el tiempo de intercambio desde que el cliente da el ticket al dependiente y éste lo recoge.

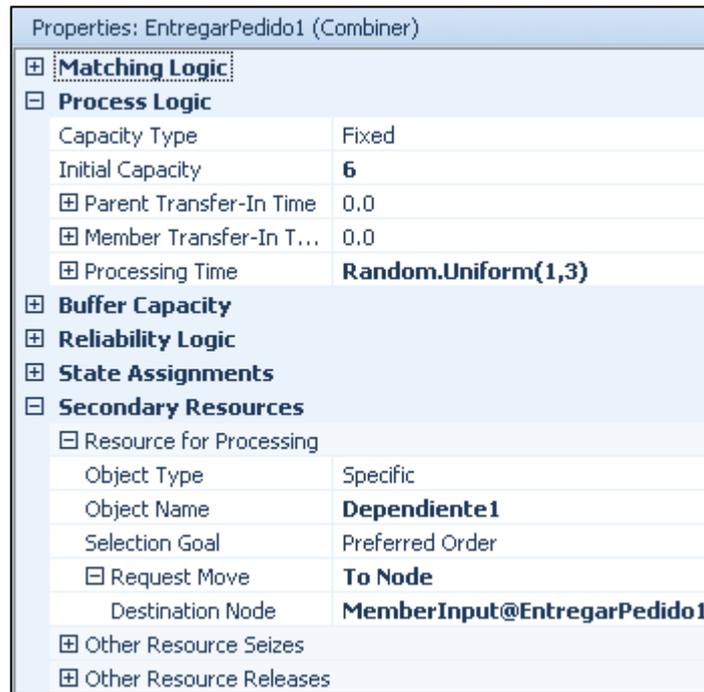
Caracterizados los dependientes, ya se puede terminar de caracterizar los mezcladores EntregaPedido. Como la función que van a desempeñar es la misma, van a tener las mismas propiedades solo que cada uno con su dependiente.

Como se pueden entregar hasta 6 pedidos a la vez, en el apartado de proceso lógico (Process Logic) de EntregaPedido, definiremos la capacidad inicial (Initial Capacity) como 6, y el tiempo de proceso (Process Time) como función uniforme con un mínimo de 1 minuto y un máximo de 3. Para ello, seleccionamos la casilla de tiempo de proceso y se abre el generador de funciones. Dicho generador de funciones va dirigiendo hacia lo que queremos seleccionar tal y como se van introduciendo datos en la casilla. Se introduce Random y nos dirige hasta las distintas funciones entre las que podemos elegir, donde seleccionamos Uniform e introducimos los valores 1 y 3, por lo que la función que tiene que quedar como Random.Uniform (1,3).

En el apartado de recursos secundarios (Secondary Resources) y en la sección recursos para procesar (Resource For Processing) cambiamos el nombre de objeto (Object Name) seleccionando cada operario para la mesa correspondiente, Dependiente1 para EntregaPedido1, Dependiente2 para EntregaPedido2 y Dependiente 3 para EntregaPedido3.

También hay que definir el punto en el que el dependiente tiene que estar para poder realizar esta tarea (Destination Move). En este caso, seleccionamos que esté en un nodo (To Node), y el nodo concreto, de la lista de nodos (Destination Node) seleccionamos el nodo correspondiente del mezclador de cada mesa, es decir el MemberInputNode de cada mezclador.

Una vez introducidos todos los datos, las tablas de propiedades de cada mezclador quedaran tal y como se muestra a continuación, solo que cambiando cada dependiente correspondiente a su mesa:



Properties: EntregarPedido1 (Combiner)	
<input checked="" type="checkbox"/> Matching Logic	
<input type="checkbox"/> Process Logic	
Capacity Type	Fixed
Initial Capacity	6
<input checked="" type="checkbox"/> Parent Transfer-In Time	0.0
<input checked="" type="checkbox"/> Member Transfer-In T...	0.0
<input checked="" type="checkbox"/> Processing Time	Random.Uniform(1,3)
<input checked="" type="checkbox"/> Buffer Capacity	
<input checked="" type="checkbox"/> Reliability Logic	
<input checked="" type="checkbox"/> State Assignments	
<input type="checkbox"/> Secondary Resources	
<input type="checkbox"/> Resource for Processing	
Object Type	Specific
Object Name	Dependiente1
Selection Goal	Preferred Order
<input type="checkbox"/> Request Move	To Node
Destination Node	MemberInput@EntregarPedido1
<input checked="" type="checkbox"/> Other Resource Seizes	
<input checked="" type="checkbox"/> Other Resource Releases	

Fig.20. Tabla de propiedades de los mezcladores EntregarPedido (Combiner).

El siguiente paso consiste en definir todo aquello relacionado con la preparación del pedido. Para ello, y debido a que cada una de las 3 ramas es independiente, se han definido 3 entradas (Source) de pedidos independientes. Esto se puede hacer así, ya que no hay problemas de falta de producto.

Seleccionamos haciendo doble click en el icono Source de la librería estándar y emplazamos las 3 entradas en el plano de simulación, presionando la tecla escape para salir de la selección de posición. Trasladamos los nodos de las entradas y los posicionamos en el lado izquierdo de la entrada, y renombramos cada entrada como Almacen1, Almacen2 y Almacen3 respectivamente. Ahora introducimos tres clases de entidades a las que renombraremos como Pedido1, Pedido2 y Pedido3 respectivamente, y realizamos una tabla como la que hemos realizado anteriormente para las entidades tipo Cliente y a la que llamaremos TablaPedidos.

Tras introducir los datos en la tabla, ésta queda como se muestra en la siguiente figura:

	Tipo Pedido	Porcentaje
1	Pedido1	33,33
2	Pedido2	33,33
3	Pedido3	33,33
*		

Fig.21. Tabla de pedidos.

Una vez definida la tabla, introduciremos las propiedades de las entradas. El tipo de entidad que entra al sistema por esta Source se define en el apartado Entity Type, que en este caso es `TablaPedidos.TipoPedido`. Para de los 3 tipos de pedidos sea un de los definidos, en el apartado referencia a tablas (Table Reference Assignments) desplegamos el apartado antes de crear entidad (Before Creating Entities) y seleccionamos el nombre de tabla (Table Name) como `TablaPedidos` y, después abrimos el selector de expresiones del apartado número de fila (Row Number) y la direccionamos como `TablaPedido.Porcentaje.RandomRow`.

Una vez introducidos los datos las tablas de las entradas para los pedidos quedarán como se muestra a continuación:

Properties: Almacen1 (Source)	
<b>Entity Arrival Logic</b>	
Entity Type	<b>TablaPedidos.TipoPedido</b>
Arrival Mode	Interarrival Time
Time Offset	0.0
Interarrival Time	Random.Exponential(.25)
Entities Per Arrival	1
<b>Stopping Conditions</b>	
<b>Table Reference Assignments</b>	
<input type="checkbox"/> Before Creating Entities	
Table Name	<b>TablaPedidos</b>
Row Number	<b>TablaPedidos.Porcentaje.RandomRow</b>
<input type="checkbox"/> On Created Entity	
<b>State Assignments</b>	
<b>Financials</b>	
<b>Add-On Process Triggers</b>	
<b>Advanced Options</b>	
<b>General</b>	
<b>Animation</b>	

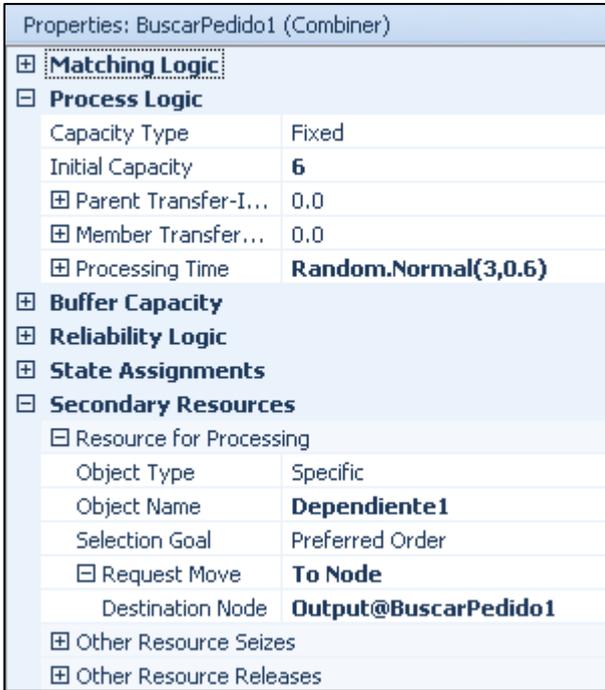
Fig.22. Tabla de propiedades de las entradas Almacén (Source).

El último de los elementos físicos básicos que queda por definir es el relacionado con la preparación de los pedidos. Para ello, se definen 3 mezcladores (Combiner) que juntan cada ticket con su pedido con la colaboración del dependiente.

Ahora seleccionamos con doble click el icono de combiner en la librería estándar, y emplazamos los 3 mezcladores al lado de las entradas de pedidos y los renombramos como BuscarPedido1, BuscarPedido2 y BuscarPedido3 respectivamente. Tal y como sucedía antes hay que intercambiar los nodos de entrada ya que los repuestos entran por la derecha del mezclador y tienen que salir por la izquierda, para ello intercambiamos las posiciones del nodo de salida (OutputNode) con el nodo de entrada de las entidades padre (ParentInputNode) de cada mezclador.

Estos 3 mezcladores tienen la misma tabla de propiedades ya que su función es la misma. Solo cambiará el recurso secundario para cada uno, ya que cada uno usará el dependiente correspondiente a cada mesa. En el apartado de proceso lógico introducimos una capacidad inicial de 6, un tiempo de proceso con una distribución normal con una media de valor 3 minutos y una desviación de 0,6 minutos, y en el apartado de recursos secundarios seleccionamos cada dependiente correspondiente a la mesa y su destino lo seleccionamos como el nodo de salida del mezclador BuscarPedido correspondiente.

Una vez introducidos los datos en las tablas de propiedades dichas tablas quedaran como aparece a continuación:



Properties: BuscarPedido1 (Combiner)	
<input checked="" type="checkbox"/> Matching Logic	
<input type="checkbox"/> Process Logic	
Capacity Type	Fixed
Initial Capacity	6
<input checked="" type="checkbox"/> Parent Transfer-I...	0.0
<input checked="" type="checkbox"/> Member Transfer...	0.0
<input checked="" type="checkbox"/> Processing Time	Random.Normal(3,0.6)
<input checked="" type="checkbox"/> Buffer Capacity	
<input checked="" type="checkbox"/> Reliability Logic	
<input checked="" type="checkbox"/> State Assignments	
<input type="checkbox"/> Secondary Resources	
<input type="checkbox"/> Resource for Processing	
Object Type	Specific
Object Name	Dependiente1
Selection Goal	Preferred Order
<input type="checkbox"/> Request Move	To Node
Destination Node	Output@BuscarPedido1
<input checked="" type="checkbox"/> Other Resource Seizes	
<input checked="" type="checkbox"/> Other Resource Releases	

Fig.23. Tabla de propiedades de los mezcladores BuscarPedido (Combiner).

Una vez que ya están todos los datos introducidos en las tablas de propiedades ya podemos acabar de unir todos los nodos que faltan del sistema. Para unir todos los nodos utilizaremos la vía por tiempo (TimePath), por lo que seleccionamos con doble click en el icono de TimePath en la librería estándar y unimos los nodos que faltan del sistema.

La primera unión es entre el nodo de salida de cada Source Almacén con el nodo de entrada ParentInputNode de BuscarPedido, para que las entidades Pedido lleguen a este último mezclador. Esta vía tiene un tiempo 0 de recorrido y no necesita de ningún dependiente. Conforme se creen las entidades Pedidos y haya sitio, éstas irán al ParentInputBuffer de BuscarPedido.

La segunda unión, denominada VueltaAlmacen1, VueltaAlmacen2 y VueltaAlmacen3, corresponde al nodo de salida OutputNode de los mezcladores BuscarPedido con los nodos de entrada MemberInputNode de los mezcladores EntregaPedido. Este camino es recorrido por el dependiente transportando el conjunto de ticket+pedido que haya preparado. El tiempo de viaje (Travel Time) sigue una distribución uniforme de valores 0,5 y 1,5 minutos.

La tercera, denominada IdaAlmacen1, IdaAlmacen2 y IdaAlmacen3, consiste en unir el nodo de salida MemberOutputNode de EntregaTicket con los nodos de entrada MemberInputNode de BuscarPedido, para que los Ticket recogidos por el dependiente lleguen a la zona de preparación del pedido. Este camino es recorrido por el dependiente llevando todos los Ticket que estuvieran esperando en el buffer MemberOutputBuffer de EntregaTicket, cuando aquél ha llegado a este nodo. El tiempo de viaje (Travel Time) sigue una distribución uniforme entre 0,5 y 1,5 minutos.

Para que el dependiente recoja el conjunto Ticket+Pedido en BuscarPedido, es necesario crear una cuarta conexión para que Dependiente pueda pasar del nodo MemberInputNode al nodo OutputNode de BuscarPedido. Este tiempo es 0.

Por ultimo introduciremos una salida (Sink) del sistema. Para ello seleccionamos el icono Sink de la librería estándar y lo arrastramos hasta la posición que ocupa en el modelo. Una vez hecho esto uniremos los nodos de salida OutputNode de los mezcladores EntregaTicket con el nodo de entrada de la salida.

Una vez cerrado el modelo, su aspecto será el que se muestra a continuación:

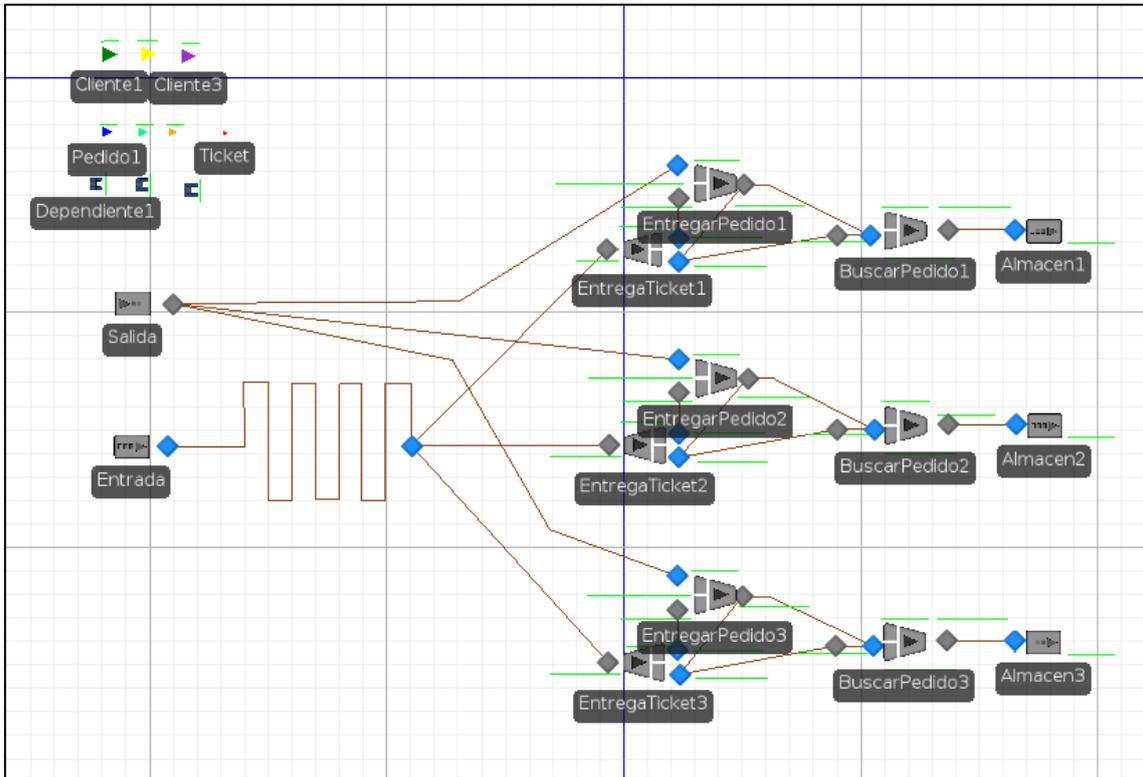


Fig.24. Modelización final del sistema.

Ahora el modelo ya está preparado para una primera simulación. Para ello hay que ir a la pestaña de Run en la parte superior del programa y seleccionar el icono de Run que hay en la barra de selección.

Como veremos, el modelo empieza a simular, comprobamos que todo funciona bien, que las entidades hacen su camino, que los operarios se mueven y recogen las piezas y que las entidades acaban en la salida y no nos da ningún tipo de error.

Al realizar esta primera simulación se aprecia que el modelo sigue los patrones que le hemos marcado, pero que no realiza exactamente lo que queremos. Esto es debido a que falta implementar la lógica interna que le permite a los objetos decidir las acciones a realizar en cada fase del modelo. Entre otros destacan los procesos para que los clientes vayan a una determinada mesa o se mantengan en espera en la fila general.

Como los clientes tienen que esperar en una fila única a que alguna de las tres mesas se quede libre, hay que introducir diferentes controladores en los objetos para que se produzca una lógica coherente. Dicha lógica será la que controle que los clientes esperen en la fila única y que se dirijan a la mesa que está vacía en dicho momento. Así se creará un proceso para el nodo PuntoAMesas que será el encargado de permitir o no el paso de los clientes basándose en los valores de distintas variables.

Será necesario introducir variables cuyos valores cambien cuando haya clientes o no. Además se construirán procesos para cada mesa, que serán los encargados de cambiar dichas variables en función de que haya o no clientes en la mesa.

Para realizar la lógica, primero hay que definir una serie de variables, estado y eventos. Para ello vamos a la pestaña de definiciones (Definitions) y en la librería de la izquierda seleccionamos Estados (States). Una vez aquí podemos añadir variables de estado desde los botones que hay en la parte superior del programa, en este caso todas las variables que vamos a añadir son de tipo entero (Integer), por lo que añadimos las variables desde el botón Integer.

Para controlar el posicionamiento de los clientes en cada uno de los mostradores, se necesitan 9 variables, 3 para cada mesa, por lo que seleccionamos 9 veces el botón Integer. Una vez añadidas las 9 variables las renombraremos como NTickets1, NTickets2, NTickets3, ClientesCola1, ClientesCola2, ClientesCola3, Pasa1, Pasa2 y Pasa3.

Las variables estado NTickets almacenan el número de tickets que cada dependiente recoge cada vez de su mostrador correspondiente. Su valor inicial es 0. Las variables estado ClientesCola definen el número de clientes que tenemos en cola en cada mesa, por lo que su valor inicial también es 0. Por último, las variables Pasa son una variable auxiliar que vale 1 ó 0, e indica si pueden pasar clientes nuevos de la fila general de entrada a la fila de RecogerTicket. Su valor inicial es 1 para que al principio entren nuevos clientes, y cuando la mesa esté llena o el dependiente haya recogido los tickets, su valor cambiará a 0, impidiendo que entren nuevos clientes.

Ahora cambiamos a la pestaña de propiedades (Properties) para añadir una propiedad numérica que se llamará NumMax, y que será el número máximo de clientes que pueden entrar de una vez a una mesa. Para ello una vez en la pestaña de propiedades abrimos el desplegable desde el botón de propiedad estándar (Standar Property) y seleccionamos un formato de número entero (Integer), lo renombramos como NumMax y le damos un valor por defecto (Default Value) de 6 en la tabla de propiedades.

Una vez que tenemos todas las variables, seleccionamos la pestaña de Eventos (Events), y añadimos 3 eventos desde el botón Event, y los renombramos como Fuera1, Fuera2, y Fuera3. Estos eventos serán los encargados de afirmar que todos los clientes han salido de la mesa, por lo que podrán entrar nuevos clientes si se cumple la lógica

Definidas todas las variables definidas ya podemos modelar los procesos lógicos del modelo. El primer proceso, CambioPasa1, controla la variable Pasa1, de manera que si ésta vale 1, su valor cambiará a 0 en cuanto un cliente ha llegado al mostrador EntregaTicket y se haya creado Ticket, es decir, la variable NTickets deja de ser cero. Esto ocurre aunque Dependiente no lo haya recogido todavía. En este momento se para el flujo de clientes hacia la mesa, y sólo los clientes que se estén moviendo en la cola serán atendidos. Notar que el tiempo de esta vía es nulo.

Este proceso se ejecuta en EntegaPedido cada vez que Cliente sale de este elemento al haber recibido su pedido.

De manera general para crear un proceso, seleccionamos la pestaña de procesos (Processes), añadimos un proceso desde el botón de crear proceso (Create Process), y veremos cómo se añade un proceso nuevo en la ventana de procesos.

En este caso, una vez definido el proceso en cuestión, le cambiamos el nombre (Name) a CambioPasa1 en la tabla de propiedades del proceso. Además, añadimos una categoría (Category) como Mesa1, donde añadiremos todos los procesos que van a modelar la lógica de la mesa 1.

El proceso en pseudocódigo es el siguiente:

```
SI NTickets1==0
  ENTONCES
    Pasa1=1
    ClientesCola1=0
    Lanzar_Evento_Fuera1
  SINO
    Pasa1=0
FIN
```

Este código se debe traducir a los elementos de Simio. Así, para el SI, seleccionamos el paso decidir (Decide) y lo arrastramos hasta el proceso CambioPasa1 y en la tabla de propiedades, introducimos la expresión NTickets1==0. Para las asignaciones, añadiremos Assign.

En la rama del True del proceso decidir, “entonces” del pseudocódigo, introduciremos dos Assign. En la tabla de propiedades del primero, en el apartado nombre de variable (State Variable Name) abriremos el desplegable y seleccionaremos la variable Pasa1, a la que le asignaremos un nuevo valor (New Value) de 1. En el segundo, haremos lo mismo pero ahora con la variable ClientesCola1 y el nuevo valor de 0. Para finalizar la rama del True del paso decidir añadimos lanzar un evento (Fire), y en su tabla de propiedades en el apartado de nombre de evento (Event Name), seleccionamos el evento Fuera1.

Una vez terminada la rama True del decide pasamos a la rama False, “sino”, en la que añadiremos un paso asignar y en su tabla seleccionamos la variable Pasa1 y le damos un nuevo valor de 0.

Para que el proceso CambioPasa1 funcione correctamente tiene que saber si hay o no tickets depositados en la mesa. Así, se añade un nuevo proceso, SumaTicket1, para actualizar la variable NTickets y que también asignaremos a la categoría de Mesa1. Este proceso se lanza en el elemento EntregaTicket1 cada vez que se crea un Ticket a partir de Cliente.

En dicho proceso hay dos asignaciones. En la primera a la variable NTickets1 se le asigna un nuevo valor: NTickets1+1. En la segunda, a la variable Pasa1 se le asigna un valor de 0.

En el último proceso de esta categoría, se va actualizando el número de tickets que lleva el dependiente cada vez que éste entrega el pedido a un cliente. Esta es la función del proceso Restar1, que como en casos anteriores se asigna a la categoría de Mesa1. Este proceso se ejecuta en EntregaPedido cuando cliente sale de éste.

Este proceso consta de un único paso de asignación que consiste en restar 1 a la variable NTickets1, asignándole el valor: NTickets1-1.

La lógica de las mesas 2 y 3 se construyen de la misma manera que la de mesa 1, cambiando el nombre de las variables.

Una vez se han realizado las categorías de la Mesa2 y Mesa3 los arboles de procesos de las mesas quedan como se muestra a continuación:

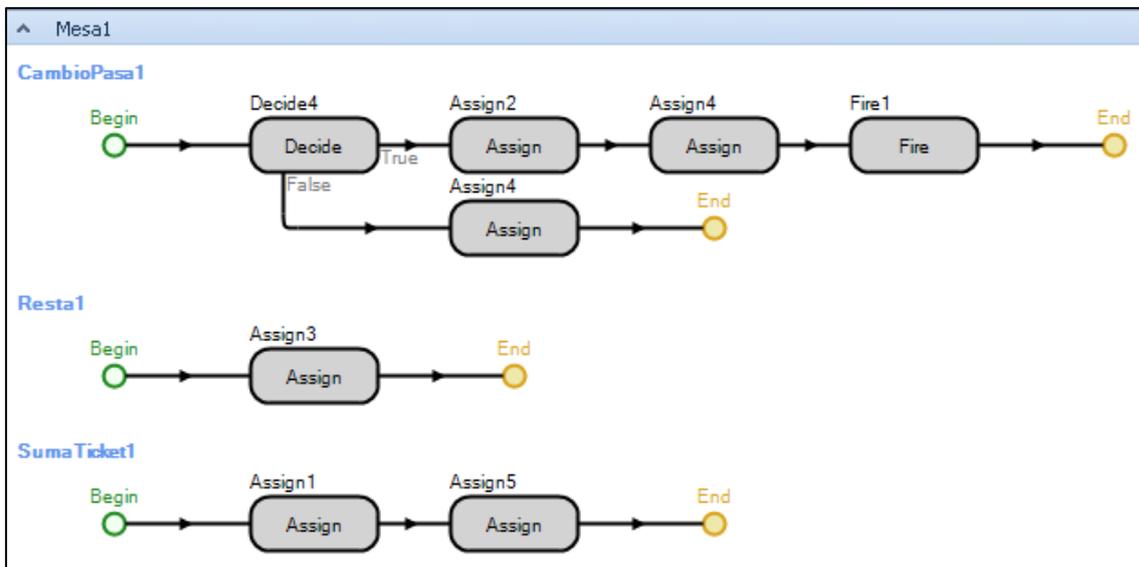


Fig.25. Arbol de procesos de cada mesa.

Ahora falta la lógica que ha de seguir el proceso para que envíe los clientes a una mesa u otra dependiendo de que haya clientes en una mesa o en otra. Para ello añadiremos un nuevo proceso al que renombraremos LogicaDestino. Este proceso se ejecuta en el nodo PuntoAMesas cada vez que llega un cliente nuevo a este nodo. Esto es debido a que Simio sólo permite ejecutar procesos en un nodo cada vez que entran o salen entidades-worker de él.

El proceso en pseudocódigo es el siguiente:

```
SI Pasa1==0 //No pueden entrar en mesa 1
  ENTONCES
    SI Pasa2==0 //No pueden entrar en mesa 2
      ENTONCES
        SI Pasa3==0 //No pueden entrar en mesa 3
          ENTONCES
            //No puede pasar Cliente a ninguna mesa y
            espera hasta que se lance uno de los 3
            eventos Fuera
            Wait
          SINO
            // Cliente pasa a mesa3
            SI ClientesCola3<NumMax
              ENTONCES
                //Cabem más clientes
                ClientesCola3=ClientesCola3+1
                Envia_Cliente_a_Nodo_Input_ EntregaTicket3
              SINO
                Wait
            Fin_SI ClientesCola3<NumMax
          Fin_SI Pasa3==0
        SINO
          // Cliente pasa a mesa2
          SI ClientesCola2<NumMax
            ENTONCES
              //Cabem más clientes
              ClientesCola2=ClientesCola2+1
              Envia_Cliente_a_Nodo_Input_ EntregaTicket2
            SINO
              Va a línea SI Pasa3==0
          Fin_SI ClientesCola2<NumMax
        Fin_SI Pasa2==0
      SINO
        // Cliente pasa a mesa1
        SI ClientesCola1<NumMax
          ENTONCES
            //Cabem más clientes
            ClientesCola1=ClientesCola1+1
            Envia_Cliente_a_Nodo_Input_ EntregaTicket1
          SINO
            Va a línea SI Pasa3==0
        Fin_SI ClientesCola1<NumMax
      Fin_SI Pasa1==0
```

Añadiremos un paso decidir al proceso y en su tabla de propiedades asignaremos la expresión Pasa1==0, y en el apartado General cambiaremos el nombre a AFila1?. Seguidamente en la rama True de dicho paso añadiremos otros pasos decidir a los que asignaremos las expresiones Pasa2==0, Pasa3==0 y cambiaremos los nombres a AFila2? y a AFila3? respectivamente.

Tras el último paso decide añadimos un paso espera (Wait) y en su tabla de propiedades asignamos al nombre evento (Event Name) el evento Fuera1, y seleccionamos en la casilla más eventos (Event (More)) el recuadro que hay al lado de la casilla. Cuando se selecciona dicho recuadro se abre una nueva ventana en la que se pueden añadir más eventos. Para añadir un nuevo evento seleccionamos el botón añadir (Add) y en la tabla de propiedades seleccionamos el evento Fuera2, repetimos el proceso para añadir el proceso Fuera3 y salimos seleccionando el botón cerrar (Close).

Una vez hemos terminado de asignar los eventos del paso espera hay que seleccionar la rama que sale de dicho paso y arrastrarla hasta el primer paso decidir que hemos añadido. Esto genera un bucle que permite a la lógica analizar constantemente si se produce alguno de estos pasos, por lo que si todas las variables Pasa son igual a 0 la lógica espera hasta que se produzca uno de los 3 eventos Fuera para así volver a analizar.

A continuación en la rama False del paso AFila1? añadimos otro paso decidir y en su tabla de propiedades asignamos la expresión  $\text{ClientesCola1} < \text{NumMax}$ , lo renombramos como NumMax1? y arrastramos la rama False de este paso hasta la entrada al paso AFila2?. Ahora añadimos un paso asignar en la rama True del paso NumMax1? y en su tabla de propiedades seleccionamos la variable ClientesCola1 y le damos un nuevo valor de  $\text{ClientesCola1} + 1$ . Para finalizar la rama False del paso AFila1? añadimos un paso asignar nodo (Set Node) al cual renombramos como MandarA1 y en su tabla de propiedades asignaremos el nodo al cual irán las entidades cliente, abrimos el desplegable de la casilla nombre de nodo (Node Name) y seleccionamos el nodo  $\text{Input@EntregaTicket1}$ . Para finalizar la lógica de destino terminamos realizando estos últimos pasos para los pasos AFila2? y AFila3?, pero usando las propiedades y expresiones correspondientes a las de cada mesa.

Una vez finalizados todos los pasos, la lógica de destino queda tal y como se muestra a continuación:

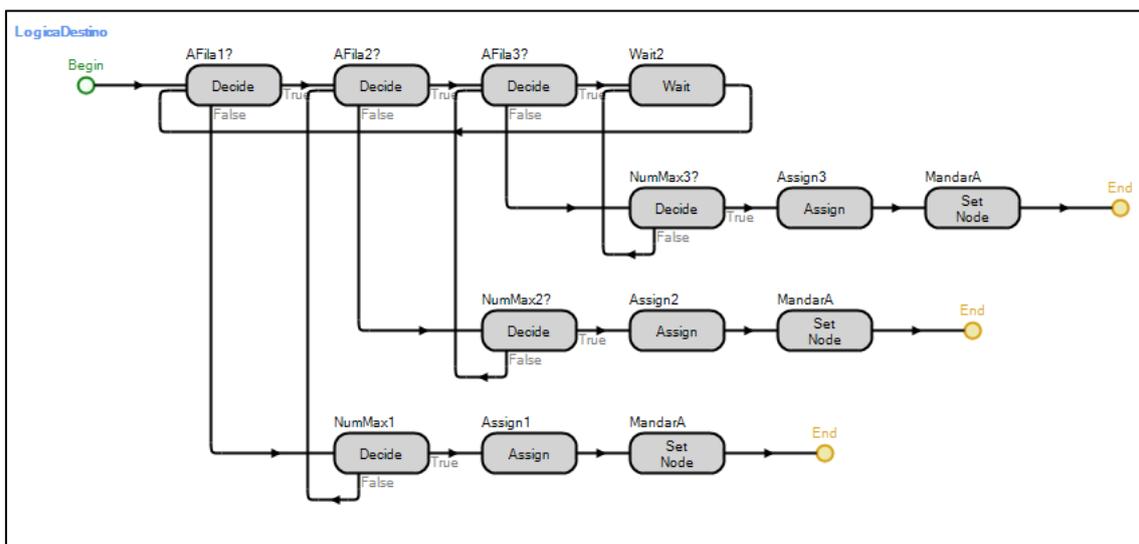


Fig.26. Arbol de procesos de la logica a mesas.

Ahora que ya están todos los procesos realizados, volvemos a la ventana de modelización, para asignar dichos procesos a los objetos que van a ser los encargados de inicializarlos.

Como ya se ha comentado, el proceso LogicaDestino está asignado al nodo de transferencia PuntoAMesas que hay tras la fila de espera antes de ir a las mesas. Para ello seleccionamos dicho nodo y en su tabla de propiedades abrimos el desplegable añadir procesos (Add-On Process Triggers) y en la casilla Entered, seleccionamos el proceso LogicaDestino. Esto hará que cada vez que entre una entidad Cliente en el nodo se lance el proceso LogicaDestino, que bloquee o no el acceso a las mesas dependiendo de que haya clientes en ellas o no.

Tras haber asignado el proceso lógico al nodo, la tabla de propiedades de dicho nodo queda como se muestra a continuación:



Properties: PuntoAMesas (TransferNode)	
<b>[-] Crossing Logic</b>	
Initial Traveler...	6
Entry Ranking...	First In First Out
<b>[-] Routing Logic</b>	
Outbound Link...	Available
Outbound Link...	Shortest Path
Entity Destina...	Continue
<b>[-] Transport Logic</b>	
Ride On Trans...	False
<b>[+] Tally Statistics</b>	
<b>[-] Add-On Process Triggers</b>	
Run Initialized	
Run Ending	
Entered	LogicaDestino
Exited	
<b>[+] Advanced Options</b>	
<b>[+] General</b>	
<b>[+] Animation</b>	

Fig.27. Tabla de propiedades del nodo PuntoAMesas.

Ahora hay que asignar los procesos de cada mesa a los objetos correspondientes. Para ello seleccionamos el objeto EntregaTicket1 y en su tabla de propiedades abrimos el desplegable añadir procesos y en la casilla después de procesar (After Processing) seleccionamos el proceso SumaTicket1, esto hará que cada vez que acabe de procesar sume uno a la variable NTickets1. Repetimos este proceso para las otras dos mesas asignando el proceso correspondiente a cada mesa, por lo que las tablas de propiedades de los objetos EntregaTicket quedan tal y como se muestra a continuación:

Properties: EntregaTicket1 (Separator)	
<b>[-] Separation Logic</b>	
Separation Mode	<b>Make Copies</b>
Copy Quantity	1
Copy Entity T...	<b>Ticket</b>
<b>[-] Process Logic</b>	
Capacity Type	Fixed
Initial Capacity	<b>6</b>
Ranking Rule	First In First Out
Dynamic Selec...	None
<b>[+] Transfer-In...</b>	0.0
<b>[+] Processing ...</b>	<b>0</b>
<b>[+] Buffer Capacity</b>	
<b>[+] Reliability Logic</b>	
<b>[+] State Assignments</b>	
<b>[+] Secondary Resources</b>	

<b>[+] Financials</b>	
<b>[-] Add-On Process Triggers</b>	
Run Initialized	
Run Ending	
Entered	
Before Proces...	
Processing	
After Processing	<b>SumaTicket1</b>
Parent Exited	
Member Exited	
Failed	
Repaired	
On Shift	
Off Shift	
<b>[+] Advanced Options</b>	
<b>[+] General</b>	

Fig.28. Tabla de propiedades de los objetos EntregaTicket (Separator).

Por ultimo asignaremos los procesos correspondiente para los objetos EntregaPedido, para ello seleccionamos el objeto EntregaPedido1 y en la tabla de propiedades abrimos el desplegable añadir procesos y en la casilla después de procesar (After Processing) seleccionamos el proceso Resta1, esto hará que cada vez que procese un cliente reste un ticket de la variable NTickets1. A este objeto también le añadiremos el proceso CambiaPasa1 en la casilla Salido (Exited), esto hará que cada vez que salga una entidad Cliente se analice si hay que cambiar la variable Pasa1 para que entren más clientes.

Para asignar los procesos a los otros objetos EntregaPedido realizamos los mismos pasos anteriores sólo que asignando los procesos correspondientes a dichas mesas.

Una vez que los hayamos asignado, las tablas de propiedades de los objetos EntregaPedido quedarán tal y como se muestra a continuación:

Properties: EntregarPedido1 (Combiner)	
[-] Matching Logic	
[-] Process Logic	
Capacity Type	Fixed
Initial Capacity	<b>6</b>
[-] Parent Transfer-In Time	0.0
[-] Member Transfer-In Time	0.0
[-] Processing Time	<b>Random.Uniform(1,3)</b>
[-] Buffer Capacity	
[-] Reliability Logic	
[-] State Assignments	
[-] Secondary Resources	
[-] Resource for Processing	
Object Type	Specific
Object Name	<b>Dependiente1</b>
Selection Goal	Preferred Order
[-] Request Move	<b>To Node</b>
Destination Node	<b>MemberInput@EntregarPedido1</b>
[-] Other Resource Seizes	
[-] Other Resource Releases	
[-] Add-On Process Triggers	
Run Initialized	
Run Ending	
Parent Entered	
Member Entered	
Before Processing	
Processing	
After Processing	<b>Resta1</b>
Exited	<b>CambioPasa1</b>
Failed	
Repaired	
On Shift	
Off Shift	
[-] Advanced Options	
[-] General	
[-] Animation	

Fig.29. Tabla de propiedades de los objetos EntregarPedido (Combiner).

Una vez que hemos terminado de asignar los procesos a sus objetos correspondientes ya podemos realizar una simulación para comprobar que el sistema funciona correctamente. Para ello vamos a la pestaña Run en la parte superior del programa y pinchamos en el botón Run de la barra.

Una vez que hemos comprobado que el modelo funciona correctamente y hace lo que necesitamos, ya podemos sacar resultados desde la pestaña de resultados (Results) que hay justo encima de la ventana de modelación.

Para la conversión a tres dimensiones Simio provee un sistema muy fácil y de rápida conversión para facilitar la modelización. Para convertir el sistema a tres dimensiones tan solo hay que ir seleccionando los objetos del sistema y desde la barra de símbolos de proyecto (Project Symbols) que se abre al seleccionar el objeto ir eligiendo la figura en tres dimensiones que queremos mostrar en el modelo 3D.

Simio provee una librería de objetos en 3 dimensiones para modelar los objetos, pero podemos necesitar modelos en 3 dimensiones que no consten en dicha librería, para solucionar esto, Simio también tiene la posibilidad de descargarse objetos directamente desde internet, para ello pinchamos en el objeto que queramos modelar y pinchamos en el botón descargar símbolo (Download Symbol) en la barra de símbolos de proyecto y buscar el objeto que más se aproxime a lo que queremos.

Una vez realizada la conversión total a tres dimensiones, el sistema queda tal y como se muestra a continuación:

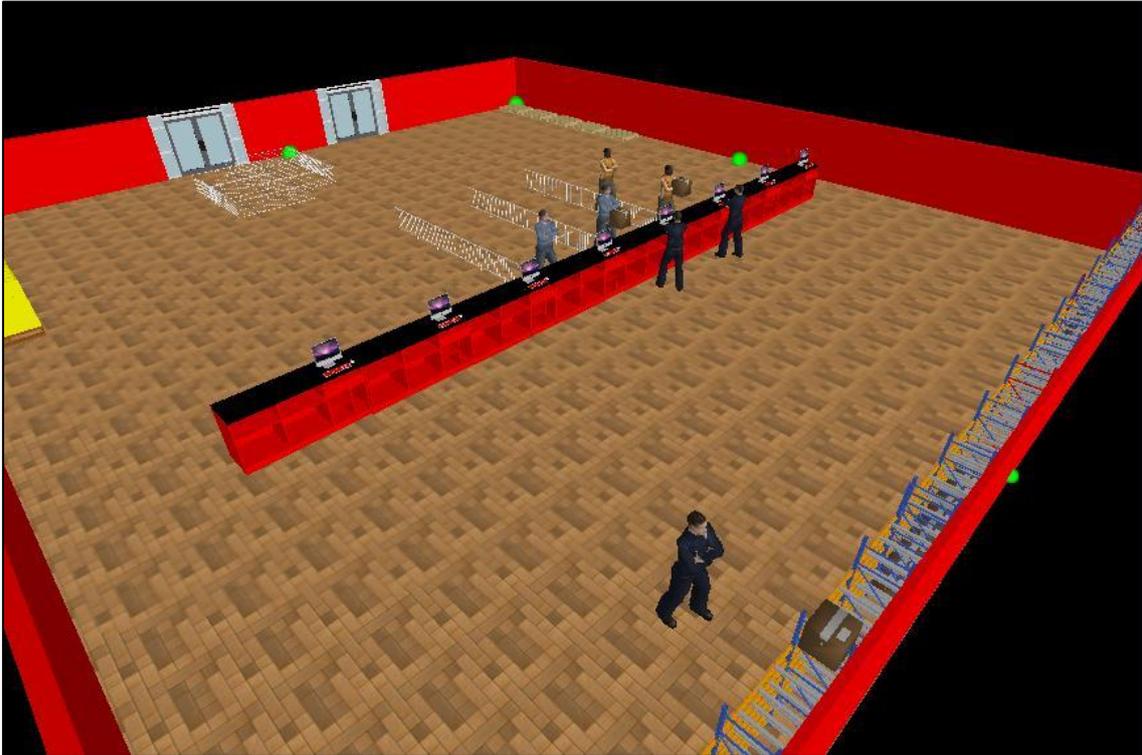


Fig.30. Sistema convertido a 3 dimensiones.

#### 4.4. Obtención de resultados.

Simio proporciona una tabla de resultados directa que se puede visualizar dentro del programa. Para visualizar dicha tabla hay que parar la simulación desde el botón de pause en la barra superior, y a continuación seleccionar la pestaña de resultados (Results) que hay justo encima de la ventana de modelización.

Una vez en la pestaña de resultados vemos que la ventana de resultados aparece automáticamente. Estos resultados aparecen en forma de casillas tipo Excel, en las que encontramos los resultados más comunes y generales como tiempos medios, unidades usadas, máximos, mínimos y totales. También se pueden filtrar los resultados en las columnas para que solo aparezcan los resultados de un tipo de objeto en concreto, o que solo nos aparezca un tipo de dato exacto. Para ello se pueden abrir los desplegados que hay en cada columna al lado de los nombres de columnas y seleccionar solo los datos que queremos que aparezcan.

The screenshot shows the 'Results' window in Simio. At the top left, there is a 'Drop Filter Fields Here' area with a dropdown menu set to 'Average'. At the top right, there is a 'Drop Column Fields Here' area. The main table has the following structure:

Object Type	Object Name	Data Source	Category	Data Item	Statistic	Average Total	
Combiner	BuscarPedido1	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	21,8098	
				UnitsAllocated	Total	35,0000	
				UnitsScheduled	Average	6,0000	
					Maximum	6,0000	
				UnitsUtilized	Average	1,3086	
					Maximum	6,0000	
			ResourceState	ProcessingTime	Average (Min...)	8,1482	
					Occurrences	13,0000	
					Percent	52,9630	
					Total (Minutes)	105,9260	
				StarvedTime	Average (Min...)	7,2365	
					Occurrences	13,0000	
			Percent		47,0370		
				Total (Minutes)	94,0740		
			MemberInputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	35,0000
					NumberExited	Total	35,0000
			OutputBuffer	Content	NumberInStation	Average	0,6920
						Maximum	6,0000
HoldingTime	TimeInStation	Average (Min...)		3,6323			
		Maximum (Mi...)		15,1951			
		Minimum (Min...)		0,0000			
Throughput	NumberEntered	Total		34,0000			
	NumberExited	Total	29,0000				
ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Average	382,5345			

Fig.31. Tabla de resultados de Simio.

Simio también permite exportar los resultados a un fichero .csv compatible con Excel. Para ello seleccionamos el botón exportar resultados (Export Results) en la barra que hay encima de la ventana de resultados y guardamos el archivo csv, que se abrirá automáticamente al guardarlo.

En el caso del modelo objeto de estudio, se ha establecido un horizonte de simulación de 8 horas de trabajo. Los resultados obtenidos, tras exportarlos a Excel y haber filtrado los indicadores más importantes por objeto del sistema, se muestran a continuación (la tabla de resultados completa se muestra en el Anexo I).

Para el objeto Cliente los indicadores más importantes son:

Cliente		
Número de clientes en el sistema (NumberInSystem)	Media	15,7653086
	Máximo	31
	Mínimo	0
Tiempo en el sistema (FlowTime, TimeInSystem)	Media	0,516
	Máximo	0,944
	Mínimo	0,111
Nº clientes atendidos (NumberDestroyed)		250
Nº clientes que han entrado en el modelo(NumberCreated)		237

Fig.32. Resultados indicadores del objeto Cliente.

Para los objetos EntregaPedido los indicadores más importantes son:

EntregarPedido1		
Tiempo de proceso (Processing, HoldingTime)	Media	0,03377604
	Máximo	0,04986663
	Mínimo	0,01671464
Tiempo de espera del cliente (ParentInputBuffer,HoldingTime)	Media	0,33143748
	Máximo	0,52441462
	Mínimo	0,06126499
Número de clientes en cola (ParentInputBuffer,Content)	Media	3,44113879
	Máximo	6
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo ocupado	33,5738523
	%Tiempo espera	66,4261477
Cientes atendidos		79

Fig.33. Resultados indicadores del objeto EntregaPedido1.

EntregarPedido2		
Tiempo de proceso (Processing, HoldingTime)	Media	0,0317467
	Máximo	0,04982429
	Mínimo	0,01697915
Tiempo de espera del cliente (ParentInputBuffer,HoldingTime)	Media	0,32746059
	Máximo	0,57097209
	Mínimo	0,07046487
Número de clientes en cola (ParentInputBuffer,Content)	Media	3,45387045
	Máximo	6
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo ocupado	31,8805595
	%Tiempo espera	68,1194405
Clientes atendidos		80

Fig.34. Resultados Indicadores del objeto EntregarPedido2.

EntregarPedido3		
Tiempo de proceso (Processing, HoldingTime)	Media	0,0317467
	Máximo	0,04982429
	Mínimo	0,01697915
Tiempo de espera del cliente (ParentInputBuffer,HoldingTime)	Media	0,32746059
	Máximo	0,57097209
	Mínimo	0,07046487
Número de clientes en cola (ParentInputBuffer,Content)	Media	3,45387045
	Máximo	6
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo ocupado	31,8805595
	%Tiempo espera	68,1194405
Clientes atendidos		78

Fig.35. Resultados indicadores del objeto EntregarPedido3.

Para los objetos Dependiente, los indicadores más importantes son:

Dependiente1		
Numero tickets transportados (RideStation,Content)	Media	0,35785623
	Máximo	6
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo (ResourceState,BusyTime, IdleTime,TransportingTime)	%Tiempo ocupado	83,97467007
	%Tiempo espera	4,787613861
	%Tiempo Transporte	11,23771607
Número de pedidos preparados((RideStation,Entered)/2)		82

Fig.36. Resultados indicadores del objeto Dependiente1.

Dependiente2		
Numero tickets transportados (RideStation,Content)	Media	0,348455911
	Máximo	6
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo (ResourceState,BusyTime, IdleTime,TransportingTime)	%Tiempo ocupado	85,42699666
	%Tiempo espera	3,839971939
	%Tiempo Transporte	10,7330314
Número de pedidos preparados ((RideStation,Entered)/2)		85

Fig.37. Resultados indicadores del objeto Dependiente2.

Dependiente3		
Numero tickets transportados (RideStation,Content)	Media	0,348455911
	Máximo	6
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo (ResourceState,BusyTime, IdleTime,TransportingTime)	%Tiempo ocupado	82,42784486
	%Tiempo espera	6,506878173
	%Tiempo Transporte	11,06527697
Número de pedidos preparados ((RideStation,Entered)/2)		79

Fig.38. Resultados indicadores del objeto Dependiente3.

Para los objetos BuscarPedido, los indicadores más importantes son los siguientes:

BuscarPedido1		
Tiempo de proceso del pedido (Processing, HoldingTime)	Media	0,04917153
	Máximo	0,06937778
	Mínimo	0,02799825
Tiempo de espera de salida de los pedidos (OutputBuffer,HoldingTime)	Media	0,09332088
	Máximo	0,28130381
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo ocupado	51,1705042
	%Tiempo espera	48,8294958
Pedidos servidos	82	

Fig.39. Resultados indicadores del objeto BuscarPedido1.

BuscarPedido2		
Tiempo de proceso del pedido (Processing, HoldingTime)	Media	0,04917153
	Máximo	0,06937778
	Mínimo	0,02799825
Tiempo de espera de salida de los pedidos (OutputBuffer,HoldingTime)	Media	0,092817
	Máximo	0,29626211
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo ocupado	53,5464371
	%Tiempo espera	46,4535629
Pedidos servidos		85

Fig.40. Resultados indicadores del objeto BuscarPedido2.

BuscarPedido3		
Tiempo de proceso del pedido (Processing, HoldingTime)	Media	0,05047049
	Máximo	0,09031581
	Mínimo	0,02972075
Tiempo de espera de salida de los pedidos (OutputBuffer,HoldingTime)	Media	0,09254676
	Máximo	0,27809308
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo ocupado	50,2745257
	%Tiempo espera	49,7254743
Pedidos servidos		80

Fig.41. Resultados indicadores del objeto BuscarPedido3.

Los tiempos mostrados en los resultados en el archivo .csv siempre son en horas, pero en la tabla de resultados que proporciona Simio se puede cambiar la configuración para visualizar las unidades en otro sistema, ya sea el tiempo en horas o medidas de distancia en metros o millas, esto se consigue seleccionando el desplegable configuración de unidades (Units Settings) que hay en la pestaña Run o en la ventana de resultados.

Los resultados mostrados se han obtenido solo con una entidad Cliente, ya que los tres tipos de entidades configurados en el modelo se han introducido para que en el modelo en 3 dimensiones haya diversificación en cuanto a la visualización de los clientes.

#### 4.5. Alternativas.

Cuando el modelo de un sistema está completamente terminado, necesitamos alternativas a él para poder comparar resultados y tomar la decisión más adecuada basándonos en esos mismos datos. Existe la posibilidad de generar otro modelo parecido y con la misma finalidad que el sistema inicial, pero esto requeriría de horas de trabajo. Para ahorrar dicho tiempo de trabajo SIMIO ofrece la posibilidad de realizar experimentos en los que comparar escenarios de un mismo modelo.

Hay dos modos básicos de ejecutar los modelos en Simio, el primer modo es el modo interactivo, en este modo se puede ver el modelo animado, ver las tablas dinámicas y gráficos que resumen el comportamiento del sistema. Es muy útil para construir y verificar el modelo y tener una visión general de cómo funcionara el modelo. El segundo modo, es el modo experimentación, que nos permite crear escenarios distintos de un mismo modelo que tengan propiedades distintas para así poder comparar la variabilidad en el sistema y llegar a conclusiones estadísticas válidas.

Para poder usar el modo experimentación primero hay que agregar un experimento al modelo, para ello seleccionamos la pestaña Proyecto (Project Home) y seleccionamos Nuevo Experimento (New Experiment) para añadir un experimento al modelo. Vemos como en el árbol de proyecto de la derecha se ha añadido una carpeta nueva llamada experimentos, y que en la ventana principal se ha abierto la ventana de experimentos para poder añadir los escenarios necesarios.

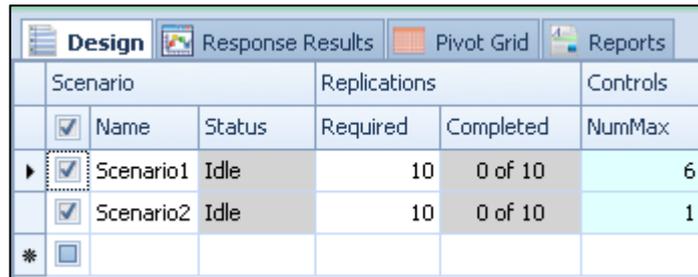
La ventana consta de una tabla en la que vienen las definiciones del escenario (Scenario), la cual contiene una columna para el nombre (Name) y el estado (Status) en que se encuentra el escenario, otra columna que controla el número de réplicas a simular (Replications) y el estado en el que se encuentran dichas réplicas, si están simuladas o no, y la última columna contiene los controles de los escenarios (Controls), es decir, las propiedades definidas.

Para poder comparar escenarios necesitamos definir las propiedades que queremos controlar para ver el impacto que éstas tienen sobre el sistema. En éste caso la variable que queremos controlar es el número máximo de clientes que pueden ser atendidos de una sola vez por un dependiente. Esta propiedad ya estaba definida en el sistema inicial como NumMax, por lo que ya aparece en la ventana de experimentos, pero si necesitáramos controlar más propiedades sólo hay que definir las en la ventana de definiciones del modelo inicial tal y como se ha explicado anteriormente.

Una vez que tenemos las propiedades definidas añadimos el número de escenarios que queremos comparar en la ventana de experimentos, para ello seleccionamos la casilla de verificación que hay en la primera columna y automáticamente se añade un escenario al experimento.

En este caso queremos comparar la diferencia que hay cuando los operarios son capaces de atender a 6 clientes a la vez y cuando sólo son capaces de atenderlos de 1 en 1. Para ello cambiamos la propiedad NumMax del segundo escenario a 1, y seleccionamos el número de réplicas que queremos simular en cada escenario, en este caso 10 réplicas. También cambiamos los nombres de los escenarios, pinchando encima de los nombres y renombrándolos como 6Clientes y 1Cliente.

Una vez añadidos todos los datos, la tabla de escenarios queda como se muestra en la siguiente imagen:



Scenario		Replications		Controls	
<input checked="" type="checkbox"/>	Name	Status	Required	Completed	NumMax
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario1	Idle	10	0 of 10	6
<input checked="" type="checkbox"/>	Scenario2	Idle	10	0 of 10	1
<input type="checkbox"/>					

Fig.42. Tabla de los escenarios del experimento.

Una vez que está completada la tabla de los escenarios introducimos el horizonte de tiempo de simulación para las réplicas de los escenarios, para ello en el apartado Run Setup que hay justo encima de la ventana de escenarios seleccionamos el tipo de final (Ending Type) y vemos que se abre un desplegable con tres tipos de formato, seleccionamos el de longitud de simulación (Run Length) e introducimos 8 horas de simulación. Ahora ya podemos comparar los escenarios, para ello seleccionamos el botón Run que hay encima de la ventana de experimentos, y vemos como el programa empieza a simular las réplicas de los dos escenarios.

Una vez que ha terminado de simular los dos escenarios podemos ver los resultados pinchando en la pestaña cuadrícula dinámica (Pivot Grid) que hay justo encima de la ventana.

Los resultados se muestran exactamente igual que en el modelo inicial, en una tabla resumida de datos medios, máximos y mínimos, solo que esta vez los datos son los de los dos escenarios, por lo que se pueden comparar rápidamente la diferencia entre un escenario y otro.

Drop Filter Fields Here					Scenario ▲									
					1 Cliente				6 Clientes					
...	Objec...	Data ...	Cate...	Data Item	Statistic	Average	Minimum	Maximum	Half Width	Average	Minimum	Maximum	Half Width	
Combiner	BuscarPedido1	[Resource]	Capacity	ScheduledUtili...	Percent	6,9975	6,8892	7,1365	0,1215	22,1664	19,1710	27,2355	4,5313	
				UnitsAllocated	Total	66,2000	65,0000	67,0000	1,3600	82,4000	79,0000	87,0000	3,6828	
				UnitsScheduled	Average	6,0000	6,0000	6,0000	0,0000	6,0000	6,0000	6,0000	0,0000	
					Maximum	6,0000	6,0000	6,0000	0,0000	6,0000	6,0000	6,0000	0,0000	
				UnitsUtilized	Average	0,4199	0,4134	0,4282	0,0073	1,3300	1,1503	1,6341	0,2719	
					Maximum	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	6,0000	6,0000	6,0000	0,0000	
				ResourceSt...	ProcessingTime	Average (Min...	3,0450	2,9797	3,1620	0,0882	8,7752	6,4929	11,7432	2,6660
						Occurrences	66,2000	65,0000	67,0000	1,3600	29,4000	22,0000	36,0000	7,5311
						Percent	41,9852	41,3354	42,8191	0,7292	51,5998	48,6965	53,8230	2,4366
					StarvedTime	Average (Min...	4,1447	4,0732	4,2665	0,0929	7,9582	6,6436	9,6369	1,7822
			Occurrences			67,2000	66,0000	68,0000	1,3600	30,0000	23,0000	36,0000	7,0774	
			Percent			58,0148	57,1809	58,6646	0,7292	48,4002	46,1770	51,3035	2,4366	
				Total (Minutes)	201,5289	198,4100	205,5316	3,5000	247,6791	233,7431	258,3505	11,6957		
			MemberInp...	Throughput	NumberEntered	Total	66,2000	65,0000	67,0000	1,3600	82,4000	79,0000	87,0000	3,6828
						Total	66,2000	65,0000	67,0000	1,3600	82,4000	79,0000	87,0000	3,6828
			OutputBuffer	Content	NumberInStat...	Average					0,8065	0,6043	1,1117	0,2703
						Maximum					6,0000	6,0000	6,0000	0,0000
				HoldingTime	TimeInStation	Average (Min...					4,6750	3,7226	6,1337	1,3788
						Maximum (M...					16,4206	15,3585	17,5372	1,1050
					Minimum (Min...						0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Throughput	NumberEntered	Total		66,2000	65,0000	67,0000	1,3600	82,0000	78,0000	87,0000	4,2100			
		Total	66,2000	65,0000	67,0000	1,3600	80,6000	75,0000	87,0000	6,2445				
ParentInp...	Content	NumberInStat...	Average	903,9886	872,7982	925,4133	26,9093	907,5030	881,0934	937,8732	26,4862			

Fig.43. Resultados de los escenarios.

Como se puede comprobar en la imagen, Simio proporciona los resultados en una cuadrícula dinámica en la que aparecen los resultados de los dos escenarios clasificados por tipo de resultado. Esta herramienta es muy útil ya que permite visualizar un mismo tipo de resultado de los dos escenarios en una sola línea.

Simio también provee otra forma de exportar los resultados en otro tipo de formato que no se en un archivo .csv. Para ello seleccionamos la pestaña informes (Reports), en la cual se presentan los datos agrupados por tipo de resultado y comparando un escenario con el otro en filas contiguas, por lo que la comparación es mucho más rápida. Si se quiere exportar este tipo de formato hay diferentes opciones para hacerlo, en formato PDF, en una hoja para Excel, en una hoja web entre más opciones. Para exportarlos, una vez que estamos en la pestaña Reports, seleccionamos vista previa de impresión (Print Preview) en la barra de selección que hay encima de la ventana de resultados y seleccionamos la flecha hacia abajo que hay en la opción exportar a (Export to) al final de la barra de opciones, esto abrirá una selección de opciones del tipo de formato para exportar el archivo, solo hay que seleccionar el tipo deseado y guardar el archivo.

Al extraer los resultados a un archivo .csv, los resultados se presentan como si fueran dos modelos distintos y aparecen los resultados de los escenarios agrupados uno debajo del otro. Tras filtrar los resultados y agruparlos para la comparación de escenarios, los resultados son los siguientes:

Los indicadores más importantes para el objeto Cliente son los siguientes:

Cliente		Escenario1	Escenario2
Número de clientes en el sistema (NumberInSystem)	Media	12,089865	20,9236743
	Máximo	17,6772061	29,30364431
	Mínimo	8,04622516	9,325371414
Tiempo en el sistema (FlowTime, TimeInSystem)	Media	24,2699206	42,94717538
	Máximo	18,2058048	57,61264435
	Mínimo	33,5463214	20,84733084
Nº clientes atendidos (NumberDestroyed)		230,2	197,5
Nº clientes que han entrado en el modelo(NumberCreated)		240,6	234

Fig.44. Tabla comparación escenarios del objeto Cliente.

Como se puede comprobar en la tabla, el número medio de clientes que han sido atendidos en cada escenario es superior en el Escenario1, lo cual ya es un indicador de peso que nos indica que el Escenario1 es más productivo que el Escenario2. También los tiempos medios que han permanecido los clientes en el sistema es menor en el caso del Escenario1 lo cual se traduce en una mayor satisfacción del propio cliente y que puedan entrar más clientes ya que el aprovechamiento del tiempo es mejor.

Destacar que el nº de clientes que han entrado al modelo en el escenario 2 es menor que en el 1, ya que el proceso es más lento. En estos casos, si la fila de entrada (asociado a una Source determinada) está completa, se bloquea la entrada de entidades al sistema (las generadas por dicha Source).

Los indicadores más importantes para los objetos BuscarPedido son los siguientes:

BuscarPedido1		Escenario1	Escenario2
Tiempo de proceso del pedido (Processing, HoldingTime)	Media	3,00216544	3,00405259
	Máximo	3,09125574	3,16202473
	Mínimo	2,94856958	2,79242256
Tiempo de espera de salida de los pedidos (OutputBuffer,HoldingTime)	Media	4,10427577	0
	Máximo	6,13367038	0
	Mínimo	2,49641835	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo ocupado	50,123436	42,0328503
	%Tiempo espera	49,876564	57,9671497
Pedidos realizados		80,3	67,3

Fig.45. Tabla comparación escenarios objeto BuscarPedido1.

BuscarPedido2		Escenario1	Escenario2
Tiempo de proceso del pedido (Processing, HoldingTime)	Media	2,97182383	3,02771609
	Máximo	3,07297158	3,19971254
	Mínimo	2,85568053	2,90419489
Tiempo de espera de salida de los pedidos (OutputBuffer,HoldingTime)	Media	4,35692329	0
	Máximo	5,88542117	0
	Mínimo	2,40906788	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo ocupado	49,789897	41,9908959
	%Tiempo espera	50,210103	58,0091041
Pedidos realizados		81	66,8

Fig.46. Tabla comparación escenarios objeto BuscarPedido2.

BuscarPedido3		Escenario1	Escenario2
Tiempo de proceso del pedido (Processing, HoldingTime)	Media	3,00940055	3,00507662
	Máximo	3,09156115	3,07824997
	Mínimo	2,91733738	2,87993936
Tiempo de espera de salida de los pedidos (OutputBuffer,HoldingTime)	Media	4,25464109	0
	Máximo	5,55280564	0
	Mínimo	2,41527846	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo ocupado	48,3201287	41,4574439
	%Tiempo espera	51,6798713	58,5425561
Pedidos realizados		77	66,3

Fig.47. Tabla comparación escenarios objeto BuscarPedido3.

Como se aprecia en las tablas de los tres objetos BuscarPedido, el porcentaje de tiempo ocupado que han estado en el Escenario1 es mayor que en el Escenario2, lo que ha conllevado a una mayor cantidad de pedidos servidos por las mesas tal y como se aprecia en las comparaciones.

Los indicadores más importantes para los objetos Dependiente son los siguientes:

Dependiente1		Escenario1	Escenario2
Porcentaje de trabajo (ResourceState,BusyTime, IdleTime,TransportingTime)	%Tiempo ocupado	82,2428804	69,7529595
	%Tiempo espera	13,5094396	2,00061951
	%Tiempo Transporte	4,24767999	28,246421
Número de pedidos preparados(RideStation,Entered)/2		79,25	67,05

Fig.48. Tabla comparación escenarios objeto Dependiente1.

Dependiente2		Escenario1	Escenario2
Porcentaje de trabajo (ResourceState,BusyTime, IdleTime,TransportingTime)	%Tiempo ocupado	82,2410675	69,7241518
	%Tiempo espera	4,50903768	1,96746062
	%Tiempo Transporte	13,2498948	28,3083876
Número de pedidos preparados(RideStation,Entered)/2		80,25	66,6

Fig.49. Tabla comparación escenarios objeto Dependiente2.

Dependiente3		Escenario1	Escenario2
Porcentaje de trabajo (ResourceState,BusyTime, IdleTime,TransportingTime)	%Tiempo ocupado	79,6111937	69,0188618
	%Tiempo espera	7,14550622	2,8173919
	%Tiempo Transporte	13,2433001	28,1637463
Número de pedidos preparados(RideStation,Entered)/2		76,7	66,2

Fi.50. Tabla comparación escenarios objeto Dependiente3.

Como se pueden apreciar en las tablas de los Dependientes, los porcentajes de tiempos de transporte en el Escenario2 han sido mayores que en el 1, y en cuanto a los porcentajes de tiempos ocupados, han sido menores en el Escenario2 que en el 1. Todo esto se traduce en una mayor pérdida de tiempo en términos de transporte, por lo que se pierde productividad en la actividad en el Escenario2.

Tras el la comparación y análisis de los resultados se llega a la conclusión de que el Escenario1 es más productivo que el Escenario2, por lo que se adoptaría el sistema de dicho escenario por delante del otro.

## 5. Modelo 2: Línea de fabricación.

### 5.1. Descripción del sistema.

El sistema a modelar consiste en una línea de montaje de un producto que consta de 7 estaciones de trabajo. La primera estación coge los materiales que necesita creando un tipo de producto, el cual es empleado por la segunda estación de montaje, que junto a otros materiales crea otro producto, y así sucesivamente hasta que la séptima estación crea el producto final.

Excepto para la primera estación, las demás necesitan que haya una unidad disponible de la estación anterior para poder desarrollar el montaje en dicha estación.

Cada estación dispone de un stock de material inicial que se va gastando tal y como se van fabricando los productos. Cuando el nivel de material llega a un nivel mínimo se lanza una orden de reaprovisionamiento para la estación, y el encargado de ejecutarla es el propio operario, por lo que cuando se lanza una orden de reaprovisionamiento, el operario deja su puesto de trabajo y va en busca de los materiales a reaprovisionar y vuelve a su puesto de trabajo.

En cada estación se realiza más de una tarea de ensamblaje de materiales, dicho número de tareas por estación vienen determinadas por la siguiente tabla:

Tareas por estación		
Estación	Tarea inicial	Tarea final
1	1	6
2	7	10
3	11	14
4	15	18
5	19	22
6	23	26
7	27	31

Fig.51. Tabla de tareas por estación.

Para realizar dicho número de tareas, en cada estación se consumen un número determinado de distintos materiales, dicha distribución de materiales viene reflejada por la siguiente tabla:

Material usado por estación		
Estación	Material inicial	Material final
1	1	13
2	14	16
3	17	18
4	19	22
5	23	24
6	25	27
7	28	38

Fig.52. Tabla de materiales por estación.

Cada tarea que se lleva a cabo en cada estación tiene una distribución de tiempo triangular que viene reflejado en la siguiente tabla:

Distribuciones triangulares de las tareas			
Tarea	Mínimo	Medio	Máximo
1	4.87	5.87	6.87
2	4	5.09	6
3	6.3	7.68	9.1
4	6.52	7.56	8.76
5	5.12	7.09	8.3
6	2	2.91	4
7	5.89	6.89	8.02
8	7.76	8.87	10.23
9	15.68	18.24	21.42
10	2	2.82	4
11	5.89	6.89	8.02
12	3	4	5
13	15.68	18.24	21.42
14	2	2.82	3.52
15	5.89	6.89	8.02
16	7.45	10.04	12.25
17	15	18	21
18	2	2.85	3.52
19	5.89	6.89	8.02
20	2	3	4
21	16.57	19.07	22.02
22	2.5	3.5	4.5
23	7.67	9.11	11.12
24	12.07	13.44	15
25	5.52	7.64	9.52
26	2	3.5	5
27	4.86	6.45	8.05
28	2.89	3.89	4.89
29	2.34	3.83	5.43
30	1	1.44	2
31	7.31	8.49	9.62
32	3	3.41	4.21

Fig.53. Tabla de distribución de tiempos de las tareas por estación.

La tabla a continuación refleja los 38 materiales que son empleados en el proceso, proporcionando información sobre el stock inicial que hay, la cantidad a reabastecer, el nivel al cual hay que lanzar la orden de reabastecimiento, el tiempo que se tarda en reabastecer el material y las unidades de cada material que se requieren por producto final.

Índice de materiales							
Numero material	Nivel inicial	Cantidad a reabastecer	Nivel para reabastecer	Tiempo de abastecimiento			Unidades por producto
				Tiempo mínimo	Tiempo medio	Tiempo máximo	
1	22	27	1	20	23.71	26	1
2	50	108	2	40	44.61	48	1
3	2500	5000	2	45	49	54	1
4	300	6857	3	72	77	82	1
5	300	350	2	57	61.67	65	1
6	15	25	1	6	6.93	8	1
7	30	48	1	20	23.30	26	1
8	50	96	1	2	4.38	6	1
9	75	100	2	54	58.53	63	1
10	100	192	1	14	17.10	20	1
11	125	250	2	63	67.43	70	1
12	200	850	3	85	90.10	95	1
13	5	25	1	10	14.72	18	1
14	8	24	2	47	52.73	57	1
15	300	500	10	54	59.52	64	5
16	900	4000	15	76	81.39	86	5
17	1000	500	10	54	59.52	64	5
18	300	4000	15	76	81.39	86	5
19	2	3	1	33	37.23	41	1
20	100	144	2	45	50.59	55	1
21	300	504	18	77	82.26	87	6
22	600	3000	18	100	108.14	116	6
23	300	504	18	78	82.26	85	6
24	300	504	24	100	108.14	116	6
25	500	1000	2	46	52.80	57	1
26	750	1000	4	102	115.73	130	1
27	850	1000	4	102	115.73	130	1
28	2500	5000	4	90	99.14	110	1
29	2700	5420	3	71	77.06	83	1
30	2	3	1	11	12.98	15	1
31	2	3	1	2	4.43	6	1
32	2	6	1	2	4.38	6	1
33	30	48	2	50	54.61	58	1
34	950	1950	2	40	43.79	46	1
35	1000	4500	4	98	104.24	110	1
36	2600	5142	4	98	104.24	110	1
37	3500	7500	2	40	43.79	46	1
38	69	168	10	230	271.81	300	1

Fig.54. Tabla de cantidades y tiempos de los materiales a reabastecer.

## 5.2. Elementos del sistema.

Los elementos de este sistema quedan definidos por un conjunto de elementos de modelización en Simio. Se ha definido un tipo de entidad:

- DefaultEntity, la entidad modela una orden de trabajo que llega a la línea de producción por la Entrada (Source).

Otro elemento básico son las estaciones de trabajo que se han modelizado mediante un elemento WorkStation.

La dinámica del sistema consta de 7 estaciones de trabajo (WorkStation) por las cuales irá pasando el producto a montar (ModelEntity). La entidad entrará por la entrada (Source) al sistema como una orden de trabajo, e ira recorriendo las distintas estaciones de trabajo de la línea de producción en las cuales los trabajadores (Workers) se encargaran de realizar las tareas asignadas a cada estación.

A medida que los trabajadores vayan consumiendo los materiales de los que disponen en las mesas, éstos se irán agotando hasta llegar a un nivel mínimo por el cual no podrán seguir montando. Cuando se alcance uno de los niveles mínimos de material, el operario tendrá que dirigirse al almacén para reponer los materiales que necesita, por lo que tendrá que dejar su puesto de trabajo, por lo que la producción quedará bloqueada.

Para conseguir la lógica de reabastecimiento se han creado tantas variables como materiales se tienen en todas las estaciones de trabajo, y los monitores con los que se controlan los niveles de los materiales.

Una vez que el material haya pasado por todas las estaciones de trabajo se dirigirá a la salida (Sink) y saldrá del sistema.

## 5.3. Modelización del sistema.

En una ventana nueva de modelación añadimos, en posición lineal, una entrada (Source), 7 estaciones de trabajo (WorkStation), una salida (Sink) , y renombramos la salida como Pedidos y los 7 servidores como Estacion1, Estacion2, Estacion3, Estacion4, Estacion5, Estacion6 y Estacion7 respectivamente. Seguidamente introducimos los tiempos de las actividades en las casillas de tiempo de procesamiento (Process Time) de cada estación en forma de sumatorio, es decir, como en la Estacion1 se realizan las 6 primeras actividades que vienen en los datos, hay que introducir los 6 tiempos de las actividades, para ello iremos sumando los tiempos triangulares introduciendo el primer tiempo y sumando todos los demás de la siguiente forma  $\text{Random.Triangular}(4.87,5.87,6.87)+\text{Random.Triangular}(4,5.09,6)+\dots$  y así hasta introducir los tiempos de las 6 actividades que corresponden a la Estacion1. Seguidamente se introducirán los tiempos de las actividades que corresponden para cada una de las demás estaciones de la misma forma y seleccionando el tipo de unidades (Units) en segundos (Seconds).

Una vez introducidos todos los datos unimos los nodos de salida con los nodos de entrada mediante conectores (Connector), para ello seleccionamos con doble click el símbolo de conector de la librería estándar y unimos los nodos y al finalizar presionamos la tecla escape para salir de la selección de conector.

Ahora añadiremos un nodo básico (BasicNode) al lado de cada estación, que será el lugar de trabajo de los operarios y un nodo básico por cada estación un poco más arriba que serán los almacenes de materiales. Para ello seleccionamos con doble click el símbolo de nodo básico de la librería de materiales y añadimos los nodos en sus respectivas posiciones. Una vez posicionados los nodos renombramos como Puesto1, Puesto2, Puesto3, Puesto4, Puesto5, Puesto6 y Puesto7 a los nodos correspondientes a las posiciones de trabajo de los operarios, y como Almacen1, Almacen2, Almacen3, Almacen4, Almacen5, Almacen6 y Almacen7 a los nodos que van a representar los almacenes de materiales de cada estación.

Como los operarios son los encargados de reponer los materiales que necesitan de los almacenes, unimos los nodos tipo Puesto con los nodos Almacén mediante vías (Path) y en sus tablas de propiedades cambiamos el tipo (Type) de vía a bidireccional para que los trabajadores puedan ir y volver del almacén por la misma vía.

Para terminar con la construcción del modelo añadimos 7 operarios de tipo trabajador (Worker) desde la librería estándar, los renombramos como Trabajador1, Trabajador2, Trabajador3, Trabajador4, Trabajador5, Trabajador6 y Trabajador7 respectivamente, y en las tablas de propiedades de cada uno seleccionamos el nodo inicial (Initial Node) como los nodos Puesto de cada la estación que le corresponde, es decir, al Trabajador1 le corresponde el nodo inicial Puesto1, al Trabajador2 el nodo inicial Puesto2 y así sucesivamente.

Una vez terminados de introducir todos los objetos en el modelo, queda tal y como se muestra a continuación:

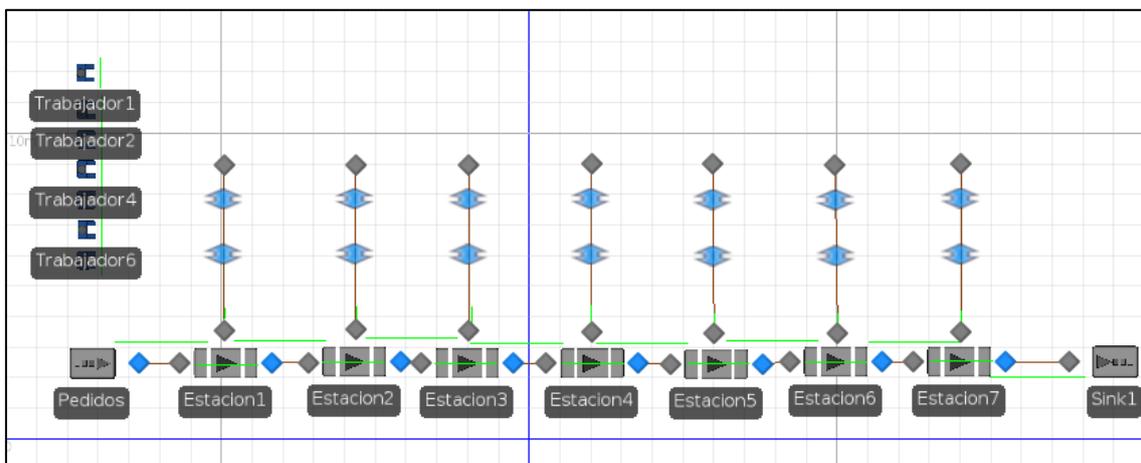


Fig.55. Modelo final del sistema.

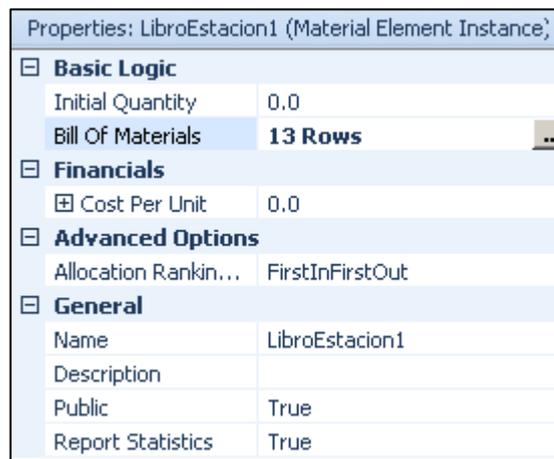
Ahora que ya está finalizado el trabajo de modelación procedemos a verificar que el modelo funciona correctamente y que no hay ningún problema de construcción en la simulación y que las entidades viajan correctamente a través del sistema. Para ello realizamos una simulación del sistema desde el botón de Run.

Una vez que hemos comprobado que el sistema funciona correctamente y que no hay ningún fallo de diseño pasaremos a la realización de la lógica para que el modelo se adapte perfectamente a lo que se quiere simular.

Como el sistema requiere de un reabastecimiento de materiales, lo primero que hay que hacer es introducir dichos materiales y el nivel inicial que tenemos al comenzar el modelo. Para ello nos dirigimos a la pestaña de definiciones (Definitions) y en la ventana de elementos (Elements) añadimos los materiales desde el botón de material (Material) que hay en la barra encima de la ventana de elementos. Cada vez que añadamos un material hay que introducir el stock inicial que hay de dicho material, por lo que al añadir un material introduciremos dicho stock en la tabla de propiedades del material en la casilla de nivel inicial (Initial Level).

Cuando ya están introducidos todos los materiales introducidos, hay que relacionar cada material a la estación de trabajo en la que se van a consumir, para ello creamos libros de materiales (Bill of Materials) para cada estación con los materiales a consumir en dicha estación. Para crear un libro de materiales añadimos un nuevo material y lo renombramos como LibroEstacion1 en el apartado general de su tabla de propiedades. A continuación añadimos los materiales que se van a consumir en la casilla libro de materiales (Bill Of Materials) que hay en el apartado lógica básica (Basic Logic). Para ello seleccionamos el recuadro que hay en dicha casilla y se abrirá una nueva ventana en la que podemos ir añadiendo los materiales desde un botón añadir (Add). Cada vez que añadimos un material hay que renombrar dicho material e introducir el número de piezas de dicho material que se consumen para crear un producto final.

Para la Estacion1 la tabla de propiedades queda tal y como se muestra a continuación:



Properties: LibroEstacion1 (Material Element Instance)	
<b>Basic Logic</b>	
Initial Quantity	0.0
Bill Of Materials	13 Rows ...
<b>Financials</b>	
Cost Per Unit	0.0
<b>Advanced Options</b>	
Allocation Rankin...	FirstInFirstOut
<b>General</b>	
Name	LibroEstacion1
Description	
Public	True
Report Statistics	True

Fig.56. Tabla de propiedades de los libros de material.

Tras introducir todos los materiales que se consumen en la Estacion1, el libro de materiales (Bill of Materials) queda tal y como se muestra a continuación:

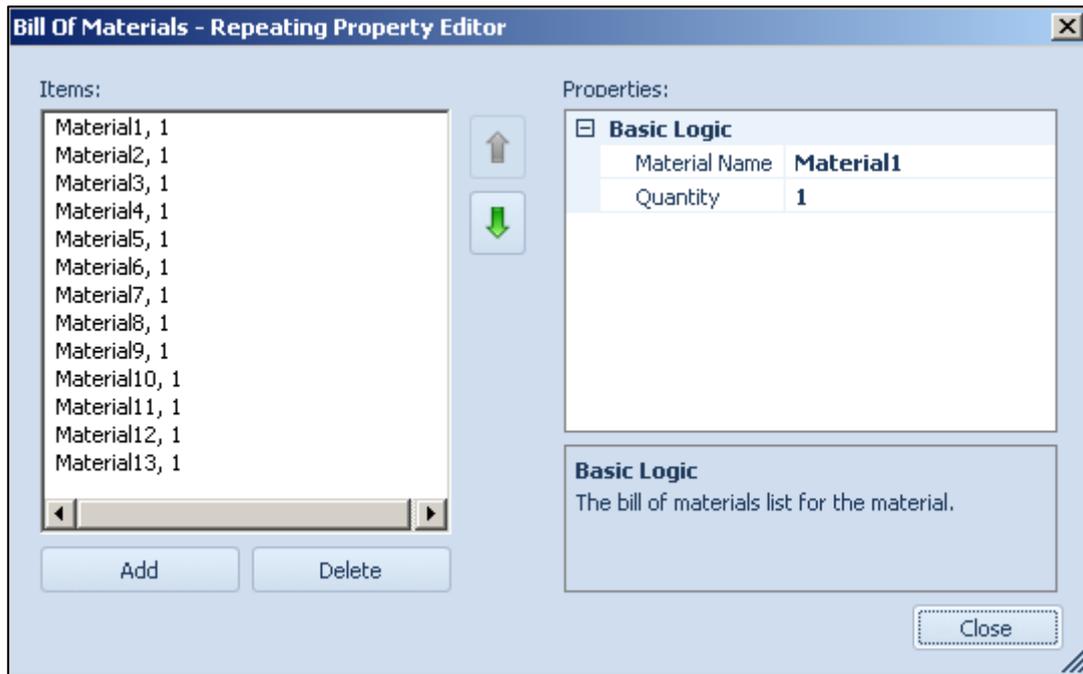


Fig.57. Libro de materiales de la Estacion1.

Para realizar los libros de materiales de las demás estaciones sólo hay que repetir estos mismos pasos, introduciendo los materiales correspondientes que se van a consumir en cada estación.

Una vez terminados los libros de materiales de las estaciones introduciremos un nuevo material al que renombraremos ProductoTerminado, dicho material lo usaremos solamente para sacar estadísticas del número de productos que se han producido cuando simulemos el modelo.

Para poder tener resultados directos de la cantidad de unidades que hemos usado de cada material, introduciremos unas salidas estadísticas directas de dicho material, esto sirve para que podamos visualizar rápidamente la cantidad de material que se ha consumido sin necesidad de buscarlos en los resultados finales.

Para introducir las salidas en la ventana de elementos seleccionamos el botón estadística de salida (Output Statistic) que hay justo encima de la ventana de elementos, introducimos tantas salidas como materiales tenemos incluyendo el de ProductoFinal, y los renombramos desde el tabla de propiedades de cada salida estadística como Mat1, Mat2, Mat3 y así hasta completar los 38 materiales y el producto final.

Una vez que ya están introducidos todos los materiales, tenemos que seleccionar la expresión de salida que queremos conocer, para ello seleccionamos el Mat1 y en su tabla de propiedades en el apartado de lógica básica (Basic Logic) introducimos la expresión Material1.QuantityConsumed en la casilla expresión (Expression), y así con cada material, con la expresión que corresponda a cada material, es decir, para el material 2 (Mat2) introduciremos la expresión Material2.QuantityConsumed, y así para cada material excepto para el ProductoFinal, en el que introduciremos la expresión ProductoTerminado.QuantityProduced ya que lo que queremos conocer es el número de unidades producidas, ya que aunque este configurado como material es un producto.

Ahora que ya están las salidas estadísticas configuradas procederemos a crear los procesos de recarga de cada estación. Para ello seleccionamos la pestaña de procesos (Processes) y seleccionamos el botón crear proceso (Create Process). Una vez que el proceso esta añadido lo renombramos como Mat1\_EventoRecarga en la tabla de propiedades del proceso, y en la casilla de categoría (Category) introducimos Estacion1, esto lo haremos con todos los materiales que se consumen en la Estacion1.

En el proceso añadimos un paso requerir (Seize) y abrimos el recuadro de la casilla recurso a requerir (Resource Seizes) en la tabla de propiedades. Al seleccionar el recuadro se abre una nueva ventana en la que podemos añadir el recurso a requerir desde un botón añadir (Add). Al seleccionar dicho botón se añade un recurso en blanco con una tabla de propiedades en la que seleccionaremos el nombre del objeto (Object Name) como Trabajador1 y el movimiento requerido (Request Move) como a nodo (ToNode) y el destino (Destination Move) como Almacen1. Para salir de la selección de recurso seleccionamos el botón cerrar (Close) que hay en la ventana.

Este paso lo que hace es mandar el operario al almacén a buscar los materiales que necesita. Una vez introducidos todos los datos la tabla de propiedades del recurso queda tal y como se muestra a continuación:

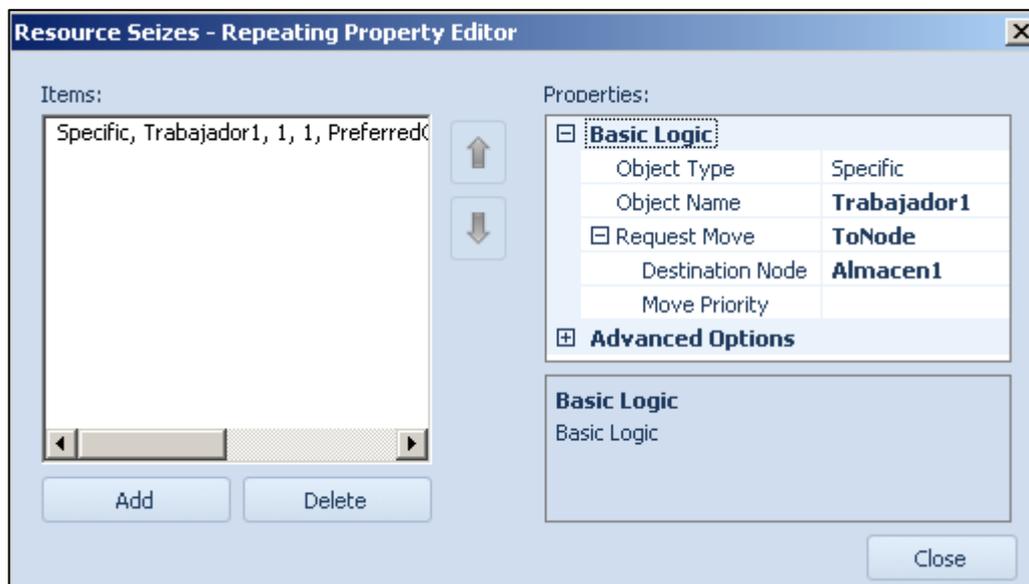


Fig.58. Tabla de propiedades de la lógica básica del paso Seize de la Estacion1.

Introduciremos ahora un paso retrasar (Delay) en el proceso, y en su tabla de propiedades introduciremos el tiempo de recarga que viene en los datos para el material1 como Random.Triangular (20,23.71,26) en la casilla de tiempo de retraso (Delay Time) y seleccionaremos las unidades (Units) como segundos (Seconds).

Tras el paso retrasar introducimos un paso liberar (Release) y abrimos el recuadro recurso a liberar (Resource Releases) y desde el botón de añadir (Add) añadimos un recurso a liberar en blanco, en cuya tabla de propiedades seleccionaremos el nombre del objeto (Object Name) como Trabajador1. Este paso lo que hace es liberar el objeto Trabajador1 de estar en el Almacen1 para que vuelva a su puesto de trabajo.

Para finalizar el evento Mat1\_EventoRecarga introducimos un paso producir (Produce) tras el paso liberar. En la tabla de propiedades de dicho paso producir seleccionamos el tipo de producción (Production Type) como Material, el nombre de material (Material Name) como Material1, e introducimos la cantidad de material a producir (Quantity) como 27. Este paso es el que crea la cantidad de material que se recarga en la estación de dicho material.

Tras finalizar el paso producir, el proceso Mat1\_EventoRecarga ya está finalizado. Para producir los procesos de los demás materiales solo hay que repetir estos mismos pasos introduciendo los cambios correspondiéndose con la estación, el trabajador y los datos específicos para cada material.

Una vez que hemos finalizado los procesos, el árbol de procesos para el sistema queda de la siguiente forma.

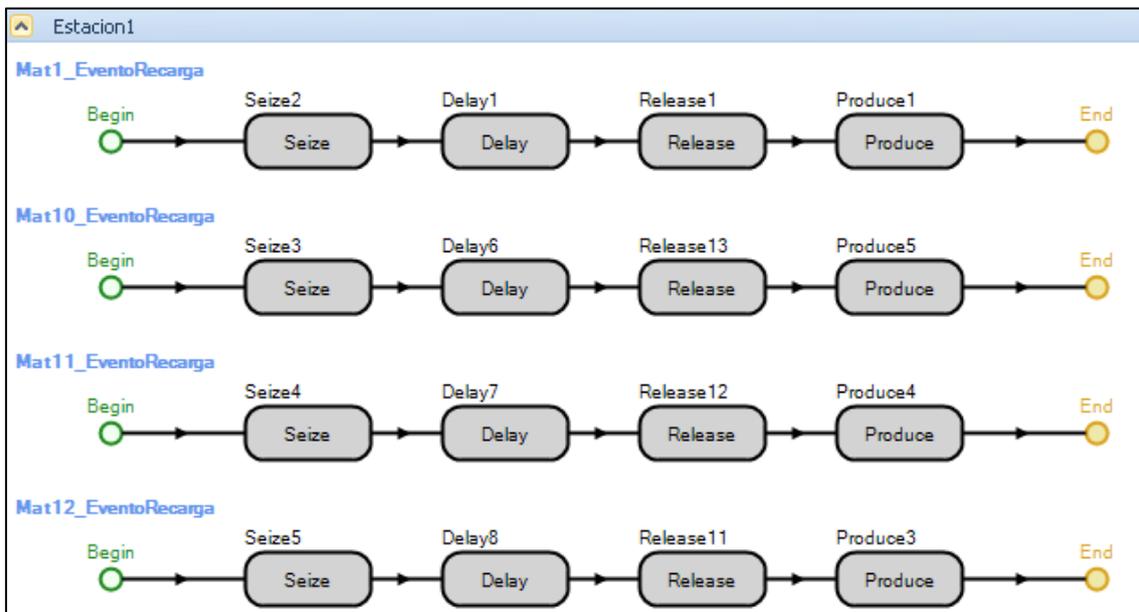


Fig.59. Árbol de procesos para reabastecimiento de materiales.

Como podemos apreciar los procesos son iguales para cada material, solo que en cada paso los datos son los correspondientes a cada material.

Ahora que ya están todos los materiales introducidos con los stocks iniciales, las cantidades a consumir por producto final realizado, y los procesos de reabastecimiento de materiales necesitamos monitores que vigilen la cantidad de cada material que tenemos en stock para así lanzar los reabastecimientos cuando se lleguen a unos niveles mínimos de materiales, para ello añadiremos un monitor por cada material que hemos añadido.

Para añadir un monitor seleccionamos la pestaña definiciones (Definitions) y en la ventana de elementos (Elements) seleccionamos el botón monitor (Monitor) que hay encima de la ventana. Una vez añadido el monitor en la lista de elementos, lo seleccionamos y en su tabla de propiedades cambiamos el tipo de monitor (Monitor Type) a CrossingStateChange, introducimos el nombre de la variable a monitorizar (State Variable Name) como Material1.QuantityAvaliable, introducimos el valor del umbral inicial (Initial Threshold Value) a 1, este valor es el que viene en la tabla de datos como la cantidad a la que hay que lanzar la orden de reabastecimiento, cambiamos la dirección de cruce (Crossing Direction) a negativa (Negative) y seleccionamos el proceso de evento de cambio (On Change Detected Process) como el Mat1\_EventoRecarga.

Para realizar los demás monitores solo hay que repetir estos mismos pasos pero introduciendo el nombre de la variable, el valor del umbral inicial y el proceso de evento de cambio asignado para cada material.

Una vez finalizada toda la lógica del sistema ya podemos asignar las propiedades a cada estación. Para ello seleccionamos la pestaña instalación (Facility) y seleccionamos la Estacion1.

Una vez seleccionada la Estacion1, en su tabla de propiedades cambiamos los valores del buffer de entrada (Input Buffer) a 0 y el buffer de salida (Output Buffer) a 3 en el apartado de capacidad buffer (Buffer Capacity). Seguidamente desplegamos el apartado de recursos secundarios (Secondary Resources) y seleccionamos el recuadro de la casilla recursos secundarios, dicho recuadro abrirá una ventana en la que añadiremos un recurso secundario en blanco mediante el botón añadir (Add). En la tabla de propiedades del recurso secundario en blanco seleccionamos el nombre del objeto (Object Name) como Trabajador1, seleccionamos el movimiento requerido (Request Move) como a nodo (To Node) y seleccionamos el nodo Puesto1.

Una vez cerrada la ventana de recurso secundario desplegamos el apartado materiales y otras restricciones (Materials&OtherConstrains) de la tabla de propiedades de la Estacion1, en el apartado consumo de material (Material Consumption) seleccionamos lista de materiales (Bill of Materials) y en nombre de consumo de material (Consumption Material Name) seleccionamos LibroEstacion1. Tras introducir el libro de materiales, la tabla de propiedades de la Estacion1 queda tal y como se muestra a continuación:

Properties: Estacion1 (Workstation)	
<b>Process Logic</b>	
Capacity Type	Fixed
Ranking Rule	First In First Out
Dynamic Selection Rule	None
Transfer-In Time	0.0
Operation Quantity	1
Setup Time Type	Specific
Setup Time	0.0
Processing Batch Size	1
Processing Time	Random.Triangular(4.87,5.8
Units	Seconds
Teardown Time	0.0
<b>Buffer Capacity</b>	
Input Buffer	0
Output Buffer	3
<b>Reliability Logic</b>	
<b>State Assignments</b>	
<b>Secondary Resources</b>	
Secondary Resources	1 Row
<b>Materials &amp; Other Constraints</b>	
Material Consumption	Bill Of Materials
Consumed Material ...	LibroEstacion1
Consumed Material ...	1.0
Material Production	None
Maximum Makespan	Infinity
Makespan Buffer Time	0.0
<b>Financials</b>	
<b>Add-On Process Triggers</b>	
<b>Advanced Options</b>	
<b>General</b>	
<b>Animation</b>	

Fig.60. Tabla de propiedades de la Estacion1 (Workstation)

Para las demás estaciones repetiremos los mismos pasos sólo que seleccionando los trabajadores y los libros de materiales correspondientes a cada estación de trabajo.

Tras asignar a cada estación su trabajador y su libro de materiales, el sistema ya está completo para realizar una primera simulación y comprobar que funciona correctamente. Para ello vamos a la pestaña Run en la parte superior del programa y pinchamos en el botón Run de la barra.

Una vez que hemos comprobado que la construcción del modelo funciona correctamente y que simula exactamente lo que queremos, procedemos a fijar el horizonte de simulación para 8 horas de trabajo. Para ello seleccionamos la pestaña Run que hay encima de la barra de opciones, y seleccionamos el tipo de fin (Ending Type) e introducimos 8 horas en el apartado de longitud de simulado (Run Length).

Tras simular el sistema ya podemos sacar los resultados desde la pestaña de resultados (Results) que hay justo encima de la ventana de modelación. Una vez que comprobamos que el sistema funciona correctamente, ya podemos proceder a la conversión a tres dimensiones tal y como se ha explicado en el ejercicio anterior. Tras convertir el sistema a tres dimensiones el modelo queda tal y como se muestra a continuación:

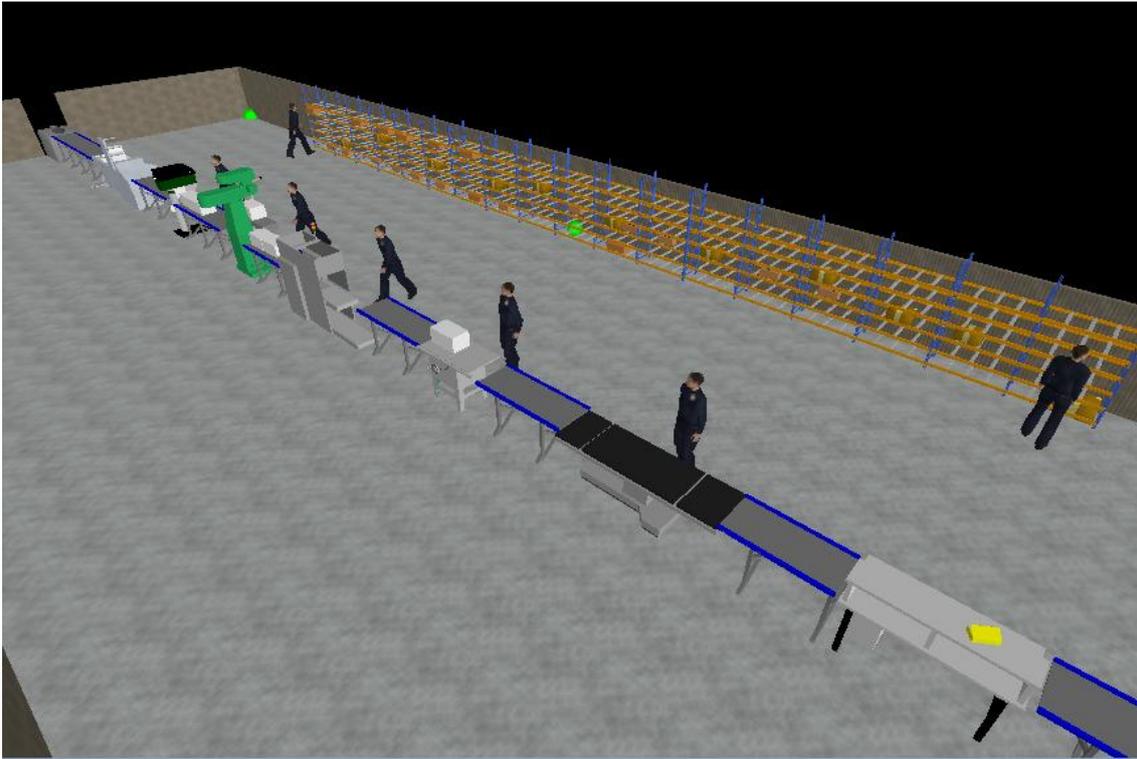


Fig.61. Construcción final en 3 dimensiones del sistema.

#### 5.4. Resultados.

Tras realizar una simulación del sistema con un horizonte de 8 horas de trabajo, los resultados se exportan a un archivo .csv compatible con Excel en donde se filtran y se eliminan los datos que no son relevantes como los tiempos de ocupación en las vías, y tiempos innecesarios que no reflejan validez estadística a la hora de tomar una decisión en cuanto a la línea de producción. Con todo esto los datos que se han exportado son los referentes a los tiempos de producción de las estaciones de trabajo, los tiempos que han estado ocupados los trabajadores en la estación de trabajo, las cantidades de materiales que se han utilizado así como la cantidad de productos que se han producido en la jornada de trabajo, de tal manera que la tabla de resultados queda tal y como se muestra a continuación.

La cantidad de materiales consumidos en las estaciones de trabajo viene reflejada por la siguiente tabla:

Object Name	Data Source	Value
Model	Mat1	547
Model	Mat10	547
Model	Mat11	547
Model	Mat12	547
Model	Mat13	547
Model	Mat14	543
Model	Mat15	2715
Model	Mat16	2715
Model	Mat17	2700
Model	Mat18	2700
Model	Mat19	536
Model	Mat2	547
Model	Mat20	536
Model	Mat21	3216
Model	Mat22	3216
Model	Mat23	3210
Model	Mat24	3210
Model	Mat25	534
Model	Mat26	534
Model	Mat27	534
Model	Mat28	533
Model	Mat29	533
Model	Mat3	547
Model	Mat30	533
Model	Mat31	533
Model	Mat32	533
Model	Mat33	533
Model	Mat34	533
Model	Mat35	533
Model	Mat36	533
Model	Mat37	533
Model	Mat38	533
Model	Mat4	547
Model	Mat5	547
Model	Mat6	547
Model	Mat7	547
Model	Mat8	547
Model	Mat9	547

Fig.62. Tabla de materiales consumidos.

Los indicadores más importantes de los objetos Estación son los siguientes:

Estación1		
Tiempo de proceso (Processing, HoldingTime)	Medio	0,01463167
	Máximo	0,04761037
	Mínimo	0,00913802
Tiempo de recarga material (ResourceState, WaitingFor SecondaryResourceTime)	Medio	0,00631303
	Porcentaje	6,8654208
	Total	0,54923366
Tiempo de producto esperando a la siguiente estación (OutputBuffer,HoldingTime)	Medio	0,04060064
	Máximo	0,08534031
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo trabajo	68,3776943
	Total tiempo	5,47021555
	%Tiempo bloqueado	24,7568849
	Total tiempo	1,98055079
	%Tiempo esperas	0
	Total tiempo	0
Número de productos terminados		546

Fig.63. Tabla de resultados del objeto Estación1.

Estación2		
Tiempo de proceso (Processing, HoldingTime)	Medio	0,01470339
	Máximo	0,04761037
	Mínimo	0,00944395
Tiempo de recarga material (ResourceState, WaitingFor SecondaryResourceTime)	Medio	0,01576222
	Porcentaje	5,71380564
	Total	0,45710445
Tiempo de producto esperando a la siguiente estación (OutputBuffer,HoldingTime)	Medio	0,04189323
	Máximo	0,08534031
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo trabajo	70,2217739
	Total tiempo	5,61774191
	%Tiempo bloqueado	23,8187423
	Total tiempo	1,90549938
	%Tiempo esperas	0,24567814
	Total tiempo	0,01965425
Número de productos terminados		542

Fig.64. Tabla de resultados del objeto Estación2.

Estación3		
Tiempo de proceso (Processing, HoldingTime)	Medio	0,01471324
	Máximo	0,05049933
	Mínimo	0,00814756
Tiempo de recarga material (ResourceState, WaitingFor SecondaryResourceTime)	Medio	0,01027249
	Porcentaje	0,64203087
	Total	0,05136247
Tiempo de producto esperando a la siguiente estación (OutputBuffer,HoldingTime)	Medio	0,04380566
	Máximo	0,08816285
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo trabajo	60,097584
	Total tiempo	4,80780672
	%Tiempo bloqueado	38,3960865
	Total tiempo	3,07168692
	%Tiempo esperas	0,86429862
Total tiempo	0,06914389	
Número de productos terminados		539

Fig.65. Tabla de resultados del objeto Estación3.

Estación4		
Tiempo de proceso (Processing, HoldingTime)	Medio	0,01489723
	Máximo	0,05049933
	Mínimo	0,00936173
Tiempo de recarga material (ResourceState, WaitingFor SecondaryResourceTime)	Medio	0,01252007
	Porcentaje	29,4221661
	Total	2,35377329
Tiempo de producto esperando a la siguiente estación (OutputBuffer,HoldingTime)	Medio	0,00018477
	Máximo	0,01642644
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo trabajo	70,2083091
	Total tiempo	5,61666473
	%Tiempo bloqueado	0
	Total tiempo	0
	%Tiempo esperas	0,36952478
Total tiempo	0,02956198	
Número de productos terminados		535

Fig.66. Tabla de resultados del objeto Estación4.

Estación5		
Tiempo de proceso (Processing, HoldingTime)	Medio	0,00943535
	Máximo	0,02923373
	Mínimo	0,00802445
Tiempo de recarga material (ResourceState, WaitingFor SecondaryResourceTime)	Medio	0,01690196
	Porcentaje	2,53529404
	Total	0,20282352
Tiempo de producto esperando a la siguiente estación (OutputBuffer,HoldingTime)	Medio	7,07E-05
	Máximo	0,00395222
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo trabajo	60,4509272
	Total tiempo	4,83607418
	%Tiempo bloqueado	0
	Total tiempo	0
	%Tiempo esperas	37,0137787
Total tiempo	2,9611023	
Número de productos terminados		534

Fig.67. Tabla de resultados del objeto Estación5.

Estación6		
Tiempo de proceso (Processing, HoldingTime)	Medio	0,00941911
	Máximo	0,02507379
	Mínimo	0,00821683
Tiempo de recarga material (ResourceState, WaitingFor SecondaryResourceTime)	Medio	0,01584786
	Porcentaje	0,19809819
	Total	0,01584786
Tiempo de producto esperando a la siguiente estación (OutputBuffer,HoldingTime)	Medio	0,00019597
	Máximo	0,00703783
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo trabajo	62,5899498
	Total tiempo	5,00719598
	%Tiempo bloqueado	0
	Total tiempo	0
	%Tiempo esperas	37,211952
Total tiempo	2,97695616	
Número de productos terminados		533

Fig.68. Tabla de resultados del objeto Estación6.

Estación7		
Tiempo de proceso (Processing, HoldingTime)	Medio	0,00810724
	Máximo	0,01803182
	Mínimo	0,00654216
Tiempo de recarga material (ResourceState, WaitingFor SecondaryResourceTime)	Medio	0,00135211
	Porcentaje	2,99154795
	Total	0,23932384
Tiempo de producto esperando a la siguiente estación (OutputBuffer,HoldingTime)	Medio	0
	Máximo	0
	Mínimo	0
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,ProcessingTime, StarvedTime)	%Tiempo trabajo	51,0229571
	Total tiempo	4,08183656
	%Tiempo bloqueado	0
	Total tiempo	0
	%Tiempo esperas	45,985495
	Total tiempo	3,6788396
Número de productos terminados		533

Fig.69. Tabla de resultados del objeto Estación7.

Los indicadores más importantes de los objetos Trabajador son los siguientes:

Trabajador1		
Porcentaje de trabajo  (ResourceState,BusyTime, IdleTime)	%Tiempo ocupado	77,3926706
	Tiempo Total	6,19141364
	%Tiempo espera	22,6073294
	Tiempo Total	1,80858636

Fig.70. Tabla de resultados del objeto Trabajador1.

Trabajador2		
Porcentaje de trabajo  (ResourceState,BusyTime, IdleTime)	%Tiempo ocupado	76,2710479
	Tiempo Total	6,10168383
	%Tiempo espera	23,7289521
	Tiempo Total	1,89831617

Fig.71. Tabla de resultados del objeto Trabajador2.

Trabajador3		
Porcentaje de trabajo  (ResourceState,BusyTime, IdleTime)	%Tiempo ocupado	61,2993336
	Tiempo Total	4,90394668
	%Tiempo espera	38,7006664
	Tiempo Total	3,09605332

Fig.72. Tabla de resultados del objeto Trabajador3.

Trabajador4		
Porcentaje de trabajo	%Tiempo ocupado	99,6304752
	Tiempo Total	7,97043802
(ResourceState,BusyTime, IdleTime)	%Tiempo espera	0,36952478
	Tiempo Total	0,02956198

Fig.73. Tabla de resultados del objeto Trabajador4.

Trabajador5		
Porcentaje de trabajo	%Tiempo ocupado	64,5888104
	Tiempo Total	5,16710483
(ResourceState,BusyTime, IdleTime)	%Tiempo espera	35,4111896
	Tiempo Total	2,83289517

Fig.74. Tabla de resultados del objeto Trabajador5.

Trabajador6		
Porcentaje de trabajo	%Tiempo ocupado	62,791158
	Tiempo Total	5,02329264
(ResourceState,BusyTime, IdleTime)	%Tiempo espera	37,208842
	Tiempo Total	2,97670736

Fig.75. Tabla de resultados del objeto Trabajador6.

Trabajador7		
Porcentaje de trabajo	%Tiempo ocupado	68,2953842
	Tiempo Total	5,46363073
(ResourceState,BusyTime, IdleTime)	%Tiempo espera	31,7046158
	Tiempo Total	2,53636927

Fig.76. Tabla de resultados del objeto Trabajador7.

Los indicadores más importantes para el objeto DefaultEntity son los siguientes:

DefaultEntity	
Número de productos fabricados	533
Numero de órdenes lanzadas	546

Fig.77. Tabla de productos finalizados y órdenes lanzadas.

Los tiempos mostrados en los resultados son en horas, porcentajes y unidades para los materiales introducidos en el sistema, como se aprecia en la tabla están las cantidades de materiales que se han consumido y el número de productos finales que se han producido, si no hubiéramos introducido las salidas de estadísticas en la ventana de elementos, estos datos no saldrían directamente, si no habría que buscarlos en los resultados de las estaciones.

## 5.5. Alternativas.

Como en el otro modelo ya hemos utilizado la creación de escenarios para tomar decisiones sobre cómo se comporta el modelo, en este modelo usaremos los datos obtenidos de la simulación para tomar decisiones sobre el sistema.

Para tomar la decisión, analizaremos los tiempos que han tardado cada estación en procesar las piezas en total, los compararemos y buscaremos cual es el cuello de botella del sistema, y sobre esos datos tomaremos la decisión de doblar dicha estación o realizar otro tipo de ajustes en el sistema.

Para comparar los datos, podemos utilizar la opción que nos da SIMIO para filtrar los datos en el mismo programa en el apartado de resultados, o lo podemos hacer tras exportar los datos a un archivo compatible con Excel.

Una vez filtrados los datos, se comparan los resultados de las estaciones de trabajo entre si y se localiza la estación de trabajo que ha generado el cuello de botella en la línea de fabricación. La estación que ha provocado el cuello de botella es la Estacion4, de acuerdo con los resultados de las estaciones anteriores y las siguientes en cuanto a los indicadores de tiempo y porcentaje de bloqueo.

Estación1		
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,BlockedTime)	%Tiempo bloqueado	24,7568849
	Total tiempo	1,98055079
Estación2		
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,BlockedTime)	%Tiempo bloqueado	23,8187423
	Total tiempo	1,90549938
Estación3		
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,BlockedTime)	%Tiempo bloqueado	38,3960865
	Total tiempo	3,07168692
Estación4		
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,BlockedTime)	%Tiempo bloqueado	0
	Total tiempo	0
Estación5		
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,BlockedTime)	%Tiempo bloqueado	0
	Total tiempo	0
Estación6		
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,BlockedTime)	%Tiempo bloqueado	0
	Total tiempo	0
Estación7		
Porcentaje de trabajo de estación (ResourceState,BlockedTime)	%Tiempo bloqueado	0
	Total tiempo	0

Fig.78. Comparación de tiempos de bloqueo entre estaciones.

Como se pueden apreciar en los resultados la Estacion4 genera un cuello de botella en las estaciones anteriores a ella. A partir de los resultados obtenidos se puede tomar la decisión de doblar la línea de fabricación en dicho punto o generar procesos de tareas más rápidas para dicha estación.

## 6. Conclusiones.

Las conclusiones generales que se han obtenido de este proyecto son las expuestas a continuación:

- La principal conclusión que se obtiene de este proyecto es que mediante una correcta modelización de un escenario real, es posible conocer la respuesta del mismo ante determinadas situaciones. Esto sirve tanto para anticiparse a una posible situación, sabiendo cómo responderá el sistema, o también para poder evaluar algún cambio en el mismo (de estructura, tiempos, etc.) que posibilite su mejor funcionamiento.

- Se ha comprobado también como afectan las distintas variables internas de los sistemas construidos en los resultados, influyendo así para tomar una decisión u otra para mejorar el sistema.

- Como herramienta de trabajo se ha demostrado que SIMIO es un potente software de simulación que permite representar todo tipo de situaciones de la vida real o de futuro sin tener que incurrir en costes de modificaciones y personal.

- Se ha demostrado que el software de simulación SIMIO tiene una interfaz sencilla que hace que el aprendizaje de construcción de sistemas sea muy sencillo y que cualquier persona sea capaz de entenderlo y de controlarlo.

- Al tener un aprendizaje sencillo, SIMIO permite ofrecer unos costes de formación mucho menores que otros programas de la misma categoría, por lo que la productividad es mucho mayor, ya que lo puede aprender cualquier miembro interno de una empresa y no tener que estar dependiendo de expertos externos mucho más costosos.

Las conclusiones técnicas a las que se han llegado después de estudiar el software son las siguientes:

- Como el programa está totalmente diseñado orientado a objetos, SIMIO ofrece una imagen muy gráfica, por lo que la construcción de los sistemas en la ventana de modelización es sencilla.

- Los procesos add-on de Simio permiten que el comportamiento de los objetos sea fácilmente personalizado sin cambiar realmente el objeto. Esto elimina el obstáculo que supondría trabajar con objetos que no responden totalmente a lo que un sistema necesita.

- SIMIO tiene la capacidad de crear nuevos objetos cuando la combinación de los objetos de la librería estándar y los procesos add-on no son suficientes para completar la lógica de un objeto, esta herramienta es muy útil a la hora de introducir objetos personalizados.

- La herramienta de 3 dimensiones que proporciona SIMIO permite observar los resultados de los cambios en el sistema inmediatamente, y pueden ser percibidos por cualquier persona ya que al proporcionar una imagen gráfica no se requiere ser experto en simulaciones para observar los cambios. Por el contrario, el principal inconveniente que presenta es que la conversión de 2 a 3 dimensiones es costosa en tiempo en cuanto a los cambios que se aprecian de una a otra.

- Uno de los únicos límites que tiene SIMIO es que en el apartado de procesos no se pueden introducir más de 151 pasos de lógica, con lo que en algunas simulaciones extensas, en las que los objetos tienen una lógica independiente entre sí, como por ejemplo el de la línea de fabricación, ese límite de pasos deja algún vacío en la lógica del modelo.

- Otro inconveniente que tiene SIMIO es a la hora de exportar los resultados, ya que dentro del programa se pueden visualizar con distintas unidades, pero una vez se exportan a un fichero exterior, los resultados se exponen en el sistema internacional, y si se está trabajando con unidades pequeñas como pueden ser segundos o gramos, al extraer los datos al fichero exterior puede generar confusiones.

En cuanto al plano personal, este proyecto me ha permitido desarrollar conocimientos y habilidades en el campo de la simulación de sistemas, del cual no tenía ningún tipo de conocimiento previo. Tras adquirir estos conocimientos considero que este tipo de herramientas es muy importante hoy en día, ya que permite la optimización de los procesos actuales, ya sea de fabricación, servicios u otra rama industrial, y la simulación de procesos futuros de los que se quiere conocer el comportamiento, a un coste mucho menor que si se utilizaran otras técnicas.

## 7. Bibliografía.

- “Simulation of Industrial Systems; Discrete event simulation using Excel/VBA”; David Elizandro, Hamdy Taha; Anerbach Publications, 2008.
- “Modelado y simulación, aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios”; Ediciones UPC.
- “Simio reference Guide”; Simio LLC Copyright 2006-2012.
- “Simio Software Discussion, Simio Forums”.[www.simio.com/forums](http://www.simio.com/forums).
- “Simio Software WebPage”; [www.simio.com/index.html](http://www.simio.com/index.html).
- “Discret-Event System Simulation”, Jerry Banks, John S. Carson II, Barry Nelson, Fifth Edition, Ed. Prentice-Hall, (2010).

# ANEXOS

Anexo I- Tabla de resultados del sistema tienda de pedidos.

A continuación se presentan los resultados de la simulación sin filtrar que proporciona SIMIO:

Object Name	Data Source	Category	Data Item	Statistic Type	Value
BuscarPedido1	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	24,84906964
BuscarPedido1	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	82
BuscarPedido1	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	6
BuscarPedido1	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	6
BuscarPedido1	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	6
BuscarPedido1	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	1,490944178
BuscarPedido1	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	6
BuscarPedido1	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
BuscarPedido1	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Average	0,170568347
BuscarPedido1	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Occurrences	24
BuscarPedido1	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Percent	51,1705042
BuscarPedido1	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Total	4,093640336
BuscarPedido1	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Average	0,156254387
BuscarPedido1	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Occurrences	25
BuscarPedido1	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Percent	48,8294958
BuscarPedido1	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Total	3,906359664
BuscarPedido1	MemberInputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	82
BuscarPedido1	MemberInputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	82
BuscarPedido1	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Average	0,956539029
BuscarPedido1	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	6
BuscarPedido1	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

BuscarPedido1	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,093320881
BuscarPedido1	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,281303807
BuscarPedido1	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0
BuscarPedido1	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	82
BuscarPedido1	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	82
BuscarPedido1	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Average	894,7664612
BuscarPedido1	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	1772
BuscarPedido1	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
BuscarPedido1	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	3,865212085
BuscarPedido1	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	7,438403063
BuscarPedido1	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,019438858
BuscarPedido1	ParentInputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	1854
BuscarPedido1	ParentInputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	82
BuscarPedido1	Processing	Content	NumberInStation	Average	0,504008178
BuscarPedido1	Processing	Content	NumberInStation	Maximum	1
BuscarPedido1	Processing	Content	NumberInStation	Minimum	0
BuscarPedido1	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,04917153
BuscarPedido1	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,069377781
BuscarPedido1	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,027998255
BuscarPedido1	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	82
BuscarPedido1	Processing	Throughput	NumberExited	Total	82
BuscarPedido2	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	25,31827669
BuscarPedido2	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	85
BuscarPedido2	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	6
BuscarPedido2	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	6
BuscarPedido2	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	6
BuscarPedido2	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	1,519096602

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

BuscarPedido2	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	6
BuscarPedido2	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
BuscarPedido2	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Average	0,164758268
BuscarPedido2	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Occurrences	26
BuscarPedido2	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Percent	53,54643713
BuscarPedido2	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Total	4,28371497
BuscarPedido2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Average	0,137640186
BuscarPedido2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Occurrences	27
BuscarPedido2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Percent	46,45356287
BuscarPedido2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Total	3,71628503
BuscarPedido2	MemberInputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	85
BuscarPedido2	MemberInputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	85
BuscarPedido2	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Average	0,986180643
BuscarPedido2	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	6
BuscarPedido2	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
BuscarPedido2	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,092817002
BuscarPedido2	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,296262114
BuscarPedido2	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0
BuscarPedido2	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	85
BuscarPedido2	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	85
BuscarPedido2	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Average	934,3023535
BuscarPedido2	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	1893
BuscarPedido2	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
BuscarPedido2	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	3,888116281
BuscarPedido2	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	7,533605426
BuscarPedido2	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,049818512
BuscarPedido2	ParentInputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	1978

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

BuscarPedido2	ParentInputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	85
BuscarPedido2	Processing	Content	NumberInStation	Average	0,535464371
BuscarPedido2	Processing	Content	NumberInStation	Maximum	1
BuscarPedido2	Processing	Content	NumberInStation	Minimum	0
BuscarPedido2	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,050396647
BuscarPedido2	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,077864102
BuscarPedido2	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,022739837
BuscarPedido2	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	85
BuscarPedido2	Processing	Throughput	NumberExited	Total	85
BuscarPedido3	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	23,93763283
BuscarPedido3	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	80
BuscarPedido3	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	6
BuscarPedido3	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	6
BuscarPedido3	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	6
BuscarPedido3	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	1,43625797
BuscarPedido3	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	6
BuscarPedido3	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
BuscarPedido3	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Average	0,154690848
BuscarPedido3	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Occurrences	26
BuscarPedido3	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Percent	50,27452574
BuscarPedido3	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Total	4,021962059
BuscarPedido3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Average	0,153001459
BuscarPedido3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Occurrences	26
BuscarPedido3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Percent	49,72547426
BuscarPedido3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Total	3,978037941
BuscarPedido3	MemberInputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	80
BuscarPedido3	MemberInputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	80

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

BuscarPedido3	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Average	0,906680042
BuscarPedido3	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	6
BuscarPedido3	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
BuscarPedido3	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,092546761
BuscarPedido3	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,278093084
BuscarPedido3	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0
BuscarPedido3	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	79
BuscarPedido3	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	78
BuscarPedido3	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Average	886,0492195
BuscarPedido3	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	1760
BuscarPedido3	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
BuscarPedido3	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	3,993607139
BuscarPedido3	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	7,582613258
BuscarPedido3	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,106585903
BuscarPedido3	ParentInputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	1840
BuscarPedido3	ParentInputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	80
BuscarPedido3	Processing	Content	NumberInStation	Average	0,502745257
BuscarPedido3	Processing	Content	NumberInStation	Maximum	1
BuscarPedido3	Processing	Content	NumberInStation	Minimum	0
BuscarPedido3	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,050470494
BuscarPedido3	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,090315813
BuscarPedido3	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,029720748
BuscarPedido3	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	80
BuscarPedido3	Processing	Throughput	NumberExited	Total	79
EntregarPedido1	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	15,96744564
EntregarPedido1	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	82
EntregarPedido1	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	6

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

EntregarPedido1	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	6
EntregarPedido1	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	6
EntregarPedido1	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,958046739
EntregarPedido1	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	6
EntregarPedido1	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
EntregarPedido1	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Average	0,111912841
EntregarPedido1	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Occurrences	24
EntregarPedido1	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Percent	33,57385227
EntregarPedido1	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Total	2,685908181
EntregarPedido1	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Average	0,221420492
EntregarPedido1	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Occurrences	24
EntregarPedido1	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Percent	66,42614773
EntregarPedido1	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Total	5,314091819
EntregarPedido1	MemberInputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	82
EntregarPedido1	MemberInputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	82
EntregarPedido1	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	79
EntregarPedido1	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	79
EntregarPedido1	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Average	3,441138788
EntregarPedido1	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	6
EntregarPedido1	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
EntregarPedido1	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,331437481
EntregarPedido1	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,524414621
EntregarPedido1	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,061264988
EntregarPedido1	ParentInputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	82
EntregarPedido1	ParentInputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	80
EntregarPedido1	Processing	Content	NumberInStation	Average	0,335738523
EntregarPedido1	Processing	Content	NumberInStation	Maximum	1

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

EntregarPedido1	Processing	Content	NumberInStation	Minimum	0
EntregarPedido1	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,03377604
EntregarPedido1	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,049866629
EntregarPedido1	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,016714636
EntregarPedido1	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	80
EntregarPedido1	Processing	Throughput	NumberExited	Total	79
EntregarPedido2	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	15,24842484
EntregarPedido2	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	85
EntregarPedido2	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	6
EntregarPedido2	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	6
EntregarPedido2	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	6
EntregarPedido2	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,914905491
EntregarPedido2	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	6
EntregarPedido2	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
EntregarPedido2	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Average	0,098094029
EntregarPedido2	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Occurrences	26
EntregarPedido2	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Percent	31,88055953
EntregarPedido2	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Total	2,550444763
EntregarPedido2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Average	0,209598278
EntregarPedido2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Occurrences	26
EntregarPedido2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Percent	68,11944047
EntregarPedido2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Total	5,449555237
EntregarPedido2	MemberInputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	85
EntregarPedido2	MemberInputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	85
EntregarPedido2	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	80
EntregarPedido2	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	80
EntregarPedido2	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Average	3,453870454

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

EntregarPedido2	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	6
EntregarPedido2	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
EntregarPedido2	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,327460595
EntregarPedido2	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,570972087
EntregarPedido2	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,070464868
EntregarPedido2	ParentInputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	85
EntregarPedido2	ParentInputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	81
EntregarPedido2	Processing	Content	NumberInStation	Average	0,318805595
EntregarPedido2	Processing	Content	NumberInStation	Maximum	1
EntregarPedido2	Processing	Content	NumberInStation	Minimum	0
EntregarPedido2	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,031746695
EntregarPedido2	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,049824293
EntregarPedido2	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,016979151
EntregarPedido2	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	81
EntregarPedido2	Processing	Throughput	NumberExited	Total	80
EntregarPedido3	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	14,86276525
EntregarPedido3	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	78
EntregarPedido3	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	6
EntregarPedido3	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	6
EntregarPedido3	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	6
EntregarPedido3	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,891765915
EntregarPedido3	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	6
EntregarPedido3	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
EntregarPedido3	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Average	0,102890621
EntregarPedido3	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Occurrences	25
EntregarPedido3	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Percent	32,15331912
EntregarPedido3	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Total	2,57226553

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

EntregarPedido3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Average	0,208759018
EntregarPedido3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Occurrences	26
EntregarPedido3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Percent	67,84668088
EntregarPedido3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Total	5,42773447
EntregarPedido3	MemberInputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	78
EntregarPedido3	MemberInputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	78
EntregarPedido3	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	78
EntregarPedido3	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	78
EntregarPedido3	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Average	3,247455572
EntregarPedido3	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	6
EntregarPedido3	ParentInputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
EntregarPedido3	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,330581712
EntregarPedido3	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,561314827
EntregarPedido3	ParentInputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,067784424
EntregarPedido3	ParentInputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	80
EntregarPedido3	ParentInputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	78
EntregarPedido3	Processing	Content	NumberInStation	Average	0,321533191
EntregarPedido3	Processing	Content	NumberInStation	Maximum	1
EntregarPedido3	Processing	Content	NumberInStation	Minimum	0
EntregarPedido3	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,032977763
EntregarPedido3	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,049983226
EntregarPedido3	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,016985543
EntregarPedido3	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	78
EntregarPedido3	Processing	Throughput	NumberExited	Total	78
Cliente1	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	15,76530862
Cliente1	[Population]	Content	NumberInSystem	Maximum	31
Cliente1	[Population]	Content	NumberInSystem	Minimum	0

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Ciente1	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Average	0,516039374
Ciente1	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Maximum	0,944082416
Ciente1	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Minimum	0,111138319
Ciente1	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	250
Ciente1	[Population]	Throughput	NumberDestroyed	Total	237
Pedido1	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	912,5564914
Pedido1	[Population]	Content	NumberInSystem	Maximum	1851
Pedido1	[Population]	Content	NumberInSystem	Minimum	0
Pedido1	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Average	3,962077896
Pedido1	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Maximum	7,445523209
Pedido1	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Minimum	0,384768008
Pedido1	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	1929
Pedido1	[Population]	Throughput	NumberDestroyed	Total	78
Pedido2	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	909,7966158
Pedido2	[Population]	Content	NumberInSystem	Maximum	1777
Pedido2	[Population]	Content	NumberInSystem	Minimum	0
Pedido2	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Average	3,994088146
Pedido2	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Maximum	7,647555875
Pedido2	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Minimum	0,147487864
Pedido2	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	1862
Pedido2	[Population]	Throughput	NumberDestroyed	Total	85
Pedido3	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	900,910128
Pedido3	[Population]	Content	NumberInSystem	Maximum	1807
Pedido3	[Population]	Content	NumberInSystem	Minimum	0
Pedido3	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Average	4,15286539
Pedido3	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Maximum	7,599088632
Pedido3	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Minimum	0,23507575

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Pedido3	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	1881
Pedido3	[Population]	Throughput	NumberDestroyed	Total	74
Ticket	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	11,61229212
Ticket	[Population]	Content	NumberInSystem	Maximum	19
Ticket	[Population]	Content	NumberInSystem	Minimum	0
Ticket	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Average	0,378898387
Ticket	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Maximum	0,627153784
Ticket	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Minimum	0,10308693
Ticket	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	247
Ticket	[Population]	Throughput	NumberDestroyed	Total	237
AMesa1	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,010752743
AMesa1	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	6
AMesa1	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
AMesa1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,016713194
AMesa1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	6
AMesa1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
AMesa1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,001630556
AMesa1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,001630556
AMesa1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,001630556
AMesa1	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	82
AMesa1	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	82
AMesa2	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,007856387
AMesa2	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	6
AMesa2	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
AMesa2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,012322049
AMesa2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	6
AMesa2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

AMesa2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,001159722
AMesa2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,001159722
AMesa2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,001159722
AMesa2	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	85
AMesa2	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	85
AMesa3	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,010996842
AMesa3	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	6
AMesa3	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
AMesa3	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,017236111
AMesa3	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	6
AMesa3	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
AMesa3	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,001723611
AMesa3	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,001723611
AMesa3	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,001723611
AMesa3	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	80
AMesa3	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	80
FilaDeEspera	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	3,922031113
FilaDeEspera	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	18
FilaDeEspera	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
FilaDeEspera	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	4,109661265
FilaDeEspera	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	18
FilaDeEspera	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
FilaDeEspera	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,132687868
FilaDeEspera	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,526955103
FilaDeEspera	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,006422227
FilaDeEspera	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	250
FilaDeEspera	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	247

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

EntregaTicket1	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	0
EntregaTicket1	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	82
EntregaTicket1	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	6
EntregaTicket1	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	6
EntregaTicket1	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	6
EntregaTicket1	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0
EntregaTicket1	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
EntregaTicket1	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
EntregaTicket1	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Average	8
EntregaTicket1	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Occurrences	1
EntregaTicket1	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Percent	100
EntregaTicket1	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Total	8
EntregaTicket1	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	82
EntregaTicket1	InputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	82
EntregaTicket1	MemberOutputBuffer	Content	NumberInStation	Average	0,013491135
EntregaTicket1	MemberOutputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	6
EntregaTicket1	MemberOutputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
EntregaTicket1	MemberOutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,001316208
EntregaTicket1	MemberOutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,044820344
EntregaTicket1	MemberOutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	8,33E-05
EntregaTicket1	MemberOutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	82
EntregaTicket1	MemberOutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	82
EntregaTicket1	ParentOutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	82
EntregaTicket1	ParentOutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	82
EntregaTicket1	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	82
EntregaTicket1	Processing	Throughput	NumberExited	Total	82
EntregaTicket2	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	0

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

EntregaTicket2	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	85
EntregaTicket2	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	6
EntregaTicket2	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	6
EntregaTicket2	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	6
EntregaTicket2	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0
EntregaTicket2	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
EntregaTicket2	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
EntregaTicket2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Average	8
EntregaTicket2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Occurrences	1
EntregaTicket2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Percent	100
EntregaTicket2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Total	8
EntregaTicket2	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	85
EntregaTicket2	InputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	85
EntregaTicket2	MemberOutputBuffer	Content	NumberInStation	Average	0,004037403
EntregaTicket2	MemberOutputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	6
EntregaTicket2	MemberOutputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
EntregaTicket2	MemberOutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,000379991
EntregaTicket2	MemberOutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,000555556
EntregaTicket2	MemberOutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	8,33E-05
EntregaTicket2	MemberOutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	85
EntregaTicket2	MemberOutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	85
EntregaTicket2	ParentOutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	85
EntregaTicket2	ParentOutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	85
EntregaTicket2	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	85
EntregaTicket2	Processing	Throughput	NumberExited	Total	85
EntregaTicket3	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	0
EntregaTicket3	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	80

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

EntregaTicket3	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	6
EntregaTicket3	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	6
EntregaTicket3	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	6
EntregaTicket3	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0
EntregaTicket3	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
EntregaTicket3	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
EntregaTicket3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Average	8
EntregaTicket3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Occurrences	1
EntregaTicket3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Percent	100
EntregaTicket3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Total	8
EntregaTicket3	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	80
EntregaTicket3	InputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	80
EntregaTicket3	MemberOutputBuffer	Content	NumberInStation	Average	0,003820049
EntregaTicket3	MemberOutputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	6
EntregaTicket3	MemberOutputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
EntregaTicket3	MemberOutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,000382005
EntregaTicket3	MemberOutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,000555556
EntregaTicket3	MemberOutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	8,33E-05
EntregaTicket3	MemberOutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	80
EntregaTicket3	MemberOutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	80
EntregaTicket3	ParentOutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	80
EntregaTicket3	ParentOutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	80
EntregaTicket3	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	80
EntregaTicket3	Processing	Throughput	NumberExited	Total	80
Salida	[DestroyedObjects]	FlowTime	TimeInSystem	Average	0,516039374
Salida	[DestroyedObjects]	FlowTime	TimeInSystem	Maximum	0,944082416
Salida	[DestroyedObjects]	FlowTime	TimeInSystem	Minimum	0,111138319

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Salida	[DestroyedObjects]	FlowTime	TimeInSystem	Observations	237
Salida	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	237
Salida	InputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	237
Almacen1	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	1854
Almacen1	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	1854
Almacen2	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	1978
Almacen2	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	1978
Almacen3	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	1840
Almacen3	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	1840
Entrada	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Average	0,002951542
Entrada	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	1
Entrada	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
Entrada	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	9,44E-05
Entrada	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	9,44E-05
Entrada	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	9,44E-05
Entrada	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	250
Entrada	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	250
IdaAlmacen1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,059752418
IdaAlmacen1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
IdaAlmacen1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
IdaAlmacen1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,018385359
IdaAlmacen1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,024247273
IdaAlmacen1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,009187431
IdaAlmacen1	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	26
IdaAlmacen1	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	26
IdaAlmacen2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,054269401
IdaAlmacen2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

IdaAlmacen2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
IdaAlmacen2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,016698277
IdaAlmacen2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,024720513
IdaAlmacen2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,009823577
IdaAlmacen2	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	26
IdaAlmacen2	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	26
IdaAlmacen3	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,055622485
IdaAlmacen3	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
IdaAlmacen3	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
IdaAlmacen3	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,017114611
IdaAlmacen3	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,024535408
IdaAlmacen3	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,00898406
IdaAlmacen3	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	26
IdaAlmacen3	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	26
Salida1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,164583333
Salida1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
Salida1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
Salida1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,016666667
Salida1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,016666667
Salida1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,016666667
Salida1	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	79
Salida1	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	79
Salida2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,166666667
Salida2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
Salida2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
Salida2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,016666667
Salida2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,016666667

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Salida2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,016666667
Salida2	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	80
Salida2	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	80
Salida3	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,1625
Salida3	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
Salida3	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
Salida3	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,016666667
Salida3	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,016666667
Salida3	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,016666667
Salida3	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	78
Salida3	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	78
TimePath1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0
TimePath1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
TimePath1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
TimePath1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0
TimePath1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0
TimePath1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0
TimePath1	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	82
TimePath1	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	82
TimePath1_1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0
TimePath1_1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
TimePath1_1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
TimePath1_1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0
TimePath1_1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0
TimePath1_1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0
TimePath1_1	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	85
TimePath1_1	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	85

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

TimePath1_2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0
TimePath1_2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
TimePath1_2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
TimePath1_2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0
TimePath1_2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0
TimePath1_2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0
TimePath1_2	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	80
TimePath1_2	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	80
TimePath15	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,006307905
TimePath15	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
TimePath15	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
TimePath15	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,001940894
TimePath15	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,002606442
TimePath15	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,001370548
TimePath15	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	26
TimePath15	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	26
TimePath17	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,006819661
TimePath17	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
TimePath17	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
TimePath17	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,002098357
TimePath17	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,002767307
TimePath17	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,001365426
TimePath17	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	26
TimePath17	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	26
TimePath4	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,007152173
TimePath4	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
TimePath4	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

TimePath4	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,002200669
TimePath4	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,00272519
TimePath4	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,001377642
TimePath4	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	26
TimePath4	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	26
TimePath5	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0
TimePath5	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
TimePath5	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
TimePath5	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0
TimePath5	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0
TimePath5	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0
TimePath5	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	1854
TimePath5	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	1854
TimePath5_1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0
TimePath5_1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
TimePath5_1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
TimePath5_1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0
TimePath5_1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0
TimePath5_1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0
TimePath5_1	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	1978
TimePath5_1	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	1978
TimePath5_2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0
TimePath5_2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
TimePath5_2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
TimePath5_2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0
TimePath5_2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0
TimePath5_2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

TimePath5_2	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	1840
TimePath5_2	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	1840
TimePath6	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,504008178
TimePath6	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	1
TimePath6	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
TimePath6	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,509279593
TimePath6	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
TimePath6	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
TimePath6	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,156701413
TimePath6	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,343744815
TimePath6	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,001799022
TimePath6	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	26
TimePath6	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	26
TimePath6_1	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,535464371
TimePath6_1	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	1
TimePath6_1	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
TimePath6_1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,540377006
TimePath6_1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
TimePath6_1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
TimePath6_1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,166269848
TimePath6_1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,35083992
TimePath6_1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,044451983
TimePath6_1	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	26
TimePath6_1	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	26
TimePath6_2	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,502745257
TimePath6_2	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	1
TimePath6_2	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

TimePath6_2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,508118971
TimePath6_2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
TimePath6_2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
TimePath6_2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,159332117
TimePath6_2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,33881466
TimePath6_2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,039120221
TimePath6_2	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	26
TimePath6_2	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	25
VueltaAlmacen1	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,38261987
VueltaAlmacen1	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	1
VueltaAlmacen1	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
VueltaAlmacen1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,433685934
VueltaAlmacen1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
VueltaAlmacen1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
VueltaAlmacen1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,133064316
VueltaAlmacen1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,248230121
VueltaAlmacen1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,01742251
VueltaAlmacen1	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	26
VueltaAlmacen1	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	25
VueltaAlmacen2	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,352524691
VueltaAlmacen2	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	1
VueltaAlmacen2	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
VueltaAlmacen2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,404000162
VueltaAlmacen2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
VueltaAlmacen2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
VueltaAlmacen2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,128148302
VueltaAlmacen2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,234276267

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

VueltaAlmacen2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,032839789
VueltaAlmacen2	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	26
VueltaAlmacen2	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	25
VueltaAlmacen3	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,376415105
VueltaAlmacen3	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	1
VueltaAlmacen3	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
VueltaAlmacen3	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,429887292
VueltaAlmacen3	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
VueltaAlmacen3	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
VueltaAlmacen3	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,137563933
VueltaAlmacen3	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,266383514
VueltaAlmacen3	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,035748831
VueltaAlmacen3	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	25
VueltaAlmacen3	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	25
Dependiente1	[Population]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	95,21238614
Dependiente1	[Population]	Capacity	UnitsAllocated	Total	212
Dependiente1	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Dependiente1	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Dependiente1	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Dependiente1	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,952123861
Dependiente1	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Dependiente1	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Dependiente1[1]	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	95,21238614
Dependiente1[1]	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	212
Dependiente1[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Dependiente1[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Dependiente1[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Dependiente1[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,952123861
Dependiente1[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Dependiente1[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Dependiente1[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Average	0,139957783
Dependiente1[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Occurrences	48
Dependiente1[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Percent	83,97467007
Dependiente1[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Total	6,717973606
Dependiente1[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Average	0,015958713
Dependiente1[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Occurrences	24
Dependiente1[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Percent	4,787613861
Dependiente1[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Total	0,383009109
Dependiente1[1]	[Resource]	ResourceState	TransportingTime	Average	0,018729527
Dependiente1[1]	[Resource]	ResourceState	TransportingTime	Occurrences	48
Dependiente1[1]	[Resource]	ResourceState	TransportingTime	Percent	11,23771607
Dependiente1[1]	[Resource]	ResourceState	TransportingTime	Total	0,899017285
Dependiente1[1]	RideStation	Content	NumberInStation	Average	0,35785623
Dependiente1[1]	RideStation	Content	NumberInStation	Maximum	6
Dependiente1[1]	RideStation	Content	NumberInStation	Minimum	0
Dependiente1[1]	RideStation	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,017456401
Dependiente1[1]	RideStation	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,024247273
Dependiente1[1]	RideStation	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,009187431
Dependiente1[1]	RideStation	Throughput	NumberEntered	Total	164
Dependiente1[1]	RideStation	Throughput	NumberExited	Total	164
Dependiente2	[Population]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	96,16002806
Dependiente2	[Population]	Capacity	UnitsAllocated	Total	218
Dependiente2	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Dependiente2	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Dependiente2	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Dependiente2	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,961600281
Dependiente2	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Dependiente2	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Dependiente2[1]	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	96,16002806
Dependiente2[1]	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	218
Dependiente2[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Dependiente2[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Dependiente2[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Dependiente2[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,961600281
Dependiente2[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Dependiente2[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Dependiente2[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Average	0,131426149
Dependiente2[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Occurrences	52
Dependiente2[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Percent	85,42699666
Dependiente2[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Total	6,834159733
Dependiente2[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Average	0,011815298
Dependiente2[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Occurrences	26
Dependiente2[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Percent	3,839971939
Dependiente2[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Total	0,307197755
Dependiente2[1]	[Resource]	ResourceState	TransportingTime	Average	0,016512356
Dependiente2[1]	[Resource]	ResourceState	TransportingTime	Occurrences	52
Dependiente2[1]	[Resource]	ResourceState	TransportingTime	Percent	10,7330314
Dependiente2[1]	[Resource]	ResourceState	TransportingTime	Total	0,858642512
Dependiente2[1]	RideStation	Content	NumberInStation	Average	0,348455911
Dependiente2[1]	RideStation	Content	NumberInStation	Maximum	6
Dependiente2[1]	RideStation	Content	NumberInStation	Minimum	0

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Dependiente2[1]	RideStation	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,016397925
Dependiente2[1]	RideStation	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,024884309
Dependiente2[1]	RideStation	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,008654994
Dependiente2[1]	RideStation	Throughput	NumberEntered	Total	170
Dependiente2[1]	RideStation	Throughput	NumberExited	Total	170
Dependiente3	[Population]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	93,49312183
Dependiente3	[Population]	Capacity	UnitsAllocated	Total	209
Dependiente3	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Dependiente3	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Dependiente3	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Dependiente3	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,934931218
Dependiente3	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Dependiente3	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Dependiente3[1]	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	93,49312183
Dependiente3[1]	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	209
Dependiente3[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Dependiente3[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Dependiente3[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Dependiente3[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,934931218
Dependiente3[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Dependiente3[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Dependiente3[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Average	0,12929858
Dependiente3[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Occurrences	51
Dependiente3[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Percent	82,42784486
Dependiente3[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Total	6,594227589
Dependiente3[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Average	0,020021164
Dependiente3[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Occurrences	26

Dependiente3[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Percent	6,506878173
Dependiente3[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Total	0,520550254
Dependiente3[1]	[Resource]	ResourceState	TransportingTime	Average	0,017357297
Dependiente3[1]	[Resource]	ResourceState	TransportingTime	Occurrences	51
Dependiente3[1]	[Resource]	ResourceState	TransportingTime	Percent	11,06527697
Dependiente3[1]	[Resource]	ResourceState	TransportingTime	Total	0,885222158
Dependiente3[1]	RideStation	Content	NumberInStation	Average	0,330464787
Dependiente3[1]	RideStation	Content	NumberInStation	Maximum	6
Dependiente3[1]	RideStation	Content	NumberInStation	Minimum	0
Dependiente3[1]	RideStation	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,016732394
Dependiente3[1]	RideStation	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,024535408
Dependiente3[1]	RideStation	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,008514858
Dependiente3[1]	RideStation	Throughput	NumberEntered	Total	158
Dependiente3[1]	RideStation	Throughput	NumberExited	Total	158

Anexo II- Tabla de resultados del sistema línea de fabricación.

A continuación se presentan los resultados de la simulación sin filtrar que proporciona SIMIO:

Object Name	Data Source	Category	Data Item	Statistic Type	Value
Model	Mat1	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	547
Model	Mat10	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	547
Model	Mat11	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	547
Model	Mat12	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	547
Model	Mat13	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	547
Model	Mat14	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	543
Model	Mat15	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	2715
Model	Mat16	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	2715
Model	Mat17	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	2700
Model	Mat18	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	2700
Model	Mat19	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	536
Model	Mat2	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	547
Model	Mat20	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	536
Model	Mat21	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	3216
Model	Mat22	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	3216
Model	Mat23	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	3210
Model	Mat24	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	3210
Model	Mat25	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	534
Model	Mat26	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	534
Model	Mat27	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	534
Model	Mat28	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	533

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Model	Mat29	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	533
Model	Mat3	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	547
Model	Mat30	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	533
Model	Mat31	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	533
Model	Mat32	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	533
Model	Mat33	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	533
Model	Mat34	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	533
Model	Mat35	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	533
Model	Mat36	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	533
Model	Mat37	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	533
Model	Mat38	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	533
Model	Mat4	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	547
Model	Mat5	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	547
Model	Mat6	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	547
Model	Mat7	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	547
Model	Mat8	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	547
Model	Mat9	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	547
Model	ProductoFinal	UserSpecified	OutputValue	FinalValue	533
DefaultEntity	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	905,0939355
DefaultEntity	[Population]	Content	NumberInSystem	Maximum	1839
DefaultEntity	[Population]	Content	NumberInSystem	Minimum	0
DefaultEntity	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Average	3,109957134
DefaultEntity	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Maximum	6,164015956
DefaultEntity	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Minimum	0,065326137
DefaultEntity	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	2372
DefaultEntity	[Population]	Throughput	NumberDestroyed	Total	533
Path1	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,183094584

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Path1	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	1
Path1	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
Path1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,199407084
Path1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
Path1	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
Path1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,009168142
Path1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,036077073
Path1	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,001634388
Path1	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	174
Path1	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	174
Path2	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,092745778
Path2	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	1
Path2	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
Path2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,098173209
Path2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
Path2	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
Path2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,013541132
Path2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,023266453
Path2	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,010432025
Path2	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	58
Path2	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	58
Path3	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,016717576
Path3	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	1
Path3	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
Path3	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,017662021
Path3	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
Path3	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Path3	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,014129616
Path3	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,023031218
Path3	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,009529739
Path3	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	10
Path3	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	10
Path4	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,504547122
Path4	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	1
Path4	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
Path4	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,5404499
Path4	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
Path4	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
Path4	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,011498934
Path4	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,039221856
Path4	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,009957278
Path4	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	376
Path4	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	376
Path5	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,052483666
Path5	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	1
Path5	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
Path5	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,054796166
Path5	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
Path5	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
Path5	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,018265389
Path5	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,031672135
Path5	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,009321643
Path5	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	24
Path5	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	24

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Path6	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,002974352
Path6	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	1
Path6	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
Path6	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,003165324
Path6	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
Path6	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
Path6	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,012661297
Path6	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,015332771
Path6	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,009989822
Path6	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	2
Path6	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	2
Path7	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Average	0,307850074
Path7	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Maximum	1
Path7	[Travelers]	Content	NumberAccumulated	Minimum	0
Path7	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,341809275
Path7	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
Path7	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
Path7	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,007702744
Path7	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,020926318
Path7	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,004718247
Path7	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	355
Path7	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	355
Path8	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Average	0,019154687
Path8	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Maximum	1
Path8	[Travelers]	Content	NumberOnLink	Minimum	0
Path8	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Average	0,0002875
Path8	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Maximum	0,0002875

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Path8	[Travelers]	FlowTime	TimeOnLink	Minimum	0,0002875
Path8	[Travelers]	Throughput	NumberEntered	Total	533
Path8	[Travelers]	Throughput	NumberExited	Total	533
Sink1	[DestroyedObjects]	FlowTime	TimeInSystem	Average	3,109957134
Sink1	[DestroyedObjects]	FlowTime	TimeInSystem	Maximum	6,164015956
Sink1	[DestroyedObjects]	FlowTime	TimeInSystem	Minimum	0,065326137
Sink1	[DestroyedObjects]	FlowTime	TimeInSystem	Observations	533
Sink1	InputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	533
Sink1	InputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	533
Pedidos	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Average	890,7208585
Pedidos	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	1825
Pedidos	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
Pedidos	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	2,977704409
Pedidos	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	6,131279834
Pedidos	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0
Pedidos	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	2372
Pedidos	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	547
Trabajador1	[Population]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	77,39267055
Trabajador1	[Population]	Capacity	UnitsAllocated	Total	646
Trabajador1	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Trabajador1	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Trabajador1	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Trabajador1	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,773926706
Trabajador1	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Trabajador1	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Trabajador1[1]	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	77,39267055
Trabajador1[1]	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	646

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Trabajador1[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Trabajador1[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Trabajador1[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Trabajador1[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,773926706
Trabajador1[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Trabajador1[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Trabajador1[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Average	0,018648836
Trabajador1[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Occurrences	332
Trabajador1[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Percent	77,39267055
Trabajador1[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Total	6,191413644
Trabajador1[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Average	0,005447549
Trabajador1[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Occurrences	332
Trabajador1[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Percent	22,60732945
Trabajador1[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Total	1,808586356
Trabajador2	[Population]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	76,27104787
Trabajador2	[Population]	Capacity	UnitsAllocated	Total	572
Trabajador2	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Trabajador2	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Trabajador2	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Trabajador2	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,762710479
Trabajador2	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Trabajador2	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Trabajador2[1]	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	76,27104787
Trabajador2[1]	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	572
Trabajador2[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Trabajador2[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Trabajador2[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Trabajador2[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,762710479
Trabajador2[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Trabajador2[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Trabajador2[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Average	0,020683674
Trabajador2[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Occurrences	295
Trabajador2[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Percent	76,27104787
Trabajador2[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Total	6,101683829
Trabajador2[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Average	0,00643497
Trabajador2[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Occurrences	295
Trabajador2[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Percent	23,72895213
Trabajador2[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Total	1,898316171
Trabajador3	[Population]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	61,29933356
Trabajador3	[Population]	Capacity	UnitsAllocated	Total	545
Trabajador3	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Trabajador3	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Trabajador3	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Trabajador3	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,612993336
Trabajador3	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Trabajador3	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Trabajador3[1]	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	61,29933356
Trabajador3[1]	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	545
Trabajador3[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Trabajador3[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Trabajador3[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Trabajador3[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,612993336
Trabajador3[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Trabajador3[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Trabajador3[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Average	0,009358677
Trabajador3[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Occurrences	524
Trabajador3[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Percent	61,29933356
Trabajador3[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Total	4,903946685
Trabajador3[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Average	0,005908499
Trabajador3[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Occurrences	524
Trabajador3[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Percent	38,70066644
Trabajador3[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Total	3,096053315
Trabajador4	[Population]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	99,63047522
Trabajador4	[Population]	Capacity	UnitsAllocated	Total	725
Trabajador4	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Trabajador4	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Trabajador4	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Trabajador4	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,996304752
Trabajador4	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Trabajador4	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Trabajador4[1]	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	99,63047522
Trabajador4[1]	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	725
Trabajador4[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Trabajador4[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Trabajador4[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Trabajador4[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,996304752
Trabajador4[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Trabajador4[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Trabajador4[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Average	3,985219009
Trabajador4[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Occurrences	2
Trabajador4[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Percent	99,63047522

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Trabajador4[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Total	7,970438018
Trabajador4[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Average	0,014780991
Trabajador4[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Occurrences	2
Trabajador4[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Percent	0,369524779
Trabajador4[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Total	0,029561982
Trabajador5	[Population]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	64,58881041
Trabajador5	[Population]	Capacity	UnitsAllocated	Total	547
Trabajador5	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Trabajador5	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Trabajador5	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Trabajador5	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,645888104
Trabajador5	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Trabajador5	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Trabajador5[1]	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	64,58881041
Trabajador5[1]	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	547
Trabajador5[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Trabajador5[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Trabajador5[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Trabajador5[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,645888104
Trabajador5[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Trabajador5[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Trabajador5[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Average	0,01021167
Trabajador5[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Occurrences	506
Trabajador5[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Percent	64,58881041
Trabajador5[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Total	5,167104833
Trabajador5[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Average	0,005598607
Trabajador5[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Occurrences	506

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Trabajador5[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Percent	35,41118959
Trabajador5[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Total	2,832895167
Trabajador6	[Population]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	62,79115805
Trabajador6	[Population]	Capacity	UnitsAllocated	Total	535
Trabajador6	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Trabajador6	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Trabajador6	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Trabajador6	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,62791158
Trabajador6	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Trabajador6	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Trabajador6[1]	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	62,79115805
Trabajador6[1]	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	535
Trabajador6[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Trabajador6[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Trabajador6[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Trabajador6[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,62791158
Trabajador6[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Trabajador6[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Trabajador6[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Average	0,010400192
Trabajador6[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Occurrences	483
Trabajador6[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Percent	62,79115805
Trabajador6[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Total	5,023292644
Trabajador6[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Average	0,006162955
Trabajador6[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Occurrences	483
Trabajador6[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Percent	37,20884195
Trabajador6[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Total	2,976707356
Trabajador7	[Population]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	68,29538416

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Trabajador7	[Population]	Capacity	UnitsAllocated	Total	989
Trabajador7	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Trabajador7	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Trabajador7	[Population]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Trabajador7	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,682953842
Trabajador7	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Trabajador7	[Population]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Trabajador7[1]	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	68,29538416
Trabajador7[1]	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	989
Trabajador7[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Trabajador7[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Trabajador7[1]	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Trabajador7[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,682953842
Trabajador7[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Trabajador7[1]	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Trabajador7[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Average	0,011288493
Trabajador7[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Occurrences	484
Trabajador7[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Percent	68,29538416
Trabajador7[1]	[Resource]	ResourceState	BusyTime	Total	5,463630732
Trabajador7[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Average	0,005229627
Trabajador7[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Occurrences	485
Trabajador7[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Percent	31,70461584
Trabajador7[1]	[Resource]	ResourceState	IdleTime	Total	2,536369268
Estacion1	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	68,37769434
Estacion1	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	547
Estacion1	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Estacion1	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Estacion1	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Estacion1	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,683776943
Estacion1	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Estacion1	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Estacion1	[Resource]	ResourceState	BlockedTime	Average	0,005211976
Estacion1	[Resource]	ResourceState	BlockedTime	Occurrences	380
Estacion1	[Resource]	ResourceState	BlockedTime	Percent	24,75688486
Estacion1	[Resource]	ResourceState	BlockedTime	Total	1,980550788
Estacion1	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Average	0,013607501
Estacion1	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Occurrences	402
Estacion1	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Percent	68,37769434
Estacion1	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Total	5,470215547
Estacion1	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Average	0,006313031
Estacion1	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Occurrences	87
Estacion1	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Percent	6,865420804
Estacion1	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Total	0,549233664
Estacion1	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Average	2,766760948
Estacion1	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	3
Estacion1	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
Estacion1	OutputBuffer	EntryQueue	NumberWaiting	Average	0,247568849
Estacion1	OutputBuffer	EntryQueue	NumberWaiting	Maximum	1
Estacion1	OutputBuffer	EntryQueue	NumberWaiting	Minimum	0
Estacion1	OutputBuffer	EntryQueue	TimeWaiting	Average	0,003625157
Estacion1	OutputBuffer	EntryQueue	TimeWaiting	Maximum	0,037304792
Estacion1	OutputBuffer	EntryQueue	TimeWaiting	Minimum	0
Estacion1	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,040600644
Estacion1	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,085340315

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Estacion1	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0
Estacion1	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	546
Estacion1	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	543
Estacion1	Processing	Content	NumberInStation	Average	1
Estacion1	Processing	Content	NumberInStation	Maximum	1
Estacion1	Processing	Content	NumberInStation	Minimum	0
Estacion1	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Average	890,7208585
Estacion1	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Maximum	1825
Estacion1	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Minimum	0
Estacion1	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Average	2,977704409
Estacion1	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Maximum	6,131279834
Estacion1	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Minimum	0
Estacion1	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,014631671
Estacion1	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,047610374
Estacion1	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,009138018
Estacion1	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	547
Estacion1	Processing	Throughput	NumberExited	Total	546
Estacion2	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	70,22177392
Estacion2	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	543
Estacion2	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Estacion2	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Estacion2	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Estacion2	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,702217739
Estacion2	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Estacion2	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Estacion2	[Resource]	ResourceState	BlockedTime	Average	0,006227122
Estacion2	[Resource]	ResourceState	BlockedTime	Occurrences	306

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Estacion2	[Resource]	ResourceState	BlockedTime	Percent	23,81874229
Estacion2	[Resource]	ResourceState	BlockedTime	Total	1,905499384
Estacion2	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Average	0,01733871
Estacion2	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Occurrences	324
Estacion2	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Percent	70,22177392
Estacion2	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Total	5,617741914
Estacion2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Average	0,004913563
Estacion2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Occurrences	4
Estacion2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Percent	0,245678144
Estacion2	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Total	0,019654251
Estacion2	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Average	0,015762222
Estacion2	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Occurrences	29
Estacion2	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Percent	5,713805639
Estacion2	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Total	0,457104451
Estacion2	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Average	2,833302703
Estacion2	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	3
Estacion2	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
Estacion2	OutputBuffer	EntryQueue	NumberWaiting	Average	0,238187423
Estacion2	OutputBuffer	EntryQueue	NumberWaiting	Maximum	1
Estacion2	OutputBuffer	EntryQueue	NumberWaiting	Minimum	0
Estacion2	OutputBuffer	EntryQueue	TimeWaiting	Average	0,003515682
Estacion2	OutputBuffer	EntryQueue	TimeWaiting	Maximum	0,037600693
Estacion2	OutputBuffer	EntryQueue	TimeWaiting	Minimum	0
Estacion2	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,041893225
Estacion2	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,085340315
Estacion2	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0
Estacion2	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	542

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Estacion2	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	540
Estacion2	Processing	Content	NumberInStation	Average	0,997543219
Estacion2	Processing	Content	NumberInStation	Maximum	1
Estacion2	Processing	Content	NumberInStation	Minimum	0
Estacion2	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Average	2,766760948
Estacion2	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Maximum	3
Estacion2	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Minimum	0
Estacion2	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Average	0,040600644
Estacion2	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Maximum	0,085340315
Estacion2	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Minimum	0
Estacion2	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,014703391
Estacion2	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,047610374
Estacion2	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,009443946
Estacion2	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	543
Estacion2	Processing	Throughput	NumberExited	Total	542
Estacion3	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	60,09758398
Estacion3	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	540
Estacion3	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Estacion3	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Estacion3	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Estacion3	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,60097584
Estacion3	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Estacion3	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Estacion3	[Resource]	ResourceState	BlockedTime	Average	0,006011129
Estacion3	[Resource]	ResourceState	BlockedTime	Occurrences	511
Estacion3	[Resource]	ResourceState	BlockedTime	Percent	38,39608652
Estacion3	[Resource]	ResourceState	BlockedTime	Total	3,071686922

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Estacion3	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Average	0,009088482
Estacion3	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Occurrences	529
Estacion3	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Percent	60,09758398
Estacion3	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Total	4,807806718
Estacion3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Average	0,003639152
Estacion3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Occurrences	19
Estacion3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Percent	0,864298624
Estacion3	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Total	0,06914389
Estacion3	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Average	0,010272494
Estacion3	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Occurrences	5
Estacion3	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Percent	0,642030871
Estacion3	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Total	0,05136247
Estacion3	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Average	2,940633197
Estacion3	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	3
Estacion3	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
Estacion3	OutputBuffer	EntryQueue	NumberWaiting	Average	0,383960865
Estacion3	OutputBuffer	EntryQueue	NumberWaiting	Maximum	1
Estacion3	OutputBuffer	EntryQueue	NumberWaiting	Minimum	0
Estacion3	OutputBuffer	EntryQueue	TimeWaiting	Average	0,005698863
Estacion3	OutputBuffer	EntryQueue	TimeWaiting	Maximum	0,041529578
Estacion3	OutputBuffer	EntryQueue	TimeWaiting	Minimum	0
Estacion3	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,043805665
Estacion3	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,088162854
Estacion3	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0
Estacion3	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	539
Estacion3	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	536
Estacion3	Processing	Content	NumberInStation	Average	0,991357014

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Estacion3	Processing	Content	NumberInStation	Maximum	1
Estacion3	Processing	Content	NumberInStation	Minimum	0
Estacion3	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Average	2,833302703
Estacion3	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Maximum	3
Estacion3	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Minimum	0
Estacion3	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Average	0,041893225
Estacion3	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Maximum	0,085340315
Estacion3	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Minimum	0
Estacion3	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,01471324
Estacion3	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,050499326
Estacion3	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,008147561
Estacion3	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	540
Estacion3	Processing	Throughput	NumberExited	Total	539
Estacion4	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	70,20830915
Estacion4	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	536
Estacion4	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Estacion4	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Estacion4	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Estacion4	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,702083091
Estacion4	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Estacion4	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Estacion4	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Average	0,029561393
Estacion4	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Occurrences	190
Estacion4	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Percent	70,20830915
Estacion4	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Total	5,616664732
Estacion4	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Average	0,014780991
Estacion4	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Occurrences	2

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Estacion4	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Percent	0,369524779
Estacion4	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Total	0,029561982
Estacion4	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Average	0,012520071
Estacion4	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Occurrences	188
Estacion4	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Percent	29,42216607
Estacion4	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Total	2,353773286
Estacion4	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Average	0,012356534
Estacion4	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	1
Estacion4	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
Estacion4	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,000184771
Estacion4	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,016426441
Estacion4	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0
Estacion4	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	535
Estacion4	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	535
Estacion4	Processing	Content	NumberInStation	Average	0,996304752
Estacion4	Processing	Content	NumberInStation	Maximum	1
Estacion4	Processing	Content	NumberInStation	Minimum	0
Estacion4	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Average	2,940633197
Estacion4	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Maximum	3
Estacion4	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Minimum	0
Estacion4	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Average	0,043805665
Estacion4	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Maximum	0,088162854
Estacion4	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Minimum	0
Estacion4	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,014897231
Estacion4	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,050499326
Estacion4	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,009361735
Estacion4	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	536

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Estacion4	Processing	Throughput	NumberExited	Total	535
Estacion5	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	60,45092724
Estacion5	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	535
Estacion5	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Estacion5	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Estacion5	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Estacion5	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,604509272
Estacion5	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Estacion5	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Estacion5	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Average	0,009336051
Estacion5	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Occurrences	518
Estacion5	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Percent	60,45092724
Estacion5	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Total	4,836074179
Estacion5	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Average	0,005716414
Estacion5	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Occurrences	518
Estacion5	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Percent	37,01377873
Estacion5	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Total	2,961102298
Estacion5	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Average	0,01690196
Estacion5	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Occurrences	12
Estacion5	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Percent	2,535294035
Estacion5	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Total	0,202823523
Estacion5	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Average	0,004719766
Estacion5	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	1
Estacion5	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
Estacion5	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	7,07E-05
Estacion5	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,003952216
Estacion5	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Estacion5	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	534
Estacion5	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	534
Estacion5	Processing	Content	NumberInStation	Average	0,629862213
Estacion5	Processing	Content	NumberInStation	Maximum	1
Estacion5	Processing	Content	NumberInStation	Minimum	0
Estacion5	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Average	0,012356534
Estacion5	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Maximum	1
Estacion5	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Minimum	0
Estacion5	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Average	0,000184771
Estacion5	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Maximum	0,016426441
Estacion5	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Minimum	0
Estacion5	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,009435352
Estacion5	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,029233733
Estacion5	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,00802445
Estacion5	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	535
Estacion5	Processing	Throughput	NumberExited	Total	534
Estacion6	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	62,58994979
Estacion6	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	534
Estacion6	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Estacion6	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Estacion6	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Estacion6	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,625899498
Estacion6	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Estacion6	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Estacion6	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Average	0,010345446
Estacion6	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Occurrences	484
Estacion6	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Percent	62,58994979

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Estacion6	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Total	5,007195983
Estacion6	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Average	0,006150736
Estacion6	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Occurrences	484
Estacion6	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Percent	37,21195202
Estacion6	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Total	2,976956161
Estacion6	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Average	0,015847855
Estacion6	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Occurrences	1
Estacion6	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Percent	0,198098191
Estacion6	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Total	0,015847855
Estacion6	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Average	0,013056392
Estacion6	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Maximum	1
Estacion6	OutputBuffer	Content	NumberInStation	Minimum	0
Estacion6	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,000195968
Estacion6	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,007037825
Estacion6	OutputBuffer	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0
Estacion6	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	533
Estacion6	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	533
Estacion6	Processing	Content	NumberInStation	Average	0,62788048
Estacion6	Processing	Content	NumberInStation	Maximum	1
Estacion6	Processing	Content	NumberInStation	Minimum	0
Estacion6	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Average	0,004719766
Estacion6	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Maximum	1
Estacion6	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Minimum	0
Estacion6	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Average	7,07E-05
Estacion6	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Maximum	0,003952216
Estacion6	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Minimum	0
Estacion6	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,009419113

Modelización y simulación con SIMIO de procesos industriales y logísticos.

Estacion6	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,025073788
Estacion6	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,008216826
Estacion6	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	534
Estacion6	Processing	Throughput	NumberExited	Total	533
Estacion7	[Resource]	Capacity	ScheduledUtilization	Percent	51,02295706
Estacion7	[Resource]	Capacity	UnitsAllocated	Total	533
Estacion7	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Average	1
Estacion7	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Maximum	1
Estacion7	[Resource]	Capacity	UnitsScheduled	Minimum	1
Estacion7	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Average	0,510229571
Estacion7	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Maximum	1
Estacion7	[Resource]	Capacity	UnitsUtilized	Minimum	0
Estacion7	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Average	0,008131149
Estacion7	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Occurrences	502
Estacion7	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Percent	51,02295706
Estacion7	[Resource]	ResourceState	ProcessingTime	Total	4,081836565
Estacion7	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Average	0,007313796
Estacion7	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Occurrences	503
Estacion7	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Percent	45,98549498
Estacion7	[Resource]	ResourceState	StarvedTime	Total	3,678839599
Estacion7	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Average	0,001352112
Estacion7	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Occurrences	177
Estacion7	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Percent	2,991547954
Estacion7	[Resource]	ResourceState	WaitingForSecondaryResourceTime	Total	0,239323836
Estacion7	OutputBuffer	Throughput	NumberEntered	Total	533
Estacion7	OutputBuffer	Throughput	NumberExited	Total	533
Estacion7	Processing	Content	NumberInStation	Average	0,54014505

Estacion7	Processing	Content	NumberInStation	Maximum	1
Estacion7	Processing	Content	NumberInStation	Minimum	0
Estacion7	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Average	0,013056392
Estacion7	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Maximum	1
Estacion7	Processing	EntryQueue	NumberWaiting	Minimum	0
Estacion7	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Average	0,000195968
Estacion7	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Maximum	0,007037825
Estacion7	Processing	EntryQueue	TimeWaiting	Minimum	0
Estacion7	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Average	0,008107243
Estacion7	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Maximum	0,018031822
Estacion7	Processing	HoldingTime	TimeInStation	Minimum	0,006542163
Estacion7	Processing	Throughput	NumberEntered	Total	533
Estacion7	Processing	Throughput	NumberExited	Total	533