

ANEXO A

Documento de Visión

Tabla de contenidos

1. Control de cambios.....	40
2. Introducción.....	41
2.1. Propósito.....	41
2.2. Ámbito.....	41
2.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas.....	41
2.4. Referencias.....	41
3. Puesta en contexto.....	42
3.1. Oportunidad de negocio.....	42
3.2. Definición del problema.....	42
3.3. Definición de la posición del producto.....	42
4. Descripción de desarrolladores y usuario.....	43
4.1. Mercado objetivo.....	43
4.2. Resumen de las partes implicadas.....	43
4.3. Entorno de usuario.....	43
4.4. Perfiles de las partes implicadas.....	44
4.5. Necesidades principales.....	46
4.6. Alternativas y competencia.....	47
5. Perspectiva del producto.....	48
5.1. Perspectiva del producto.....	48
5.2. Resumen de funcionalidades.....	50
5.3. Suposiciones y dependencias.....	50
5.4. Coste.....	50
5.5. Licencia e instalación.....	50
6. Funcionalidad del producto.....	51
6.1. Obtención de resultados comparativos.....	51
6.2. Comportamiento de los agentes.....	51
6.3. Extensiones futuras.....	51
7. Prioridades de requisitos.....	52
8. Requisitos adicionales.....	53
8.1. Estándares a aplicar.....	53
8.2. Requisitos de rendimiento.....	53
8.3. Requisitos de documentación.....	53

1. Control de Cambios

Versión	Autor	Fecha	Comentario
1.0	Fernando Sáenz	20/02/2010	
2.0	Miguel Ángel Barcelona	30/08/2010	Modificaciones generales

2. Introducción

2.1. Propósito

El propósito de este documento es definir a alto nivel las necesidades a cubrir con el desarrollo del modelo de simulación basado en agentes aplicado a la cadena de suministro. En anexos posteriores, se especificarán más a fondo las necesidades, a través del análisis del sistema.

2.2. Ámbito

El proyecto se ha llevado a cabo dentro del Instituto Tecnológico de Aragón, que es un centro tecnológico de carácter público que, desde Aragón, contribuye a la mejora de la competitividad de las empresas y al progreso sostenible de la sociedad, identificando necesidades, generando soluciones de I+D+i y transfiriendo conocimiento.

Más concretamente, se ha desarrollado dentro del Centro de Conocimiento en TICs aplicadas a la logística, que tiene por objetivo la generación, adaptación, transferencia y difusión de conocimiento en la aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TICs) en la resolución de problemas logísticos, con especial hincapié en la optimización de los procesos y en la integración de agentes en la cadena de suministro, para desarrollar una logística colaborativa y sostenible.

2.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas

Batch: comandos ejecutados en grupo, de forma secuencial, permitiendo automatizar diversas tareas.

2.4. Referencias

- Técnicas de análisis de redes logísticas y casos prácticos.
Proyecto de Capacitación 2009. Optimización de Procesos.
- Estado del arte en técnicas de diseño de redes logísticas y metodología de análisis.
Proyecto de capacitación 2008.
- Palabras clave de la literatura: “Multi agent-oriented simulations” “Problemas de diseño” “Captación de la información”

3. Puesta en contexto

3.1. Oportunidad de negocio

La creación de un sistema capaz de simular cadenas logísticas dotándolas de comportamiento y aislándolas en todo lo posible de los cálculos utilizados en los modelos matemáticos crea una nueva ventana que permitirá observar el efecto del comportamiento social sobre cada uno de los agentes que integran la cadena, y en consecuencia, poder tomar decisiones que influyan en la disminución de los costes e incremento de los beneficios.

3.2. Definición del problema

El problema	La no inclusión de factores humanos y comportamiento social en las simulaciones logísticas, al igual que obviar la influencia del sistema colaborativo en las cadenas de suministro en términos económicos.
Afecta a ...	Toda empresa cuyos ingresos dependan total o parcialmente del funcionamiento de una cadena de suministro.
Impacto del problema...	<ul style="list-style-type: none">• Los costes de inventario aumentan• Los ingresos podrían ser mayores
Posible solución	El uso de un sistema colaborativo y negociaciones entre los diferentes miembros integrantes de la cadena, así que cómo la adquisición de aprendizaje sería positivo para mejorar tanto particular cómo globalmente el conjunto de la cadena de suministro.

Tabla 1: Definición del problema.

3.3. Definición de la posición del producto

Este producto es...	Una herramienta de ayuda a la toma de decisiones.
Permite...	Obtener conclusiones a partir de simulaciones.
A diferencia...	<ul style="list-style-type: none">• Existen muchas herramientas que utilizan eventos discretos y métodos matemáticos.• Existen herramientas que utilizan agentes, pero su modelo y características son diferentes.
Nuestro producto	Es necesario realizar un estado del arte y valorar que existe en el mercado para una posible complementación, y no crear algo con excesiva similitud a productos existentes en el mercado.

Tabla 2: Posición del producto.

4. Descripciones de desarrolladores y usuarios

4.1. Mercado objetivo

El objetivo del producto es extraer una serie de conclusiones a partir de la herramienta de simulación, y que en un futuro puedan ser destinadas a mejorar diferentes propiedades asociadas a las empresas del sector logístico.

4.2. Resumen de las partes implicadas

Nombre	Descripción	Responsabilidades
Analista de sistemas	Trabaja con las demás partes implicadas para satisfacer sus necesidades.	Definición de la funcionalidad y el alcance del sistema. Identificación de los actores y los casos de uso.
Gestor de proyecto	Lidera el desarrollo del proyecto	Planifica, gestiona, asigna recursos, prioriza actividades, coordina interacciones entre clientes y usuarios y mantiene el proyecto en tensión y cubriendo objetivos. Introduce metodologías que permitan que garanticen la calidad del proyecto.
Desarrollador	Trabaja con el resto de partes implicadas para satisfacer sus necesidades.	Explota el modelo de casos de uso y cumple las necesidades del sistema.
Evaluador	Experto en la materia a ser simulada. Realiza las ejecuciones necesarias con el sistema cerrado, para obtener resultados.	Ejecutar, interpretar y validar el correcto funcionamiento del simulador. Determinar conclusiones a partir de los resultados obtenidos una vez funciona correctamente.

Tabla 3: Partes implicadas.

4.3. Entorno de usuario

El propósito de la herramienta es tener un carácter versátil, una interfaz a partir de la cual poder realizar simulaciones bajo diferentes escenarios en cuanto a comportamiento y número de participantes en la cadena.

4.4. Perfiles de las partes implicadas

Analista de sistemas

Representativo	[Persona que cubre el puesto]
Descripción	Conocedor de las áreas de mejora del sistema y de clases básicas.
Tipo	Conocimiento de patrones de diseño y de arquitectura.
Responsabilidades	Lidera y coordina el modelado de los casos de uso definiendo la funcionalidad y alcance del sistema a ser desarrollado. <ul style="list-style-type: none">• Identificación de actores.• Casos de Uso.
Define éxito como	Obtener un sistema eficiente, en el que se reduzca el tiempo de desarrollo y de documentación.
Implicación	Como analista del sistema actual.
Entregables	Documentos de análisis.
Comentarios	

Tabla 4: Perfil del analista de sistemas.

Anexo A – Documento de visión

Gestor de proyecto

Representativo	[Persona que cubre el puesto]
Descripción	Planificador de recursos del proyecto. Controla y planifica los riesgos.
Tipo	Conocimiento de las clases básicas y experiencia gestionando proyectos. Experiencia en el Proceso Unificado de Desarrollo.
Responsabilidades	Planifica, gestiona, asigna recursos, prioriza actividades, coordina interacciones entre clientes y usuarios y mantiene el proyecto en tensión y cubriendo objetivos.
Define éxito como	La terminación del proyecto en el tiempo estimado y cubriendo las expectativas de los usuarios finales.
Implicación	Como gestor de proyectos.
Entregables	
Comentarios	

Tabla 5: Perfil del Gestor de proyecto.

Desarrollador

Representativo	[Persona que cubre el puesto]
Descripción	Capacidad de desarrollo software, análisis, diseño y programación.
Tipo	Perfil técnico, conocimientos de ingeniería del software. Análisis y diseño orientado a agentes(objetos), UML, patrones de diseño, proceso unificado de desarrollo. JAVA.
Responsabilidades	Explota el modelo de casos de uso entregado por el analista de sistemas y cumple las necesidades del sistema.
Define éxito como	Aprendizaje de métodos de desarrollo e ingeniería del software.
Implicación	Como desarrollador del proyecto.
Entregables	Documento de visión, plan de proyecto y documentación de las clases básicas.
Comentarios	

Tabla 6: Perfil del desarrollador.

Evaluador

Representativo	[Persona que cubre el puesto]
Descripción	Conocedor del funcionamiento del modelo de simulación.
Tipo	Conocedor de la funcionalidad del sistema y del aspecto técnico logístico.
Responsabilidades	Ejecutar, obtener resultados e interpretarlos. Confirmar el correcto funcionamiento del sistema y reportar errores relacionados con la funcionalidad del mismo.
Define éxito como	Observar un funcionamiento coherente de las simulaciones y suficientes para la deducción de resultados.
Implicación	Evaluador del sistema.
Entregables	Tabla de resultados.
Comentarios	

Tabla 7: Perfil del evaluador.

4.5.Necesidades principales

Necesidad	Prioridad 1..10	Relativa a	Solución actual	Soluciones propuestas
Sistema interactivo.	10	Adaptabilidad a distintos escenarios de simulación.	No hay.	Permitir personalizar algunos parámetros de simulación a través de la interfaz.
Soporte multi plataforma.	6	Uso del sistema desde varias plataformas.	No hay.	Generación en JAVA.
Modularidad	9	Separación arquitectónica de componentes.	No hay.	Definición de una arquitectura sólida sobre la que realizar el desarrollo.
Rendimiento y escalabilidad	7	Ejecución concurrente.	No hay.	Posibilidad de ejecutar en batch.

Tabla 8: Necesidades principales.

4.6. Alternativas y competencia

Existen modelos de simulación basados en agentes aplicados a cadenas de suministro pero no se adaptan a las necesidades y propiedades que se quieren tener en cuenta.

En este sentido, se deberá realizar un estudio del estado del arte en cuanto a la funcionalidad de los modelos hasta ahora realizados:

- Observar los sistemas ya desarrollados.
- Reflexionar sobre la integración a un modelo ya existente o la creación de un modelo nuevo.

5. Perspectiva del producto

5.1. Perspectiva del producto

Mediante el desarrollo del presente proyecto se dispondrá de una herramienta que nos permita simular escenarios logísticos e interpretar sus resultados asociando directamente la influencia de los valores obtenidos con los datos reales proporcionados por Carrefour.

La arquitectura del proyecto dispone de las siguientes características:

- Escalabilidad: adaptable a distintas redes de distribución logística.
- Posibilidad de ejecutar una o más simulaciones en serie(batch).
- GUI: visor gráfico para el usuario.
- Opción fácilmente accesible para generar un archivo ejecutable a partir de una configuración de parámetros predefinida, pudiendo cambiarlos sobre la misma GUI.
- Mecanismo de control de errores.

Se plantea la siguiente arquitectura:

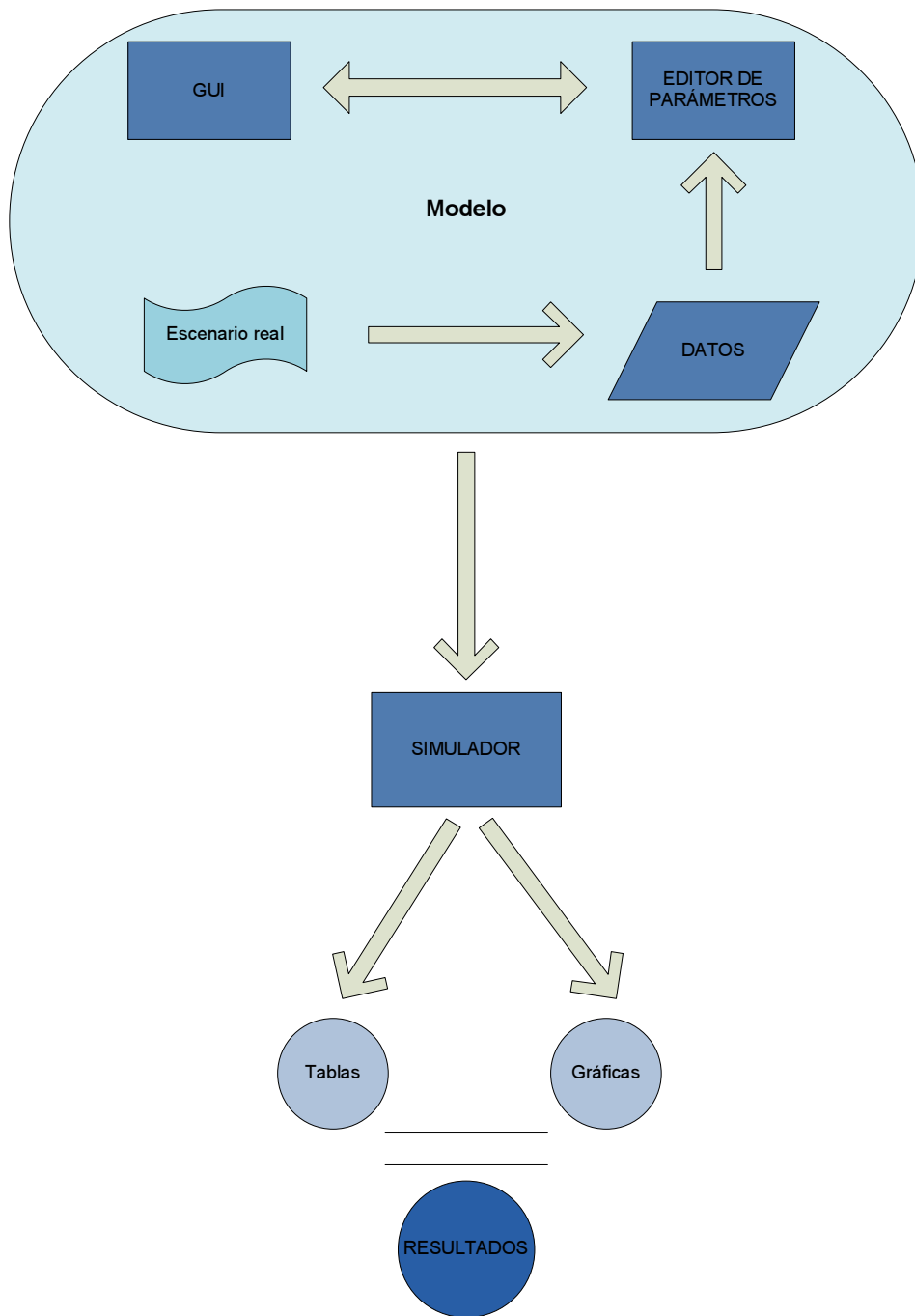


Figura 1: Arquitectura.

La arquitectura planteada se define a partir de una GUI, a través de la cual poder definir parámetros de control y dimensionar el modelo acorde con el escenario real que queremos simular.

Además de los datos meramente físicos (número de participantes, cantidad producida), se podrán introducir una serie de parámetros de comportamiento.

Tras configurar el sistema, se procede a simular durante un número determinado de ticks en el simulador, para más tarde obtener Tablas y Gráficas a partir de los cuales poder obtener conclusiones.

5.2. Resumen de funcionalidades

Beneficio del usuario	Funcionalidades soportadas
Consideración de factores humanos en las cadenas de simulación	Comportamiento de los agentes
Impacto sobre la cadena al aparecer eventos inesperados	Generación de eventos externos influyentes sobre el flujo de suministro
Capacidad de modificación de la estructura de la cadena de suministro	Adaptabilidad a diferentes escenarios

Tabla 9: Resumen de funcionalidades.

5.3. Suposiciones y dependencias

El desarrollo del presente proyecto está totalmente relacionado con el uso que las empresas quieran atribuirle. Por ello, el comportamiento de los agentes, la funcionalidad general del sistema y ciertos aspectos no configurables sobre el producto tendrán que ser bien definidos por aquellos que tienen experiencia personal en cómo trabajan y que necesitan las empresas para las cuales se destina el sistema.

5.4. Coste

El coste del proyecto está únicamente vinculado a los recursos humanos de los que dispone. Además se extraerán conclusiones en un futuro sobre el direccionamiento de parte del presupuesto a ciertos programas de pago, como editores de texto o software destinado a la simulación, si del “estudio del estado del arte sobre herramientas” esto se dedujese.

5.5. Licencia e instalación

El proyecto será interno al Instituto Tecnológico de Aragón, y todo el desarrollo realizado será propiedad del mismo. La instalación será realizada en aquellos equipos del Instituto que lo requieran, o bien se compartirán en los servidores pertenecientes al departamento.

6. Funcionalidades del producto

6.1. Obtención de resultados comparativos

Tras realizar la simulación de escenarios se podrán obtener resultados sobre distintos parámetros que definen una cadena de suministro y se podrán comparar los obtenidos con los datos de sucesos reales pasados para extraer conclusiones al respecto.

6.2. Comportamiento de los agentes

Una vez inicializada la simulación los agentes gestionarán sus pedidos y controlarán su inventario.

Las propiedades principales de los agentes serán:

- Proactividad.
- Adaptabilidad.
- Búsqueda de un objetivo particular.
- Búsqueda de un objetivo global.

6.3. Extensiones futuras

Listado de las futuras propiedades y posibles funcionalidades a ser desarrolladas.

- **Comportamiento**
 - Parametrizar totalmente el modo de comportamiento de los agentes, dotando al sistema de una mayor versatilidad.
 - Añadir niveles de interacción entre agentes, para hacer el sistema aún más efectivo.
 - Incluir más escenarios, para poder ofrecer más resultados.
- **Otros**
 - Mostrar simulaciones con representación gráfica en 3 dimensiones.
 - Almacenamiento de resultados en bases de datos.
 - Establecer el sistema de manera distribuida, ubicando cada agente en el centro logístico deseado.

7. Prioridades de requisitos

En primer lugar se deberán definir que situaciones reales se quieren tomar como base para modelar los escenarios, y posteriormente seleccionar la herramienta adecuada para desarrollarlos. De manera incremental, partiendo de un sistema muy sencillo se deberán realizar pequeñas pruebas que dictaminen que el sistema está funcionando correctamente.

8. Otros requisitos

8.1. Estándares a aplicar

El proyecto deberá seguir los formatos documentales y ciclos de vida del proceso unificado de desarrollo.

8.2. Requisitos de rendimiento

En función de los cálculos necesarios en la simulación y del número de agentes que intervengan en las simulaciones, el sistema cada vez consumirá más recursos. Deberemos utilizar ciertos mecanismos para disminuir el consumo, si bien es verdad que dentro de las prioridades de la aplicación, situaríamos el rendimiento en un nivel bajo.

8.3. Requisitos de documentación

El desarrollo del proyecto deberá contar con los siguientes documentos:

- Documento de Visión.
- Plan de Proyecto.
- Análisis.
- Diseño.
- Estado del arte.
- Resultados.
- Manual de Usuario.

ANEXO B

Plan de Proyecto

Tabla de contenidos

1. Control de cambios.....	57
2. Introducción.....	58
2.1.Propósito.....	58
2.2.Ámbito.....	58
2.3.Definiciones, acrónimos y abreviaturas.....	58
2.4.Referencias.....	58
3. Pliego de Especificaciones.....	59
3.1. Datos básicos del proyecto.....	59
3.2. Objetivos del proyecto.....	59
3.3. Descripción de la metodología y de equipos a utilizar.....	59
3.4. Lista de hitos asociada al proyecto.....	60
3.5. Recursos Humanos.....	61
3.6. Recursos materiales.....	61
3.7. Gastos e inversiones.....	61
3.8. Presupuesto total.....	61
3.9. Otra información de interés.....	61
4. Estimación del tamaño y el esfuerzo.....	62
4.1. Método.....	62
4.2. Resultado.....	62
5. Estimación de Costes.....	63
6. Calendario.....	64

1. Control de Cambios

Versión	Autor	Fecha	Comentario
1.0	Fernando Sáenz	20/02/2010	
1.1	Fernando Sáenz	25/05/2010	Nuevos Documentos
2.0	Fernando Sáenz	8/09/2010	Ajustes temporales

2. Introducción

2.1 Propósito

El propósito de este documento es mostrar a rasgos generales el proceso de desarrollo del proyecto “Simulación basada en agentes aplicada a la cadena de suministro”. Englobará la planificación temporal, el análisis de riesgos, y los recursos a emplear.

2.2 Ámbito

El proyecto se ha llevado a cabo dentro del Instituto Tecnológico de Aragón, que es un centro tecnológico de carácter público que, desde Aragón, contribuye a la mejora de la competitividad de las empresas y al progreso sostenible de la sociedad, identificando necesidades, generando soluciones de I+D+i y transfiriendo conocimiento.

Más concretamente, se ha desarrollado dentro del Centro de Conocimiento en TICs aplicadas a la logística, que tiene por objetivo la generación, adaptación, transferencia y difusión de conocimiento en la aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TICs) en la resolución de problemas logísticos, con especial hincapié en la optimización de los procesos y en la integración de agentes en la cadena de suministro, para desarrollar una logística colaborativa y sostenible.

2.3 Definiciones, acrónimos y abreviaturas

CERVANTES: proyecto desarrollado dentro del Departamento de Tecnologías de la Información del Instituto Tecnológico de Aragón.

2.4 Referencias

- Documentación técnica del proyecto CERVANTES realizado en el Instituto Tecnológico de Aragón.
- Documento de Visión de “*Simulación basada en agentes aplicada a la cadena de suministro*”.

3. Pliego de especificaciones

3.1 Datos básicos del proyecto

Título	Simulación basada en agentes aplicada a la cadena de suministro.
Departamentos	Departamento de Logística y Tecnologías de la Información.
Responsables	Miguel Ángel Barcelona Liedana.
Posibles colaboraciones externas	Carrefour
Duración del proyecto	9 meses
Programa nacional relacionado	PLAN AVANZA - Centro de Conocimiento

Tabla 1: Datos básicos del proyecto.

3.2 Objetivos del proyecto

El objetivo de este proyecto es obtener conclusiones a partir de la creación de un sistema de simulación basado en agentes y aplicado a la logística, en particular a las cadenas de suministro.

Aplicando principios de logística colaborativa, podremos obtener resultados que contrastaremos con datos entregados por Carrefour para poder alcanzar el objetivo definido.

3.3 Descripción de la metodología y de equipos a utilizar

El proyecto será desarrollado como complemento al conjunto de herramientas de simulación logística desarrolladas en el Instituto Tecnológico de Aragón. Los usuarios finales del producto van a ser todos aquellos miembros del departamento que así lo requieran.

El proyecto será desarrollado con uno de las herramientas elegidas tras realizar el estado del arte sobre herramientas, incluido en el conjunto de los anexos.

Cómo necesidad básica y posiblemente final, el único equipo necesario para desarrollar el proyecto será el PC *ita229*, perteneciente al Instituto Tecnológico de Aragón.

ANEXO B – PLAN DE PROYECTO

3.4 Lista de hitos asociada al proyecto

ID	Responsable	Hito	Fecha (2010)	Documentos asociados
H01	Fernando Sáenz	“Documento de visión” <i>terminado</i>	30/02	Documento de Visión
H02	Fernando Sáenz	“Estado del Arte: Herramientas” <i>terminado</i>	30/03	Estado del Arte “Herramientas”
H03	Fernando Sáenz	“Estado del Arte: Agentes” <i>terminado</i>	15/04	Estado del Arte “Agentes”
H04	Fernando Sáenz	Simulador Escenario Básico <i>terminado</i>	25/05	Plan de Proyecto, Análisis Escenario Básico, Diseño Escenario Básico.
H05	Fernando Sáenz	Resultados Escenario Básico terminado	15/06	Plan de Proyecto, Análisis Escenario Básico, Diseño Escenario Resultados Escenario Básico.
H06	Fernando Sáenz	Simulador Escenario Avanzado <i>terminado</i>	5/08	Plan de Proyecto, Análisis Escenario Avanzado, Diseño Escenario Avanzado,.
H07	Fernando Sáenz	Resultados Escenario Avanzado <i>terminado</i>	15/08	Plan de Proyecto, Análisis Escenario Avanzado, Diseño Escenario Avanzado, Resultados Escenario Avanzado.
H08	Fernando Sáenz	Documento Conclusiones <i>terminado</i>	20/09	Resultados Escenario Avanzado, Resultados Escenario Básico.
H09	Fernando Sáenz	Fin de Proyecto	5/10	Todos. Inclusión de guía de uso del simulador.

Tabla 2: Hitos asociados al proyecto.

3.5 Recursos Humanos

Jefe de Departamento	Miguel Ángel Barcelona Liédana
Gestor de Proyecto	Miguel Ángel Barcelona Liédana, Fernando Sáenz Antoñanzas
Técnico	Fernando Sáenz Antoñanzas

Tabla 3: Recursos humanos destinados.

3.6 Recursos Materiales

Un PC como equipo físico.

Cómo mínimo las siguientes herramientas software: *StarUML* para la creación de diagramas pertenecientes a las fases de análisis y diseño, el software seleccionado en el *Estado del Arte-Herramientas*. Además, software destinado a la creación de diagramas de Gantt en este caso *GanttProject*, de libre distribución. Por último será necesario software para edición de texto, gráficas y figuras, en este caso se utilizará *MSOFFICE 2007* puesto que en el Instituto Tecnológico de Aragón se dispone de licencia actualizada.

3.7 Gastos e inversiones

No hay.

3.8 Presupuesto total

No hay.

3.9 Otra información de interés

Este proyecto es el Proyecto de Fin de Carrera de Fernando Sáenz Antoñanzas, perteneciente a Ingeniería en Informática.

4. Estimación del tamaño y el esfuerzo

4.1 Método

Se afronta la estimación del esfuerzo de un proyecto de simulación. La idea original fue utilizar el método de estimación de “Puntos de Casos de Uso” pero fue finalmente desechada puesto que al definir los Casos de Uso a los que asignar costes se descubrió que este método no funcionaría bien para un sistema de simulación, en el cual los costes se atribuyen en gran medida a la interpretación de resultados, interpretación de gráficas. Por el contrario, el método puntos de caso de uso está destinado a la interacción entre el usuario y el sistema, cuando el sistema es el núcleo del proyecto completo.

Finalmente, se ha decidido realizar una tabla interpretativa agrupando tareas del proyecto, puesto que estamos en una fase temprana, y todavía no se ha desarrollado el análisis. El cálculo total de horas se basa en la estimación de la duración del proyecto a la que hay que adaptarse y la consideración del peso de cada actividad, en porcentaje.

4.2 Resultado

Actividad	Horas-Hombre	Porcentaje
Estudio Estado del Arte	49	10%
Análisis	147	15%
Modelado de Escenarios	147	15%
Diseño	49	5%
Programación	245	20%
Pruebas y Resultados	196	20%
Interpretación de resultados	98	10%
Otras actividades	49	5%
TOTAL	980h(20días*7meses*7horas)	100%

Tabla 4: Horas-Hombre por actividad.

5. Estimación de costes

No se requerirá coste alguno en la compra de material específico destinado a la elaboración o presentación del proyecto. Todo coste será dirigido en la inversión en los recursos humanos necesarios para el seguimiento y definición del mismo a lo largo de las horas de horas estimadas en el cuadro del apartado 4.2.

6. Calendario

Se utiliza la herramienta *GanttProject* para realizar el diagrama de Gantt asociado a la duración de las tareas del proyecto. Se muestra en la *figura 1*.

ANEXO B – PLAN DE PROYECTO

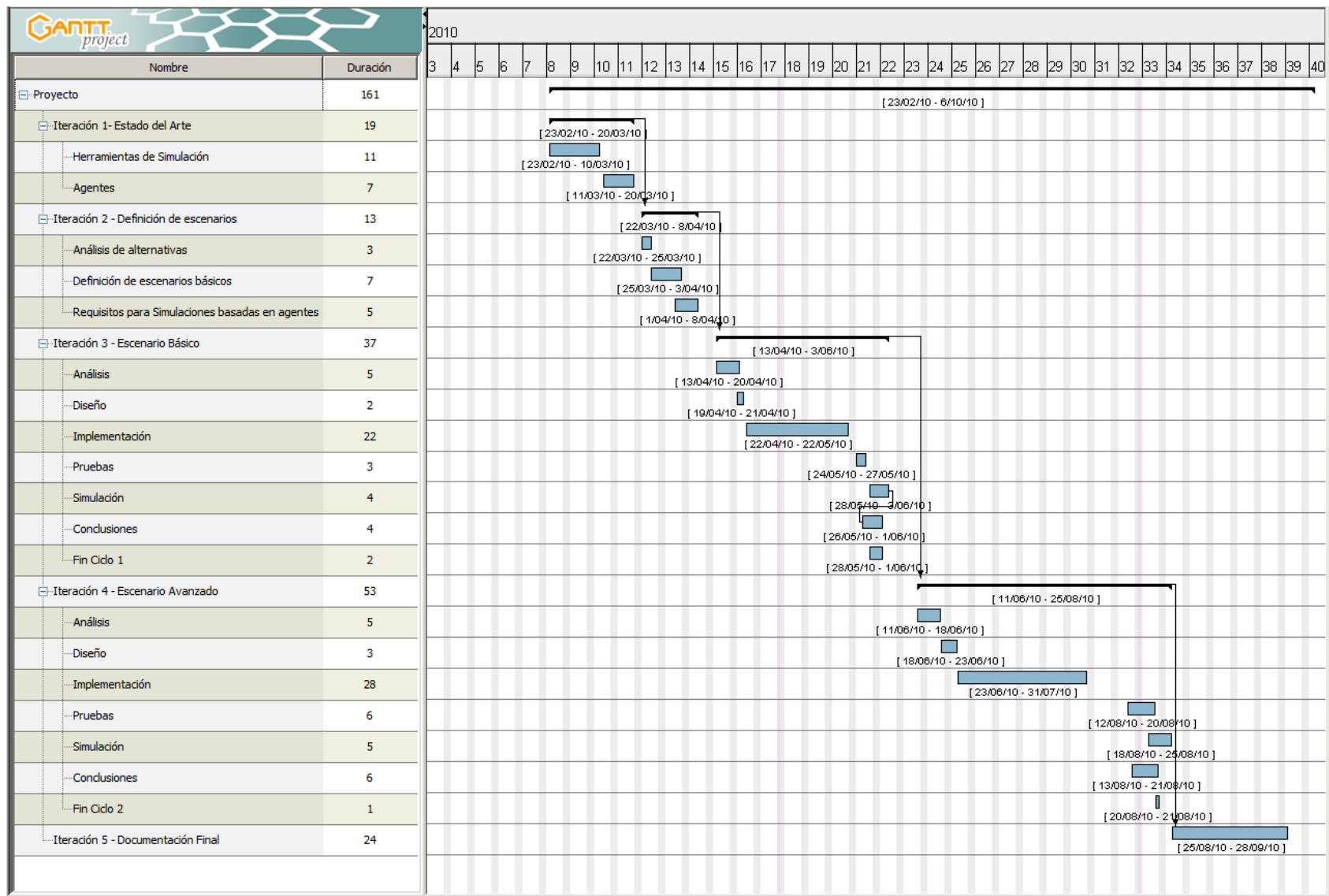


Figura 1: Diagrama de Gantt.

ANEXO C

ESTADO DEL ARTE

-Agentes-

Tabla de contenidos

1. Control de cambios.....	69
2. Introducción.....	70
2.1. Propósito.....	70
2.2. Ámbito.....	70
2.3. Terminología.....	70
2.4. Resumen del trabajo a realizar.....	70
2.5. Referencias.....	71
3. Desarrollo del trabajo realizado.....	72
3.1. Métodos de modelización.....	72
3.1.1. Modelos Conceptuales.....	72
3.1.2. Modelos matemáticos y analíticos.....	73
3.1.3. Modelos de simulación.....	73
3.2. Propiedades de los modelos basados en agentes.....	74
4. Sistemas multi-agente.....	75
4.1. El uso de agentes en logística.....	75
5. Conclusiones.....	77

1. Control de Cambios

Versión	Autor	Fecha	Comentario
1.0	Fernando Sáenz	20/02/2010	
2.0	Fernando Sáenz	5/03/2010	Ampliación

2. Introducción

2.1 Propósito

Estudio de la utilización de la simulación basada en agentes aplicada a las cadenas de suministro en logística y aproximación a la definición de agente.

2.2 Ámbito

El proyecto se ha llevado a cabo dentro del Instituto Tecnológico de Aragón, que es un centro tecnológico de carácter público que, desde Aragón, contribuye a la mejora de la competitividad de las empresas y al progreso sostenible de la sociedad, identificando necesidades, generando soluciones de I+D+i y transfiriendo conocimiento.

Más concretamente, se ha desarrollado dentro del Centro de Conocimiento en TICs aplicadas a la logística, que tiene por objetivo la generación, adaptación, transferencia y difusión de conocimiento en la aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TICs) en la resolución de problemas logísticos, con especial hincapié en la optimización de los procesos y en la integración de agentes en la cadena de suministro, para desarrollar una logística colaborativa y sostenible.

2.3 Terminología

- **KPI** → Clave primaria de rendimiento.
- **CS** → Cadena de suministro.
- **SISTEMAS DUROS** → Los sistemas duros son identificados como aquéllos en los que interactúan hombres y máquinas y en los cuales se le da mayor importancia a la parte tecnológica en contraste con la parte social.

2.4 Resumen del trabajo a realizar

Por un lado se ha estudiado la **metodología relacionada con la gestión y modelado de Cadenas de Suministro**, y argumentado la elección de la simulación basada en agentes como método novedoso y alternativo a aplicar para la obtención de mejoras relacionadas con esta gestión. Además, se ha hecho una **comparativa con otros métodos de simulación existentes**. Ésta actividad ha sido paralela a la definición de posibles escenarios que serían idóneas para la simulación de cadenas de suministro basada en agentes.

Por último se muestran ejemplos y referencias de los que se extrae que el concepto de agente atribuye propiedades interesantes para la realización de simulaciones relacionadas con cadenas de suministro, y en particular, con este proyecto.

2.5 Referencias

- [1] Thierry Moyaux, Brahim Chaib-draa, and Sophie D'Amours. "*Supply Chain Management and Multiagent Systems*". Université Laval - DAMAS, Pavillon Pouliot, Québec, Canada .2003.
- [2] Sara Saberi , Charalampos Makatsoris. "*AGENT SYSTEM FOR NEGOTIATION IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*". Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, University Putra Malaysia, 43400.2008.
- [3] Área de Investigación, Desarrollo y Servicios Tecnológicos del ITA. "*Técnicas de análisis de redes logísticas y casos prácticos*". 2009.
- [4] Adeline M. Uhrmacher,Danny Weyns. "*Multi-Agent Systems Simulation and Applications*". CRC Press.2009.]

3. Desarrollo del trabajo realizado

Explicamos los métodos de modelización estudiados y los modelos de simulación.

3.1 Métodos de modelización

En primer lugar hemos visualizado los métodos de modelización de redes de suministro más utilizados:

3.1.1 Modelos Conceptuales: Enfoque orientado a procesos. Se utilizan para representar la realidad con un alto grado de abstracción.

- **Modelos de referencia:** Descripción de un modelo a través de una terminología estándar.

Nombre	Descripción
UML	Lenguaje de modelado con propósito general que incluye notación gráfica usado para crear un modelo abstracto de un sistema.
Modelo SCOR	Herramienta para representar, analizar y configurar la cadena de suministro. Estandariza la metodología y los procesos, estableciéndolos KPI's de la CS.

- **Modelos Virtuales:** Reunión de agentes de la cadena con un fin colaborativo.

Nombre	Descripción
Laboratorio de Simulación	Consiste en la realización de varias sesiones conjuntas en las que participan los diversos miembros de las empresas involucradas.
Modelo de Empresa Virtual	Fundamentado en la atribución de la misma importancia a todos los actores de la cadena de suministro, los cuáles deben compartir información y colaborar entre ellos.

3.1.2 Modelos Matemáticos y analíticos:

Nombre	Descripción
Programación Lineal	<ul style="list-style-type: none">• Soluciones exactas.• Satisfacen restricciones.• Pocas variables.
Heurísticos	<ul style="list-style-type: none">• Solución casi-óptima.• Muchas variables.• Óptimos locales.
Metaheurística	<ul style="list-style-type: none">• Satisfacen restricciones.• Óptimos globales.

3.1.3 Modelos de simulación

Respecto a los **modelos de simulación** podemos distinguir tres grandes campos:

- **Simulación con eventos discretos:**

Estos son los más utilizados y útiles para modelar los detalles de los procesos productivos. Además, permiten la introducción de modelos aleatorios. Son sistemas en los que un suceso instantáneo (evento) puede provocar un cambio de estado en el sistema y esto ocurrirá en una serie de ticks de tiempo determinados (discreto).

- **Simulación con Dinámica de Sistemas:**

El sistema se basará en ecuaciones diferenciales para realizar la simulación. La Dinámica de Sistemas aplica métodos de sistemas duros, básicamente las ideas de realimentación y sistema dinámico, junto con la teoría de modelos en el espacio de estados y procedimientos de análisis numérico. Por tanto, sería una metodología más entre las de sistemas duros.

- **Simulación con Modelos Combinados**

Consiste en combinar variables tanto continuas como discretas.

Tras presentar los modelos de simulación más utilizados en CS, vamos a presentar el modelo basado en agentes y las propiedades complementarias que pueden ofrecer a estos modelos.

- **Simulación basada en Agentes**

Prácticamente todo modelo de simulación puede considerarse como un conjunto de estados y eventos.

Si comparamos la simulación basada en eventos discretos, obtenemos ciertas ventajas. Con agentes, al igual que en los sistemas orientados a objetos podemos modelar la realidad de una manera más cercana e intuitiva.

3.2 Propiedades de los modelos basados en agentes

Las siguientes propiedades definen las **ventajas que nos aportan los modelos basados en agentes**:

- Permite el modelado y la implementación de **comportamiento pro-activo**, lo que es importante a la hora de tener iniciativa por parte de los agentes. Es más natural interpretar comportamientos como agentes que como objetos.
- Soporta **computación distribuida**. Puesto que cada agente puede ser implementado como una pieza independiente del modelo.
- Puesto que cada agente es un proceso independiente que se comunica con el resto de agentes, podemos incluir o eliminar agentes en el proceso de simulación sin interrupción. Esto atribuye un **dinamismo excepcional** a las simulaciones.
- Dependiendo del software utilizado, puede ser más accesible y sobre todo comprensible para aquéllos que no tienen conocimientos de programación.

Si lo que queremos es diferenciar el concepto de objeto con respecto al de agente podemos hacerlo definiendo las siguientes propiedades que los caracterizan:

- Entidades pro-activas en lugar de entidades puramente reactivas como son los objetos.
- Posibilidad de uso de un **lenguaje de comunicación** entre agentes (KQML, tipo LISP).
- Paso del uso tradicional de conceptos de modelización a conceptos de “**Belief-Desire-Intentions**”.

4. Sistemas multi-agente

El uso de sistemas multi-agente en logística se interpreta desde un punto de vista social y es útil para modelar el factor humano que interviene en la cadena. Así, se podrán modelar las reacciones de los transportes frente a situaciones de tráfico o el comportamiento de los clientes y en general de cualquier integrante de la cadena de suministro.

A continuación se muestran algunos casos reales y la aplicabilidad que estos ofrecerá argumentos que permitan contemplar con mayor certeza la utilidad de los agentes en logística.

4.1. El uso de agentes en logística

[1] Thierry Moyaux, Brahim Chaib-draa, and Sophie D'Amours. *"Supply Chain Management and Multiagent Systems"*. Université Laval - DAMAS, Pavillon Pouliot, Québec, Canada .2003.

En este *paper* se describe cómo mejorar el funcionamiento de las cadenas de suministro a través de sistemas multi-agente. Los agentes pueden unirse, quedarse o dejar la cadena de suministro. La funcionalidad de la cadena de suministro está implementada a través de negociación basada en agentes.

[2] Sara Saberi , Charalampos Makatsoris. *"AGENT SYSTEM FOR NEGOTIATION IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT"*. Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, University Putra Malaysia, 43400.2008.

El paper al que se hace referencia define un incremento en la efectividad de las cadenas de suministro a través de la utilización de los agentes. Utilizando un sistema basado en agentes se puede disminuir el efecto látigo, consistente en la repercusión sobre el resto de la cadena de un efecto producido en un punto de la misma. Además, define los mecanismos de comunicación y negociación como comportamiento beneficioso en el modelado de las mismas.

Esta tecnología facilita la integración de los miembros de la cadena como una red con un esqueleto independiente. Se consiguen disminuir costes a través de la compartición de información, a través de un mayor control de los niveles de inventario.

En la *figura 1* se observa la estructura seguida en el documento así como los flujos posibles de información y de materiales.

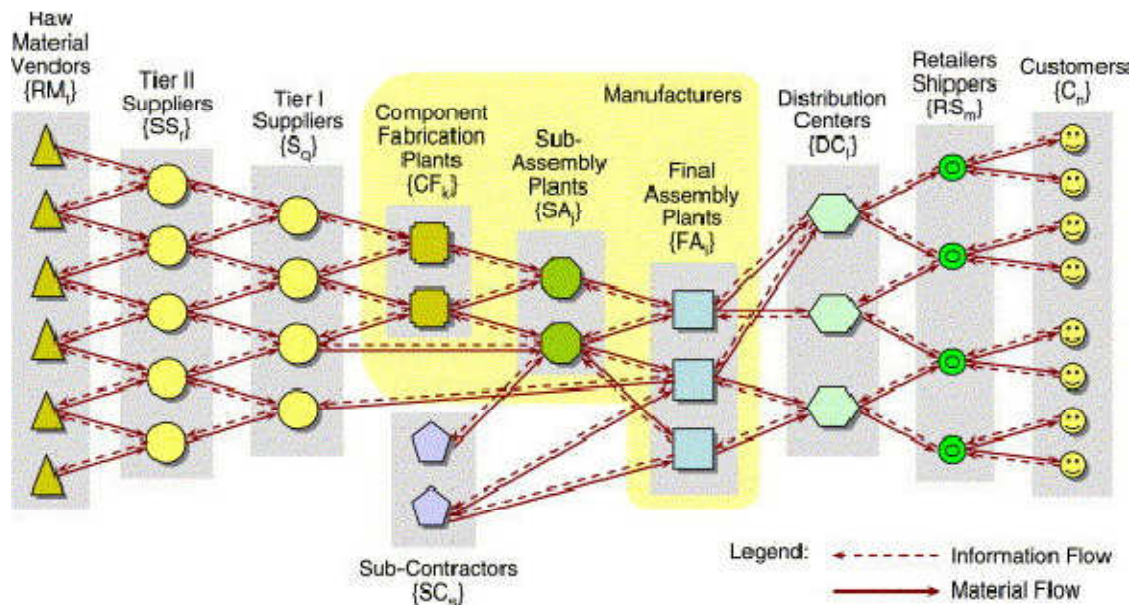


Figura 1: Esqueleto de una cadena de suministro.

[3] José L. Calderón y Francisco C. Lario. “*Simulación de Cadenas de Suministro: Nuevas Aplicaciones y Áreas de Desarrollo*”. Universidad Politécnica de Valencia, Dpto. de Organización de Empresas. 2007.

En este documento se desarrolla un estudio sobre las técnicas empleadas en la simulación de cadenas de suministro y las áreas de desarrollo. Considerando como la tendencia más aplicada y de reciente desarrollo los modelos de simulación basados en agentes.

Considera que permitir a cada agente, que en este caso considera como empresas independientes, pueda tomar decisiones independientes es beneficioso para la cadena.

Concluye diciendo que los sistemas-multi-agente y las estrategias de colaboración y coordinación son los más estudiados en la actualidad.

5. Conclusiones

Respecto a la aplicabilidad queda patente que basar el sistema de simulación basado en agentes es de gran utilidad en este proyecto. Esto se deduce través de las cualidades que se extraen de otros casos de estudio que se han leído y de la definición teórica de agente que se muestra en este documento.

Cabe reseñar que, como en todo modelo, existen ciertas desventajas, en el caso de los agentes podemos achacar el principal inconveniente al consumo de recursos, debido a los tiempos de computación y la comunicación, por lo que hace las ejecuciones menos eficientes. Aunque en un principio, la simulación de cadenas logísticas, no va a ser un problema, debido al tamaño de las redes planteadas.

ANEXO D

ESTADO DEL ARTE -Herramientas para el modelado y simulación basadas en agentes-

Tabla de contenidos

1. Control de cambios.....	81
2. Introducción.....	82
2.1 Propósito.....	82
2.2 Ámbito.....	82
2.3 Referencias.....	82
2.4 Aspectos a valorar en el estudio.....	82
2.5 Herramientas objeto de estudio.....	83
3. Herramientas estudiadas.....	86
3.1 Netlogo.....	86
3.2 SeSAm.....	88
3.3 Repast.....	89
3.4 JADE.....	91
3.5 Arena.....	93
3.6 Simio.....	94
4. Tabla Comparativa.....	96
5. Conclusiones.....	99

ANEXO D - ESTADO DEL ARTE – Herramientas para el modelado y simulación basadas en agentes

1. Control de Cambios

Versión	Autor	Fecha	Comentario
1.0	Fernando Sáenz	20/03/2010	
2.0	Fernando Sáenz	15/03/2010	Ampliación
2.1	Miguel Ángel Barcelona	30/08/2010	Modificaciones generales

2. Introducción

2.1 Propósito

El propósito de este documento es el estudio y búsqueda de herramientas software y/o plugins existentes destinados a la simulación basada en multi-agentes. Al mismo tiempo, el estudio se centrará en encontrar soluciones y métodos ya implementados asociados a simulaciones basadas en agentes, siempre tratando de utilizarlo como una base de aprendizaje y desarrollo para el PFC.

2.2 Ámbito

El proyecto se ha llevado a cabo dentro del Instituto Tecnológico de Aragón, que es un centro tecnológico de carácter público que, desde Aragón, contribuye a la mejora de la competitividad de las empresas y al progreso sostenible de la sociedad, identificando necesidades, generando soluciones de I+D+i y transfiriendo conocimiento.

Más concretamente, se ha desarrollado dentro del Centro de Conocimiento en TICs aplicadas a la logística, que tiene por objetivo la generación, adaptación, transferencia y difusión de conocimiento en la aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TICs) en la resolución de problemas logísticos, con especial hincapié en la optimización de los procesos y en la integración de agentes en la cadena de suministro, para desarrollar una logística colaborativa y sostenible.

2.3 Referencia

NETLOGO	http://ccl.northwestern.edu/netlogo/
SESAM	http://www.simsesam.de/
REPAST	http://repast.sourceforge.net/
JADE	http://jade.tilab.com/
ARENA	http://www.arenasimulation.com/Arena_Home.aspx
SIMIO	http://www.simio.biz/index.html

2.4 Aspectos a valorar en el estudio

A continuación, se explican en detalle las características que serían deseables en las herramientas para ajustarse a las necesidades del proyecto.

- Objetivo para el cual ha sido desarrollada la herramienta.
- No estar orientada a un único objetivo de simulación, es decir, capacidad de adaptación a situaciones sociales de diferente índole. Con ello nos referimos a que no haya sido una herramienta creada, por ejemplo, para el mercado farmacéutico, interacción entre seres

ANEXO D - ESTADO DEL ARTE – Herramientas para el modelado y simulación basadas en agentes

humanos, o sólo para reproducir poblaciones. Cumpliendo esta premisa, se alcanza mayor versatilidad al modelar.

- Lenguaje de programación en el que poder desarrollar la implementación del sistema de simulación.
- Fuentes de documentación, tanto vídeos explicativos, tutoriales completos y listas de correo en caso de ser necesarias para poder ampliar el conocimiento y las ventajas o limitaciones de la herramienta seleccionada.
- Licencia gratuita.
- Capacidad de generar gráficas y tablas como resultado final de la simulación, para poder analizar estos resultados. Será valorado muy positivamente una interacción sencilla y directa entre las gráficas y los datos que en ellas se desean representar.
- Funcionamiento bajo el SO Windows XP Professional con Service Pack 3.

2.5 Herramientas objeto del estudio

Existe un gran número de herramientas, y en primer lugar se muestra una breve descripción de todas aquellas que no requieren un estudio tan exhaustivo como el resto, puesto que carecen de ciertas características que a simple vista hace que sean descartadas.

- **ABLE.-** Es una herramienta y librería de componentes para Java que permite construir agentes inteligentes utilizando máquinas de aprendizaje y razonamiento. El principal motivo de su descarte es el poco uso que recibe, puesto que desde 2005 no se generan actualizaciones y apenas existen fuentes calificando o explicando su utilización. Por lo tanto, por obsoleto y desactualizado no será estudiado más en detalle.
- **MASON.** – Es una librería Java destinada a la simulación de sistemas multi-agente basados en eventos discretos. MASON fue creado para modelar y simular “vecindarios” o también llamado comunidades sociales. Con ellos nos referimos a un escenario de reproducción ciudadana, reproducción en el interior de un hormiguero, o la mutación de partículas, por lo que originalmente no se acerca a nuestros modelos. Está relacionado en cierto modo con Repast, aunque tras compararlos observamos que la usabilidad de Repast es mayor y su difusión en el ámbito de las cadenas de suministro también es mayor.
- **SugarScape-** Es útil para simulación de sociedades en las que no existe aprendizaje, es decir, está limitado a la evolución temporal con unos parámetros de salida. Por ejemplo, una colmena de abejas.

ANEXO D - ESTADO DEL ARTE – Herramientas para el modelado y simulación basadas en agentes

- **Starlogo-** Es una herramienta equiparable Netlogo en cuanto a lenguaje de desarrollo, analizada en más detalle más adelante. No se continúa con su estudio, puesto que se ha observado que dispone de un número de propiedades considerablemente menor que Netlogo. De la siguiente tabla se deduce a simple vista la exclusión de Starlogo:

StarLogoT	NetLogo	Features
X	X	Fully programmable
X	X	Language is Logo dialect extended to support agents and concurrency
X	X	Interface builder w/ buttons, sliders, switches, choices, monitors, and text boxes
X	X	Info area for annotating your model
X	X	Powerful and flexible plotting system
X	X	Agent Monitors for inspecting agents
X	X	Export and import model function (save and restore state of model)
	X	Cross-platform: runs on MacOS, Windows, Linux, et al
	X	Models can be saved as applets to be embedded in a web page
	X	Unlimited numbers of agents and variables
	X	Double precision arithmetic
	X	Simplified language structure
	X	"Agentsets" make many programming tasks easier
	X	Syntax-highlighting code editor
	X	Rotatable and scalable vector shapes for turtles
	X	Exact on-screen turtle positioning
	X	Redesigned user interface
	X	Text labels for turtles and patches
	X	Many new primitives
	X	API for user extensions
	X	API for controlling NetLogo from outside
	X	BehaviorSpace: a tool used to collect data from multiple runs of a model
	X	HubNet: participatory simulations using networked devices

Referencia: <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/2.0/docs/faq.html#diff>

Se ha profundizado en el estudio de las herramientas mostradas a continuación, teniendo en cuenta los términos mencionados en “Requisitos de las herramientas”. Las páginas web correspondientes aparecen en el punto de referencias.

1. NETLOGO
2. SESAM
3. REPAST
4. JADE
5. ARENA
6. SIMIO

ANEXO D - ESTADO DEL ARTE – Herramientas para el modelado y simulación basadas en agentes

De ahora en adelante se hablará en detalle sobre cada una de ellas, para más adelante ofrecer una tabla-resumen, además de una serie de conclusiones.

3. Herramientas estudiadas

3.1 NetLogo

Netlogo es un entorno gratuito de programación multi-agente. NetLogo está basado en un lenguaje simple de programación, y es limitada para simulaciones complejas. Está adaptado a la modelación / simulación de fenómenos en los que aparecen muchos individuos interactuando, como por ejemplo reproducción de poblaciones(virus, bacterias, insectos) o escenarios de tráfico.

A pesar de disponer de un entorno gráfico para las simulaciones, desde el que poder observar y manejar los parámetros de la misma, observamos con los modelos de prueba que las gráficas generadas no otorgan una capacidad de detalle o manejo tan alto como otras herramientas. Por ello, observar paramétrica y gráficamente el estado de cada agente a lo largo de la simulación es ciertamente limitado.

Además, en cuanto a la velocidad de ejecución, se observa como al lanzar la simulación sobre un escenario 3D, el software comienza a funcionar lentamente. Puesto que es probable que no se necesite observar el escenario sino las variables asociadas a cada uno de los agentes a lo largo de la simulación, no consideramos Netlogo como la mejor opción.

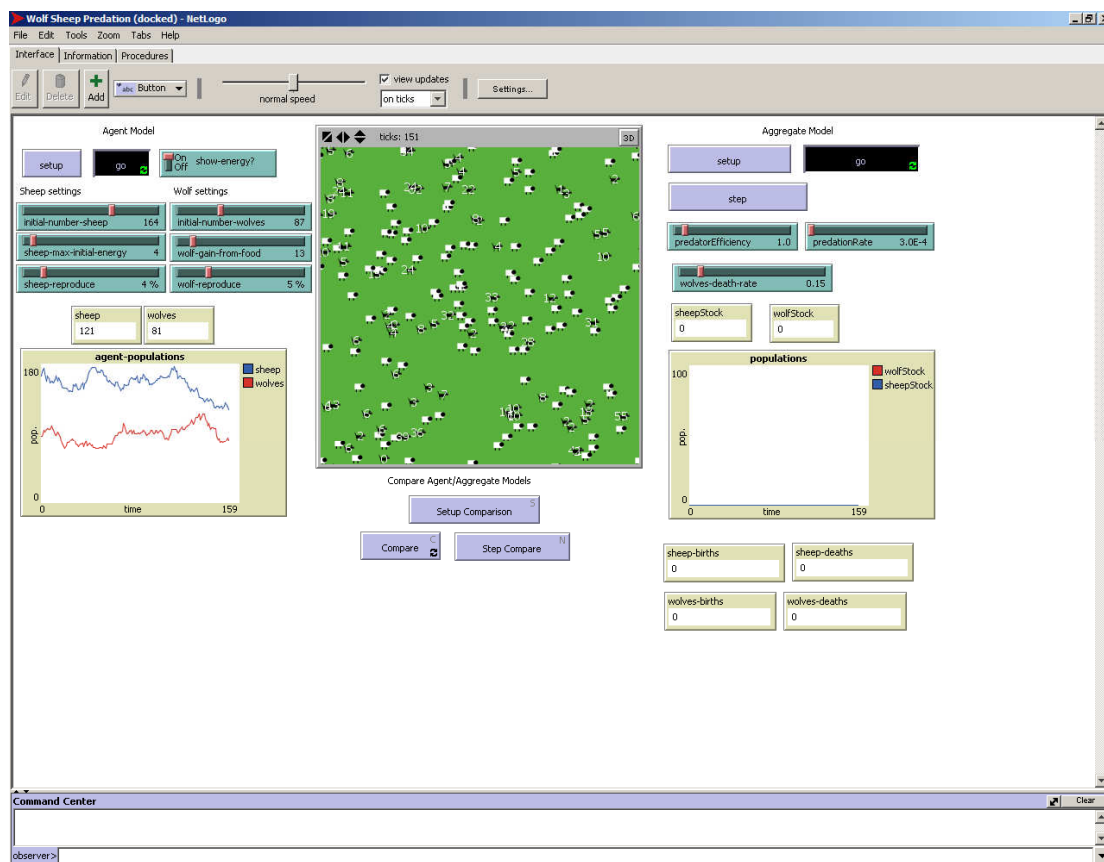


Figura: Wolf Sheep Predation

ANEXO D - ESTADO DEL ARTE – Herramientas para el modelado y simulación basadas en agentes

Nota: Netlogo tiene como ventaja que está muy difundido en el entorno de las simulaciones sociales a nivel académico, aunque está destinado principalmente a aquellos que no tienen una base en el campo de la programación por ser más sencillo. Así, aquellos que realicen estudios físicos, comportamiento de sociedades serían los usuarios de este tipo de software, el cual, al ser más sencillo, también es más limitado.

ANEXO D - ESTADO DEL ARTE – Herramientas para el modelado y simulación basadas en agentes

3.2 SeSAM

SeSAM aporta un entorno para modelar y experimentar con simulaciones basadas en agentes. Como ventaja, destaca su facilidad de uso, el entorno gráfico y el manejo por submenús similares a la arquitectura de Windows, prescindiendo de la escritura de código. Esto provoca, que a pesar de disponer de un gran número de funciones disponibles, limita a la hora de modelar.

Además, permite modelar el comportamiento y la interacción de los agentes a través de un entorno gráfico con un motor de razonamiento dirigido por diagramas de actividades (UML).

Dentro de los modelos de ejemplo de esta aplicación hay un ejemplo de supply chain que han sido probados, y la ejecución de esta sencilla simulación transcurre muy despacio e incluso ralentiza en exceso la ejecución del programa.

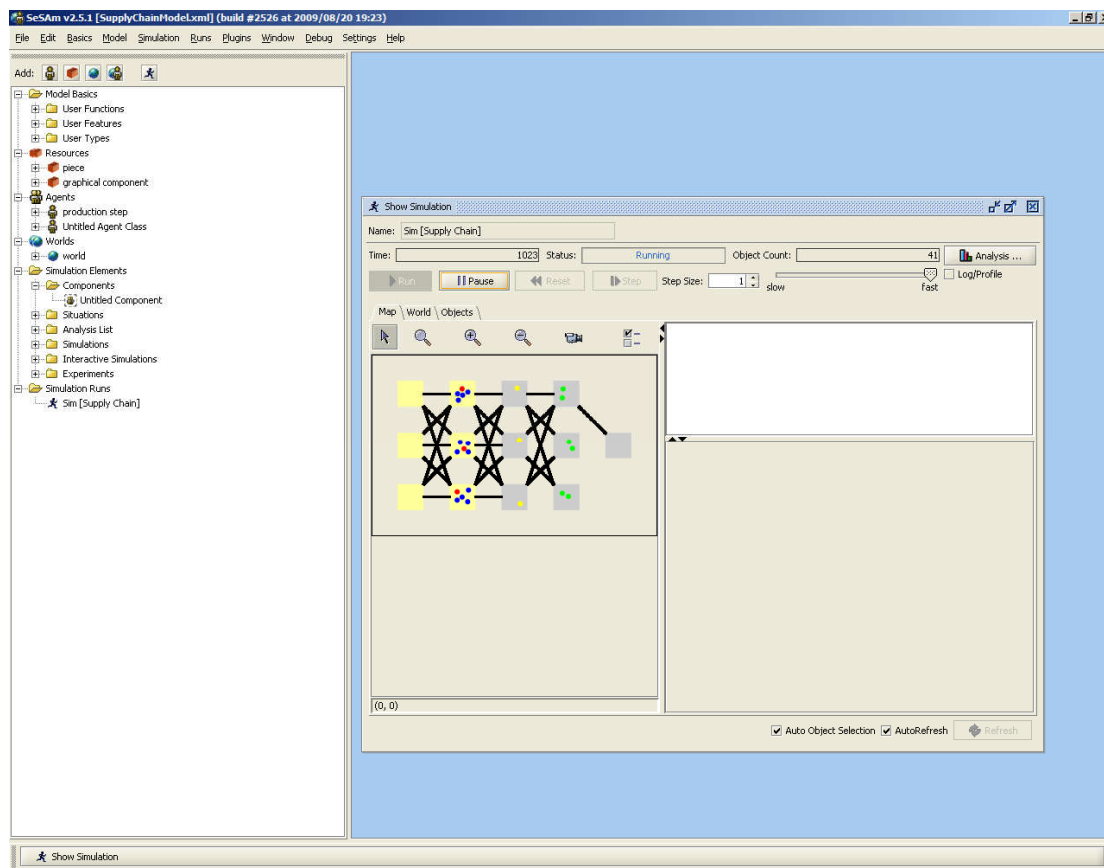


Figura: Simulación de Supply Chain

3.3 Repast Symphony

Repast es una herramienta para eclipse que simplifica la creación y simulación de modelos basados en agentes. Es una herramienta totalmente gratuita.

Permite desarrollar un modelo de flujo a partir de **Java**, **Groovy** y flowcharts en cada proyecto, además de permitir añadir varias herramientas adicionales que complementen la implementación del aspecto de la simulación (2D, 3D), además de poder hacer gráficas más complejas.

Repast permite implementar una simulación tanto a partir de un editor gráfico, como en código JAVA, lo cual aporta mayor funcionalidad y versatilidad a la herramienta. Otro punto interesante al respecto es la posibilidad de modelar a partir de **Groovy** un lenguaje de programación que funciona bajo la máquina virtual de java, y está inspirado por lenguajes como Python, Ruby o Smalltalk.

En la siguiente figura se observan gráficos temporales en el modelo de la evolución de poblaciones de “Predator-Prey” en la que se observa:

- Evolución de la salud del agente presa.
- Documento de salida en el que se almacenan los datos de evolución de las poblaciones.
- Modelo 2-D de la interacción y evolución de los agentes.
- Evolución de las 3 poblaciones (presa, predador, hierba).
- Salud del agente predador.

ANEXO D - ESTADO DEL ARTE – Herramientas para el modelado y simulación basadas en agentes

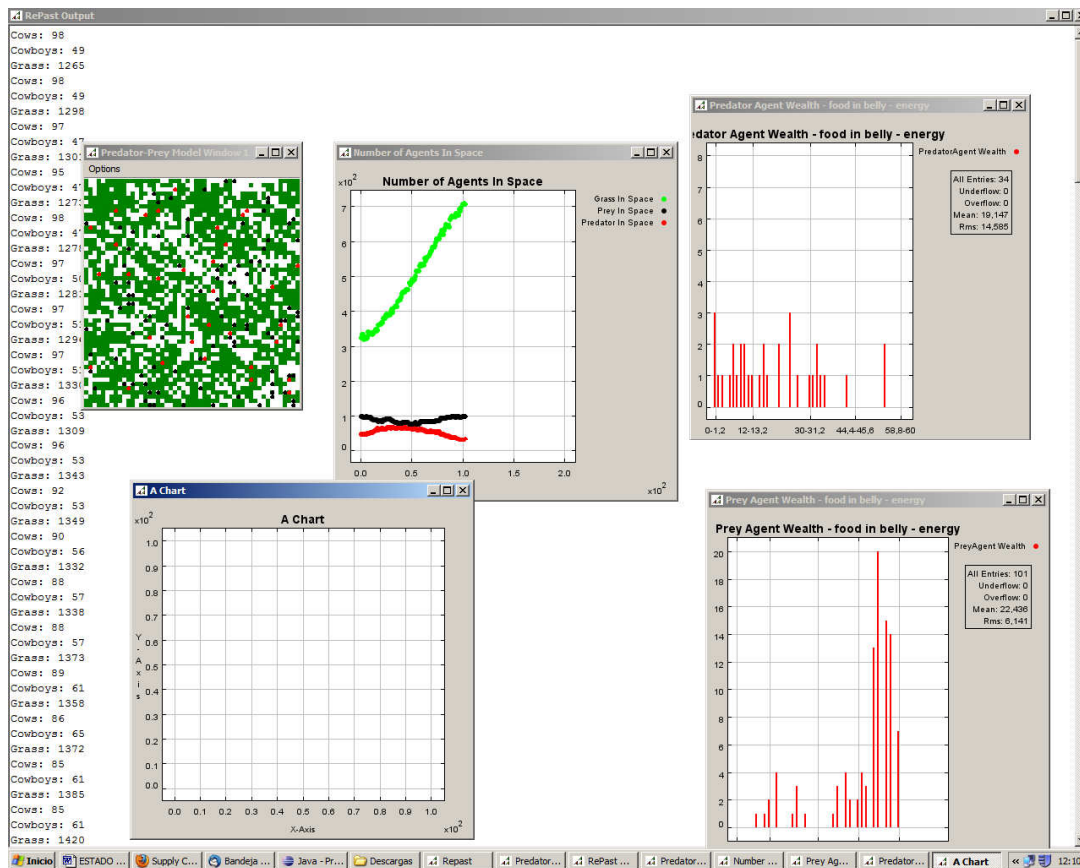


Figura: Predator-Prey Model

Repast permite asignar a cada uno de los tipos de agentes que intervienen en la simulación una serie de parámetros de inicialización que pueden introducirse al iniciar su ejecución, tales como el número de agentes de cada tipo, parámetros de comportamiento para esa simulación en concreto, punto final de la ejecución, etc.

Con ello, podemos modificar rápidamente el comportamiento de los agentes en nuestro modelo. Además, se pueden generar gráficas a partir de la observación de los “getters” que intervienen en cada uno de las secciones de código de nuestros agentes, y generar automáticamente una línea de comportamiento en la gráfica para cada agente.

El ejemplo mostrado a continuación muestra una línea de un color diferente para cada agente “cliente” y representa los pedidos realizados por el cliente a largo del tiempo (Pequeña prueba realizada por nosotros).

ANEXO D - ESTADO DEL ARTE – Herramientas para el modelado y simulación basadas en agentes

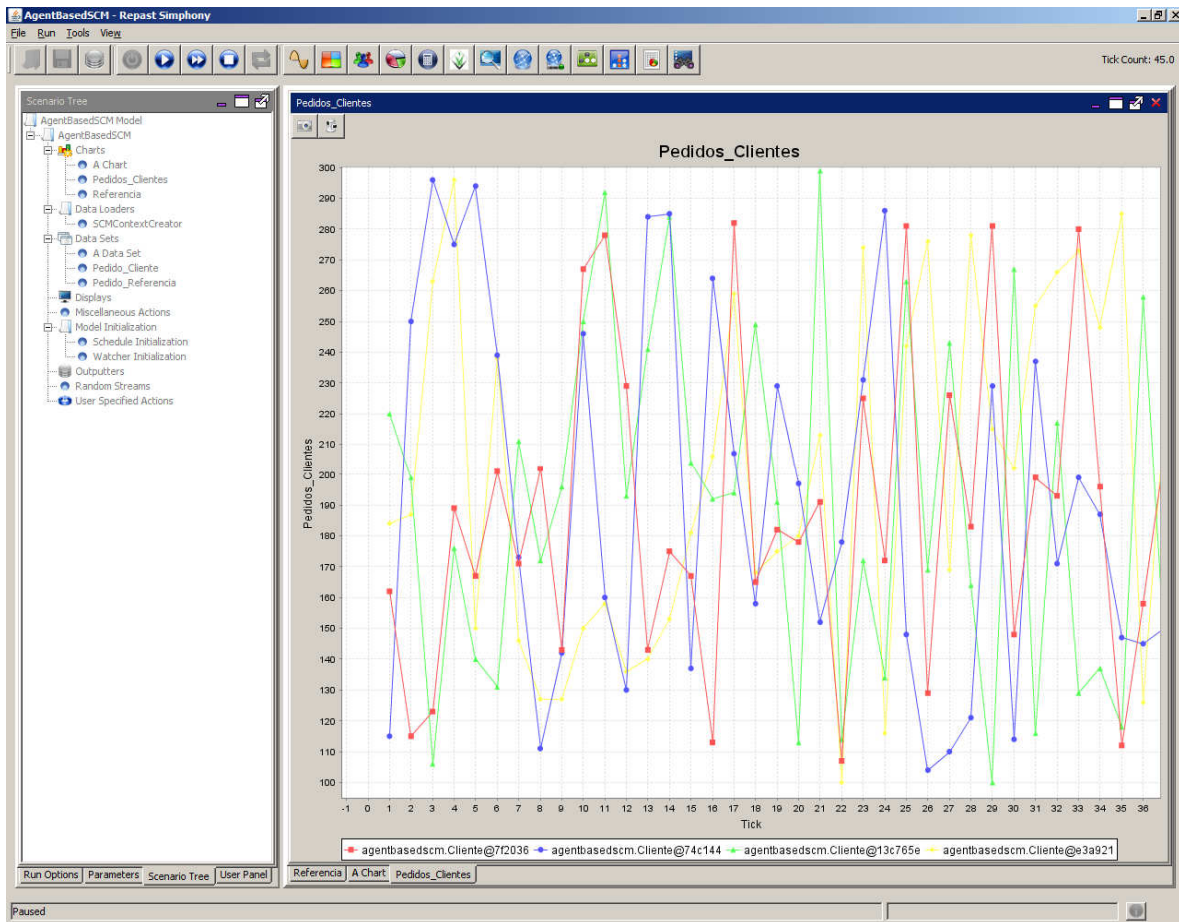


Figura: Pedidos de Clientes en Repast.

3.4 JADE

JADE permite desarrollar aplicaciones basadas en agentes. Al igual que REPAST es una herramienta integrada en Java, por lo tanto, gratuita. Esta herramienta permite distribuir plataformas de agentes en varios equipos, ejecutando una JVM en cada uno de ellos. Aunque en este caso no interesa la movilidad y la distribución de los agentes, sino la capacidad de obtener resultados de simulación y manejar el comportamiento de los mismos.

Por otro lado, REPAST no cumple las especificaciones FIPA (<http://www.fipa.org/repository/standardspecs.html>). Como conclusión, JADE es una plataforma para desarrollar sistemas multi-agente distribuidos, pero no facilita, ni está orientado al modelado y simulación de situaciones basadas en agentes. Por lo tanto, el uso de JADE sería viable, pero inicialmente, se aproxima menos que REPAST al entorno de la simulación.

Distributed architecture of a JADE Agent Platform

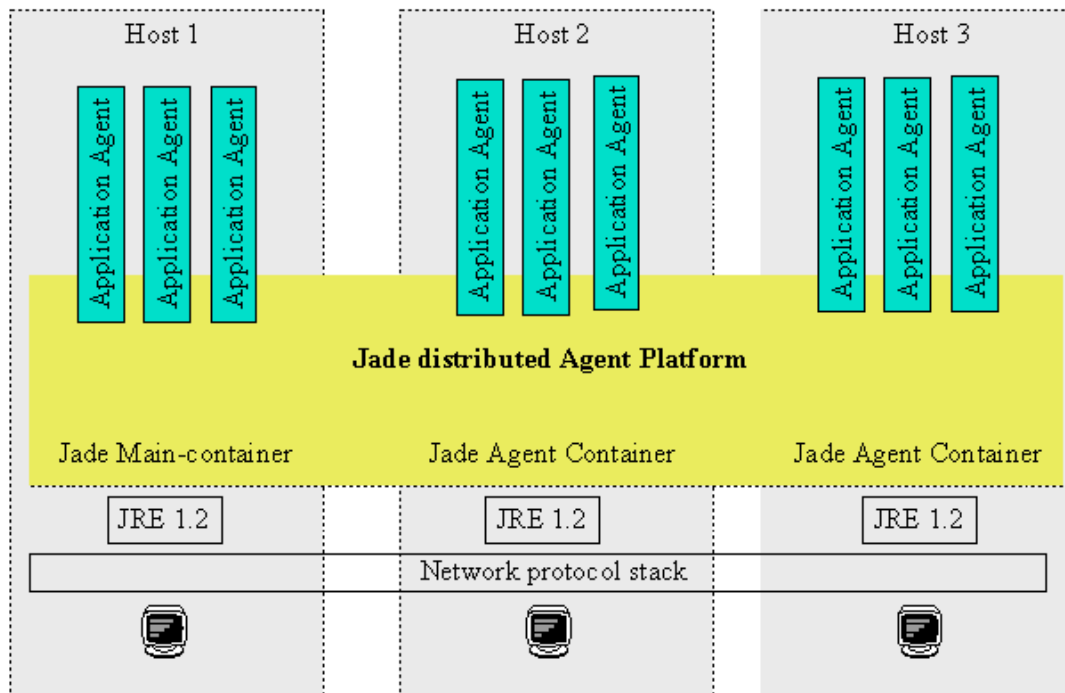


Figura: Arquitectura JADE
Referencia: <http://jade.tilab.com>

JADE utiliza el lenguaje ACL definido por FIPA para el intercambio de mensajes.

A continuación, se observa el paradigma de paso de mensajes asíncrono en JADE, el cual consiste en preparar mensajes y enviarlos a la cola del otro agente, para su posterior procesamiento:

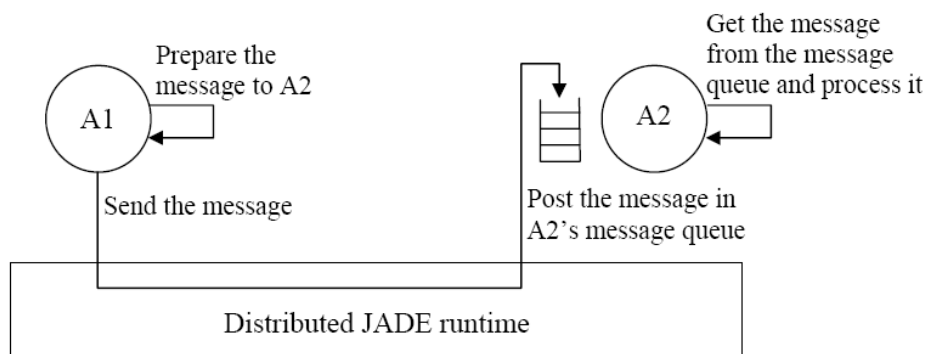


Figura: Paso de mensajes
Referencia: <http://jade.tilab.com>

ANEXO D - ESTADO DEL ARTE – Herramientas para el modelado y simulación basadas en agentes

3.5 Arena

Arena es software de pago destinado a la simulación de cadenas de abastecimiento, aspectos relacionados con riesgos y salud, empaquetamiento y algunas otras alternativas. Permite crear modelos de simulación a partir de diagramas de flujo como el mostrado a continuación:

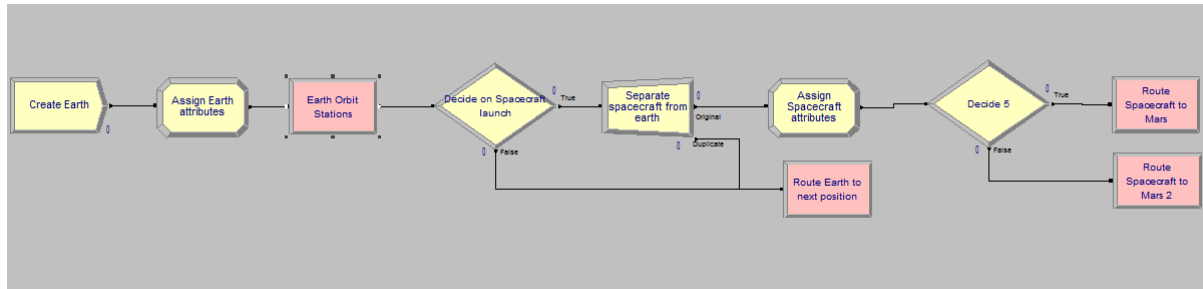


Figura: Mission to Mars.

A partir de la creación del diagrama anterior, con una serie de directrices y condiciones internas para cada elemento del mismo, permite obtener las simulaciones. En la figura mostrada a continuación se observa una captura de la simulación anterior, consistente en un sistema de órbitas de Marte y La Tierra girando alrededor del Sol.

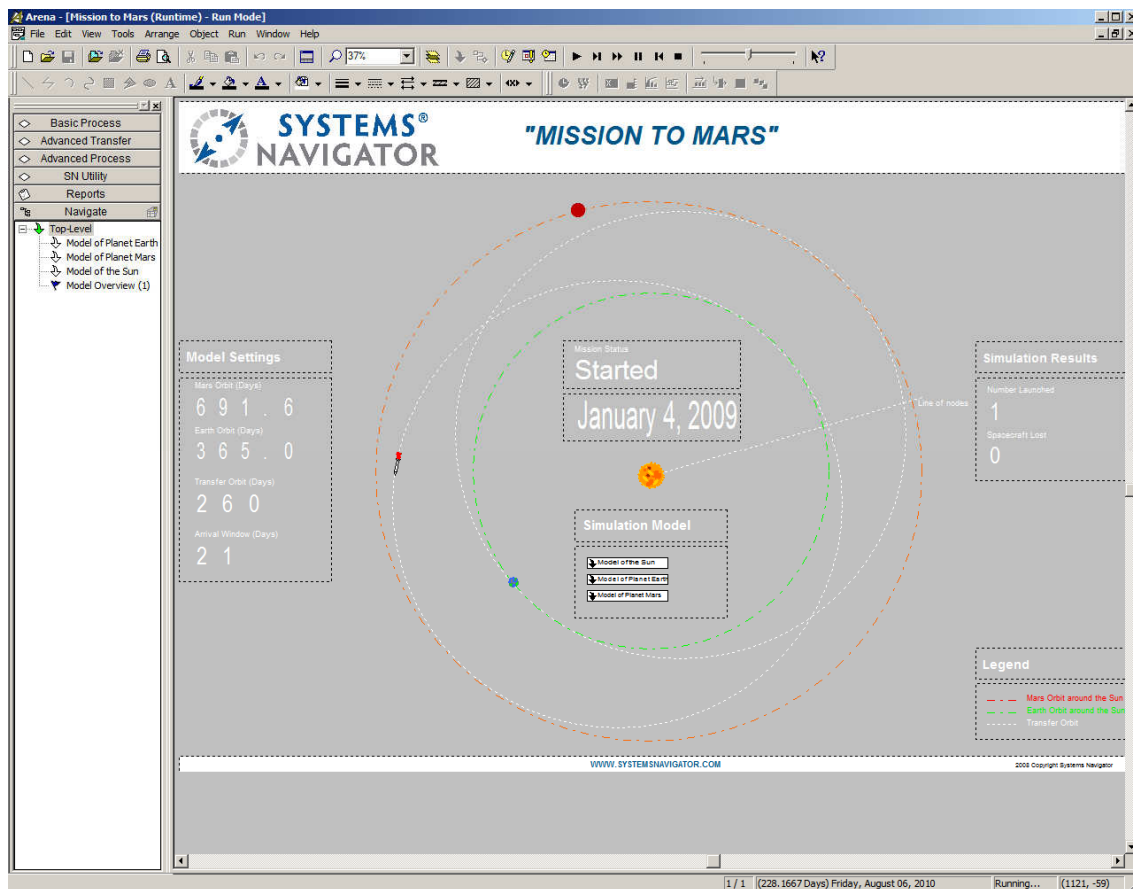


Figura: Mission to Mars

ANEXO D - ESTADO DEL ARTE – Herramientas para el modelado y simulación basadas en agentes

Es apreciable que el programa ofrece la posibilidad de observar las simulaciones en 2 dimensiones, aunque como contraposición no queda totalmente patente la adaptabilidad a la simulación basada en agentes.

3.6 Simio

Simio lo crean los autores de Arena, por lo que comparte una gran similitud con este mismo, aunque con ciertos avances.

La ventaja principal de Simio es la integración de tecnología 3D lo que permite obtener una experiencia visual más detallada de la simulación. Además, el diseño de la aplicación esta orientado a objetos, lo que hace que las librerías de Simio puedan extenderse, añadirse o compartirse entre proyectos e usuarios.

Posibilita la interacción del comportamiento de los objetos inteligentes. Por ejemplo, se puede definir el comportamiento de un objeto a partir de la prioridad de actuación con respecto a otro objeto.

En el siguiente ejemplo se observa en funcionamiento de un almacén en el cual se trasladan cajas para ser recogidas y enviadas.

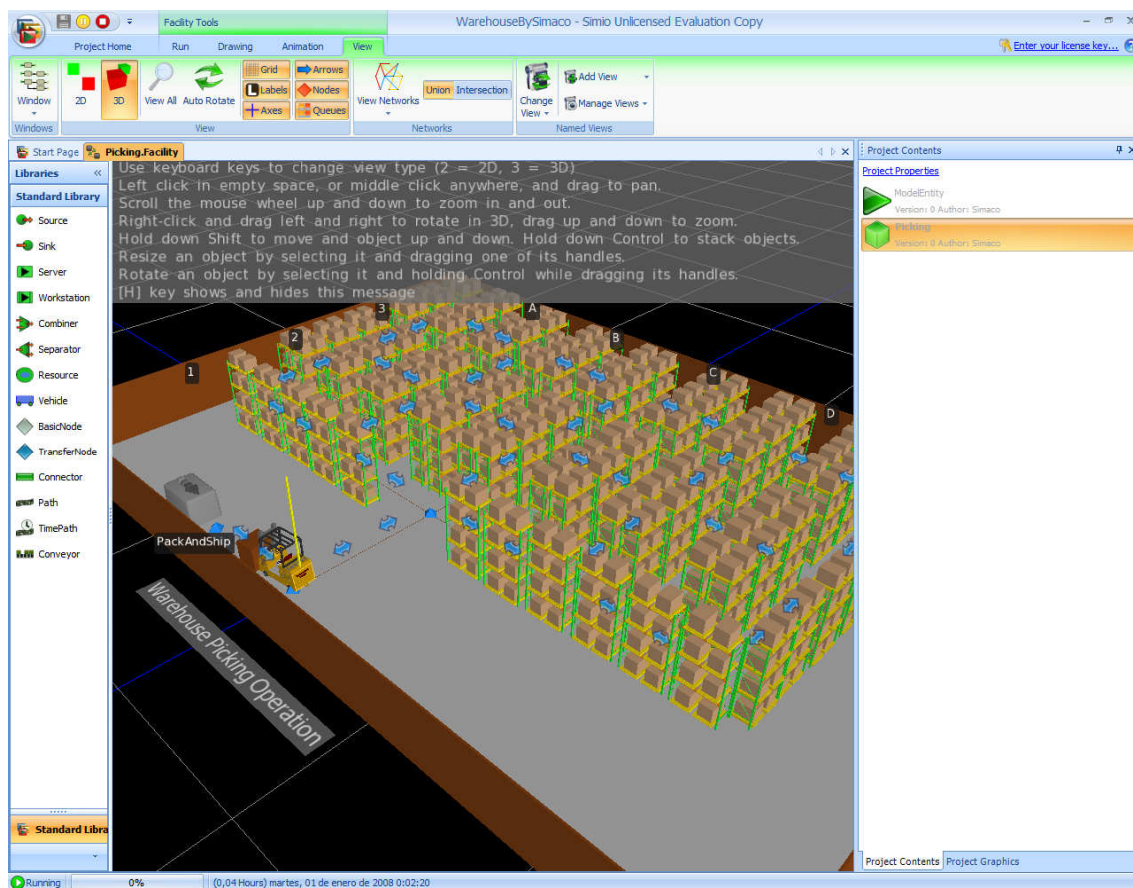


Figura: Warehouse

ANEXO D - ESTADO DEL ARTE – Herramientas para el modelado y simulación basadas en agentes

En Simio se encuentra de nuevo que la versión no es gratuita, salvo en casos de uso académico en universidades. En este caso, Simio se acerca mucho las necesidades del proyecto, además de ser una herramienta muy atractiva para comprender las simulaciones.

4. Tabla Comparativa

A continuación se muestra una tabla comparativa basada en una serie de factores considerados para poder elegir la aplicación sobre la que desarrollar el sistema de simulación. Por supuesto no son los únicos, pero son totalmente útiles y orientativos para explicar el desarrollo y las posteriores conclusiones obtenidas de nuestro análisis.

ANEXO D - ESTADO DEL ARTE – Herramientas para el modelado y simulación basadas en agentes

	OBJETIVO PRINCIPAL	LENGUAJE PROGRAMACIÓN	LICENCIA	DOCUMENTACIÓN	SISTEMA OPERATIVO	GRÁFICOS	GRÁFICAS
NetLogo	Ciencias sociales y naturales. Aprender a modelar. Nivel principiante.	NetLogo	Gratuito. No es open source.	Modelos de ejemplo FAQ. Manual de Usuario actualizado.	Cualquier versión de la máquina virtual de JAVA superior a v1.4.1	Nivel Bajo	Nivel medio
SeSAM	Investigación. Enseñanza.	Simulación a partir de especificaciones visuales.	LGPL(licencia basada en la GPL, pero menos estricto en algunos términos).	Tutorial poco completo FAQ Lista de correo poco dinámica.	Windows Linux Mac OS X	Nivel medio	Nivel medio
RepastS	Ciencias sociales.	JAVA	BSD(Berkeley Software Distribution). Licencia de software Libre	Lista correo Papers Referencia Manual de usuario Ejemplo FAQ	Sobre cualquier Plataforma JAVA	Nivel Medio-Alto	Nivel Alto. Adaptado a realizar gráficas.
Jade	Aplicaciones distribuidas formadas por entidades autónomas.	JAVA	LGPL(licencia basada en la GPL, pero menos estricto en algunos términos).	Lista correo. Papers Referencia Manual de usuario API FAQ	Sobre cualquier plataforma JAVA	Nivel Medio-Alto	Nivel alto. Totalmente programable
Arena	Desafíos Industriales	Especificaciones visuales(Flowcharts).	Software no gratuito. Arena Basic 1895 €	Manuales de usuario, específicos según el entorno a simular	Windows	Nivel Medio-Alto	Nivel Medio-Alto

Tabla: Comparativas I

ANEXO D - ESTADO DEL ARTE – Herramientas para el modelado y simulación basadas en agentes

	OBJETIVO PRINCIPAL	LENGUAJE PROGRAMACIÓN	LICENCIA	DOCUMENTACIÓN	SISTEMA OPERATIVO	GRÁFICOS	GRÁFICAS
Simio	Fabricación Puertos Simulación militar Salud Cadenas de abastecimiento	Especificaciones visuales. Se basa en .NET	Evaluación Gratuita Versión Design Edition 6850 € Versión Enterprise 10275 €	Newsroom Soporte técnico Blog Videos Lecciones prácticas	Windows	Nivel Alto. Galería 3D de Google	Nivel Medio- Alto

Tabla: Comparativas II

5. CONCLUSIONES

Gracias a la tabla resumen mostrada y otra serie de parámetros detallados en el análisis de cada producto software, se ofrecen las conclusiones obtenidas tras este estudio.

Tras establecer una serie de requisitos sobre las necesidades de la herramienta necesaria para desarrollar el proyecto y teniendo en cuenta el análisis de aquéllas que más se acercan, comenzamos descartando tanto *Simio* como *Arena*, puesto que no se considera necesaria la adquisición de software de pago, aunque si fueron incluidos en el estudio, puesto que quizás si hubiera compensado.

En segundo término eliminamos de la lista *NetLogo*, puesto que está destinado al aprendizaje en simulación, y la funcionalidad de la aplicación es inadecuada y escasa. El nivel de las gráficas también conlleva que sea descartado.

A lo largo del estudio sobre software para simulación de agentes, observamos cómo apenas existen aquellos que se centren en el concepto emergente de la simulación basada en agentes. Por lo tanto, podemos decir que los dos únicos que se adaptan al objetivo son SeSAm y RepastS. Aunque SeSAm permite uso intuitivo, por su entorno gráfico, y la facilidad para modelar, reiteradas pruebas sencillas sobre el mismo hacen ver su fragilidad en el momento de ejecutar simulaciones, y el excesivo consumo de recursos que genera sobre nuestro equipo.

Se elige RepastS (*Repast* Symphony) por los siguientes motivos:

- Programación Java nos permite modelar con mayor versatilidad que las demás aplicaciones.
- Ofrece una estructura de los agentes y sus atributos que facilitan la comprensión de los agentes.
- Permite mayor modularidad para posteriores implementaciones sobre el mismo sistema.
- Facilidad de modificación.
- Permite documentar de una manera efectiva el código asociado a los agentes y sus interacciones.
- Las gráficas pueden ser del nivel que se desee, según necesidades.
- EL modelo de ejecución incluye una conexión a una serie de herramientas externas tales como ORA, R Statistics environment, Pajet, una herramienta de consultas SQL, VisAD, Weka, Matlab e iReport, en caso de necesitar su utilización.
- Soporta acceso a las propiedades de los agentes.
- Permite ecuaciones de comportamiento de agentes.
- Visualizar las propiedades del modelo en tiempo de ejecución.
- Adaptar los toolkits necesarios que funcionen bajo Eclipse.

ANEXO E

Análisis Modelo Básico

Tabla de contenidos

1. Control de cambios.....	103
2. Introducción	104
2.1 Propósito	104
2.2 Ámbito	104
2.3 Definiciones, acrónimos y abreviaturas	104
2.4 Referencias.....	104
3. Especificación de requisitos.....	105
3.1 Requisitos funcionales	105
3.2 Requisitos no funcionales.....	106
4. Casos de uso.....	107
4.1 Lista de actores	107
4.2 Lista de casos de uso	108
4.3 Documentación de los casos de uso	109
4.3.1 Documentación sobre casos de uso.....	109
4.3.2 Diagramas de casos de uso.....	129
5. Diagrama de clases.....	132
6. Diagramas de secuencia.....	133
7. Diagramas de actividades	139

1. Control de Cambios

Versión	Autor	Fecha	Comentario
1.0	Fernando Sáenz	30/02/2010	
1.1	Fernando Sáenz	02/09/2010	Revisión de requisitos
2.0	Miguel Ángel Barcelona	10/09/2010	

2. Introducción

2.1 Propósito

El propósito de este documento es mostrar por escrito las tareas y resultados obtenidos durante primera fase de análisis del proyecto. Se incluyen tanto el modelo de casos de uso con sus consiguientes explicaciones, y los diagramas de clases oportunos.

En aquellos puntos que se considere necesario serán incluidas tablas explicativas de los modelos.

2.2 Ámbito

El proyecto se ha llevado a cabo dentro del Instituto Tecnológico de Aragón, que es un centro tecnológico de carácter público que, desde Aragón, contribuye a la mejora de la competitividad de las empresas y al progreso sostenible de la sociedad, identificando necesidades, generando soluciones de I+D+i y transfiriendo conocimiento.

Más concretamente, se ha desarrollado dentro del Centro de Conocimiento en TICs aplicadas a la logística, que tiene por objetivo la generación, adaptación, transferencia y difusión de conocimiento en la aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TICs) en la resolución de problemas logísticos, con especial hincapié en la optimización de los procesos y en la integración de agentes en la cadena de suministro, para desarrollar una logística colaborativa y sostenible.

2.3 Definiciones, acrónimos y abreviaturas

Carro: conjunto de referencias a productos que el cliente reclama a la tienda seleccionada.

2.4 Referencias

- Análisis y Diseño de Sistemas Multi-Agente
Jorge Gómez Sanz
Juan Pavón Mestras
Dep. Sistemas Informáticos y Programación
Universidad Complutense Madrid
- Supply Chain Management - Use Case Model
WSI (Web Services Interoperability Organization)
Scott Anderson, Visuale, Inc.
Martin Chapman, Oracle
Marc Goodner, SAP
Paul Mackinaw, Accenture
Rimas Rekasius, IBM

3. Especificación de requisitos

A continuación se presenta el listado de los requisitos funcionales y no funcionales que definen el sistema.

3.1 Requisitos funcionales

En la *tabla 1* se muestran los requisitos funcionales que deberá cumplir el modelo básico.

IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN
RF 1	El sistema debe permitir modificar el número de distribuidores.
RF2	El sistema debe permitir modificar el número de clientes.
RF3	El sistema debe permitir modificar el número de transportes.
RF4	El sistema debe tener una pantalla sobre la que poder modificar los parámetros iniciales de los agentes.
RF5	El sistema debe mostrar datos estadísticos que relacionen coste y tiempo.
RF6	El sistema debe almacenar los resultados de las simulaciones en un fichero.
RF7	Debe existir un interfaz en el que visualizar una evolución temporal de la simulación.
RF8	La simulación podrá ser detenida en el momento deseado.
RF9	Los lotes de carga transportada serán múltiplos de un valor fijo para cada plataforma.
RF10	Los lotes de carga transportada serán múltiplos de un valor fijo para cada proveedor.
RF11	El sistema permitirá variar el stock mínimo del almacén (con los costes que conlleva).
RF12	El sistema permitirá asumir demoras por tráfico o accidente.
RF13	Se generarán “carros” de productos por parte del cliente a lo largo de la simulación.
RF14	El sistema permitirá observar a través de un menú de ayuda el formato y tipo de datos que debemos asignar a los parámetros de simulación.

Tabla 1: Requisitos funcionales.

3.2 Requisitos no funcionales

IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN
RNF1	El sistema deberá ser flexible a la incorporación de nuevos agentes en futuras versiones.
RNF2	El sistema será desarrollado en lenguaje JAVA bajo la plataforma ECLIPSE, utilizando la herramienta Repast Symphony.
RNF3	El sistema podrá ser ejecutado bajo cualquier plataforma que tenga instalada la máquina virtual de JAVA (versión por determinar).
RNF4	El usuario dispondrá de una dirección de correo a la cual remitir preguntas o cualquier error detectado.
RNF5	El manejo del sistema será intuitivo, y el usuario dispondrá de un manual de usuario.
RNF6	El sistema será probado y verificado previamente para asegurar una alta fiabilidad.
RNF7	Los tiempos de ejecución dependerán además de la CPU, de la velocidad asignada a los ticks de simulación.
RNF8	El usuario dispondrá de un manual con la funcionalidad del sistema.

Tabla 2: Requisitos no funcionales.

4. Casos de Uso

A continuación se mostrará el listado de los actores que intervienen en el sistema, los casos de uso referentes al mismo y tablas explicativas de cada uno de los casos de uso.

4.1 Lista de actores

En la *tabla 3* se muestran los distintos actores y una descripción de cada uno de ellos.

ACTOR	DESCRIPCIÓN
Proveedor	Productor en la cadena de suministro. Su función consiste en: fabricar, almacenar y enviar productos a la plataforma cuando esta lo requiera. Para alcanzar el punto de venta existirán negociaciones previas. Producen ciertos productos de entre todas las referencias existentes.
Plataforma	Intermediario entre el proveedor y la tienda, requiere productos al proveedor y se los vende a las tiendas. Tiene la capacidad de almacenar información de todos los tipos de productos existentes para saber a qué proveedor asistir.
Tienda	Actor encargado de vender productos al cliente, y se abastece directamente de la plataforma. Tiene la capacidad de almacenar todos los tipos de productos existentes. Dispondrá de información para saber a qué plataforma asistir.
Cliente	Última escala en la cadena de suministro, es el encargado de generar todo el movimiento en la cadena, puesto que es el que, por iniciativa propia moverá el mercado. Tiene acceso a todas las tiendas, y dispondrá de información para elegir a cual asistir.

Tabla 3: Actores.

4.2 Lista de casos de uso

ID	Actor	Casos de Uso
1	Tienda	Tratar orden de compra
2	Tienda	Enviar oferta
3	Tienda	Realizar pedido plataforma
4	Tienda	Modificar Nivel de Servicio de Plataforma
5	Tienda	Recibir Pedido de Plataforma
6	Cliente	Seleccionar Tienda
7	Cliente	Ordenar compra
8	Cliente	Tratar promoción
9	Cliente	Recibir compra
10	Cliente	Modificar Nivel de Servicio de Tienda
11	Proveedor	Suministrar Pedido
12	Proveedor	Tratar Pedido
13	Proveedor	Ofrecer Promoción
14	Proveedor	Estudiar disponibilidad
15	Plataforma	Realizar pedido a proveedor
16	Plataforma	Observar promoción
17	Plataforma	Enviar respuesta
18	Plataforma	Recibir pedido
19	Plataforma	Modificar Nivel de Servicio de Proveedor
20	Plataforma	Enviar pedido a tienda

Tabla 4: Lista de casos de uso.

4.3 Documentación y Diagramas de Casos de Uso

4.3.1 Documentación sobre casos de uso

Identificador	1
Nombre	Tratar orden de compra
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	15/03/2010
Fecha Última modificación	15/08/2010
Actores	Tienda
Descripción	La tienda observa el pedido previamente realizado por el cliente, para actuar en consecuencia con ofertas, envíos, falta de existencia, etc.
Precondiciones	El cliente ha realizado la petición de compra.
Postcondiciones	Existe una respuesta destinada al cliente que reclamó el/los producto/s.
Inclusiones	
Prioridad	Alta

Tabla 5: Caso de uso 1.

Identificador	2
Nombre	Enviar oferta
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	15/03/2010
Fecha Última modificación	15/08/2010
Actores	Tienda
Descripción	Enviar una oferta al cliente.
Precondiciones	La tienda dispone de excedente de inventario en ciertos productos.
Postcondiciones	Mensaje con la oferta existente dispuesto para enviarse al cliente.
Inclusiones	
Prioridad	Media

Tabla 6: Caso de uso 2.

Identificador	3
Nombre	Realizar Pedido Plataforma
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	15/03/2010
Fecha Última modificación	30/05/2010
Actores	Tienda
Descripción	Hacer un pedido de un producto del cual dispongo menos cantidad de la que fija el stock de seguridad.
Precondiciones	Cantidad de producto bajo stock.
Postcondiciones	Nivel de producto sobre stock de seguridad.
Inclusiones	
Prioridad	Alta

Tabla 7: Caso de uso 3.

Identificador	4
Nombre	Modificar Nivel de Servicio Plataforma
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	15/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Tienda
Descripción	En función del servicio prestado por parte de la plataforma con la que hemos negociado, variaremos el índice que la define en el “ranking de plataformas”.
Precondiciones	Negociación con una plataforma.
Postcondiciones	
Inclusiones	
Prioridad	Media-Alta

Tabla 8: Caso de uso 4.

Identificador	5
Nombre	Recibir pedido de Plataforma
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	15/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Tienda
Descripción	La tienda recibe un pedido enviado por parte de la plataforma. Añade la cantidad recibida al inventario de la referencia (producto) correspondiente.
Precondiciones	Negociación finalizada.
Postcondiciones	Pedido almacenado en tienda.
Inclusiones	4
Prioridad	Alta

Tabla 9: Caso de uso 5.

Anexo E – Análisis Modelo Básico

Identificador	6
Nombre	Seleccionar Tienda
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	15/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Cliente
Descripción	El cliente elige tras observar que tiendas poseen los productos y cotejar la valoración que obtiene de las tiendas que los disponen.
Precondiciones	Observar parámetros de selección.
Postcondiciones	Realizar compra en la tienda elegida.
Inclusiones	
Prioridad	Media-Alta

Tabla 10: Caso de uso 6.

Identificador	7
Nombre	Ordenar Compra
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	15/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Cliente
Descripción	El cliente envía los datos del pedido a la Tienda seleccionada.
Precondiciones	Seleccionar Tienda.
Postcondiciones	Lista de la compra enviada a la tienda seleccionada.
Inclusiones	
Prioridad	Media-Alta

Tabla 11: Caso de uso 7.

Anexo E – Análisis Modelo Básico

Identificador	8
Nombre	Tratar promoción
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	15/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Cliente
Descripción	El cliente recibe una oferta por parte de la tienda, y considera aceptarla.
Precondiciones	Establecer oferta por parte de la tienda.
Postcondiciones	Resolución por parte del cliente.
Inclusiones	
Prioridad	Media

Tabla 12 : Caso de uso 8.

Identificador	9
Nombre	Recibir Compra
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	15/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Cliente
Descripción	El cliente recibe la compra.
Precondiciones	Tienda seleccionada.
Postcondiciones	
Inclusiones	10
Prioridad	Alta

Tabla 13: Caso de uso 9.

Anexo E – Análisis Modelo Básico

Identificador	10
Nombre	Modificar Nivel de Servicio de Tienda
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	16/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Cliente
Descripción	En base a parámetros de servicio, modificar la valoración de la tienda en la que se ha realizado la compra.
Precondiciones	Recibir Compra.
Postcondiciones	Parámetro de servicio modificado.
Inclusiones	
Prioridad	Alta

Tabla 14: Caso de uso 10.

Anexo E – Análisis Modelo Básico

Identificador	11
Nombre	Suministrar Pedido
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	16/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Proveedor
Descripción	El proveedor entrega a la plataforma solicitante el pedido solicitado.
Precondiciones	Negociación de la venta.
Postcondiciones	Envío del producto.
Inclusiones	
Prioridad	Media-Alta

Tabla 15: Caso de uso 11.

Anexo E – Análisis Modelo Básico

Identificador	12
Nombre	Tratar pedido de plataforma
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	16/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Proveedor
Descripción	Observar la cantidad requerida por parte de la plataforma, y compararlo con la cantidad disponible.
Precondiciones	Recibir pedido de plataforma
Postcondiciones	
Inclusiones	
Prioridad	Alta

Tabla 16: Caso de uso 12.

Anexo E – Análisis Modelo Básico

Identificador	13
Nombre	Ofrecer Promoción
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	16/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Proveedor
Descripción	Tras haber tratado el pedido, el proveedor decide ofrecer una promoción a la plataforma que le ha seleccionado. Cabe la posibilidad de realizar promociones sin recibir pedidos.
Precondiciones	Estudiar disponibilidad (en caso de no ser una oferta autogenerada).
Postcondiciones	Oferta generada.
Inclusiones	
Prioridad	Media

Tabla 17: Caso de uso 13.

Anexo E – Análisis Modelo Básico

Identificador	14
Nombre	Estudiar disponibilidad
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	16/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Cliente
Descripción	El proveedor estudia la disponibilidad de un producto requerido.
Precondiciones	Recibir pedido.
Postcondiciones	Ofrecer promoción si fuese posible.
Inclusiones	
Prioridad	Alta

Tabla 18: Caso de uso 14.

Anexo E – Análisis Modelo Básico

Identificador	15
Nombre	Realizar pedido al proveedor
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	17/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Plataforma
Descripción	La plataforma genera un pedido al proveedor.
Precondiciones	Selección de proveedor según parámetros de valoración.
Postcondiciones	Pedido enviado a proveedor.
Inclusiones	
Prioridad	Alta

Tabla 19: Caso de uso 15.

Identificador	16
Nombre	Observar promoción
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	17/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Plataforma
Descripción	El proveedor oferta un lote de productos a un precio menor que el original.
Precondiciones	Excedente del proveedor.
Postcondiciones	
Inclusiones	
Prioridad	Media

Tabla 20: Caso de uso 16.

Anexo E – Análisis Modelo Básico

Identificador	17
Nombre	Enviar Respuesta
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	17/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Plataforma
Descripción	La plataforma envía una respuesta al proveedor tras observar la oferta que este le realiza.
Precondiciones	Oferta recibida.
Postcondiciones	Mensaje respuesta generado.
Inclusiones	
Prioridad	Media-Alta

Tabla 21: Caso de uso 17.

Anexo E – Análisis Modelo Básico

Identificador	18
Nombre	Recibir Pedido
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	17/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Plataforma
Descripción	El cliente elige tras observar que tiendas poseen los productos y cotejar la valoración que obtiene de las tiendas que los disponen.
Precondiciones	Observar parámetros de selección.
Postcondiciones	Realizar compra en la tienda elegida.
Inclusiones	19
Prioridad	Media-Alta

Tabla 22: Caso de uso 18.

Anexo E – Análisis Modelo Básico

Identificador	19
Nombre	Modificar Nivel de Servicio de Proveedor
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	17/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Plataforma
Descripción	En base a parámetros de servicio, modificar la valoración del proveedor al cual he realizado la compra.
Precondiciones	Recibir pedido.
Postcondiciones	Parámetros de servicio modificados.
Inclusiones	
Prioridad	Alta

Tabla 23: Caso de uso 19.

Anexo E – Análisis Modelo Básico

Identificador	20
Nombre	Enviar pedido a tienda
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Saénz Antoñanzas
Fecha creación	17/03/2010
Fecha Última modificación	
Actores	Plataforma
Descripción	La plataforma seleccionada por una tienda, le envía el lote del producto deseado. Existirá una demora de tiempo de 1 día entre el envío y la recepción en tienda.
Precondiciones	Tienda genera pedido.
Postcondiciones	Pedido enviado a tienda.
Inclusiones	
Prioridad	Media

Tabla 24: Caso de uso 20.

4.3.2 Diagramas de casos de Uso

Caso de uso general

Caso de uso que resume el funcionamiento general del sistema en esta etapa temprana de análisis.



Figura 1: Diagrama general de casos de uso.

Caso de uso Tienda – Cliente

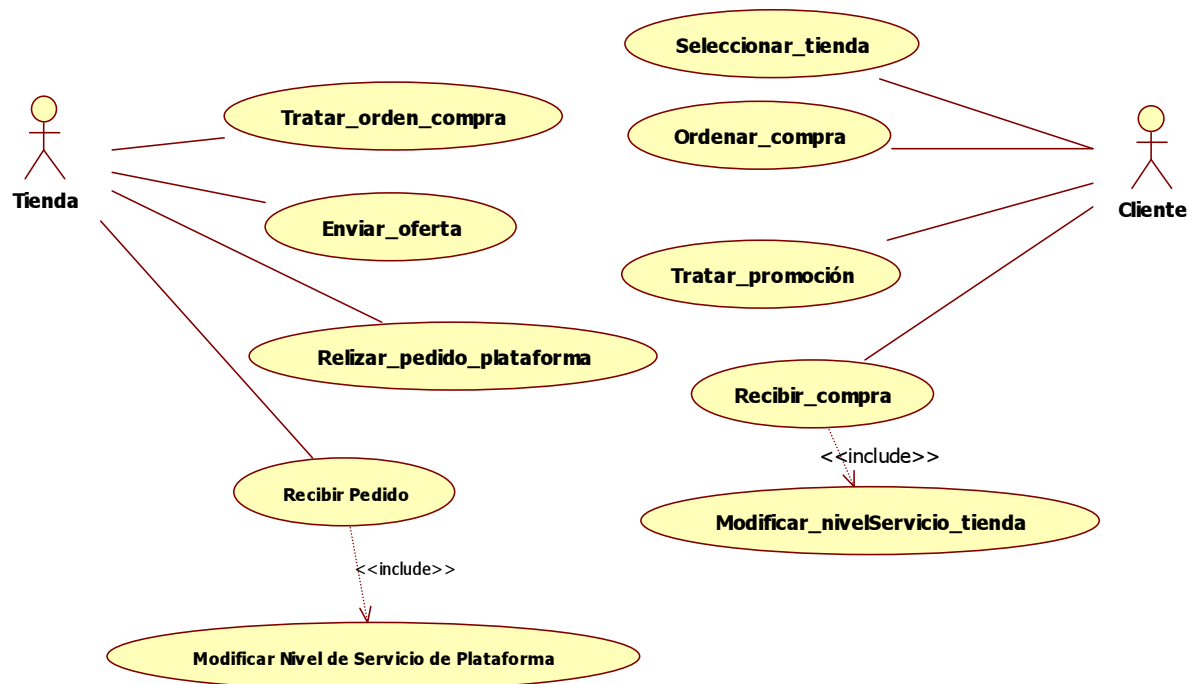


Figura 2: Caso de Uso Tienda-Cliente.

Caso de uso Proveedor-Plataforma

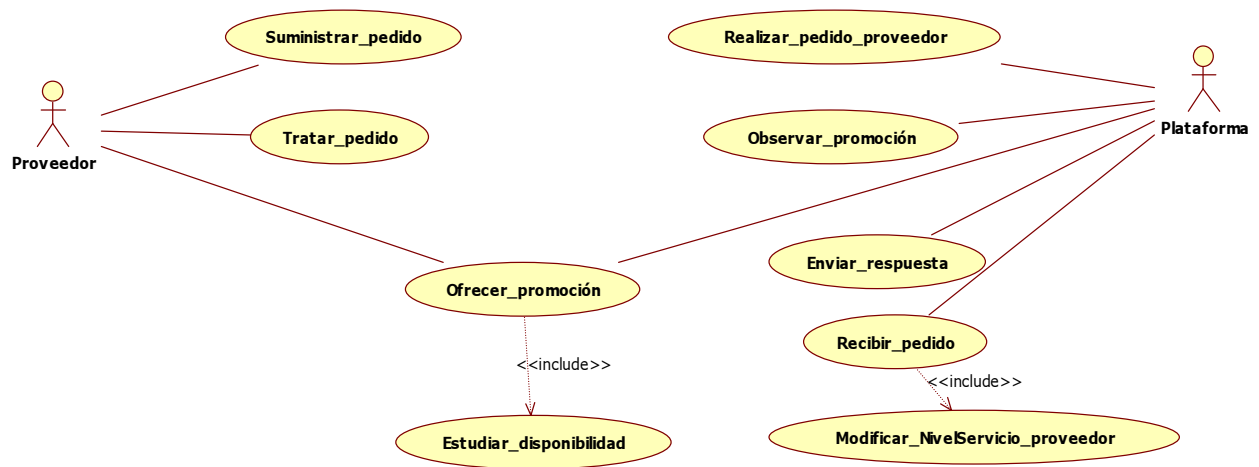


Figura 3: Caso de Uso Proveedor-Plataforma.

5 Diagrama de clases

A continuación se muestra el diagrama de clases del sistema compuesto por las clases principales: Cliente, Tienda, Plataforma y Proveedor. Por otro lado la clase inventario permite visitar, añadir y eliminar productos de los almacenes de cada una de estas clases, a excepción del cliente, que no dispone de esta operación.

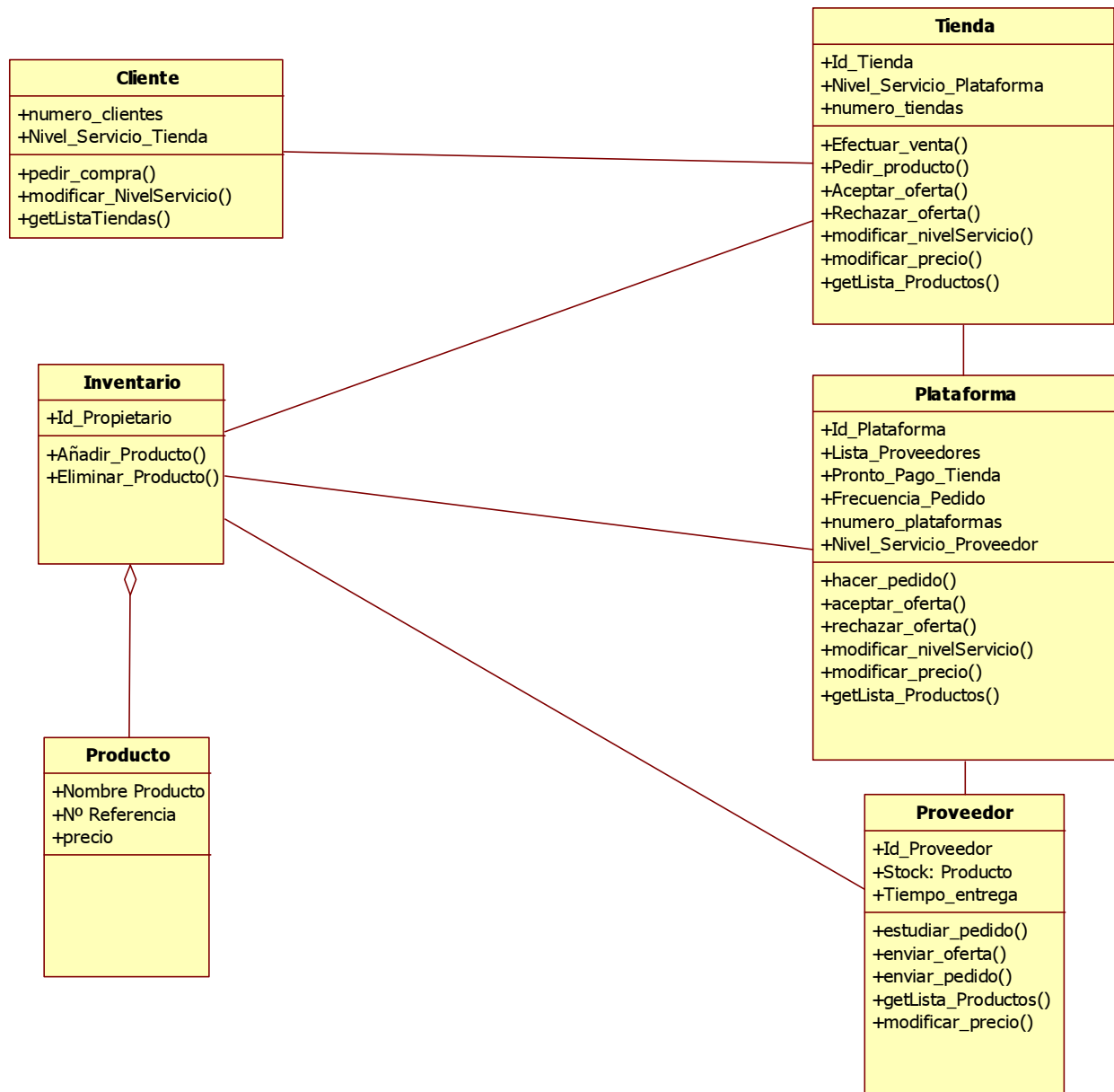


Figura 4: Diagrama de clases.

6. Diagramas de secuencia

Plataforma-Proveedor

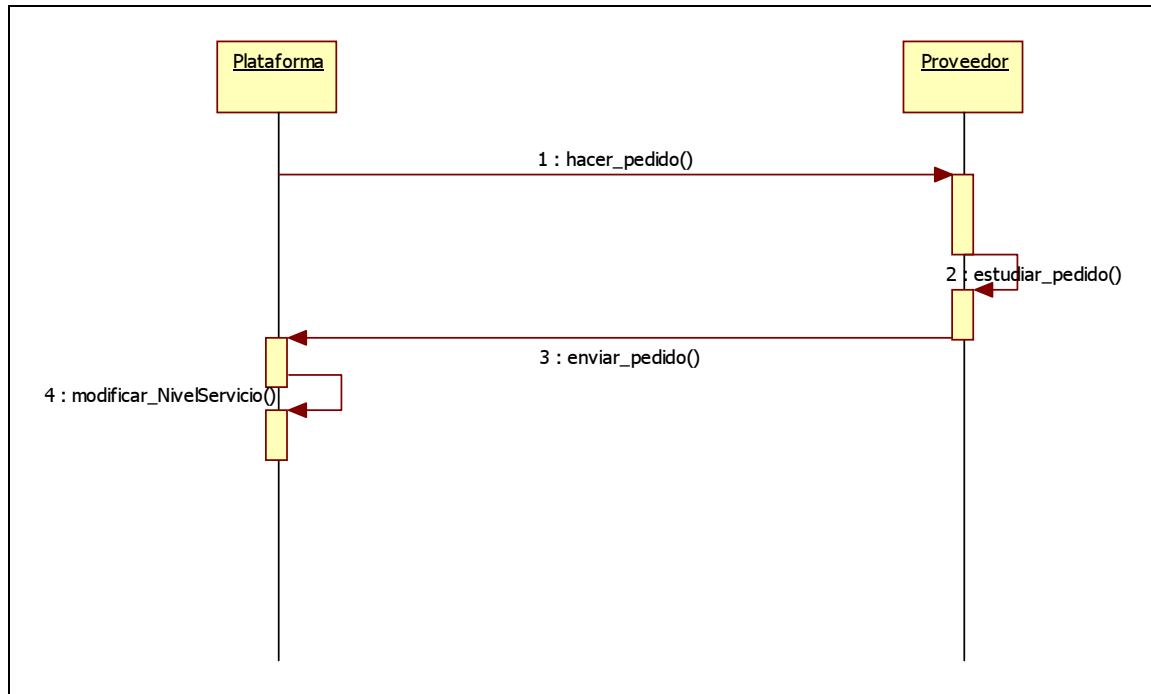


Figura 5: Diagrama de secuencia Plataforma-Proveedor.

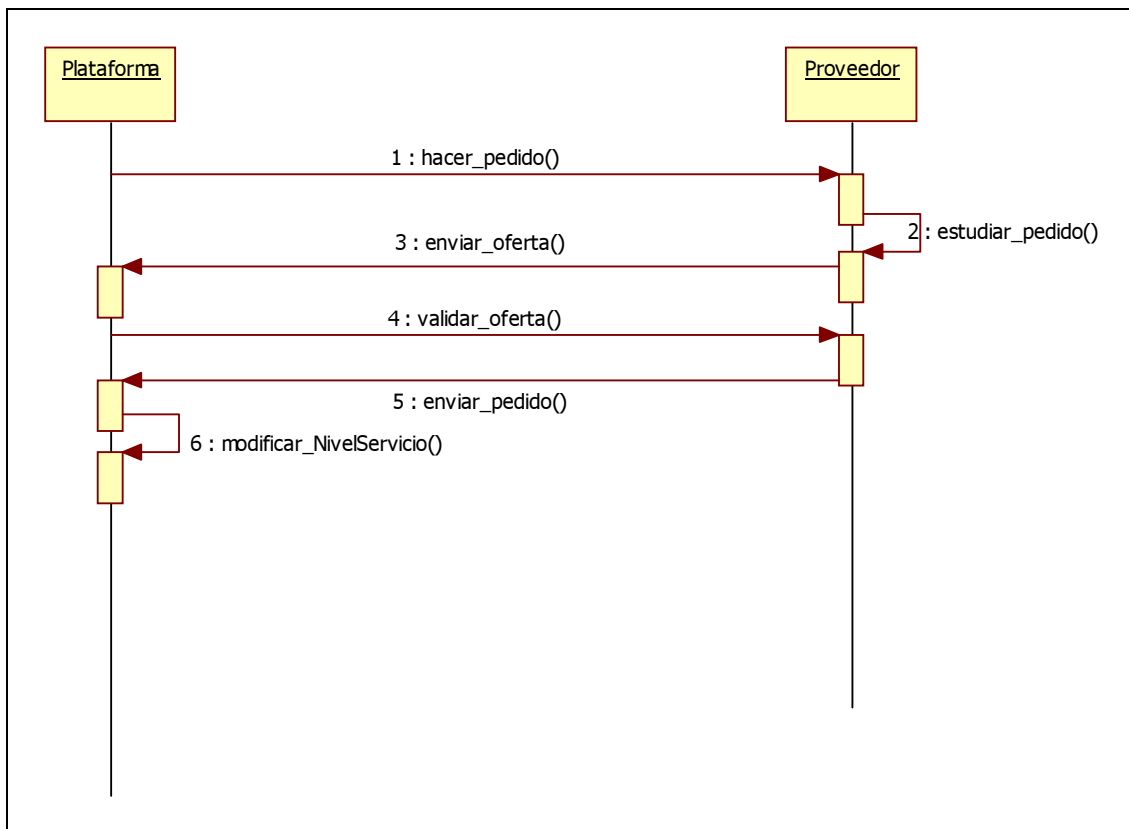


Figura 6: Diagrama de secuencia Plataforma- Proveedor con oferta.

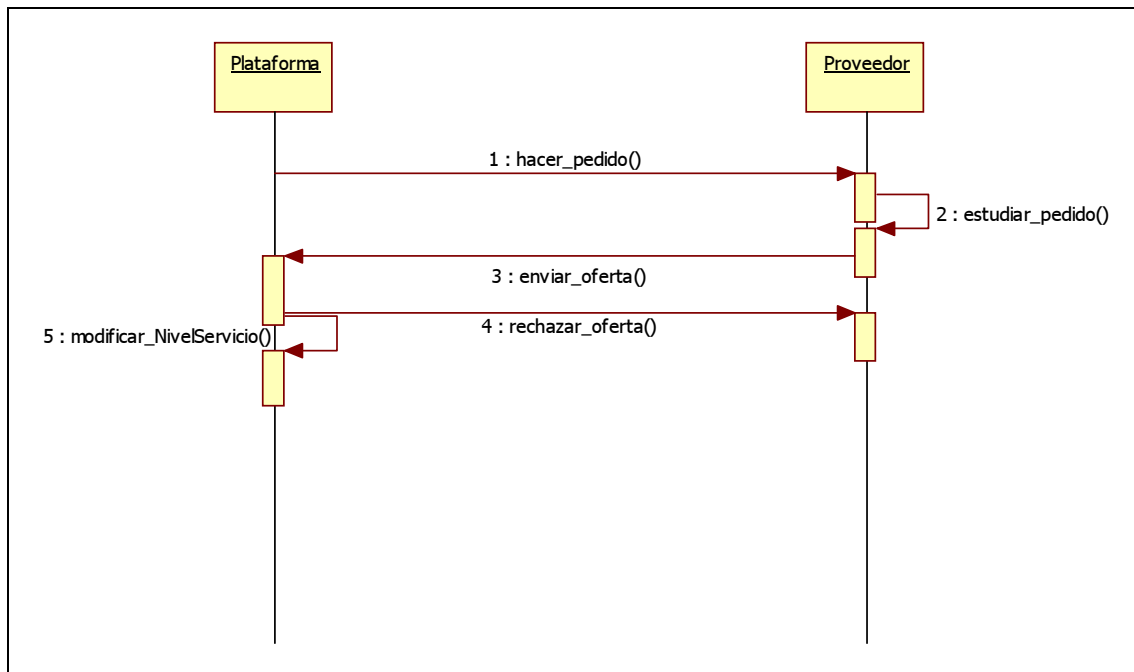


Figura 7: Diagrama de secuencia oferta rechazada.

Ciente-Tienda

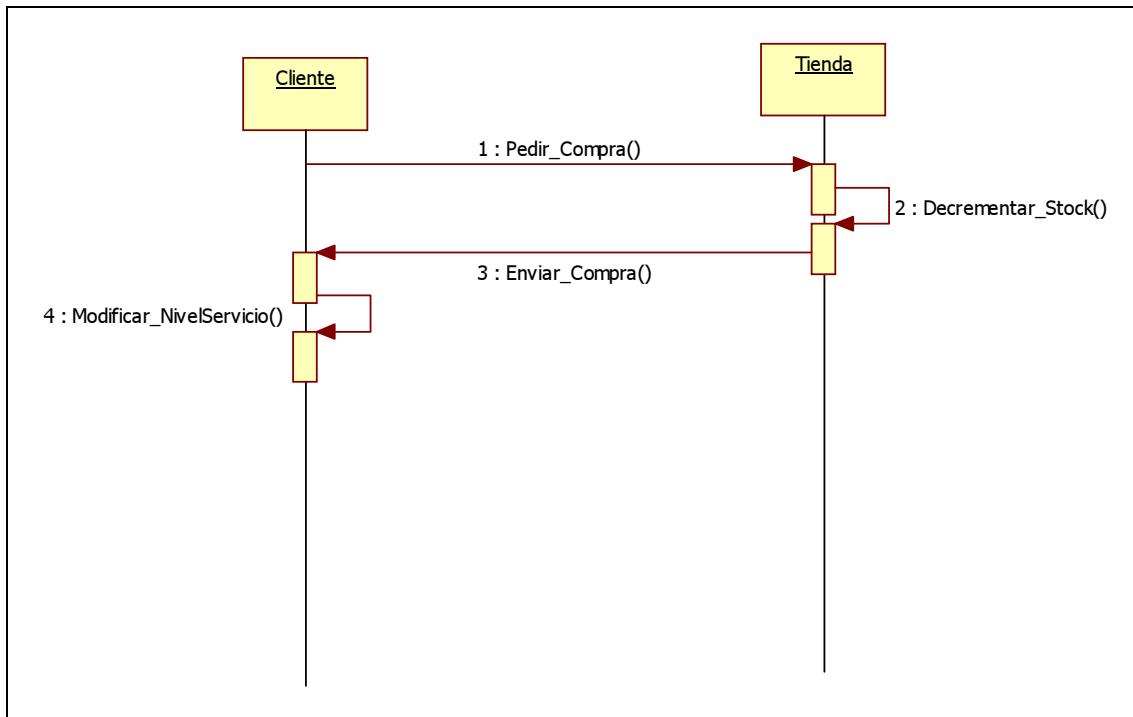


Figura 8: Diagrama de secuencia Cliente-Tienda sin oferta.

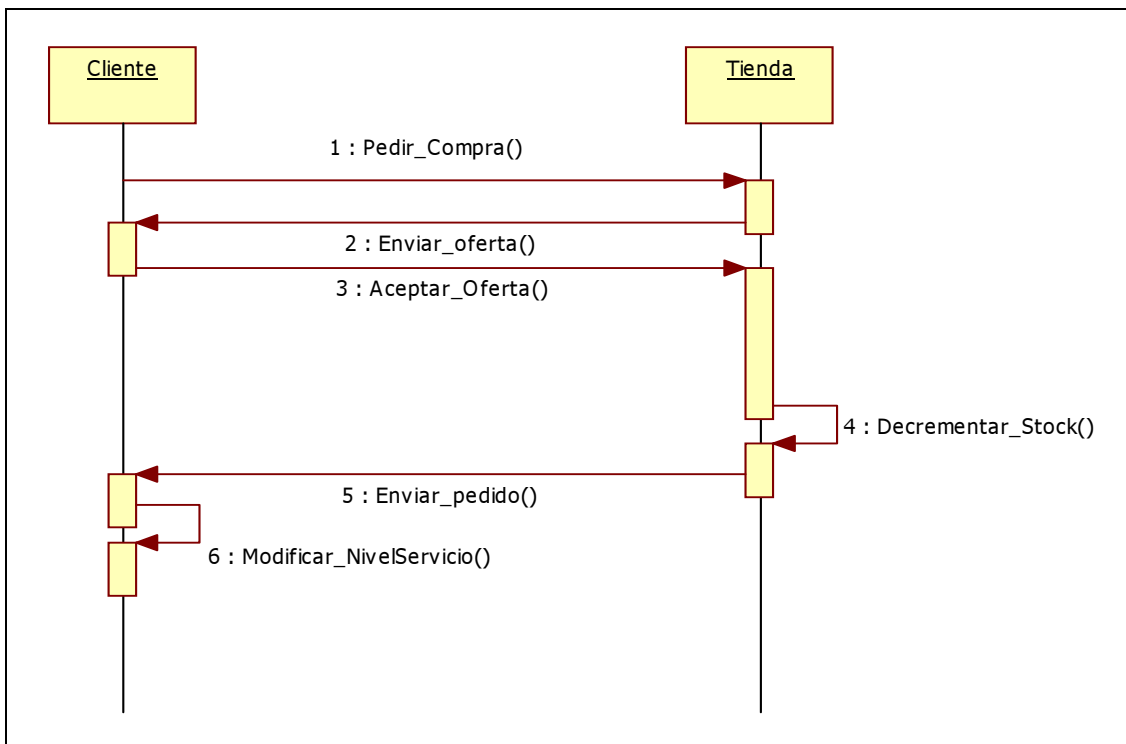


Figura 9: Diagrama de Secuencia Cliente - Tienda oferta aceptada.

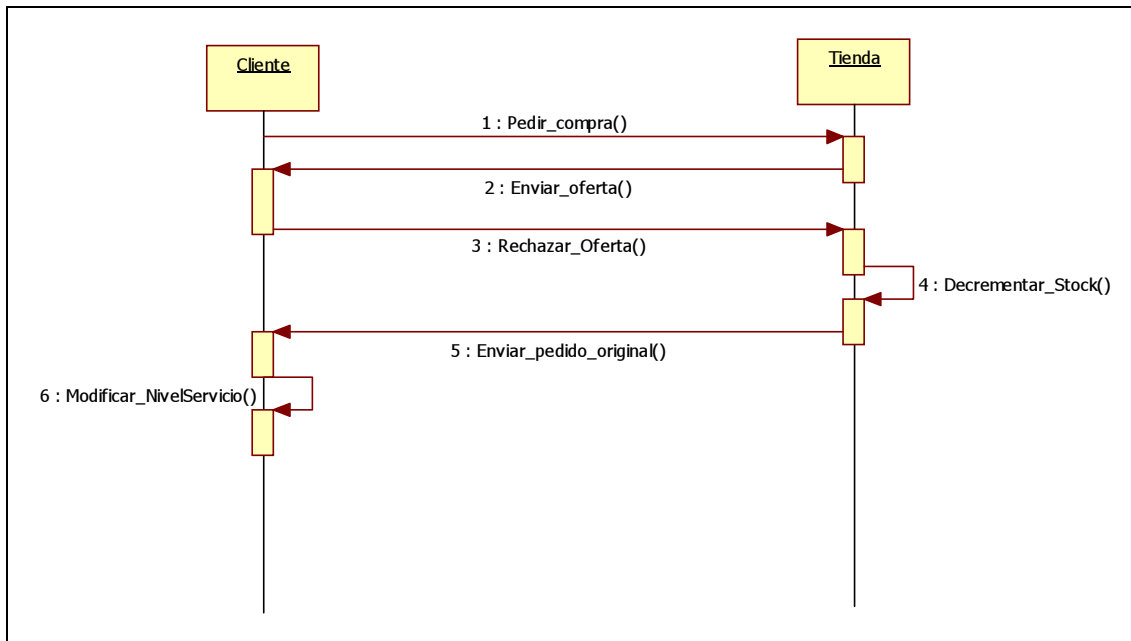


Figura 10: Diagrama de secuencia Cliente- Tienda oferta rechazada.

Tienda- Plataforma

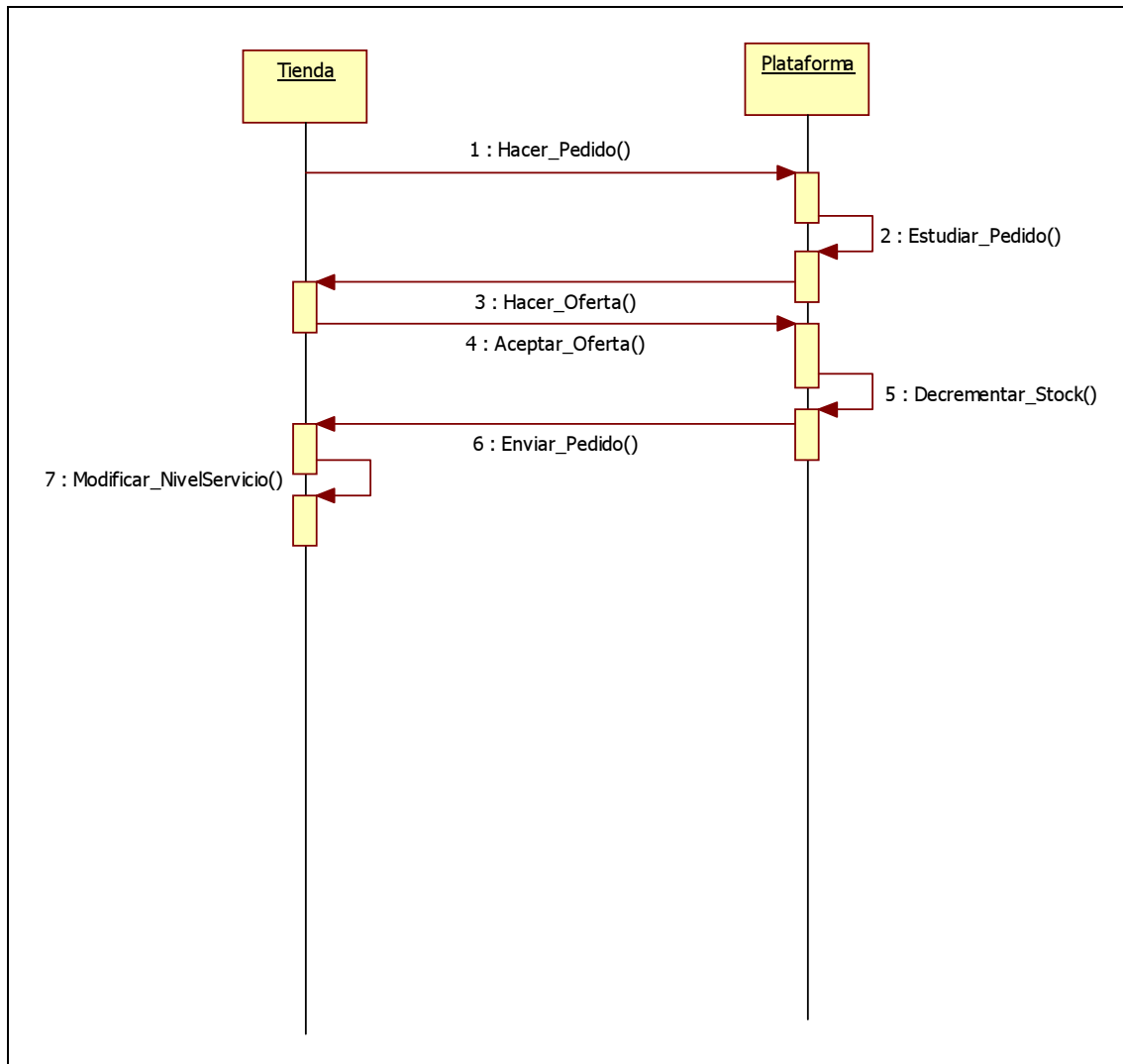


Figura 11: Diagrama de secuencia Tienda-Plataforma oferta aceptada.

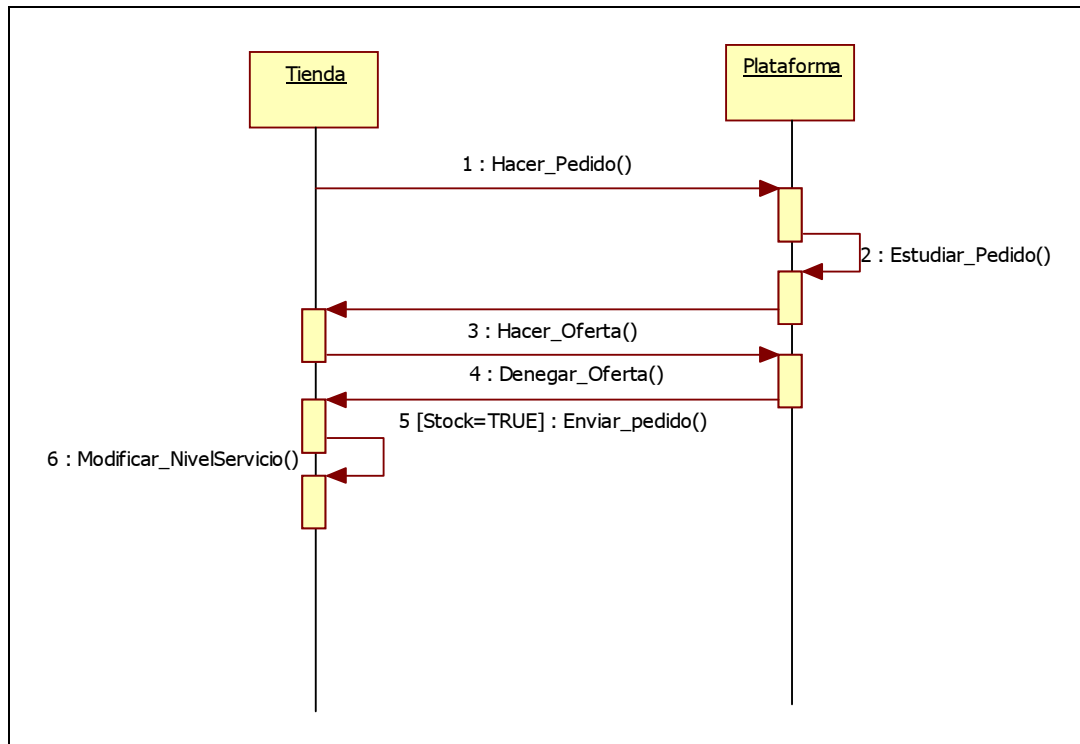


Figura 12: Diagrama de secuencia Tienda-Plataforma oferta rechazada.

7. Diagramas de actividades

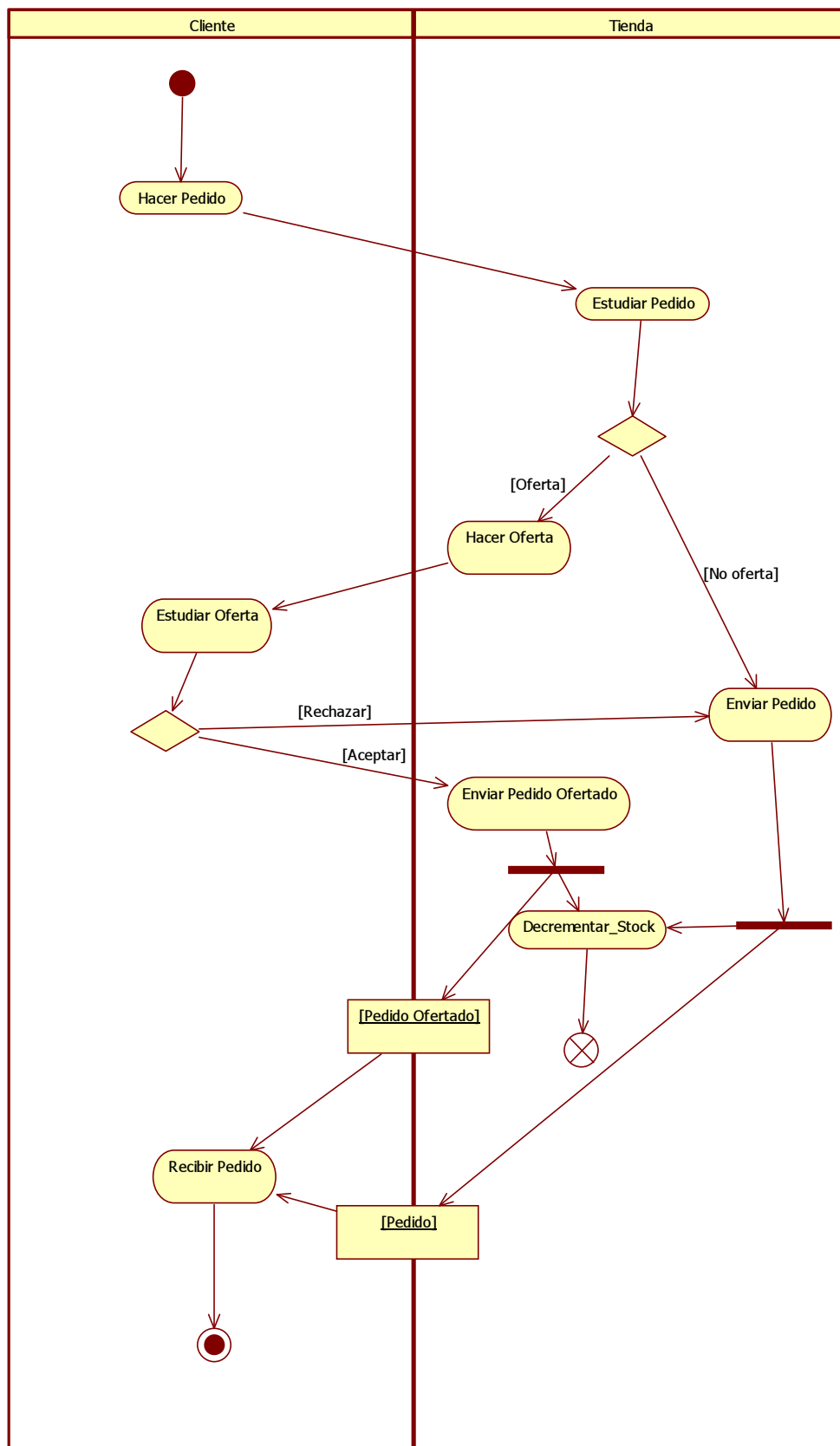
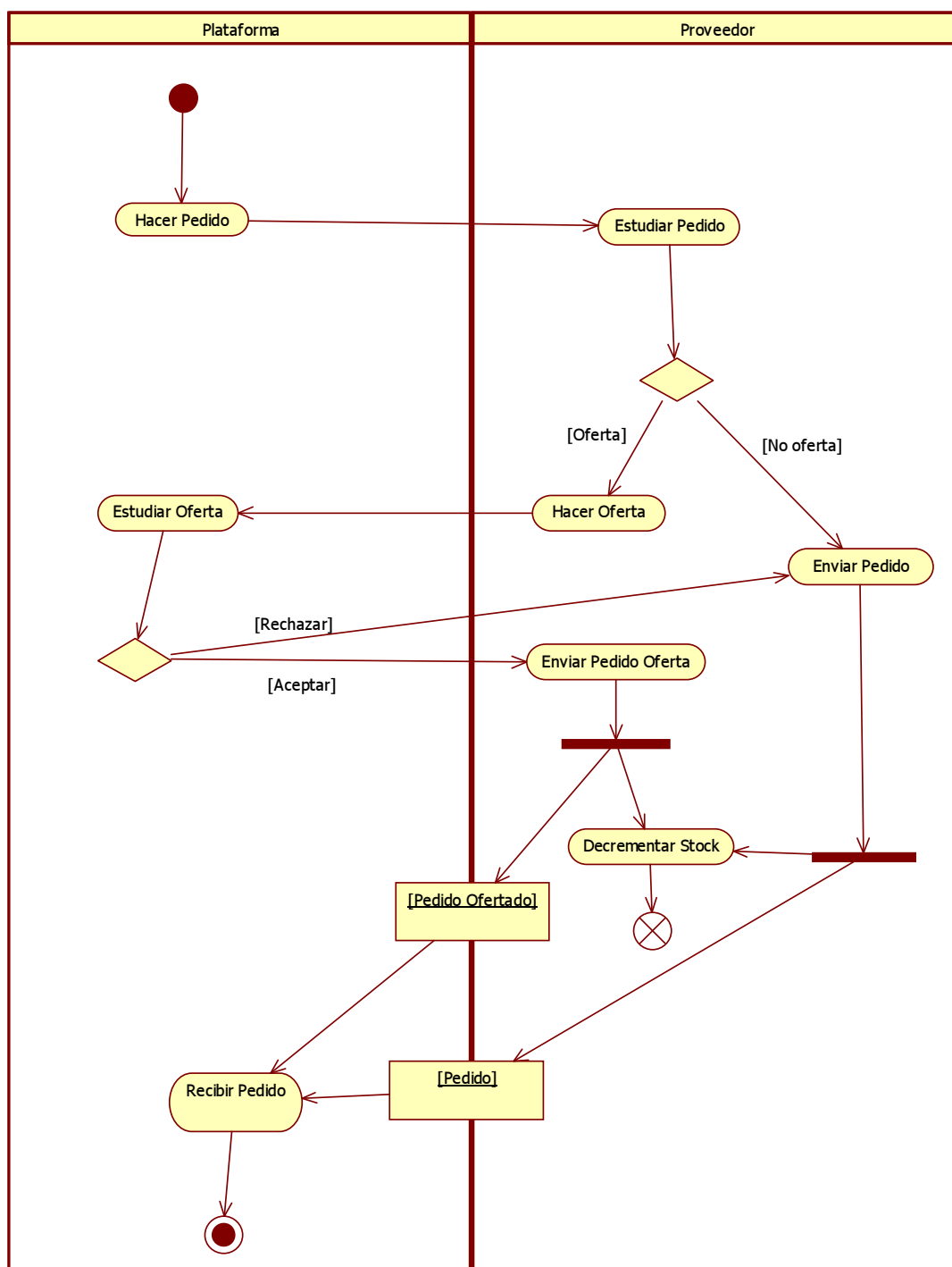


Figura 13: Diagrama de actividades Cliente-Tienda.



Considerar los pedidos que hace cada X ticks el proveedor

Figura 14: Diagrama de Actividades Plataforma-Proveedor.

ANEXO F

Análisis Modelo

Avanzado

Tabla de contenidos

1. Control de cambios	144
2. Introducción	145
2.1 Propósito	145
2.2 Ámbito	145
2.3 Definiciones, acrónimos y abreviaturas	145
2.4 Referencias	145
3. Especificación de requisitos.....	146
3.1 Requisitos funcionales	146
4. Casos de uso	147
4.1 Lista de casos de uso	147
4.2 Diagrama de casos de uso	158
5. Diagrama de clases.....	160
6. Diagramas de secuencia.....	161

1. Control de Cambios

Versión	Autor	Fecha	Comentario
1.0	Fernando Sáenz	15/05/2010	
1.1	Fernando Sáenz	05/10/2010	Revisión de requisitos
2.0	Miguel Ángel Barcelona	10/10/2010	Revisión diagramas

2. Introducción

El propósito de este documento es mostrar por escrito las tareas y resultados obtenidos durante una segunda iteración en la realización del proyecto, en concreto, el análisis del modelo avanzado.

2.1 Propósito

Se incluyen modelos de casos de uso, las nuevas funcionalidades y los diagramas necesarios para definir el análisis de este sistema.

En aquellos puntos que se considere necesario serán incluidas tablas explicativas de los modelos.

2.2 Ámbito

El proyecto se ha llevado a cabo dentro del Instituto Tecnológico de Aragón, que es un centro tecnológico de carácter público que, desde Aragón, contribuye a la mejora de la competitividad de las empresas y al progreso sostenible de la sociedad, identificando necesidades, generando soluciones de I+D+i y transfiriendo conocimiento.

Más concretamente, se ha desarrollado dentro del Centro de Conocimiento en TICs aplicadas a la logística, que tiene por objetivo la generación, adaptación, transferencia y difusión de conocimiento en la aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TICs) en la resolución de problemas logísticos, con especial hincapié en la optimización de los procesos y en la integración de agentes en la cadena de suministro, para desarrollar una logística colaborativa y sostenible.

2.3 Definiciones, acrónimos y abreviaturas

Carro: conjunto de referencias a productos que el cliente reclama a la tienda seleccionada.

2.4 Referencias

- Análisis y Diseño de Sistemas Multi-Agente
Jorge Gómez Sanz
Juan Pavón Mestras
Dep. Sistemas Informáticos y Programación
Universidad Complutense Madrid
- Supply Chain Management - Use Case Model
WSI (Web Services Interoperability Organization)
Scott Anderson, Visuale, Inc.
Martin Chapman, Oracle
Marc Goodner, SAP
Paul Mackinaw, Accenture
Rimas Rekasius, IBM

3. Especificación de Requisitos

3.1 Requisitos funcionales

IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN
RF 16	El sistema distinguirá los tipos de productos en función de su rotación.
RF17	Los tipos de productos serán A, B o C.
RF18	El sistema calculará el vendedor ideal, en función de dos factores: precio y confianza.
RF19	El sistema permitirá variar el peso de tanto el precio como la confianza.
RF20	Aplicaremos un margen variable con respecto al Stock de Seguridad y el Punto de pedido que cambie el comportamiento de los vendedores con respecto a los precios ofertados.
RF21	Las asociaciones tienda-plataforma serán fijas, asumiendo realismo.
RF22	Existirán Stock de Seguridad diferentes para cada tipo de producto según rotación.
RF23	Existirán Puntos de pedido diferentes para cada tipo de producto según rotación.
RF24	Existirán Puntos de fabricación diferentes para cada tipo de producto según rotación.
RF25	Existirán Tamaños de pedido diferentes para cada tipo de producto según rotación.
RF26	El cliente puede realizar carros de compra de tamaños limitados por el usuario simulador.

Tabla 1: Requisitos funcionales.

4. Documentación y Diagramas de Casos de Uso

A continuación se muestran las listas de casos de uso y los nuevos diagramas realizados con la finalidad de poder comprender el análisis añadido al sistema avanzado.

4.1 Lista de casos de uso

Actor	Casos de Uso
Plataforma	Verificar fabricación
Plataforma	Observar precios proveedores
Cliente	Observar precios tiendas
Tienda	Observar precios plataformas
Tienda	Observar proximidad
Tienda	Modificar precios
Plataforma	Modificar precios
Proveedor	Modificar precios

Tabla 2: Lista de casos de uso.

Anexo F – Análisis Modelo Avanzado

Identificador	20
Nombre	Verificar fabricación
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Fecha creación	05/10/2010
Fecha Última modificación	05/10/2010
Actores	Plataforma
Descripción	Reconocer quién fabrica mis peticiones.
Precondiciones	Dispongo de información sobre los fabricantes.
Postcondiciones	Conozco quien es un candidato a servirme el producto.
Inclusiones	
Prioridad	Alta

Tabla 3: Caso de Uso 20.

Anexo F – Análisis Modelo Avanzado

Identificador	21
Nombre	Observar precios proveedores
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Fecha creación	15/05/2010
Fecha Última modificación	05/10/2010
Actores	Plataforma
Descripción	La plataforma observa que proveedores le ofrecen mejores precios.
Precondiciones	Conoce la información sobre los proveedores.
Postcondiciones	Tras realizar operaciones, elijo aquél que me conviene.
Inclusiones	
Prioridad	Alta

Tabla 4: Caso de Uso 21.

Anexo F – Análisis Modelo Avanzado

Identificador	22
Nombre	Observar_precios_tiendas
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Fecha creación	15/05/2010
Fecha Última modificación	06/10/2010
Actores	Cliente
Descripción	Observar que tiendas ofrecen mejores precios.
Precondiciones	La tienda dispone de excedente de inventario y el cliente necesita comprar.
Postcondiciones	Elección de tienda
Inclusiones	
Prioridad	Media

Tabla 5: Caso de Uso 22.

Anexo F – Análisis Modelo Avanzado

Identificador	23
Nombre	Observar precios plataformas
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Fecha creación	15/05/2010
Fecha Última modificación	05/10/2010
Actores	Tienda
Descripción	Observar los precios ofrecidos por las plataformas.
Precondiciones	Disponer de información sobre las plataformas.
Postcondiciones	Plataforma seleccionada para realizar compra.
Inclusiones	
Prioridad	Alta

Tabla 6: Caso de Uso 23.

Anexo F – Análisis Modelo Avanzado

Identificador	24
Nombre	Observar proximidad
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Fecha creación	15/03/2010
Fecha Última modificación	15/08/2010
Actores	Tienda
Descripción	La tienda sólo acude a aquellas plataformas más próximas.
Precondiciones	Estar próximo a la plataforma.
Postcondiciones	Subgrupo de plataformas seleccionado.
Inclusiones	
Prioridad	Muy Alta

Tabla 7: Caso de Uso 24.

Anexo F – Análisis Modelo Avanzado

Identificador	25
Nombre	Modificar precios
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Fecha creación	15/03/2010
Fecha Última modificación	15/08/2010
Actores	Tienda
Descripción	La tienda modifica precios en función del stock del que dispone.
Precondiciones	
Postcondiciones	Precio de tienda modificado
Inclusiones	
Prioridad	Media-alta

Tabla 8: Caso de Uso 25.

Anexo F – Análisis Modelo Avanzado

Identificador	26
Nombre	Modificar precios
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Fecha creación	15/03/2010
Fecha Última modificación	15/08/2010
Actores	Plataforma
Descripción	La plataforma modifica los precios en función del inventario del que dispone.
Precondiciones	
Postcondiciones	Precios modificados para las referencias tratadas.
Inclusiones	
Prioridad	Media-alta

Tabla 9: Caso de Uso 26

Identificador	27
Nombre	Modificar precios
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Fecha creación	15/03/2010
Fecha Última modificación	15/08/2010
Actores	Proveedor
Descripción	Modifica precios de sus referencias disponibles.
Precondiciones	
Postcondiciones	Precios modificados.
Inclusiones	
Prioridad	Media-alta

Tabla 10: Caso de Uso 27.

Identificador	28
Nombre	Fabricar por frecuencia
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Fecha creación	20/06/2010
Fecha Última modificación	15/10/2010
Actores	Proveedor
Descripción	Fabricación con una periodicidad determinada.
Precondiciones	
Postcondiciones	Nuevos productos en almacén.
Inclusiones	
Prioridad	Media

Tabla 11: Caso de Uso 28.

Identificador	29
Nombre	Fabricar por agotamiento
Creado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Modificado por	Fernando Sáenz Antoñanzas
Fecha creación	15/05/2010
Fecha Última modificación	15/10/2010
Actores	Proveedor
Descripción	Fabricación “bajo demanda”, es decir, cada vez que lo necesito.
Precondiciones	Nivel de inventario bajo unos límites preestablecidos.
Postcondiciones	Nuevos productos en el almacén.
Inclusiones	
Prioridad	Alta

Tabla 12: Caso de Uso 29.

4.2 Diagramas de casos de Uso

Caso de Uso de Aprendizaje de cliente

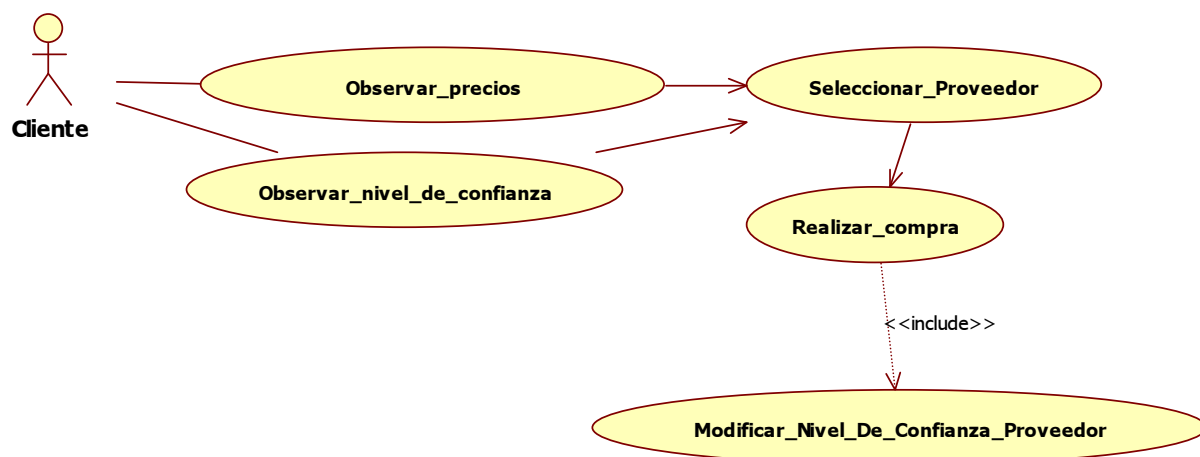


Figura 1: Aprendizaje de cliente.

Caso de Uso de Aprendizaje de plataforma

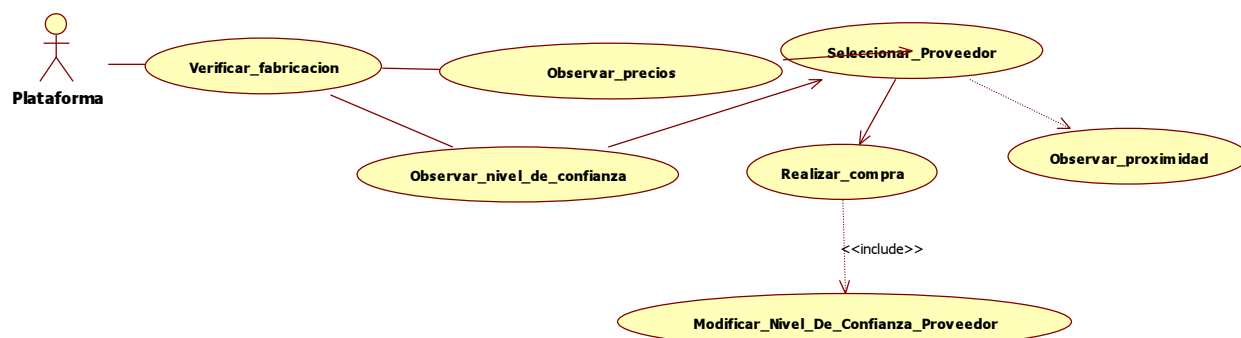


Figura 2: Caso de Uso Aprendizaje en plataforma.

Caso de Uso Aprendizaje de tienda

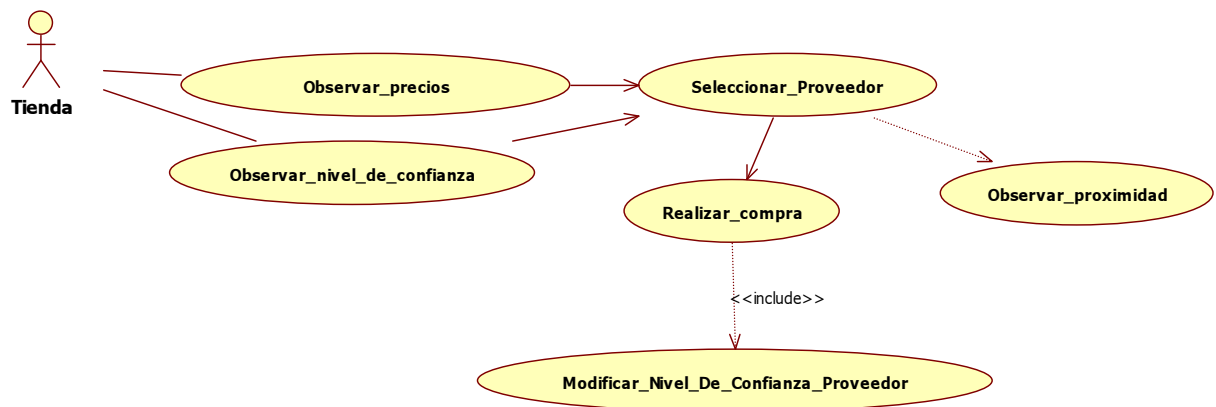


Figura 3: Caso de Uso Aprendizaje en tienda.

Caso de Uso de Fabricación

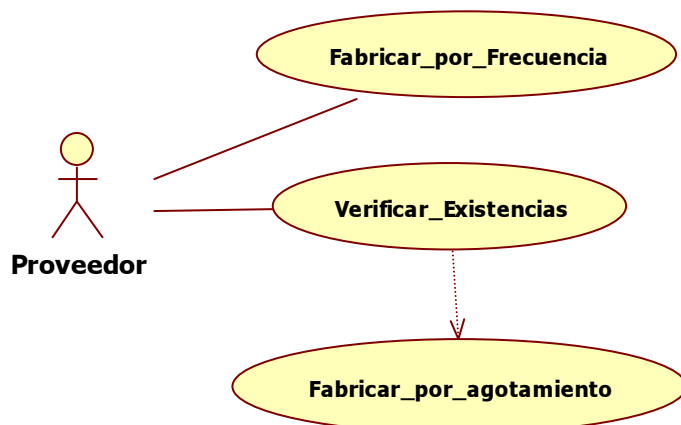


Figura 4: Caso de Uso de fabricación.

5. Diagrama de clases

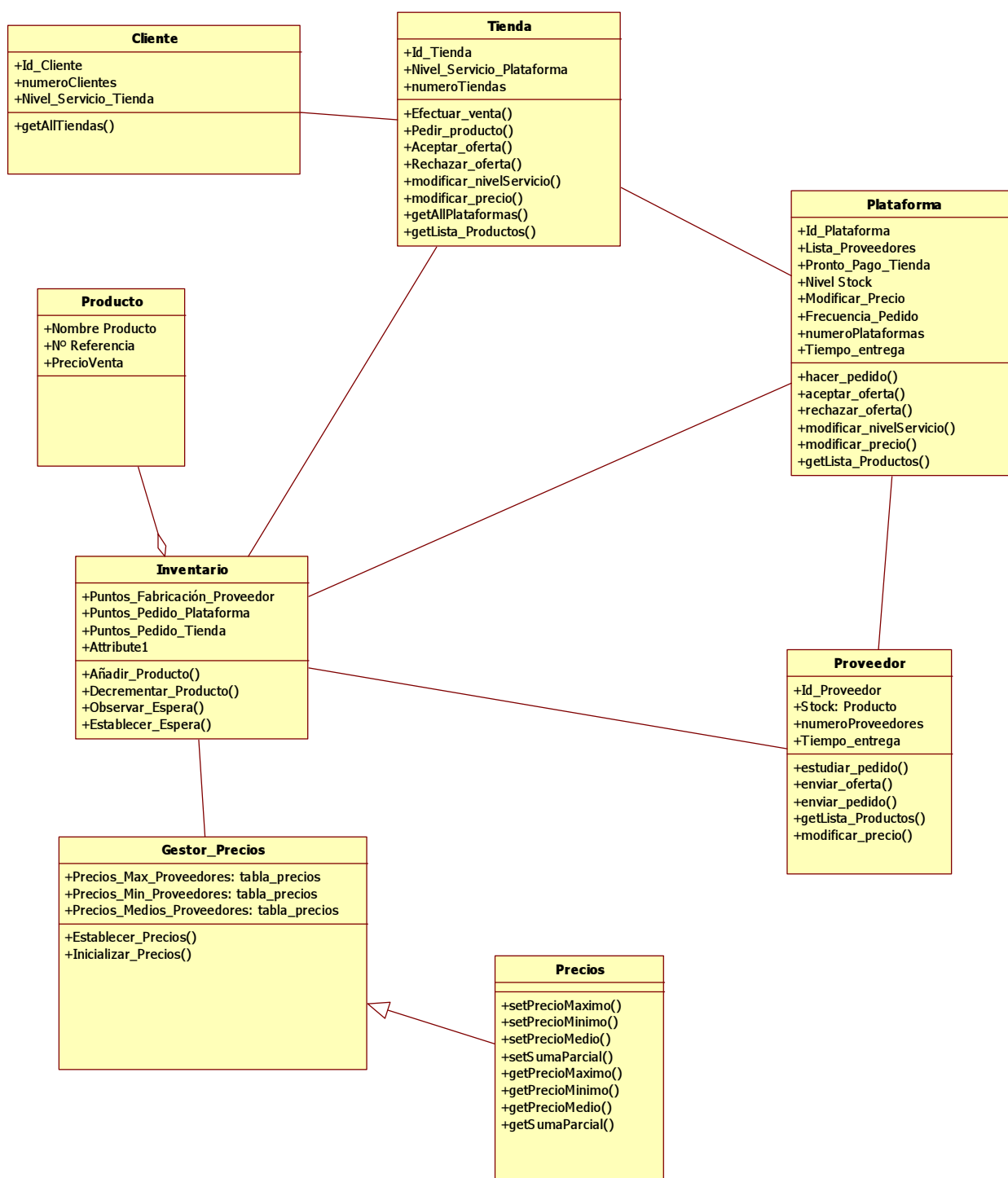


Figura 5: Diagrama de clases.

6. Diagramas de secuencia

Los nuevos diagramas de secuencia que completan esta fase temprana del sistema avanzado se muestran a continuación.

Modificación de precios

El siguiente esquema es común a cada uno de los siguientes actores del sistema: proveedor, plataforma y tienda.

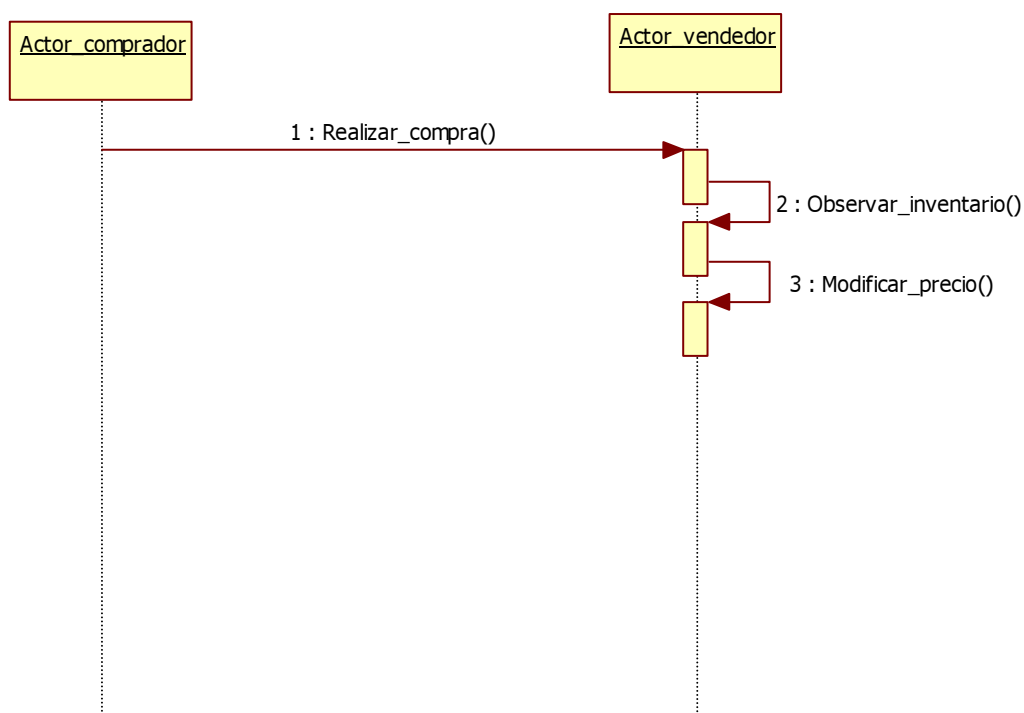


Figura 6: Diagrama de secuencia modificación de precios.

Plataforma selecciona Proveedor

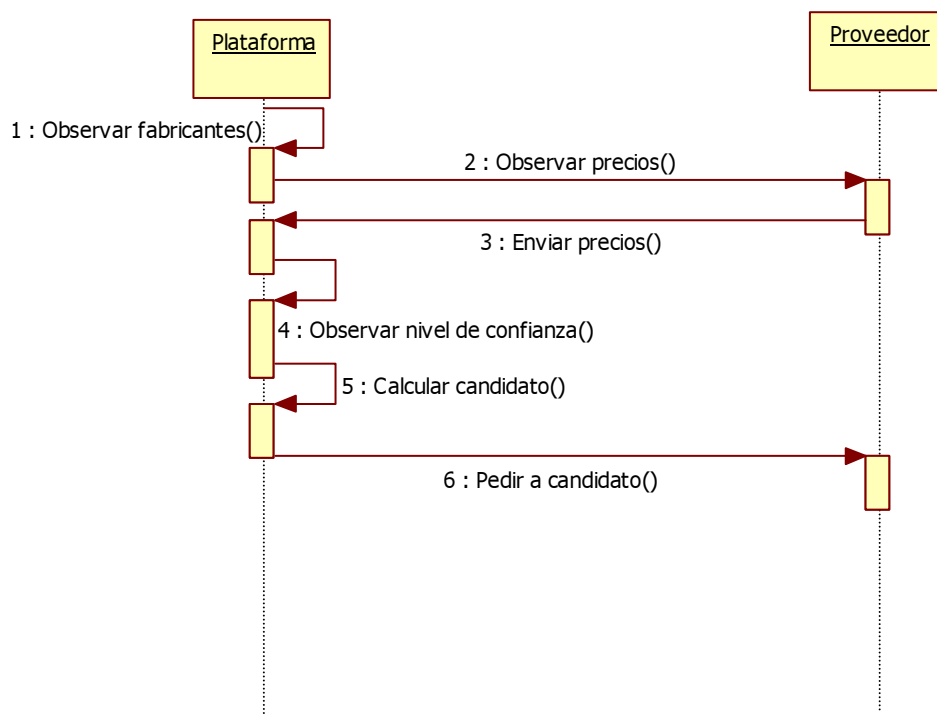


Figura 7: Diagrama de secuencia Petición de Compra.

Tienda selecciona Plataforma

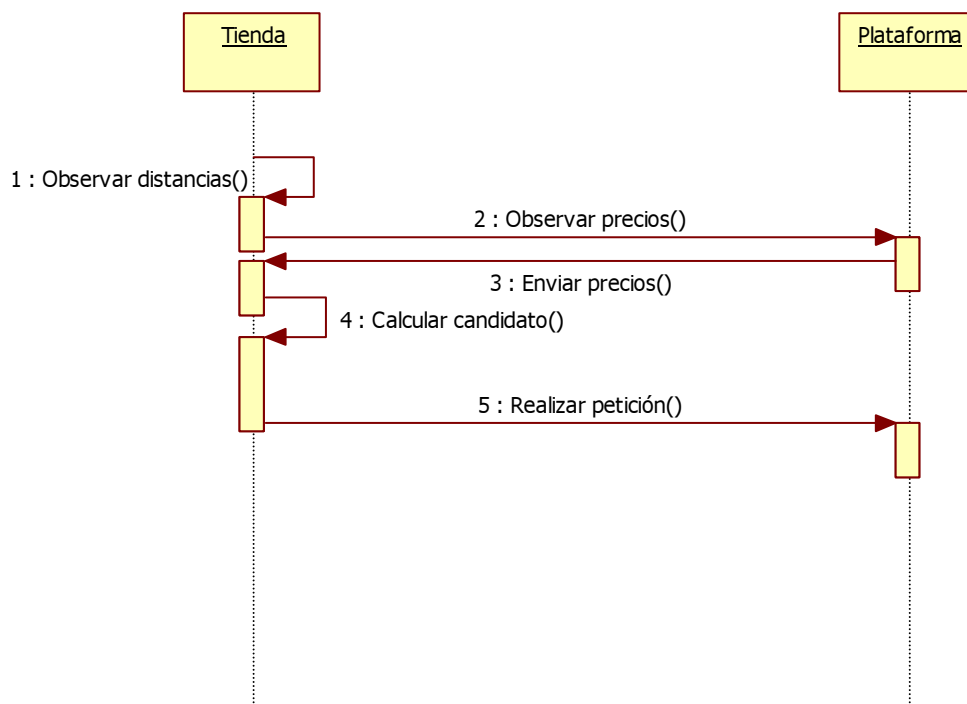


Figura 8: Diagrama de secuencia Tienda-Plataforma.

Cliente selecciona Tienda

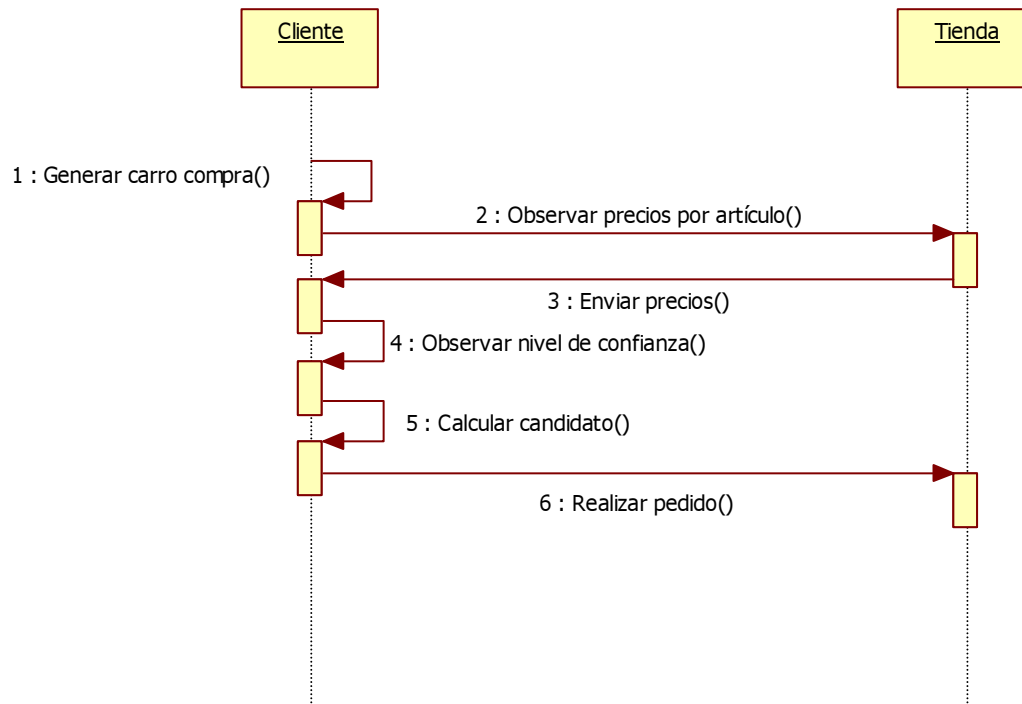


Figura 9: Diagrama de Secuencia Selección de Tienda.

ANEXO G

Diseño e Implementación del Sistema

Tabla de contenidos

1. Control de cambios.....	167
2. Introducción.....	168
2.1.Propósito.....	168
2.2.Ámbito.....	168
2.3.Definiciones, acrónimos y abreviaturas.....	168
2.4.Referencias.....	168
3. Decisiones de implementación.....	169
4. Comportamiento específico de los agentes.....	170
4.1.Modelo básico.....	170
4.2.Modelo avanzado.....	171
4.2.1. Caso de aplicación.....	173
5. Diseño de gráficas.....	178
6. Parámetros de ejecución.....	179
7. Ejecución del sistema.....	181

1. Control de Cambios

Versión	Autor	Fecha	Comentario
1.0	Fernando Sáenz	20/04/2010	
2.0	Miguel Ángel Barcelona	30/10/2010	Revisión general

2. Introducción

2.1. Propósito

El propósito de este documento es definir cómo se va a desarrollar el sistema, y cuáles serán las tecnologías y métodos de diseño utilizados en la implementación del sistema, teniendo en cuenta la fase previa de análisis básico. Describiremos a lo largo del documento el motivo de cada decisión tomada.

En esta fase se presta especial atención a la toma de decisiones en cuanto a la implementación de los algoritmos de decisión de los agentes.

2.2. Ámbito

El proyecto se ha llevado a cabo dentro del Instituto Tecnológico de Aragón, que es un centro tecnológico de carácter público que, desde Aragón, contribuye a la mejora de la competitividad de las empresas y al progreso sostenible de la sociedad, identificando necesidades, generando soluciones de I+D+i y transfiriendo conocimiento.

Más concretamente, se ha desarrollado dentro del Centro de Conocimiento en TICs aplicadas a la logística, que tiene por objetivo la generación, adaptación, transferencia y difusión de conocimiento en la aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TICs) en la resolución de problemas logísticos, con especial hincapié en la optimización de los procesos y en la integración de agentes en la cadena de suministro, para desarrollar una logística colaborativa y sostenible.

2.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas

Tick: tiempo equivalente a un ciclo completo de ejecución equivalente a un día.

Batch: Modo de ejecución para varias ejecuciones en serie.

2.4. Referencias

- Análisis y Diseño de Sistemas Multi-Agente
Jorge Gómez Sanz
Juan Pavón Mestras
Dep. Sistemas Informáticos y Programación
Universidad Complutense Madrid
- Supply Chain Management - Use Case Model
WSI (Web Services Interoperability Organization)
Scott Anderson, Visuale, Inc.
Martin Chapman, Oracle
Marc Goodner, SAP
Paul Mackinaw, Accenture
Rimas Rekasius, IBM

3. Decisiones de implementación

En primer lugar nombrar que los métodos están implementados en Eclipse, con el lenguaje JAVA, utilizando una herramienta creada para Eclipse llamado Repast S destinado a la simulación basada en agentes y que a través de una interfaz gráfica facilita lanzar una interfaz gráfica en la que poder generar gráficas de estado de los agentes y texto de salida.

Además dispone de otras opciones que podrían ser útiles en un futuro, como la creación de mapas situaciones o volcado directo sobre tablas de Microsoft Excel de los datos de salida. A partir de un cuadro de diálogo se pueden modificar los parámetros que controlan la simulación. Existe un archivo específico en Repast S para establecer que parámetros se desean controlar.

Por lo tanto hemos desechado otra opción que nos ofrecía Repast S, que consistía en el modelo Groovy, destinado a la creación de la simulación a través de un editor gráfico, ya que limitaba en cierto modo la complejidad del sistema en cuanto a su funcionalidad.

Por lo tanto, cada algoritmo de decisión y comportamiento irá implementado en la clase JAVA correspondiente a cada tipo de agente de la cadena, y comunicándose con el resto a través de paso de mensajes, como especificaremos en el *punto 4*. Se utilizará un gestor de precios y un gestor de inventario para dotar al sistema de mayor capacidad de reusabilidad. En la *figura 1* se muestra una impresión general de cómo estará distribuido el sistema.

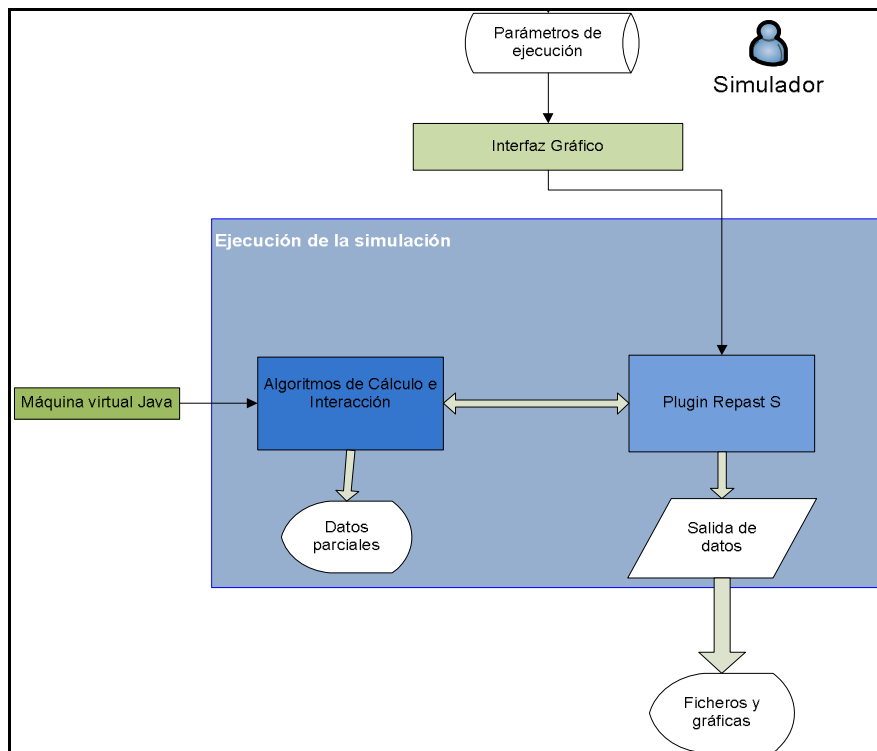


Figura 1: Arquitectura global.

4. Comportamiento específico de los agentes

4.1. Modelo Básico

A través de un cuadro donde se define la interacción se muestra cuál es el comportamiento de los agentes y cómo interactúan entre ellos.

En este modelo el objetivo fundamental de los agentes es que sean coherentes en su comportamiento, es decir, conseguir que muevan productos de la manera deseada. Para ello, cada agente será seguido desde las gráficas de simulación y a través de la consola Eclipse.

Agente	Comportamiento Principal	Pro-actividad
Cliente	<ul style="list-style-type: none">El cliente generará peticiones aleatorias sobre la tienda.Puntuará a las tiendas en función de si disponen o no del producto.	<ul style="list-style-type: none">Generación de pedidos.Informar al resto de agentes cliente.Aprendizaje con respecto al entorno.
Tienda	<ul style="list-style-type: none">Realizará pedidos a tienda cada vez que se aproxime al punto de pedido.Ofrecerá mayores cantidades a cliente cuando disponga de un inventario muy superior al punto de pedido.	<ul style="list-style-type: none">Observación de inventario.Pedidos a plataformaSelección de plataformas.Compartición de información con las otras plataformas.
Plataforma	<ul style="list-style-type: none">Realizará pedidos a la plataforma cuando se acerque al punto de pedido.	<ul style="list-style-type: none">Observación de inventario.Pedidos a proveedor.Selección de proveedor.Compartición de información con las otras plataformas.
Proveedor	<ul style="list-style-type: none">Fabricación con una frecuencia estipulada.Fabricación extra verificando inventario.	<ul style="list-style-type: none">Observación de inventario.Propias decisiones bajo demanda.

Tabla 1: Comportamiento del modelo básico.

4.2. Modelo Avanzado

En este apartado de comportamiento del modelo avanzado se especifica el comportamiento de los agentes en este modelo. A través de una serie de pasos describiremos la definición de escenarios en los que estos intervienen y de qué manera.

A través de la definición de los escenarios se explica el comportamiento general del sistema.

Paso 1: Escenario de Carrefour: Proveedor – Plataforma – Tienda – Cliente

Comportamiento
<ul style="list-style-type: none">Los transportistas quedan fuera porque son ajenos, por lo que se asumirá que si una mercancía no llega será por motivos de falta d inventario.
<ul style="list-style-type: none">Aunque en la realidad, la compra al proveedor la hace un departamento al margen, será como comportamiento propio de la plataforma (dado que el departamento de compras tomará como base la información que tengan en las plataformas).
<ul style="list-style-type: none">La asignación plataforma-tienda es fija (hay una serie de plataformas dispersas geográficamente y un rango de distancias que define quien puede servir a quién). Esto se puede resolver como un reparto aleatorio y compensado al principio de la simulación de que distancias existen.
<ul style="list-style-type: none">El cliente dispone de total libertad sobre la tienda a la que acudir, puesto que la variación de precios puede influir significativamente sobre el precio del carro. Además de la disponibilidad.
<ul style="list-style-type: none">Un proveedor puede dar varias referencias. Una misma referencia varios proveedores.

Tabla 2: Comportamiento Paso 1.

Anexo G – Diseño e Implementación del sistema

Paso 2: Con este modelo de agentes representativo del mundo real queremos saber qué ocurría previamente y con eso ayudarnos a tomar decisiones. En particular, mi propuesta se centra en representar cómo toman las decisiones cada participante(agente) de la cadena con la información local, qué impacto tiene eso tanto en la cuenta de resultados de cada participante como en la visión global de la cadena, y volver a hacer eso mismo considerando que existe información compartida o que se negocia con más información.

Por ello, debemos tener al menos 4 agentes diferentes (Proveedor – Plataforma – Tienda – Cliente), que se caracterizan por:

Caracterización
<ul style="list-style-type: none">• Tener un objetivo individual.
<ul style="list-style-type: none">• Guardar una serie de propiedades o atributos, que pueden usarse bien para parametrizar el comportamiento (ejemplo: soy un cliente que compro siempre ofertas o no) y sobre todo para aprender de la experiencia. En este caso: guardo un histórico de qué compré, a qué precio, si había o no, qué confianza me da un establecimiento.
<ul style="list-style-type: none">• Interactúan con otros agentes, es decir, tienen funciones para que otros les pidan cosas y ellos pueden pedir cosas.
<ul style="list-style-type: none">• Tienen un comportamiento: mediante la interacción y, siempre para cumplir el objetivo individual con la información local que guardan en sus propiedades, toman decisiones individuales (interactúo con otro agente, variación de respuestas agentes).
<ul style="list-style-type: none">• Incluso pueden tener comportamiento proactivo por sí mismos sin necesidad de interacción.

Tabla 3: Comportamiento Paso 2.

En una simulación se lanzarán N instancias de cada uno de estos 4 agentes básicos (Proveedor – Plataforma – Tienda – Cliente) y cada instancia se podrá comportar de forma separada porque:

- En su función de comportamiento hay decisiones aleatorias (random).
- En su función de comportamiento hay decisiones condicionadas a parámetros o propiedades.
- En su función de comportamiento hay decisiones condicionadas a la historia del propio agente.

Anexo G – Diseño e Implementación del sistema

Como ya se comentó en el plan del proyecto, existen dos ciclos diferenciados.

Ciclo	Especificación
1	Los agentes se comunican 1 a 1 (el proveedor con la plataforma, ésta con la tienda, ésta con el cliente), y negociación básica.
2	Se modela un caso concreto que permita demostrar el potencial de los agentes, generando una especialización de los clientes o viendo cómo puede afectar la colaboración entre los participantes en algo tan básico como el nivel de confianza combinado con los precios actuales e históricos.

Tabla 4: Especificación de ciclos.

4.2.1. Caso de aplicación

Objetivo del escenario: medir si el tener más información para tomar las decisiones mejora el beneficio global de la Cadena de suministro. Haremos el modelo con 10 referencias de Carrefour de tipo A, B y C (muy alta rotación, media rotación y baja rotación)

Función objetivo global: Maximizar el beneficio (ingreso-gasto)

Utilizaremos valores relativos para el Coste, aunque para venta iremos variando los valores según corresponda a cada producto. Existirá un precio fijo a partir del cual el vendedor será libre de modificarlo.

AGENTE PROVEEDOR

Función objetivo: Maximizar el beneficio (ingreso-gasto). Cómo lo hace: con una producción estable y con el mínimo inventario

Ingreso: unidades vendidas x P (precio)

Gasto: unidades en inventario x CIProveedor (coste de inventario del proveedor)

Gasto: coste de penalización por no poder satisfacer la demanda (debe variar si es A, B o C, siendo por ejemplo B el doble de C y A el doble de B)

Anexo G – Diseño e Implementación del sistema

Propiedades/Parámetros/Atributos:

ID	Propiedades, parámetros y atributos
1	Referencias que produce.
2	Modo (frecuencia/demanda) por cada referencia.
3	Capacidad de producción (tiempo que tarda en fabricar).
4	El nivel actual de inventario.
5	Capacidad de inventario.
6	Precio de venta por referencia.
7	Coste de inventario por referencia.
8	Stock de seguridad.
9	Coste de penalización por referencia.

Tabla 5: Propiedades, parámetros y atributos de proveedor.

Comportamiento: produce o por frecuencia o bajo demanda. Puede modificar el precio en función de su nivel de inventario o del tiempo de entrega. Puede ofertar variaciones en la cantidad (ofertando lotes) en función del nivel de inventario. Se añadirán políticas de precios/descuentos.

Interacción: Recibe peticiones de la plataforma → Da respuesta con la cantidad que le puede mandar y el precio → La plataforma acepta si es lo requerido → Envío del pedido → La plataforma califica al proveedor.

AGENTE PLATAFORMA

Función objetivo: Minimizar el gasto. Cómo lo hace: teniendo una previsión de ventas de las tiendas, ajustando el inventario interno y negociando los precios con los proveedores.

Gasto: unidades que compra \times P

Gasto: unidades en inventario \times CI_{plataforma} (coste de inventario en la plataforma)

Gasto: coste de penalización por no poder satisfacer la demanda (debe variar si es A, B o C, siendo por ejemplo B el doble de C y A el doble de B)

Anexo G – Diseño e Implementación del sistema

Propiedades/Parámetros/Atributos:

ID	Propiedades, parámetros y atributos
1	Referencias que provee.
2	A quién se las puede comprar.
3	El tiempo medio para que las entregue por cada proveedor.
4	El nivel de confianza por cada proveedor.
5	Capacidad de inventario.
6	Stock de seguridad.
7	Punto de pedido.
8	Precio de compra por referencia (media histórica).
9	Coste de penalización por referencia.
10	Previsión de la demanda que van a tener las tiendas a las que sirve por referencia.

Tabla 6: Propiedades, parámetros y atributos de plataforma.

Comportamiento: dirigido por eventos discretos, analiza el stock acumulado, la previsión de la demanda de las tiendas, los pedidos actuales y genera la negociación con las tiendas. Al parametrizar el stock de seguridad o la capacidad de inventario, podemos analizar qué efecto tiene en la cadena, aunque no estaremos aprovechando los agentes ya que esas propiedades tienen siempre el mismo efecto en cada simulación. La clave reside en que estos parámetros definen dinámicamente el comportamiento de la plataforma, lo que si aprovecha la capacidad de los agentes.

Interacción Plataforma-Tienda: Recibe peticiones de la tienda → Si dispone de inventario le enviará el producto, con un precio variable en función del inventario del que dispone.

Este es un caso particular que a diferencia del resto de interacciones, no tienen la capacidad de negociar. Esto es así, debido a que en la vida real es tal y como sucede.

Interacción Plataforma-Proveedor: Realiza pedidos periódicos a los proveedores → Recibe la oferta del proveedor → Estudia la oferta en función de la cantidad de inventario del que dispone → Toma de decisión → Recepción (o no) del producto y calificación del proveedor.

AGENTE TIENDA

Función objetivo: Maximizar beneficios. Cómo lo hace: ajustando precios para conseguir aumentar las ventas cuando dispone de stock en el almacén y realizando ofertas a los clientes. También tratará de aprovechar las ofertas realizadas por la plataforma.

Ingresos: $P \times \text{unidades vendidas}$

Gasto: $\text{unidades en almacen} \times \text{costeUnidadAlmacén}$

La Realizando ofertas al cliente cuando dispongo de excedente, por ejemplo, ofreciendo 2*1 o bien bajando los precios, pudiendo simultanear ambas opciones. Además no haré pedidos mientras mi stock no baje de un nivel establecido.

Propiedades/Parámetros/Atributos

ID	Propiedades, parámetros y atributos
1	Referencias que provee.
2	A quién se las puede comprar.
3	El tiempo medio para que las entregue por cada proveedor.
4	El nivel de confianza por cada proveedor.
5	Capacidad de inventario.
6	Stock de seguridad.
7	Punto de pedido.
8	Precio de compra por referencia (media histórica).
9	Coste de penalización por referencia.
10	Previsión de la demanda que van a tener las tiendas a las que sirve por referencia.

Tabla 7: Propiedades, parámetros y atributos de tienda.

Comportamiento:

Dirigido por eventos discretos, analiza el stock acumulado, la previsión de la demanda de los clientes, los pedidos actuales y genera la negociación con los clientes. Al parametrizar el stock de seguridad o la capacidad de inventario, podemos analizar qué efecto tiene en la cadena. La clave reside en que estos parámetros definen dinámicamente el comportamiento de la tienda, lo que permite aprovechar la capacidad de los agentes.

Interacción Tienda-Plataforma: La tienda envía una petición de compra a la plataforma elegida de entre aquellas que tiene en su cercanía. Con las alejadas, sería inviable. Eso se traduce en una distribución homogénea de las plataformas sobre las tiendas en la implementación.

Anexo G – Diseño e Implementación del sistema

Tras recibir la petición, la plataforma responde con la disponibilidad y los precios, en este caso, no hay ofertas. La tienda decide y se efectúa la compra. Finalmente, la plataforma es puntuada.

Interacción Tienda-Cliente: La tienda recibe una petición del cliente, y esta le ofrece sus precios y los descuentos disponibles para todo el carro→El cliente recibe ofertas individualizadas por productos→ Recibe carro y puntúa a la tienda.

AGENTE CLIENTE

Función objetivo: Minimizar gastos de compra.

El cliente tratará de comprar los productos a bajos precios. Para ello tendrán acceso a los previos que se han ido tratando a lo largo de la simulación. Además de observar el precio observará el nivel de confianza (disponibilidad) que ofrecen las tiendas.

Tras realizar la compra, y en función del servicio y los precios, asignará una nota que actualizará el peso de la tienda, dato que será accesible por todos los clientes.

Valores. Unidades*P.

Propiedades/Parámetros/Atributos

ID	Propiedades, parámetros y atributos
1	Experiencia sobre tiendas.
2	A quién debe comprar
3	Precio de compra por referencia (media histórica).
4	Coste de penalización por referencia.
5	Previsión de la demanda que van a tener las tiendas a las que sirve por referencia.
6	Carro de la compra con revisión por artículos.

Tabla 8: Propiedades, parámetros y atributos de cliente.

Comportamiento: El análisis de precios y disponibilidad histórica en comparación con los datos de precios y confianza actual van a llevar al cliente a elegir quién será su potencial vendedor cada día(tick).

Interacción Cliente-Tienda: Cliente genera un carro→ Califica a las tiendas haciendo un cálculo global del carro--> Elige candidato→ Pide y recibe los productos de los que dispone la Tienda→ Puntúa a la tienda

5. Diseño de gráficas y datos de resultados

Las gráficas de resultados mostrarán los datos de salida sobre cada uno de los puntos de interés que hemos definido como necesarios en el Anexo de Análisis Básico.

Principalmente se utilizará un tipo de gráficas XY en las que se mostrará que cada uno de los agentes integrantes de un tipo con distintas líneas de color (uno para cada agente del mismo tipo), y evolucionará la gráfica al mismo ritmo que la ejecución del sistema a lo largo de los ticks, representativos de los días. Un tick es igual a un día.

Por último reseñar que al mismo tiempo que evoluciona la gráfica, los datos se volcarán sobre ficheros *.txt* que podremos abrir directamente con Microsoft Excel si fuese necesario realizar algún cálculo extra sobre ellos, aunque en principio los datos volcados sobre el archivo plano serán suficientes para mostrar conclusiones con respecto los resultados.

6. Parámetros de ejecución

Los parámetros de ejecución son establecidos previamente en un fichero que ofrece RepastS llamado *model.score*, y utilizados cuando sean necesarios posteriormente en cada una de las clases implementadas. Permitirán ser inicializados en el contexto como atributos del sistema para posteriormente tener la posibilidad de ser modificados desde la ventana de ejecución del sistema de RepastS.

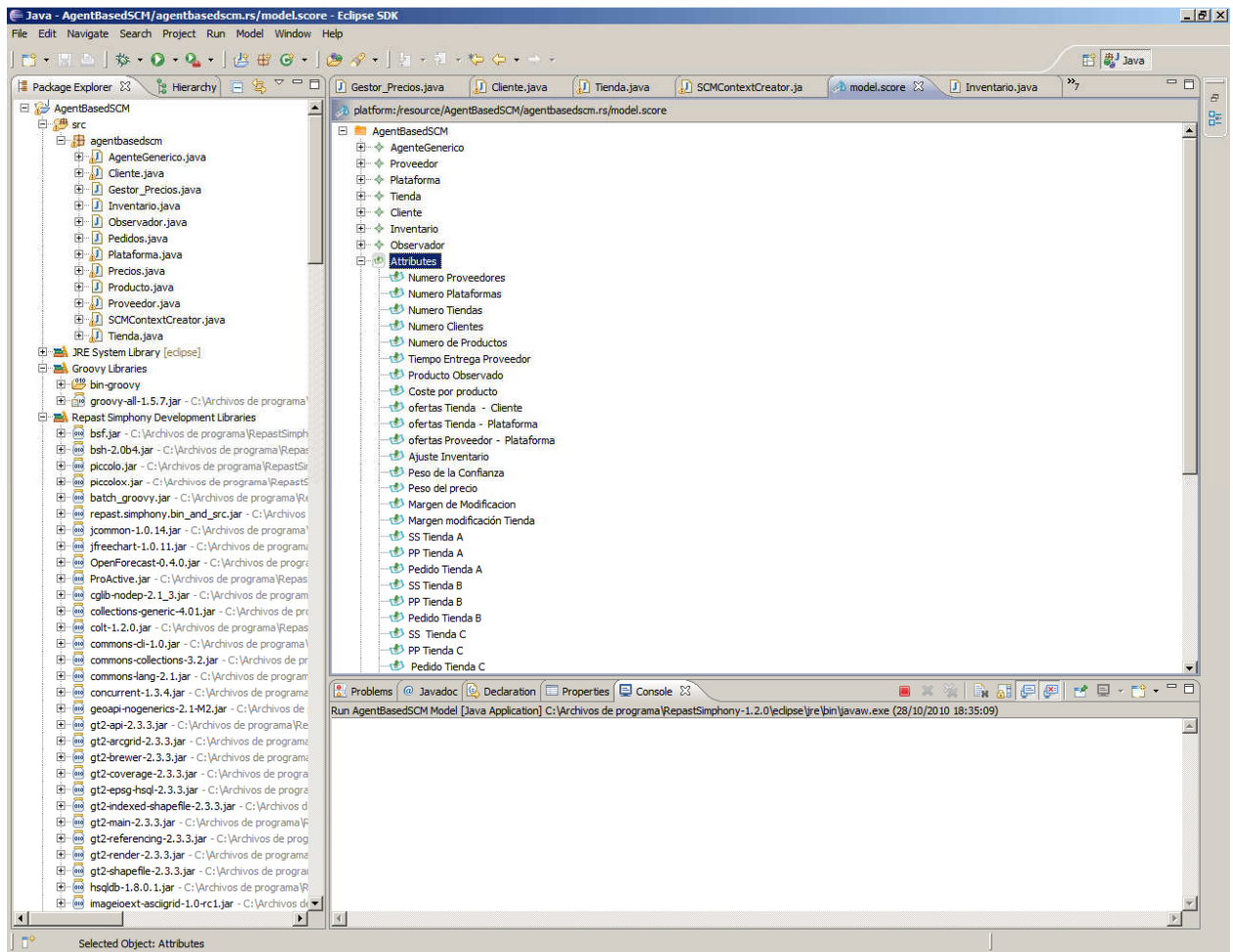


Figura 2. Atributos en *model.score*.

Anexo G – Diseño e Implementación del sistema

A continuación en la figura 2 muestro los parámetros sobre la interfaz gráfica.

Parameters

Tools

Simulation Parameters

Pedido Plataforma B: 400

Ajuste Inventario: ☐

Coste por producto: 1

Default Random Seed: 206.469.337

Numero de Productos: 10

PP Plataforma A: 700

PP Plataforma B: 30

PP Plataforma C: 20

PP Tienda A: 70

PP Tienda B: 10

PP Tienda C: 12

Pedido Plataforma A: 1.800

Pedido Plataforma C: 300

Peso de la Confianza: 30

Peso del precio: 70

Producción Tipo A: 2.000

Producción Tipo B: 1.000

Producción Tipo C: 1.000

Producto Observado: 1

Punto Fabricacion B: 3.000

Punto Fabricacion C: 3.000

SS Tienda C: 8

SS Plataforma A: 400

SS Plataforma B: 15

SS Plataforma C: 10

SS Proveedor A: 400

SS Proveedor B: 200

SS Proveedor C: 100

SS Tienda A: 40

SS Tienda B: 8

margenModificacion: 0,4

Figura 3: Parámetros sobre interfaz gráfica.

7. Ejecución del sistema

Actualmente existen dos formas de ejecución del sistema: ejecución simple y ejecución en batch.

La ejecución simple consiste en activar y lanzar una única ejecución desde la interfaz de RepastS, pudiendo establecer el límite de ticks, así como la velocidad de ejecución de cada tick. También se pueden realizar paradas automáticas y utilizar el modo Freezedried, consistente en volcar sobre un fichero los datos resultantes de la simulación para lanzar una nueva simulación a partir de ese punto.

Ejecución en batch: Permite cargar a partir de un fichero de configuración *.xml* la ejecución de varias simulaciones en serie.

Los desarrolladores de Repast están mejorando Terracotta, una herramienta para poder paralelizar las ejecuciones del sistema de simulación, por lo que como trabajo futuro sería interesante estudiar el caso para simulaciones con grandes números de agentes interactuando. Se estudió también la utilización de un *servidor* destinado a la ejecución de Repast, pero los creadores sólo habían desarrollado su funcionalidad para Repast J, *plugin* previo a Repast Symphony.

ANEXO H

Resultados del Modelo básico

Tabla de contenidos

1. Control de cambios.....	185
2. Introducción.....	186
2.1 Propósito.....	186
2.2 Ámbito.....	186
2.3 Definiciones, acrónimos y abreviaturas.....	186
2.4 Referencias.....	187
3. Modelos.....	188
3.1 Escenario colaborativo.....	188
3.2 Escenario no colaborativo.....	189
3.3 Colección de datos.....	189
3.4 Objetivos detallados.....	191
3.5 Ejecución de las simulaciones.....	191
3.5.1 Mayor demanda de los clientes.....	192
3.5.2 Colaboración Tienda- Plataforma logística.....	193
3.5.3 Inventario de la plataforma logística.....	194
4. Conclusiones.....	196
4.1 Resultados sobre el inventario.....	196
4.2 Mejoras medias.....	197
5. Acciones futuras.....	199

1. Control de Cambios

Versión	Autor	Fecha	Comentario
1.0	Fernando Sáenz	13/09/2010	
1.1	Fernando Sáenz	20/10/2010	Nuevos resultados

2. Introducción

2.1 Propósito

El propósito de este documento es mostrar el conjunto de resultados y conclusiones obtenidos de las simulaciones realizadas. En este caso vamos a ofrecer aquellos resultados que derivan de la ejecución del escenario básico de simulación.

2.2 Ámbito

El proyecto se ha llevado a cabo dentro del Instituto Tecnológico de Aragón, que es un centro tecnológico de carácter público que, desde Aragón, contribuye a la mejora de la competitividad de las empresas y al progreso sostenible de la sociedad, identificando necesidades, generando soluciones de I+D+i y transfiriendo conocimiento.

Más concretamente, se ha desarrollado dentro del Centro de Conocimiento en TICs aplicadas a la logística, que tiene por objetivo la generación, adaptación, transferencia y difusión de conocimiento en la aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TICs) en la resolución de problemas logísticos, con especial hincapié en la optimización de los procesos y en la integración de agentes en la cadena de suministro, para desarrollar una logística colaborativa y sostenible.

2.3 Definiciones, acrónimos y abreviaturas

- **Batch:** comandos ejecutados en grupo, de forma secuencial, permitiendo automatizar diversas tareas.
- **Grupos de agentes o niveles:** cada grupo estará formado por el conjunto de clientes, el conjunto de plataformas, el conjunto de tiendas y el conjunto de proveedores, por lo que se hablará de un total de 4 grupos.
- **Setters:** método que permiten modificar el valor de un atributo. El plugin Repast permite recoger todos los setters establecidos en la implementación del contexto de sus agentes, para plasmarlos en gráficas o generar ficheros de resultados a partir de ellos.
- **Principio de Pareto:** El principio de Pareto también se utiliza para analizar el surtido o gama de productos que vende una empresa comercial. El 80% de la facturación proviene del 20% del catálogo de productos.
- **Distribución ABC:** El primer veinte por ciento se denominan productos A, el treinta por ciento siguiente se denominan productos B y el resto, productos C. También se considera, asociándolo al principio de Pareto que el 20% de los productos generan el 80% de los movimientos de un almacén.

2.4 Referencias

- Multi-Agent Systems. Simulation and Applications.

Adeline M. Uhrmacher

Danny Weyns

Editorial CRC Press

- Multiagent based Supply Chain Management.

Brahim Chaib-draa

Jörg P. Müller

Springer. 2006

3. Modelo

Se detallarán en esta sección las características de los sub-escenarios simulados, así como el valor de los parámetros que los definen. El modelo se divide en dos escenarios principales, como vamos a caracterizar detalladamente en los dos siguientes apartados.

3.1 Escenario colaborativo

Este escenario está en la aportación de información por parte de las tiendas a las plataformas y estas a los proveedores. Se parte de una suposición, y es la siguiente: “Toda compartición de información verídica entre los agentes integrantes de la cadena va a proporcionar un mejor mantenimiento del nivel de inventario de los mismos, y en consecuencia, una disminución en los costes de inventario”.

Además, puesto que otro objetivo es maximizar los beneficios por parte de las plataformas, permitir conocer a la tienda el nivel de inventario de ciertos productos y hacer posible la recepción de más productos a menos precio estará integrado en este escenario con un sencillo sistema de negociación. Este sistema de negociación permite a la plataforma vender más lotes de los requeridos, e incluso ofrecer lotes a la tienda sin que esta los pida cuando hay excedente de ciertos productos. Entonces, la tienda actuaría en consecuencia, según sus necesidades. A continuación mostramos el funcionamiento específico de este escenario colaborativo, teniendo en cuenta que en estas transacciones marcadas con flechas rojas existe compartición de información.

La información compartida es la siguiente:

- Nivel de confianza.
- Disponibilidad en almacén.

Esta información será compartida por todos los agentes de un mismo tipo, por ejemplo, comercios, que negocien con otro tipo de agentes, en este caso, con las plataformas logísticas. En la *figura 1* se observa el modelo general.

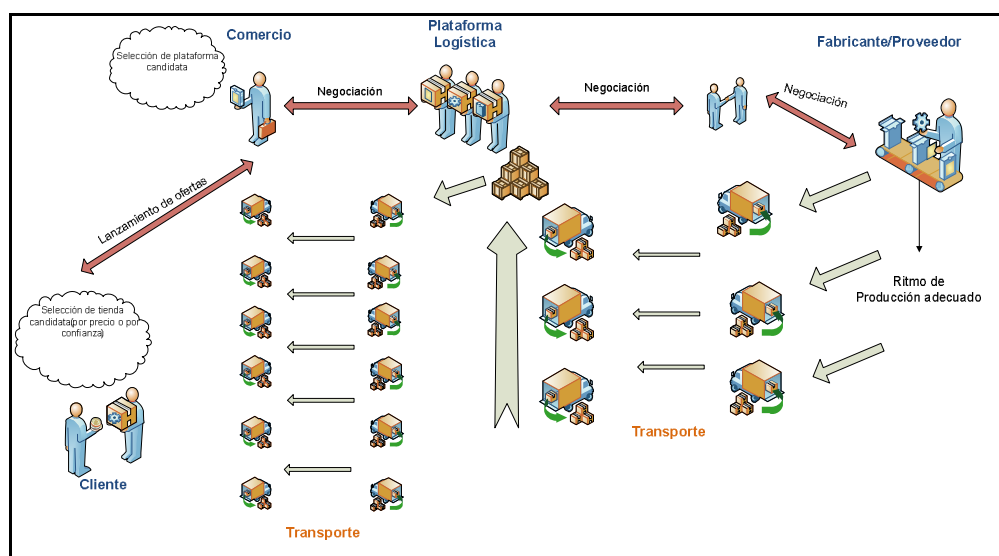


Figura 1: Esquema general

3.2 Escenario no colaborativo

En este escenario existen transacciones puramente comerciales, sin intercambio de información más allá de las respuestas obtenidas frente a una petición por parte de un cliente, comercio o plataforma a sus respectivos vendedores.

Se parte de la siguiente suposición: “No se podrá compartir información, por lo tanto elegir al mejor vendedor, o simplemente aquel que disponga de los productos, lo cual podríamos traducir en tiempo y dinero perdido”.

3.3 Colección de datos

En esta colección de datos se muestra un listado del valor de los parámetros a partir de los cuales definimos el inicio de la simulación, y los datos de salida que vamos a obtener para luego ser interpretados.

Datos de entrada	Clientes	Tiendas	Plataformas	Proveedores
Número	30	15	2	4
Stock Seguridad		120	2700	1000
Punto Pedido		140	3000	
Tamaño Lotes Pedido		600	2000	
Producción(unidades/día)				200
Tiempo entrega (días)			1	3

Tabla 1: Datos iniciales.

Anexo H– Resultados del Modelo Básico

En la *figura 2* se muestra el listado de parámetros completo:

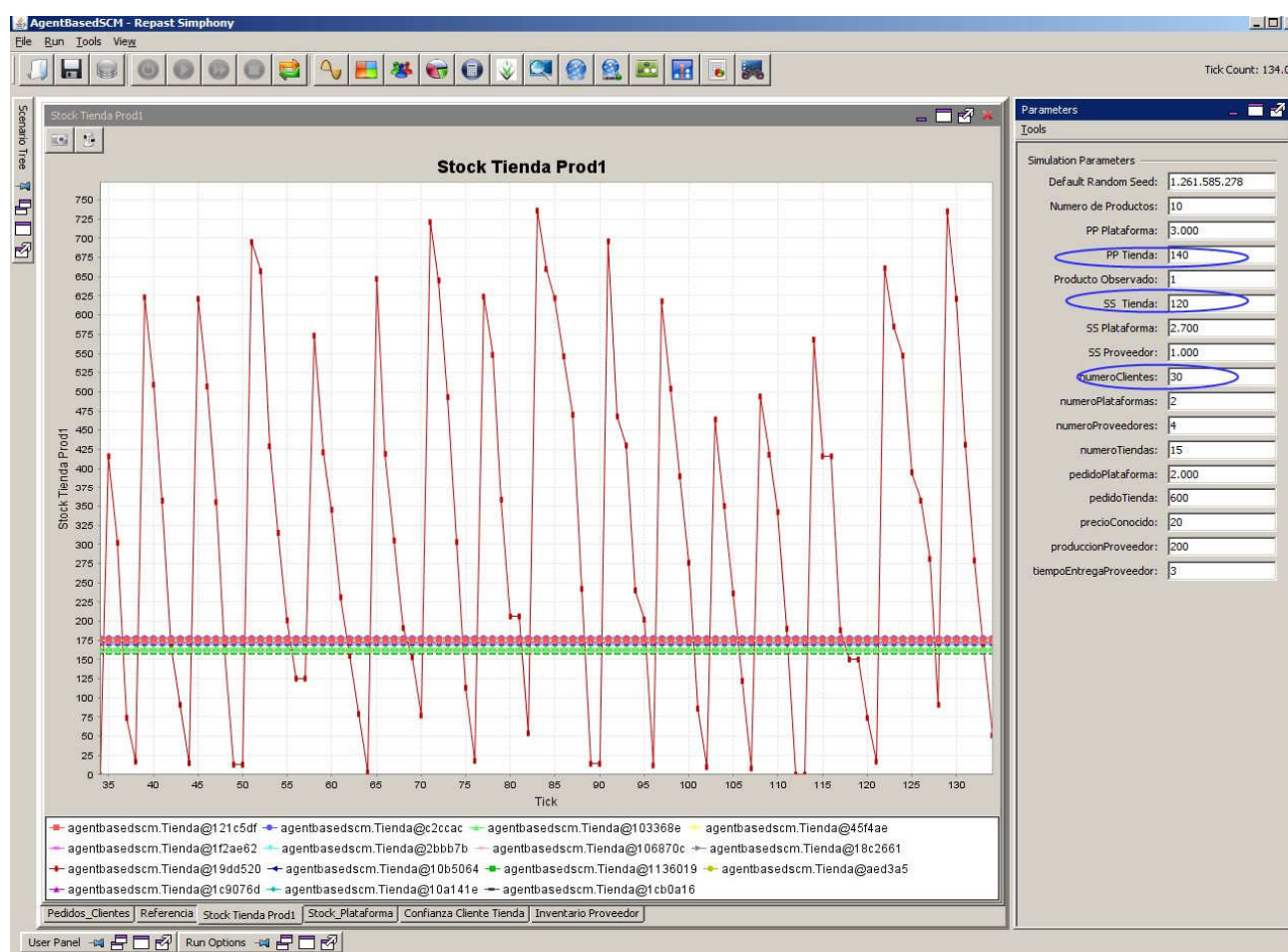


Figura 2: Paso de parámetros.

Cómo datos de salida se mostrarán los referenciados en la *tabla 2*:

Datos de salida
Nivel de confianza de los clientes sobre las tiendas.
Nivel de confianza de las tiendas sobre las plataformas.
Valor diario del inventario de cada agente.
Valor diario de las ventas de cada agente.
Valor total del inventario de cada agente.
Valor total de las ventas de cada agente.
Nº de roturas de stock en las plataformas.

Tabla 2: Datos de salida.

3.4 Objetivos detallados

En esta sección el objetivo es probar como el modelo que se ha implementado permite simular propiedades reales de una cadena de suministro a la vez que dar soporte a la versión posterior en la que se incluirán mayores capacidades y comportamiento más complejo. En la *tabla 3* están los objetivos de este modelo.

Identificador	Objetivo
1	Fluctuación en los niveles de inventario dependiendo de la existencia de colaboración entre los agentes.
2	Variación en los niveles de ventas en función de la existencia de colaboración entre los agentes.
3	Verificar la intervención de los agentes tienda en el mercado según la reputación generada sobre los clientes.
4	Explicación gráfica de la influencia de los niveles de servicio o calidad del servicio.
5	Evolución del inventario sobre las plataformas logísticas.

Tabla 3: Objetivos.

No se van a referenciar cada uno de los niveles puesto que hemos seleccionado los grupos más representativos para dejar constancia del buen funcionamiento de la cadena de suministro, objetivo último de este documento.

3.5 Ejecución de las simulaciones

El sistema nos permite realizar en “modo batch” una serie de simulaciones con los mismos parámetros para obtener diferentes archivos de resultados y poder ajustar más las conclusiones que se obtendrán a partir de ellos. Al mismo tiempo que se generan gráficas de la ejecución, estos archivos de datos se crean y cumplimentan con los atributos indicados al implementar el sistema a través de *setters*.

3.5.1 Colaboración Tienda- Plataforma logística

En la gráfica se observa como todos los agentes tienda, excepto uno mantienen su inventario, puesto que, al poder abarcar esta el total de los pedidos de los usuarios, su “nivel de confianza” aumenta y se convierte en un monopolio. Efecto lógico en un mercado en el que sólo el más fuerte vende. En escenarios avanzados, veremos casos en los que todas las tiendas entran a competir, variando los parámetros, en cuanto a número de compradores, volumen de los pedidos, o disminuyendo el stock de seguridad mantenido por las tiendas.

En la *figura 3* se observa cómo las elipses coloreada de verde marcan bajadas de inventario con ventas requeridas por los clientes, sin embargo, en aquellas de color negro observamos bajadas que indican que el cliente ha aceptado una oferta de la tienda. Esto es debido a que el agente toma constantemente la decisión de ofrecer un número mayor de productos al cliente, siempre que sufra de un excedente de inventario, en caso contrario, no va a realizar ofertas. Se alcanza, tal y cómo se quería, un caso real, en el que un cliente a veces está dispuesto a pagar menos por un producto, en detrimento de comprar un volumen mayor.

Por otro lado, el agente cliente va a incrementar su nivel de confianza sobre las tiendas, por las ofertas que realizan. Además la tienda consigue disminuir su nivel de inventario lo más rápido posible, consiguiendo volver a hacer pedidos al menos un día antes que cuando no realizaba ofertas.

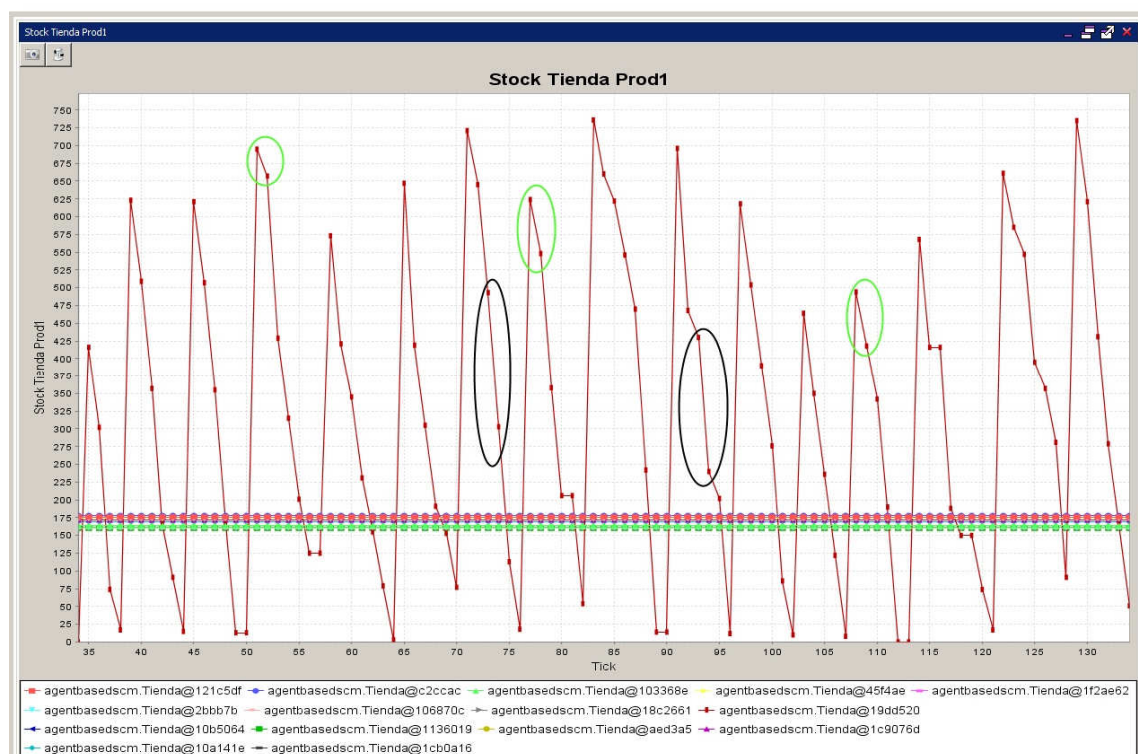


Figura 3: Stock en tienda.

3.5.2 Mayor demanda de los clientes

Variando tanto el volumen de los pedidos demandados por los clientes, como el número de clientes, se van a observar cambios en la simulación, como se explica a continuación.

Se aumenta el volumen de los pedidos de los clientes, así como el número de clientes, manteniéndose el resto de parámetros igual que en la simulación anterior. Ahora, como se observa en la siguiente gráfica, existe una alternancia total de las tiendas que dan servicio, puesto que no pueden copar todo el mercado, y tras varios servicios por falta de stock, baja el grado de confianza que en ellas hay depositada. **Por lo tanto tienen permisos de venta en el mercado de manera condicionada.**

Cabe reseñar que este es un caso ideal, en el cual, el cliente tiene información totalmente compartida con el resto de agentes clientes, y siempre va a elegir aquel agente tienda que le otorgue mejor servicio.

El agente de color verde ampliado en la *figura 4* ofrece un buen servicio para más tarde ofrecer dos malos servicios que le sitúan por debajo de sus competidores, y estos entran a vender. Apenas aguantan la carga de pedidos de los clientes dos o tres días, puesto que hemos pasado a tener de 15 a 50 clientes, y aumentar de 20 a 120 el volumen de pedido de los clientes.

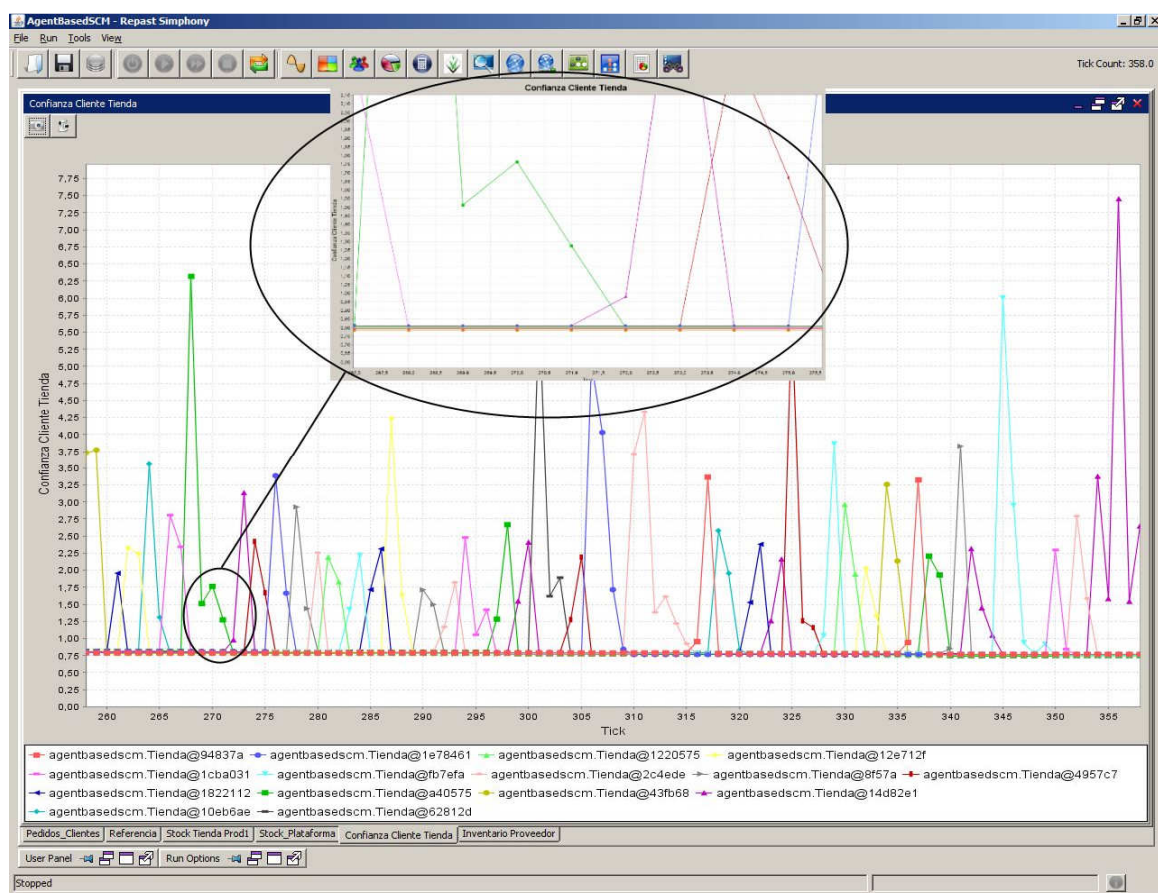


Figura 4: Niveles de confianza.

Debido a que ya existe suficiente demanda como para que haya competencia, se observa en la *figura 5* la evolución del stock para cada una de las tiendas cómo cada una de las 50 tiendas entra en el mercado. Esta gráfica no es para reseñar la evolución del inventario de la tienda en esta gráfica, sino sólo hacer ver como todas ellas intervienen en la simulación de este modelo de comercio. En el modelo avanzado se hará hincapié y se mostrarán en detalle los niveles de inventario y la evolución de los mismos.

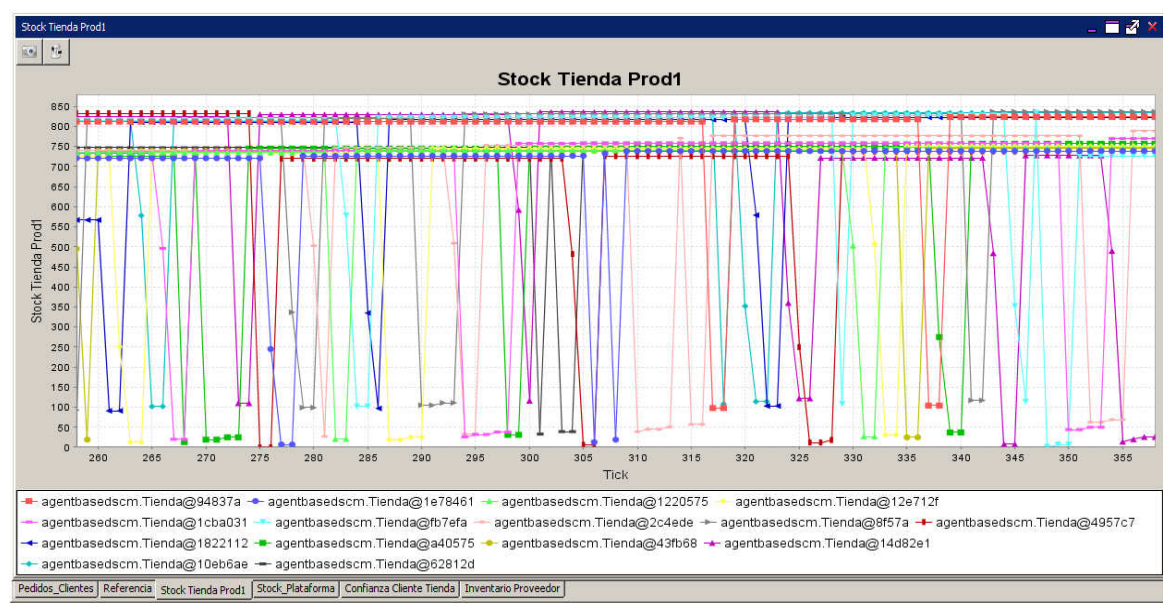


Figura 5: Stock en tiendas para un producto.

3.5.3 Inventario de la plataforma logística

En la *figura 6*, se muestra el inventario de la plataforma pasando a tener un volumen de 120 unidades de pedido por parte de los clientes, y un aumento de 15 a 50 clientes.

Con las elipses verdes se engloban los ticks (días) en los cuales una tienda ha estado esperando por un pedido. Es decir, el proveedor lanzó, en el primer caso, un pedido tres días antes, en los cuales no hemos recibido productos. En estos 2 primeros casos no existen problemas con la disponibilidad, pero podríamos llegar a una rotura de stock con la espera de esos 3 días, puesto que diariamente doy servicio a los clientes. Compartiendo información, tiendas, plataformas y proveedores aprenderán como evitar estas situaciones tan incómodas para la explotación de su servicio.

En la *figura 6*, se observa en los casos acotados por un rectángulo (pedido de riesgo) como sigue disminuyendo el inventario mientras se espera la llegada del pedido, por atender a los clientes. Lo mismo ocurriría en la relación plataforma-proveedor, y la gravedad de la misma oscilará dependiendo de la demora establecida para la recepción de pedidos y cuantos pedidos se reciban en esa ventana temporal.

Anexo H- Resultados del Modelo Básico

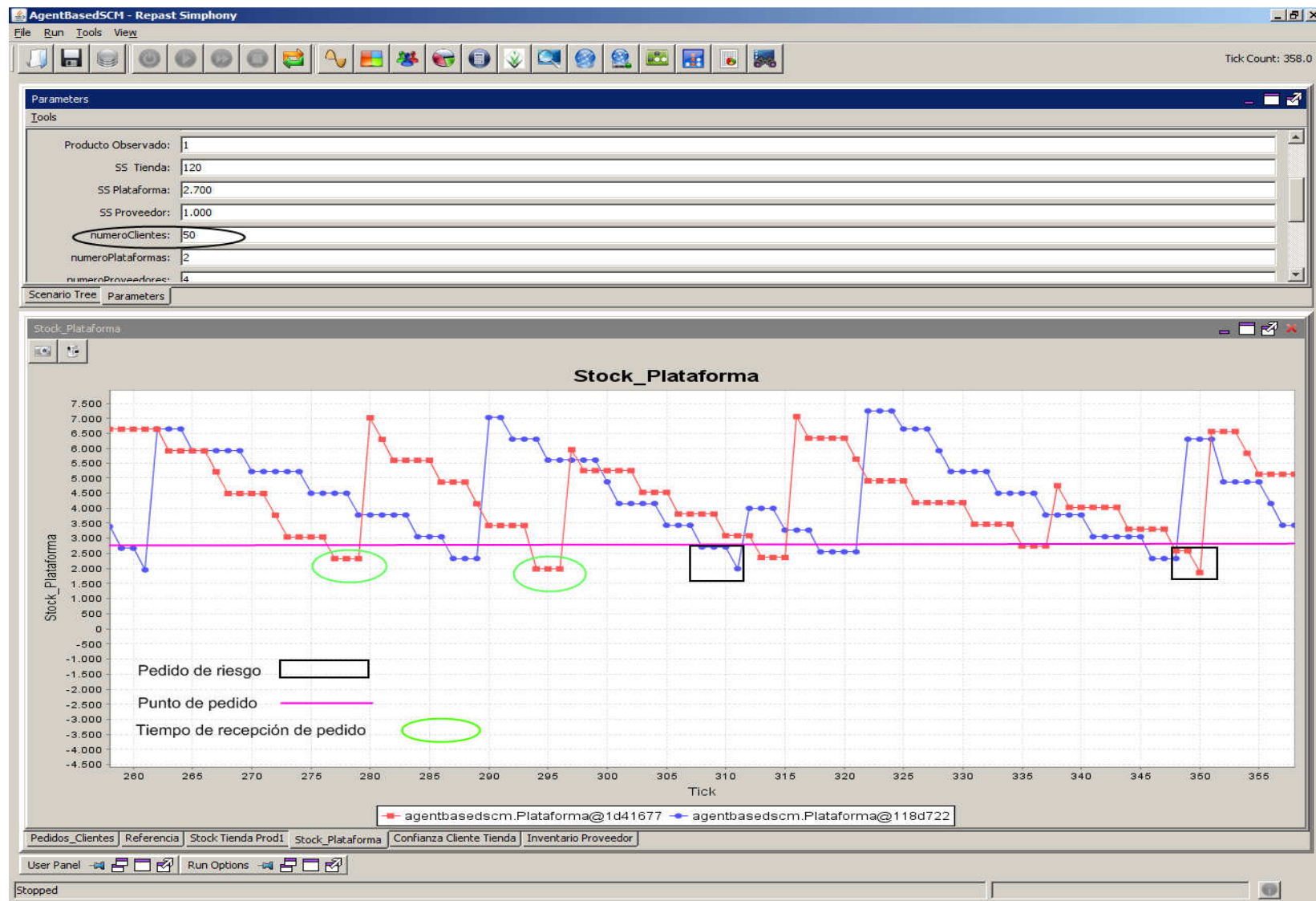


Figura 6: Evolución del inventario de las plataformas.

4. Conclusiones

La conclusión principal a lo largo de este documento ha sido ratificar el correcto funcionamiento de la cadena, a modo de prueba, y la consiguiente observación de la mejora de los niveles de inventario en los agentes integrantes de la misma.

4.1 Resultados sobre el inventario

En la *tabla 4* se detallan los resultados obtenidos a lo largo de una serie de simulaciones. Se ejecutaron en modo “batch run” con los parámetros definidos en la *Ilustración 2*, realizándose una serie de 100 ejecuciones. Hemos tomado 10 medidas representativas de esas 100 ejecuciones, si bien los cálculos medios no difieren de una significativamente sobre los resultados finales.

TIENDA	SISTEMA COMÚN(Unidades)	CON NEGOCIACIÓN(Unidades)	Decremento (%)
Simulación 1	164860	149154	9,526871285
Simulación 2	153602	150840	1,79815367
Simulación 3	155739	150446	3,398634896
Simulación 4	157349	149235	5,156689906
Simulación 5	155643	148675	4,476911907
Simulación 6	161879	148123	8,497705076
Simulación 7	149768	141976	5,20271353
Simulación 8	160231	152129	5,056449751
Simulación 9	156443	150987	3,4875322
Simulación 10	152765	149100	2,399109744
MEDIA	157887,5	149918,75	4,970087439

Tabla 4: Resultados en inventarios de tienda.

En la *figura 7* se observa como varía el nivel de inventario para un producto representativo y en el periodo de un año en el caso de existir negociación y en el caso en el que no existe. Es evidente que la tendencia en los 10 casos representativos ocurre lo mismo, disminuye el nivel de inventario a lo largo del año, lo que puede traducirse en la disminución del coste de inventario. Esto es debido a que la existencia de ofertas deriva en un incremento de las ventas, manteniendo en este caso los pedidos cliente- tienda a un nivel mayor, traducido en un inventario menor.

Este sistema colaborativo podría provocar excesivas roturas de stock, si bien en este caso no se dan ya que se ha ajustado el sistema con tal fin. En el modelo avanzado podrán darse esas situaciones de rotura de las cuales se podrán recuperar automáticamente los agentes, incrementando su punto de pedido.

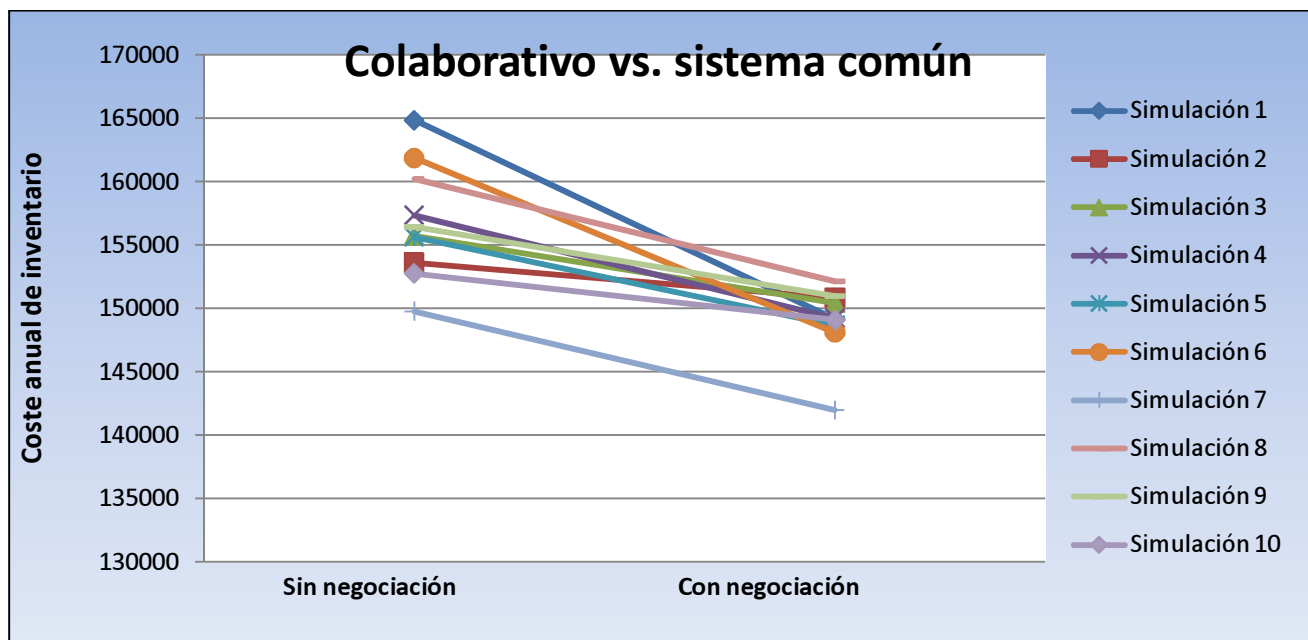


Figura 7: Variación de niveles de inventario en tienda.

4.2. Mejoras medias

En la *figura 8* se muestra el decremento de inventario medio de las tiendas en las 10 simulaciones. Esto es debido a la capacidad de sacar productos del inventario con mayor facilidad, y por lo tanto, sufrir menos coste por mantener stock.



Figura 8: Decremento medio de inventario.

En la *figura 9* se observan los porcentajes de mejora (decremento de inventario) en el muestreo de diez simulaciones, observando una mejora media del 5%. Este es un valor calculado a partir de la *figura 7*, donde se observaban los resultados de las diez simulaciones.

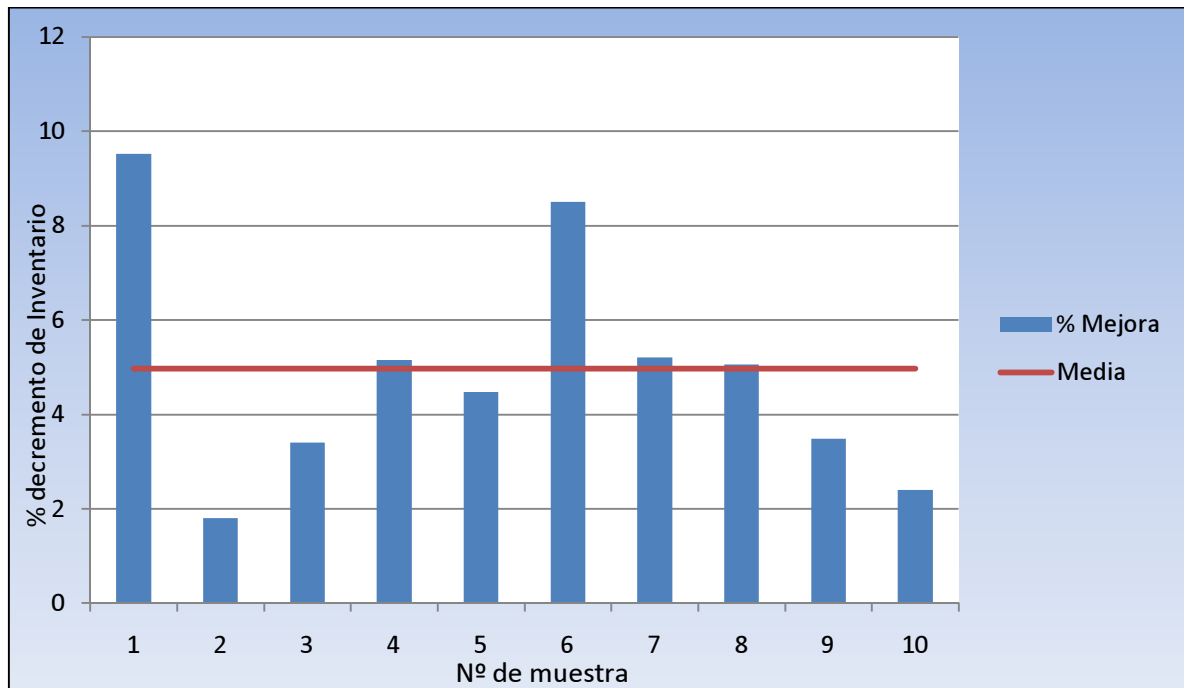


Figura 9: Mejora media de inventario en tienda.

5. Acciones futuras

Se detallan a continuación las acciones futuras a llevar a cabo en el modelo avanzado. Es un compendio de aquellos comportamientos que hemos considerado mejor aislar en primera instancia para verificar el funcionamiento del modelo y comportamientos deducidos a partir de las conclusiones obtenidas en este documento.

Acciones futuras
La existencia de un único tipo de producto se transformará en una distribución ABC. Se tendrá en cuenta el principio de Pareto.
Se posibilitará la variación de puntos de pedido y de rotura según la clasificación del artículo.
Se modelará un sistema en el que no pueda existir monopolio, sino que todos los agentes sean posibles vendedores/compradores, teniendo distintas posibilidades de entrar en el mercado.
El proveedor se anticipará en fábrica en función de la evolución de los pedidos que recibe.
Mejorar los porcentajes de mejora en cuanto a la variación en nivel de inventario entre el sistema colaborativo y el que no lo es. Para ello se deberán mejorar los algoritmos de negociación y compartir más información entre agentes.
Incrementar la pro-actividad del sistema.

Tabla 5: Acciones Futuras.

ANEXO I

Resultados del Modelo Avanzado

Tabla de contenidos

1. Control de cambios.....	203
2. Introducción.....	204
2.1 Propósito.....	204
2.2 Ámbito.....	204
2.3 Definiciones, acrónimos y abreviaturas.....	204
2.4 Referencias.....	205
3. Escenario CON negociación vs. SIN negociación.....	206
3.1 Modelos.....	206
3.2 Resultados y Conclusiones.....	208
3.2.1 Tiendas.....	208
3.2.2 Plataformas y Proveedores.....	209
4. Variación de márgenes de modificación de precios.....	211
4.1 Modelo.....	211
4.2 Resultados y Conclusiones.....	211
4.2.1 Tiendas.....	211
4.2.2 Plataformas y Proveedores.....	213
5. Modificación de pesos: Precio y confianza.....	215
5.1 Modelo.....	215
5.2 Resultados y Conclusiones.....	215
5.2.1 Tiendas.....	215
5.2.2 Plataformas y Proveedores.....	217
6. Acciones futuras.....	219
6.1 Nuevas propiedades.....	219

1. Control de Cambios

Versión	Autor	Fecha	Comentario
1.0	Fernando Sáenz	10/10/2010	
1.1	Fernando Sáenz	30/10/2010	Nuevos resultados

2. Introducción

2.1. Propósito

El propósito de este documento es mostrar el conjunto de resultados y conclusiones obtenidos de las simulaciones realizadas. En este caso vamos a ofrecer aquellos resultados que derivan de la ejecución del escenario avanzado de simulación, el cual se aproxima en gran medida al caso real de Carrefour.

2.2. Ámbito

El proyecto se ha llevado a cabo dentro del Instituto Tecnológico de Aragón, que es un centro tecnológico de carácter público que, desde Aragón, contribuye a la mejora de la competitividad de las empresas y al progreso sostenible de la sociedad, identificando necesidades, generando soluciones de I+D+i y transfiriendo conocimiento.

Más concretamente, se ha desarrollado dentro del Centro de Conocimiento en TICs aplicadas a la logística, que tiene por objetivo la generación, adaptación, transferencia y difusión de conocimiento en la aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TICs) en la resolución de problemas logísticos, con especial hincapié en la optimización de los procesos y en la integración de agentes en la cadena de suministro, para desarrollar una logística colaborativa y sostenible.

2.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas

- **Batch:** comandos ejecutados en grupo, de forma secuencial, permitiendo automatizar diversas tareas.
- **Grupos de agentes o niveles:** cada grupo estará formado por el conjunto de clientes, el conjunto de plataformas, el conjunto de tiendas y el conjunto de proveedores, por lo que se hablará de un total de 4 grupos.
- **Setters:** método que permiten modificar el valor de un atributo. La herramienta Repast permite recoger todos los *setters* establecidos en la implementación del contexto de sus agentes, para plasmarlos en gráficas o generar ficheros de resultados a partir de ellos.
- **Principio de Pareto:** El principio de Pareto también se utiliza para analizar el surtido o gama de productos que vende una empresa comercial. El 80% de la facturación proviene del 20% del catálogo de productos.
- **Distribución ABC:** El primer veinte por ciento se denominan productos A, el treinta por ciento siguiente se denominan productos B y el resto, productos C. También se considera, asociándolo al principio de Pareto que el 20% de los productos generan el 80% de los movimientos de un almacén.
- **Pull:** Las demandas del mercado dictan el funcionamiento de las empresas, incluida su logística. De las economías de escala se ha pasado a una producción más limitada, que reduce el stock en los almacenes y los costes necesarios para mantenerlos. Este método

de gestión logística se denomina *pull*'. En el pasado se creía que la demanda igualaría la oferta, utilizando un sistema tipo *push*.

- **Delay:** Tiempo que transcurre entre la realización de un pedido y la recepción del mismo. Ejemplo: Una plataforma realiza un pedido a proveedor el Lunes y llega el Jueves. El *delay* será de 4 días.

2.4. Referencias

- Multi-Agent Systems. Simulation and Applications.
Adeline M. Uhrmacher
Danny Weyns
Editorial CRC Press
- Multiagent based Supply Chain Management.
Brahim Chaib-draa
Jörg P. Müller
Springer. 2006
- Análisis ABC
Wikipedia
- Costos de inventario, planificación de stocks y aprovisionamiento
Monografías de wikilearning

3. Escenario CON negociación vs. SIN negociación

Se introduce la definición y los resultados realizando simulaciones con y sin negociación entre los agentes.

3.1. Modelos

Modelo SIN negociación

La cadena en un primer momento se equilibra a través de la inicialización de la simulación con un modelo estable, previos cálculos realizados. Los datos que llevan a la cadena a ser estable en origen se reflejan en la *tabla 1*. Aunque más adelante se realizarán pequeñas modificaciones sobre el stock de seguridad o el punto de pedido según lo requiriese la estabilidad de la cadena.

Se va a afrontar una simulación en la que los integrantes de la cadena de suministro **no negocian con el resto de los participantes**, lo que hace suponer desde un inicio que va a ser un escenario desfavorable con respecto al retratado en el *punto 3.2.*, en el cual si se puede negociar. Lo que desconocemos es en qué medida va a perjudicar a los distintos integrantes de la cadena.

Las bases serán iguales par ambos escenarios, por lo que la compartición de información en cuanto a precios, y la modificación de los mismos respecto al nivel de inventario se va a mantener. Por otro lado, los proveedores van a poder fabricar atendiendo a dos criterios: con periodicidad preestablecida y observando su inventario y tomando su propia decisión de cuanto producir.

Además, en este nuevo modelo se ha introducido la existencia de tipos de productos según su rotación, es decir, según la frecuencia con la que salen al mercado del almacén. Siendo los tipo A los que mayor rotación obtienen, y los tipo C los que menos. Esta aportación dota de realismo al conjunto de productos de inventario.

Modelo CON negociación

El modelo con negociación se distingue del anterior en que los proveedores pueden negociar con las plataformas, además de las tiendas poder negociar con los clientes. Establecemos que la negociación plataforma-tienda, aunque nuestro sistema la permite, no es una situación que se dé en casos reales por lo que no la incluimos.

Esta negociación consiste en un ofrecimiento por parte del vendedor de una cantidad mayor de productos. Hasta ahí cualquier sistema duro lo podría realizar. Sin embargo el receptor de la oferta va a observar el comportamiento previo del ofertante además de observar su propio inventario. Ahí entraría el juego entre agentes. Si la venta es satisfactoria la puntuación del vendedor va a verse mejorada en mayor medida que si fuese una venta sin oferta.

En el *punto 3.2* observaremos en qué medida hay mejoría en el entorno de la cadena, de manera generalizada y en particular para cada tipo de agente.

Anexo I: Resultados del Modelo avanzado

MODELO ESTABLE										
			Delay Clientes		Delay 1 Tiendas		Delay 1 Plataformas		Delay 3 Proveedores	
			500		15		2		4	
	Tipo A									
Porcentaje pedido	0,7	Pedido / producto	583,3333333	Pedido	38,8888889	Pedido	933,333333	Fabricación	333,333333	
Total productos	3			SS	10	SS	250	SS	150	
	70%			PP	20	PP	400	PP	300	
	Tipo B	Pedido / producto	125	Pedido	8,33333333	Pedido	200	Fabricación	100	
Porcentaje pedido	0,2			SS	3	SS	10	SS	40	
Total productos	4			PP	5	PP	20	PP	70	
	Tipo C	Pedido / producto	83,33333333	Pedido	5,55555556	Pedido	133,333333	Fabricación	133,333333	
Porcentaje pedido	0,1			SS	2	SS	8	SS	30	
Total productos	3			PP	4	PP	16	PP	50	
	25%									

Tabla 1: Inicialización del modelo estable

La *tabla 1* es orientativa, puesto que la modificación de precios y la aleatoriedad de las ventas van a provocar que no sea el modelo más estable, aunque sí estos cálculos se aproximan y permiten equilibrar la cadena manualmente desde un buen punto de partida. Los cálculos se realizan teniendo en cuenta las necesidades del comprador, es decir, sistema *pull*, y el *delay* (demora) entre las entregas.

3.2. Resultados y Conclusiones

Se muestran a continuación los resultados y las conclusiones obtenidas a partir de la variación de la capacidad de negociación de los agentes.

3.2.1. Tiendas

Se observa una clara ventaja permitiendo a la cadena de suministro la utilización de ofertas en caso de stock hacia el cliente, aun siendo los productos más baratos, se percibe un incremento en las ventas del 15,6%. Por supuesto esto es un caso ideal en el que el comprador acepta las ofertas en la gran mayoría de los casos. Quedaría como trabajo futuro hacer un estudio del porcentaje total de situaciones en las que cada agente las aceptaría. En cualquier caso, siempre van a haber incrementos en los **ingresos**. Contraste en términos de ingresos globales en un periodo de un año en la *figura 1*.

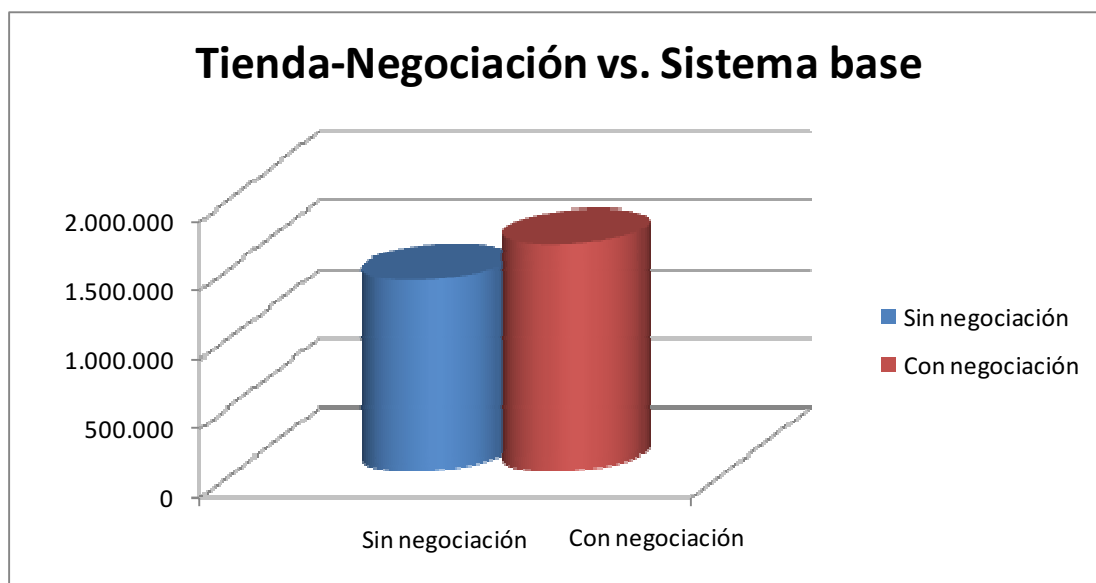


Figura 1: Ingresos de Tienda

Para poder verificar que los beneficios han incrementado ahora se deben tener en cuenta los costes de mantener el inventario, mostrados en la *figura 2*.



Figura 2: Costes de inventario

Finalmente, restando los costes de inventario a los ingresos obtendremos los beneficios totales de las tiendas, en término medio para todas ellas.

El incremento en los beneficios en tienda va a **ascender al 20,26%**. EN la *figura 3* se detalla de manera gráfica este incremento.

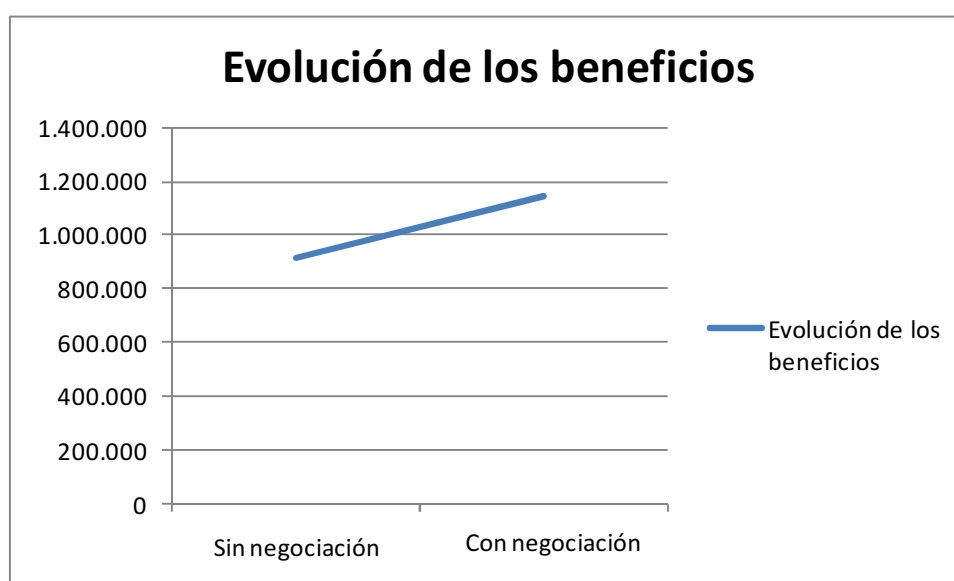


Figura 3: Evolución de los beneficios en las tiendas.

3.2.2 Plataformas y proveedores

Tras reflexionar, previamente a la obtención de los resultados, se puede suponer que al no poder realizar ofertas las plataformas a las tiendas, pero si estas poder recibirlas de los proveedores, la repercusión sobre las plataformas de esta negociación va a ser menor puesto que el sistema *pull* cambia de una manera limitada, modificado simplemente por el mayor número de pedidos de las tiendas, y no en las cantidades de los pedidos. El gasto total se observa en la *figura 4*.

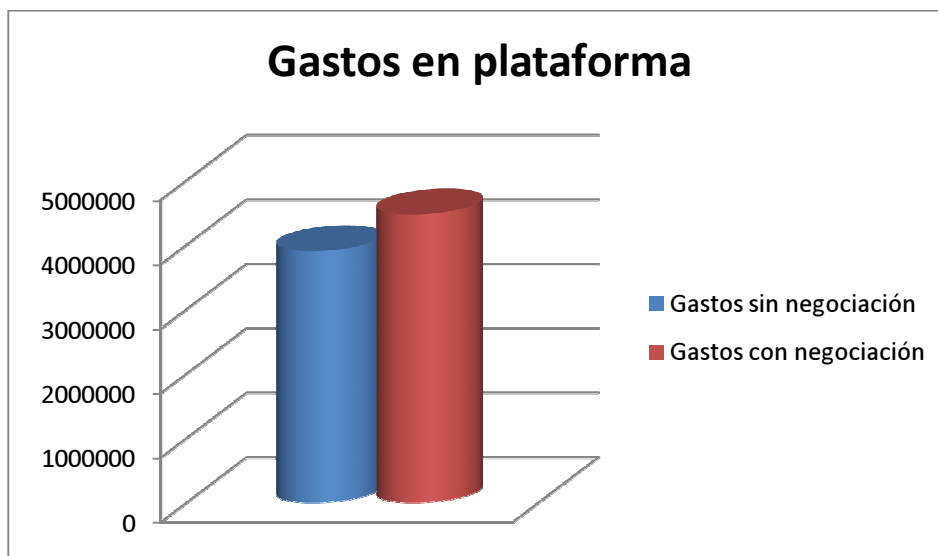


Figura 4: Gastos en plataforma.

La plataforma ha incrementado su gasto en un 23,94%, por los motivos argumentados en el párrafo anterior. Como **conclusión positiva**, resulta de especial relevancia la disminución en el coste de inventario sabiendo que se amplían las ventas en las plataformas. Esto es debido a que se consigue **equilibrar el inventario por el aumento del número de pedidos desde tienda**.

Los proveedores en consecuencia tendrán que aumentar su producción e incrementarán sus ventas. El proveedor va a ser el gran beneficiado, siempre y cuando pueda cubrir la demanda, puesto que a nivel de producción los productos están menos diversificados. Así, el proveedor obtendrá ingresos un 22,9% superiores (en media) al caso en el que no exista negociación.

Conclusiones	Motivos
Incremento de un 20,26% de los ingresos de venta en las tiendas.	Alto crecimiento en las ventas y bajo aumento de los costes de inventario.
Las plataformas consiguen disminuir el coste del inventario con la existencia de ofertas.	Las tiendas aumentan su demanda y además el sistema colaborativo incentiva la fluidez del movimiento de artículos en stock.
Los proveedores incrementan sus beneficios con la existencia de la negociación.	Al realizar la cuenta de “ <i>ingresos-gastos</i> ” para los proveedores, estos salen beneficiados de las negociaciones.
Todos ellos se ven beneficiados, excepto la plataforma, que no se ve beneficiada en términos absolutos, es decir, el coste es algo mayor. Sin embargo, se consigue reducir el coste de inventario.	La negociación permite aumentar los flujos de productos, y la colaboración se encarga de mejorar el mantenimiento de los niveles de stock existentes en cada uno de los 3 agentes vendedores (proveedores, plataformas y tienda).

Tabla 2: Conclusiones Negociación vs. NO Negociación.

4. Variación de márgenes de modificación de precios

4.1. Modelo

Se toma como base el mismo modelo definido en el escenario tres. En este caso interesa realizar cambios en el peso del margen utilizado para la variación de precios, es decir, en que niveles de inventario vamos a subir los precios, en el caso de déficit de inventario, o bajarlos, en el caso de disponer de excedente.

Se puede suponer que aumentar el punto de inventario a partir del cual se produce una de bajada de precios puede producir una bajada en los niveles de confianza depositados sobre los vendedores. Sin embargo, cómo esta situación va a afectar por igual a todos los vendedores, no debería tener un efecto significativo sobre la cadena. A continuación se muestran los datos relevantes al respecto.

4.2. Resultados y Conclusiones

Se considera el lanzamiento con márgenes de modificación: 0,4 – 0,1 – 1,0.

Teniendo como tasa inicial, y como variaciones los otros dos valores se va a observar que efectos surgen sobre la cadena de suministro.

4.2.1. Tiendas

En primer lugar se vuelven a calcular los ingresos obtenidos por las tiendas. En este caso incrementan con el crecimiento de los márgenes de subida de precios. Es lógico si se piensa que se va a seguir vendiendo igual en un mercado en el que no entran a competir nuevos ofertantes. Caso de estudio aparte. Cabría esperar realizar un estudio de mercado en el que se reflejase el “excedente del consumidor”, en el que considerásemos en qué punto este dejaría de comprar. A partir de ahí, calcular el margen óptimo.

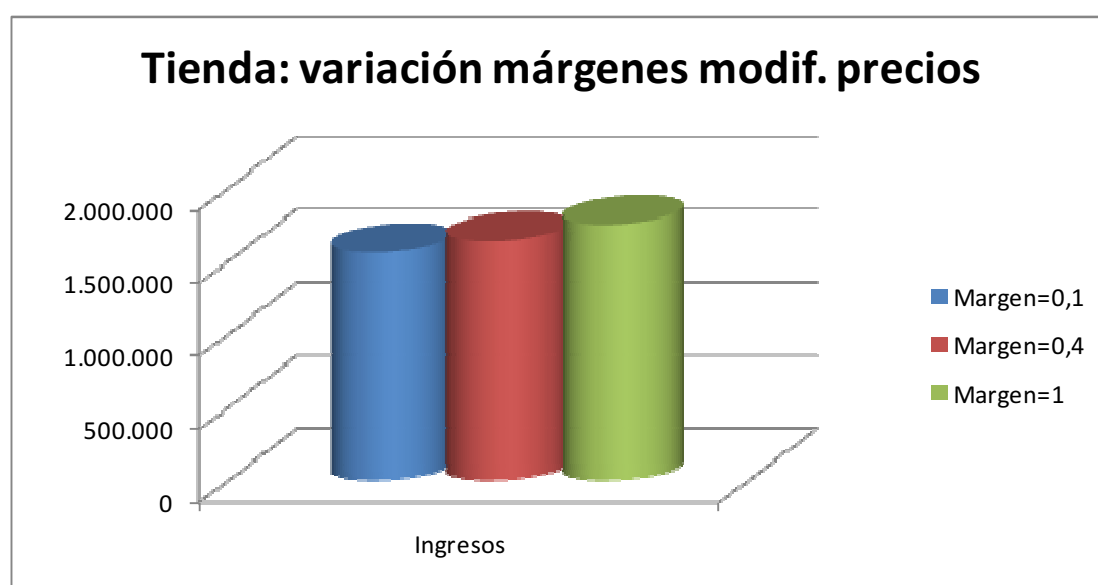


Figura 5: Variación de ingresos por variación de precios

Anexo I: Resultados del Modelo avanzado

En la *tabla 3* se muestra la variación porcentual de ingresos:

Margen	INGRESOS TIENDAS	variación(%)
0,1	1.560.000	-4,807692308
0,4	1.635.000	
1	1.750.000	6,571428571

Tabla 3: Variación de ingresos con respecto a Margen=0,4.

Es de mayor interés observar cómo afecta sobre el coste de inventario en tienda. En la *figura 6* se aprecia cómo disminuye notablemente el coste de mantenimiento del inventario (16,92%). Se piensa que en los dos primeros casos (azul y rojo) la variación es despreciable, y motivada por la aleatoriedad de ciertos aspectos de la simulación.

Por lo tanto aumentar el margen de modificación de precios ayuda a la dinámica de la cadena, y por lo tanto al equilibrio de la cadena en general. Esto quiere decir que con el mantenimiento de los precios durante la mayor parte del tiempo, las diferentes tiendas entran a competir menos, y esto beneficia a que no se tienda al monopolio, si bien es verdad que se vende más caro, a las tiendas individualmente el margen=1 les supone una mejora.

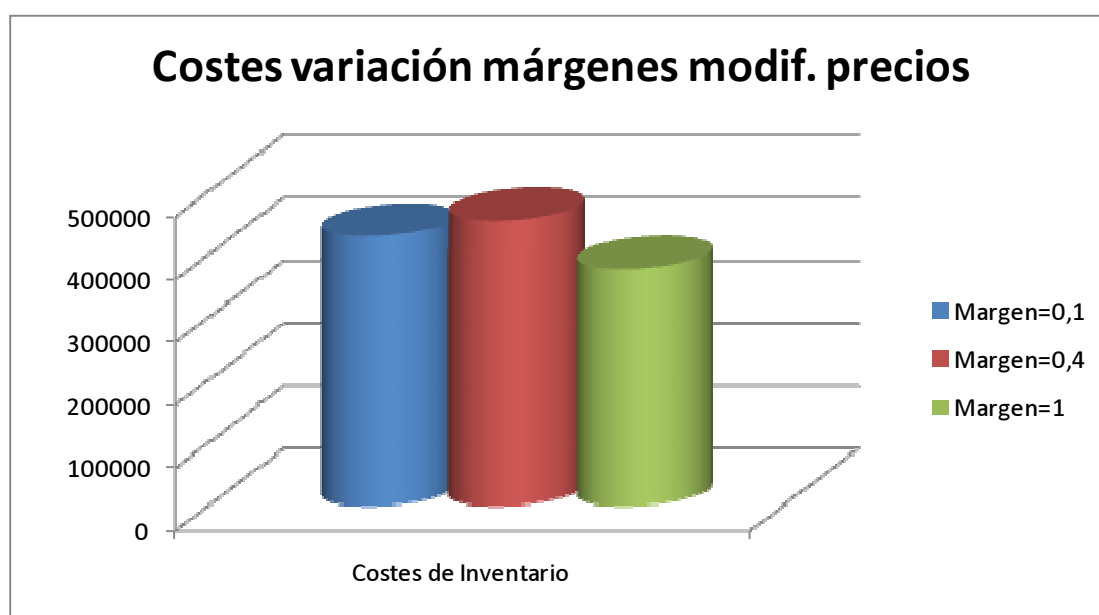


Figura 6: Costes de inventario

Anexo I: Resultados del Modelo avanzado

Cómo conclusión de los cálculos anteriores se deduce que el caso favorable para las tiendas para esta cadena sería el caso en el que el margen es uno. Conociendo estudios reales, podríamos alcanzar el punto óptimo en el que esta situación comienza a ser desfavorable.

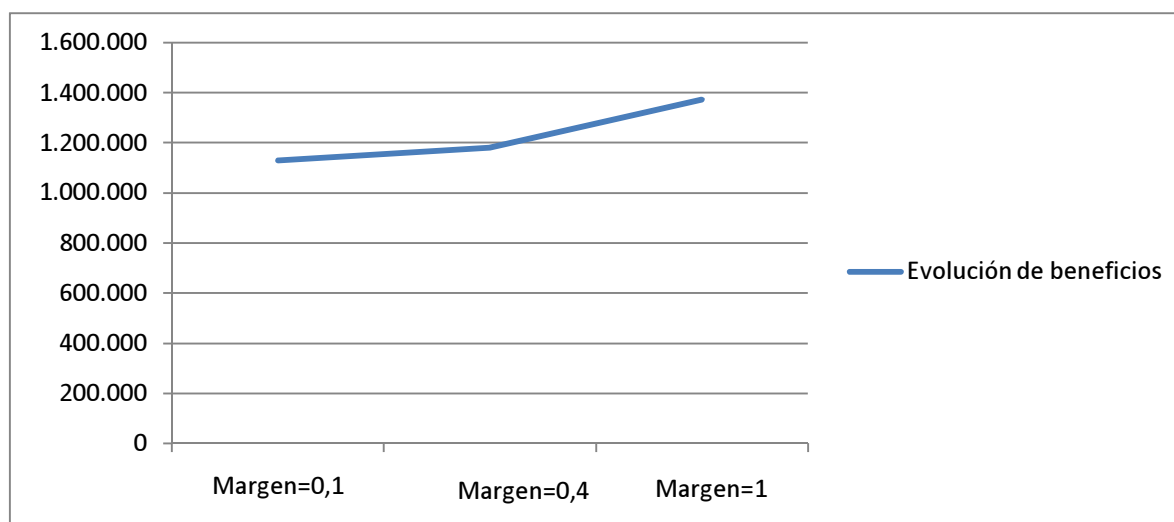


Figura 7: Beneficios.

4.2.2. Plataformas y Proveedores

El efecto sobre las plataformas se muestra la *figura 8*. No existe una gran variación, sobre los gastos de compra a proveedores, es decir, se mantiene el nivel de ventas. En este caso existe una diferencia con las tiendas. La asociación plataforma- tienda, al ser fija, provoca que apenas existan variaciones en el coste de inventario de los distintos agentes.

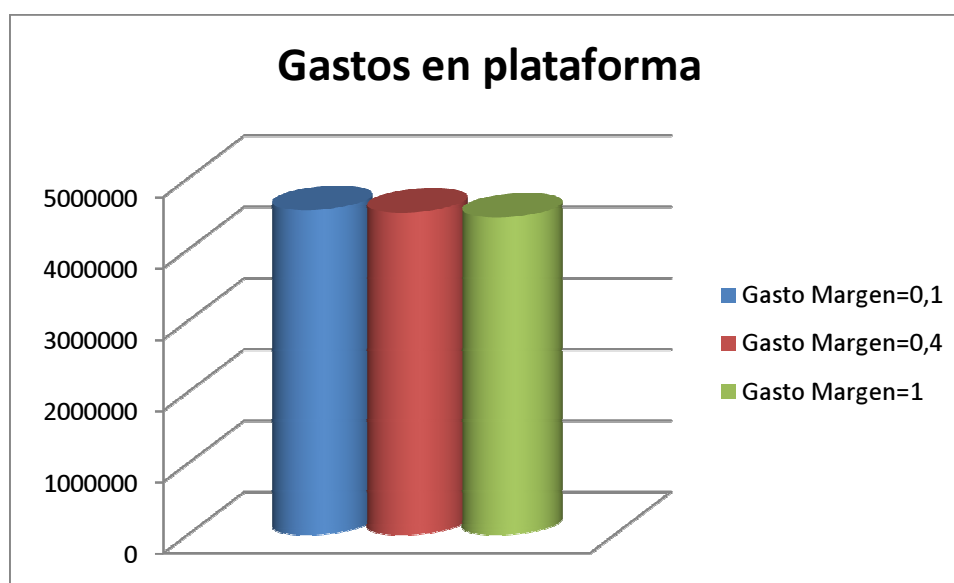


Figura 8: Gasto en plataforma con variación de margen de precios.

Los beneficios obtenidos por el proveedor son parejos en los dos primeros casos, pero debido al incremento en el margen de modificación de precios los proveedores obtendrán niveles menores de ingresos progresivamente y mantendrán sus costes de inventario. En la *figura 8* se observa la evolución de los beneficios. Los productos tipo A son los que mayor influencia ejercen sobre esta

Anexo I: Resultados del Modelo avanzado

situación, ya que los de tipo C se producen de manera monopolística, con lo cual, no generan competencia como estos primeros.

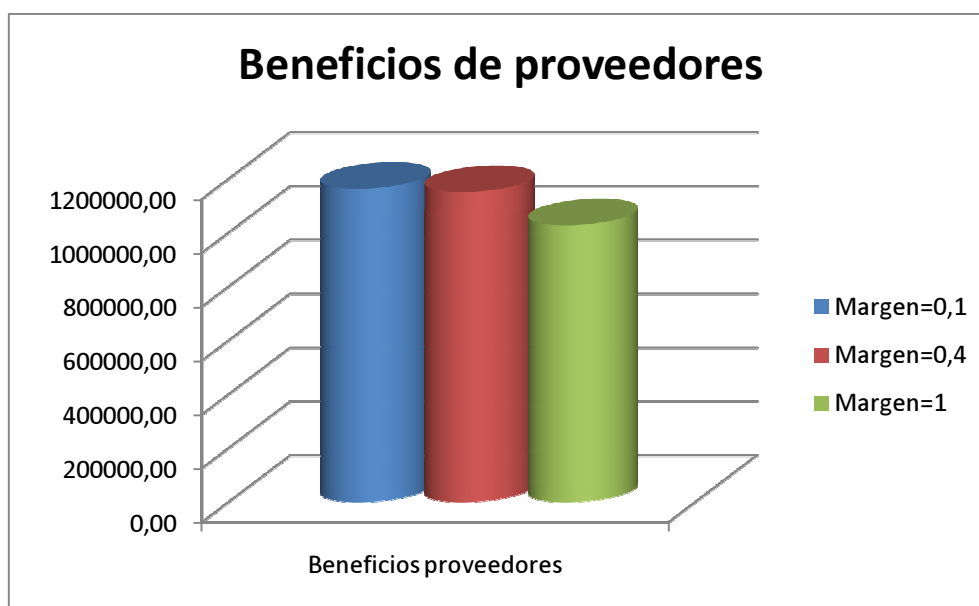


Figura 9: Beneficios de proveedores.

En la *tabla 4* se resumen las conclusiones y los motivos que llevan a ellas.

Conclusiones	Motivos
Evolución positiva de los beneficios en tienda con el incremento de los márgenes de precios.	Subida en los ingresos y bajada de los costes. Conociendo estudios reales, podríamos alcanzar el punto óptimo en el que esta situación comienza a ser desfavorable.
Influencia insignificante sobre los gastos de las plataformas.	Asociación fija plataforma-tienda. Provoca que no exista apenas competencia, y por lo tanto, no influya la variación de precios. Las tiendas les van a tener que seguir comprando a los mismos distribuidores.
Disminuyen los beneficios de los proveedores.	Bajan las ventas y los niveles de inventario se mantienen.

Tabla 4: Conclusiones modificación de margen de precios.

5. Modificación de pesos: Precio y confianza

En este caso se modifica los pesos asignados a que los compradores atribuyan mayor importancia a los precios puntuales, es decir, al precio que hay el día que va a comprar, o a la confianza que se va generando según la disponibilidad y los precios históricos.

5.1. Modelo

Así, se simulan tres situaciones:

1. La experiencia pasada no influye, denominada **Peso Precio**.
2. El peso de confianza y precio son parejos, denominada **Peso Medio**.
3. El peso de la confianza influye un 80% sobre los compradores, denominada **Peso Confianza**.

El resto de parámetros de la cadena se mantiene con la negociación habilitada, así como con un margen de modificación de precios que previamente denominamos como normal (Margen= 0,4).

5.2. Resultados y Conclusiones

Se denominará a los tres casos enumerados previamente como: **Peso Precio**, **Peso Medio** y **Peso Confianza**, respectivamente.

5.2.1. Tiendas

En la *figura 10* están reflejados los ingresos en tiendas derivados de las distintas opciones definidas en el punto anterior. La mejora en cuanto a los ingresos para las tiendas es totalmente favorable a la asignación de un mayor peso a la confianza del cliente sobre las mismas. Es decir, manteniendo un histórico los clientes sobre la evolución del comportamiento y los precios asignados por las tiendas estas se van a ver beneficiadas. Este es un punto muy importante ya que ambas partes quedarían más satisfechas. La subida en los ingresos alcanza un 30% en el caso **Peso Confianza** con respecto al **Peso Medio**.

Si existen ingresos superiores en el caso **Peso Medio** que en el caso **Peso Precio** es debido a que no tener informados a los clientes sobre la evolución del histórico de precios y sobre el comportamiento puede *engañar* su percepción sobre el comprador, y comprar más caro.



Figura 10: Ingresos: Variación de pesos.

En cuanto a los costes de inventario, existe una bajada media del 22% con respecto a los casos más desfavorables. Es de esperar que si se consiguen incrementar las ventas, la rotación de los productos será mayor, y se conseguirán tener niveles de inventario más bajos. Esto puede entrañar un riesgo, la rotura de stock, pero para ello existen unos márgenes de seguridad.



Figura 11: Costes: variación de pesos.

Anexo I: Resultados del Modelo avanzado

Cómo conclusión final, y debido a que los ingresos son más altos y los costes de inventario más bajos, el caso más favorable es aquel en el que mantengo informados a los clientes. Obligando al cliente a ser estudioso con sus compras: dónde comprar y valorar cómo ha sido la experiencia de su compra, mejora la dinámica cliente-tienda.

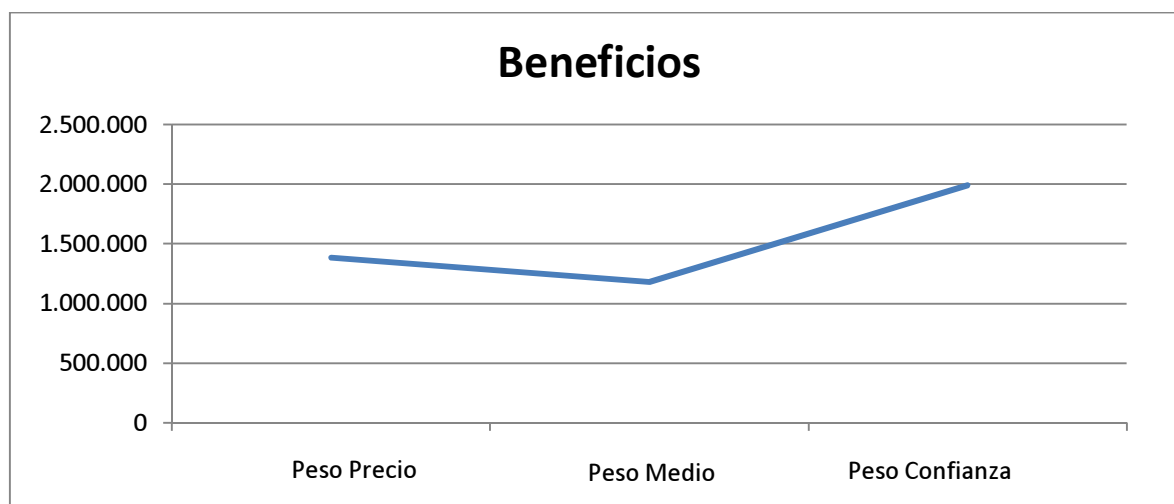


Figura 12: Beneficios.

5.2.2. Plataformas y Proveedores

Las plataformas en el caso Peso Confianza realizan menos gasto en compras, es decir, tienen menos ventas que en los otros dos casos. El dato diferenciador en este caso es el mantenimiento de un coste de inventario mucho menor, hasta un 30%, en el caso de Pesos Medios. La única explicación a esta situación es un incremento en la rotación. Como se observaba en el apartado anterior, los costes de inventario por parte de las tiendas son mayores en el caso medio. Por lo tanto, la plataforma sale beneficiada en el caso medio, pero las tiendas perjudicadas.

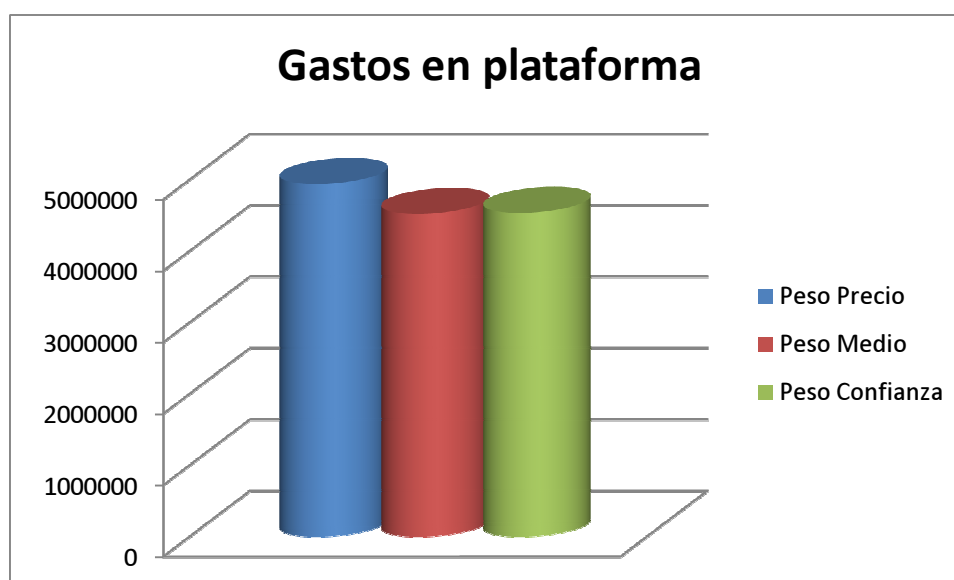


Figura 13: Gastos en plataforma variación de pesos.

Anexo I: Resultados del Modelo avanzado

Entre los ingresos tanto en el caso de **Peso Precio** como en el caso **Peso Medio** no existe diferencia apreciable. Si bien los ingresos en el caso **Peso Confianza** disminuyen un 11,03%. Por otro lado los costes de fabricación son mayores en este último caso.

Para el proveedor sigue siendo beneficioso que sus compradores, en este caso las plataformas, no dispongan de este histórico de confianza y precios anteriores.

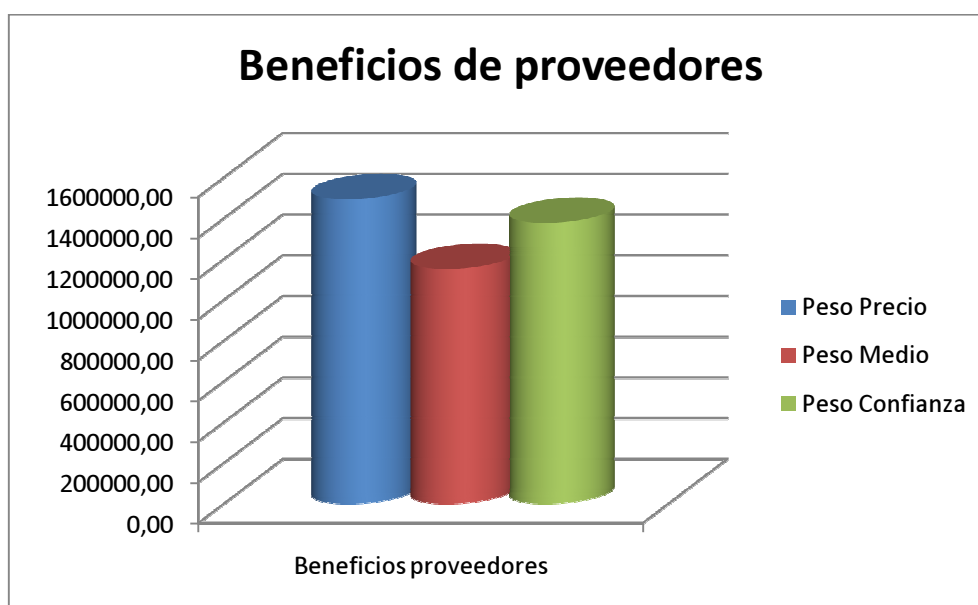


Figura 14: Beneficios de proveedores.

En la *tabla 5* se incluye un resumen de las conclusiones de esta subsección.

Conclusiones	Motivos
Clientes y tiendas se ven beneficiados de otorgarle alta importancia al histórico de confianza.	Se observa en la simulación como los ingresos de las tiendas aumenta, y los costes de inventario disminuyen. Además, el cliente va a poder elegir los mejores precios.
Las plataformas deberán elegir que exista desconocimiento de datos históricos.	Puesto que la tienda, debido a su situación geográfica con respecto a las plataformas, no elegirá dónde comprar.
Los proveedores salen beneficiados de ambos casos extremos, pero en el caso de compartición de ambos tipos de datos, pierde.	Un aumento en los costes de inventario provocan esta situación.

Tabla 5: Conclusiones: Pesos Confianza y Precio.

6. Acciones futuras

En este último apartado se muestran las acciones que no quedan definidas dentro del marco del proyecto pero que consideramos interesantes para poder mejorar y ampliar el sistema de simulación basado en agentes. Se considerarán mejoras tanto funcionales como no funcionales.

6.1. Nuevas propiedades

La siguiente tabla muestra propiedades deseables para añadir al sistema en un futuro. Estas se verían modificadas en función de los requerimientos del cliente.

Propiedad	Descripción
Afinar inventario.	Conseguir que a pesar de estar obteniendo mejores niveles de ingreso, conseguir rebajar en términos absolutos la cantidad de productos en inventario a lo largo del año.
Ejecución distribuida.	Aplicar la ejecución en varias máquinas de las simulaciones, para poder ampliar la cantidad de agentes que intervienen en las mismas. En los resultados básicos no existieron problemas, pero conforme crece la red, los tiempos incrementan considerablemente.
Observar influencia de la rotación de los productos.	¿Qué ocurriría si aplicamos la ejecución sobre todos los productos de tipo A, en el otro extremo, sobre todos los productos de tipo C? ¿Existe la misma repercusión sobre todos ellos?
Limitar la producción.	Hemos estimado un equilibrio en la producción. Para un caso real, sería interesante conocer la capacidad del fabricante.
Conocer la tasa de crecimiento de ventas en épocas de ventas altas.	Por ejemplo, conocer qué tipo de productos son aquellos que más problemas de distribución tienen en épocas navideñas, conocer el entorno del producto, y conseguir establecer un reparto equitativo entre las diferentes tiendas y plataformas. Algo que no ocurre en la realidad.
Realización de estudios de mercado.	A través de estos estudios de mercado permitiría ajustar el precio que estaría dispuesto a pagar el cliente, y así optimizar los precios de venta y en consecuencia los ingresos del vendedor.
Introducir los medios de transporte de mercancías.	Ciertas variables relacionadas con los medios de transporte para el aprovechamiento del espacio de transporte sería un complemento beneficioso.

Tabla 6: Nuevas propiedades.

ANEXO J

Manual de Usuario

Tabla de contenidos

1. Control de cambios.....	223
2. Introducción.....	224
2.1. Propósito.....	224
2.2. Ámbito.....	224
2.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas.....	224
2.4. Referencias.....	224
3. Instalación/desinstalación.....	225
4. Aspecto general.....	228
5. Parametrización.....	230
6. Generación de DataSet, Outputter y Chart.....	231
6.1. Dataset.....	231
6.2. Outputter.....	232
6.3. Chart.....	233
7. Generación de videos.....	237
8. Modos de ejecución.....	238

1. Control de Cambios

Versión	Autor	Fecha	Comentario
1.0	Fernando Sáenz	25/9/2010	

2. Introducción

2.1. Propósito

El propósito de este documento es definir un manual de usuarios con competencia para simular esta aplicación. Se detalla vistas y explicaciones de los pasos a seguir para una correcta simulación. Se explicarán todas aquellas utilidades de las que se ha sacado partido en la realización del proyecto

2.2. Ámbito

El proyecto se ha llevado a cabo dentro del Instituto Tecnológico de Aragón, que es un centro tecnológico de carácter público que, desde Aragón, contribuye a la mejora de la competitividad de las empresas y al progreso sostenible de la sociedad, identificando necesidades, generando soluciones de I+D+i y transfiriendo conocimiento.

Más concretamente, se ha desarrollado dentro del Centro de Conocimiento en TICs aplicadas a la logística, que tiene por objetivo la generación, adaptación, transferencia y difusión de conocimiento en la aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TICs) en la resolución de problemas logísticos, con especial hincapié en la optimización de los procesos y en la integración de agentes en la cadena de suministro, para desarrollar una logística colaborativa y sostenible.

2.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas

Batch: comandos ejecutados en grupo, de forma secuencial, permitiendo automatizar diversas tareas.

Setup: archivo instalador del simulador.

RepastS: Abreviatura para *Repast Symphony*.

2.4. Referencias

- Página oficial de Repast.

<http://repast.sourceforge.net/>

3. Instalación/desinstalación

Existe un Archivo instalador generado con JAVA JRE 6.

Pasos de instalación:

1. *Selección de Idioma.*



Figura 1: Selección de Idioma.

2. *Aceptar los Términos de Licencia.*

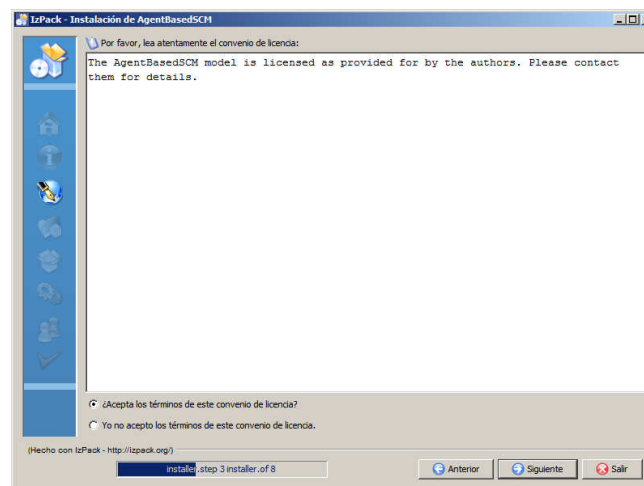


Figura 2: Términos de licencia

3. Seleccionar la ruta de instalación.

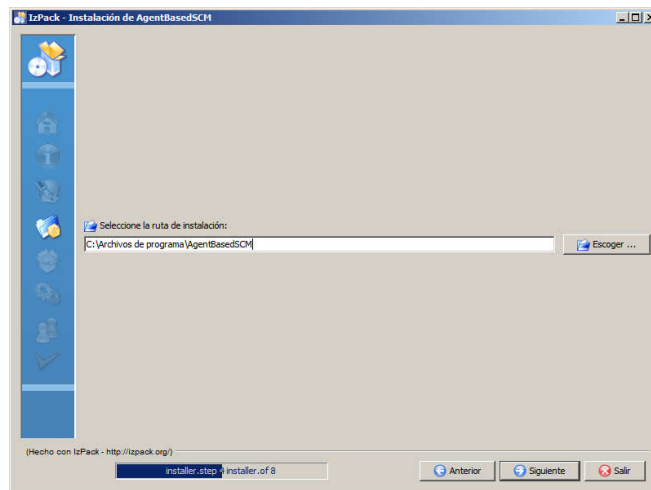


Figura 3: Ruta de instalación

4. Proceso de instalación finalizado.

Finalmente se habrá generado una carpeta, si no la hubiese previamente, en la que se habrá creado un archivo “*start_model.bat*” a partir del cual lanzar la aplicación.

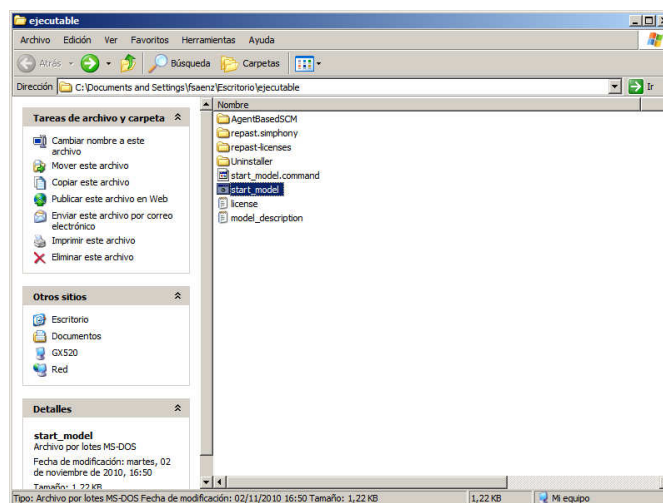


Figura 4: start_model.bat

Para **desinstalar** basta con ejecutar en el archivo con extensión *.jar* residente en la carpeta de instalación:

X:\...\carpeta de instalacion\Uninstaller\uninstaller

Se mostrará la siguiente ventana, teniendo la opción de borrar la carpeta utilizada en la instalación al hacer la desinstalación.

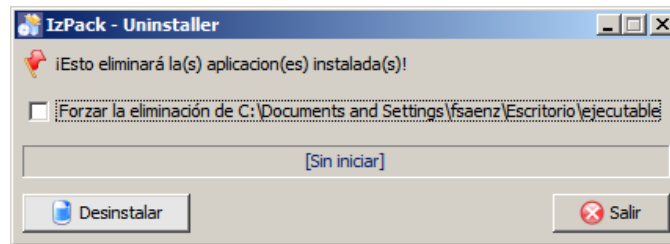


Figura 5: Desinstalador

Página 228

Aspecto general de la aplicación del modelo de simulación.

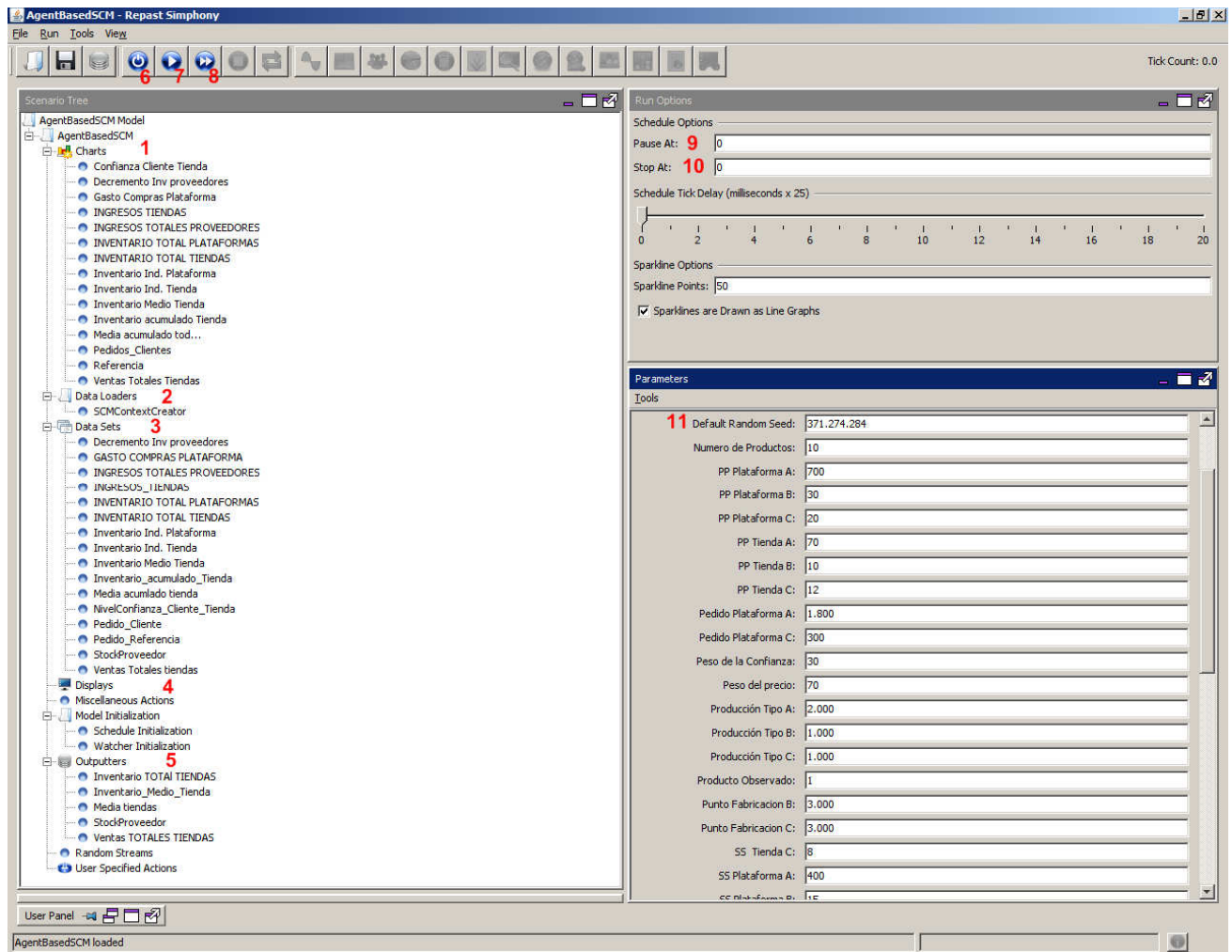


Figura 6: Aspecto General

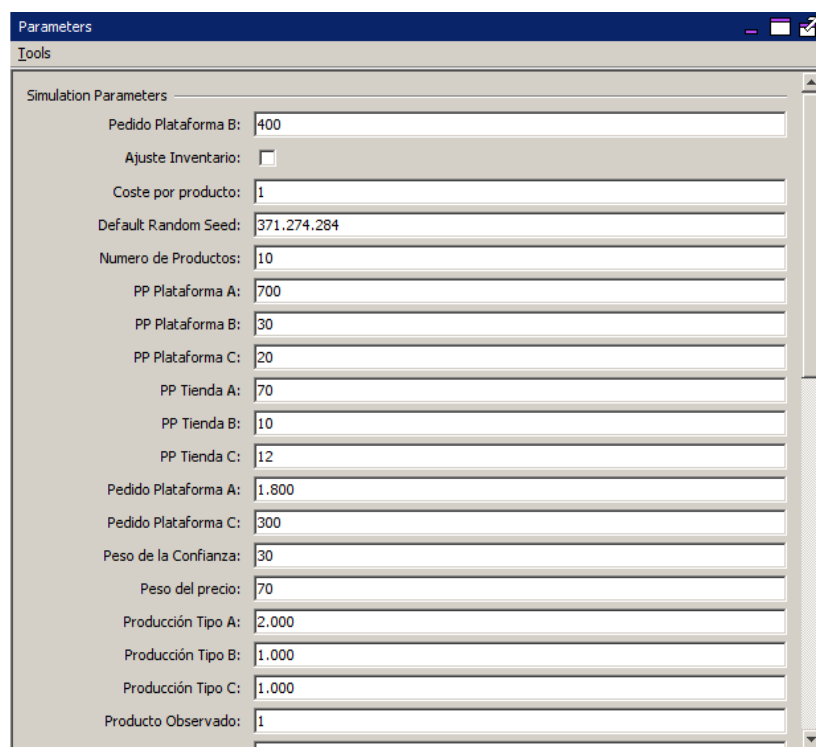
En la página siguiente, en la tabla 1, se muestra el significado de cada anotación numérica.

Número	DESCRIPCIÓN
1. Charts	Gráficas generadas a partir de la colección de datos recogida en los Data Sets.
2. Data Loaders	Contexto del cual se toman los agentes y los conjuntos de datos con capacidad para ser mostrados en el entorno de simulación de RePastS.
3. Data Sets	Repertorio de datos para poder mostrar en las gráficas, o recoger en los outputters.
4. Displays	Gráficos de simulación del modelo.
5. Outputters	Archivos .txt de salida.
6. Power	Establecer los datos de inicio de la simulación. Pre-arranque de la simulación.
7. Play	Lanzamiento de la simulación hasta su finalización.
8. Step	Lanzar en funcionamiento de la simulación manualmente, paso a paso(tick a tick).
9. Pause at	Indicar en qué tick se quiere frenar la simulación
10. Stop	Indicador de parada de la simulación. Se utiliza para simulaciones que no tienen pre-establecido un objetivo de parada.
11. Parameters	Listado de parámetros de inicialización.

Tabla 1: Aspecto General

5. Parametrización

En la *figura 7* se observa un listado parámetros que fueron pre-inicializados al generar el instalador del modelo. Estos pueden ser modificados para adaptar la simulación a nuestras necesidades.



The screenshot shows a software window titled 'Parameters' with a 'Tools' menu. The main area is labeled 'Simulation Parameters' and contains a list of parameters, each with a text input field. The parameters and their values are as follows:

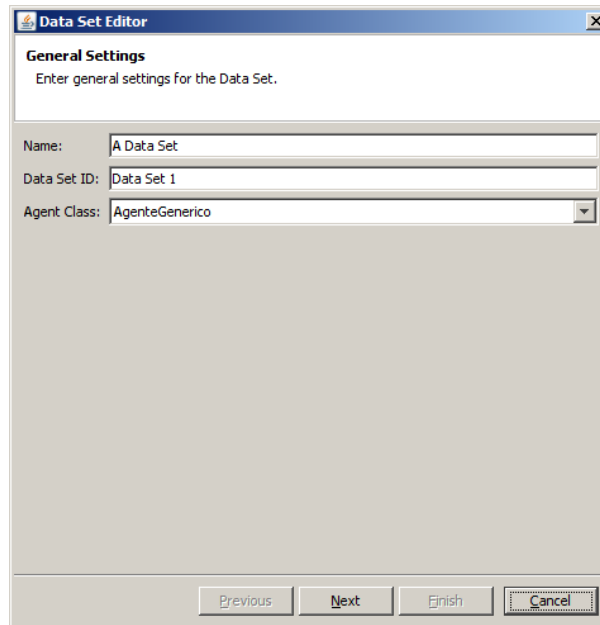
Parameter	Value
Pedido Plataforma B:	400
Ajuste Inventario:	<input type="checkbox"/>
Coste por producto:	1
Default Random Seed:	371.274.284
Numero de Productos:	10
PP Plataforma A:	700
PP Plataforma B:	30
PP Plataforma C:	20
PP Tienda A:	70
PP Tienda B:	10
PP Tienda C:	12
Pedido Plataforma A:	1.800
Pedido Plataforma C:	300
Peso de la Confianza:	30
Peso del precio:	70
Producción Tipo A:	2.000
Producción Tipo B:	1.000
Producción Tipo C:	1.000
Producto Observado:	1

Figura 7: Parametrización

6. Generación de DataSet, Outputter y Chart

6.1. Data Set

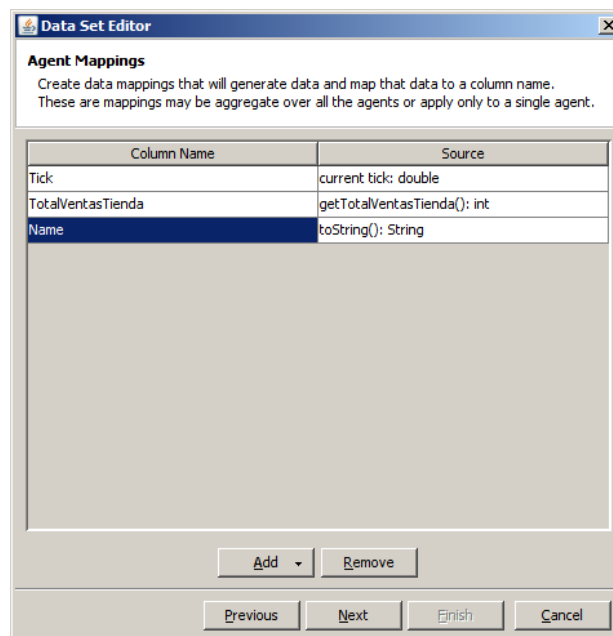
Paso 1: Para generar un DataSet pulsar con botón derecho sobre “DataSet” en el menú ScenarioTree y aparecerá el siguiente menú:



The screenshot shows the 'Data Set Editor' dialog box with the 'General Settings' tab selected. The dialog has a title bar with a close button. Below the title bar, it says 'General Settings' and 'Enter general settings for the Data Set.' There are three input fields: 'Name:' with the value 'A Data Set', 'Data Set ID:' with the value 'Data Set 1', and 'Agent Class:' with a dropdown menu showing 'AgenteGenerico'. At the bottom, there are four buttons: 'Previous', 'Next', 'Finish', and 'Cancel'.

Figura 8: Nombrado de DataSet.

Paso 2: Crear un mapeo de datos. Se podrán agregar los datos de varios agentes o simplemente de un agente.



The screenshot shows the 'Data Set Editor' dialog box with the 'Agent Mappings' tab selected. The dialog has a title bar with a close button. Below the title bar, it says 'Agent Mappings' and 'Create data mappings that will generate data and map that data to a column name. These mappings may be aggregate over all the agents or apply only to a single agent.' There is a table with two columns: 'Column Name' and 'Source'. The table has three rows: 'Tick' with source 'current tick: double', 'TotalVentasTienda' with source 'getTotalVentasTienda(): int', and 'Name' with source 'toString(): String'. The 'Name' row is highlighted. Below the table, there are two buttons: 'Add' and 'Remove'. At the bottom, there are four buttons: 'Previous', 'Next', 'Finish', and 'Cancel'.

Column Name	Source
Tick	current tick: double
TotalVentasTienda	getTotalVentasTienda(): int
Name	toString(): String

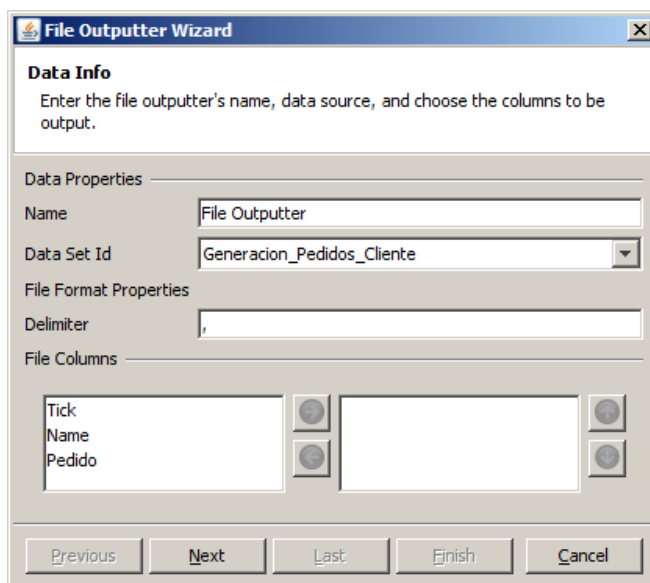
Figura 9: Selección del conjunto de datos.

Pulsando “NEXT” y “FINISH” ha terminado de generar el data set.

6.2. Outputter

En la *figura 10* se introduce en “Name” el nombre del fichero a guardar con los datos de salida, a continuación se selecciona el “Data Set Id”, elegido del Data Set mencionado en el apartado 6.1 y el delimiter será la separación en el archivo generado de los datos para un mismo agente.

Por último podemos elegir que datos queremos que se escriban sobre el fichero en “File Columns”.



The screenshot shows the 'File Outputter Wizard' dialog box. It has a title bar with a close button. The main area is titled 'Data Info' and contains the instruction: 'Enter the file outputter's name, data source, and choose the columns to be output.' Below this, there are four sections: 'Data Properties' with a 'Name' text box containing 'File Outputter' and a 'Data Set Id' dropdown menu showing 'Generacion_Pedidos_Cliente'; 'File Format Properties' with a 'Delimiter' text box containing a comma; and 'File Columns' which has two lists of columns. The left list contains 'Tick', 'Name', and 'Pedido'. The right list is empty. There are arrows between the lists to move items. At the bottom, there are five buttons: 'Previous', 'Next', 'Last', 'Finish', and 'Cancel'.

Figura 10: Outputter.

6.3. Chart

Se pueden generar tres tipos de gráficos (chart):

- 1.- Histograma de tamaño fijo
- 2.- Gráficos de dispersión
- 3.- Histograma con tamaño variable

Estos son los tipos de gráficos existentes (figura 11).

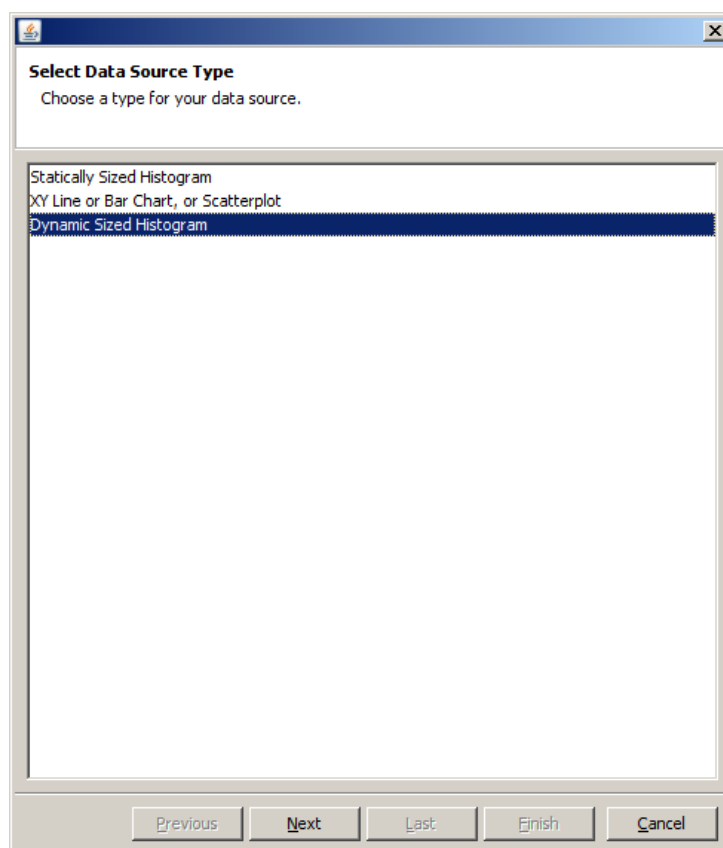


Figura 11: Tipo de gráficos.

Tras elegir el tipo de gráfico, y pulsar siguiente, se elige el data set al igual que con “outputters”.

Sólo queda **configurar una serie de propiedades de la gráfica en función del tipo** de ésta. Muestra en las *figuras de la 12 a la 14*.

Histograma de tamaño fijo:

The screenshot shows a dialog box titled "Bin Information" with a close button (X) in the top right corner. The main text inside says "Select the types of data bins the chart should display." Below this, there are two sections: "Equally Sized" and "Variably Sized".

In the "Equally Sized" section, the radio button "Specify a specific value range." is selected. Below this are three input fields: "Number of Bins", "Minimum Value", and "Maximum Value".

In the "Variably Sized" section, the radio button "Specify a list of bin edges, representing data intervals." is unselected. Below this is a "Bin Edges" input field.

A note is present: "Note - The first value represents the start of the first bin, the second value the start of the second and so on, up to the last value which represents the end of the final bin."

At the bottom, there is a section for "Overflow and Underflow handling" with three radio buttons: "Ignore" (selected), "Add", and "Display".

At the very bottom of the dialog are five buttons: "Previous", "Next" (highlighted with a dashed border), "Last", "Finish", and "Cancel".

Figura 12: Histograma de tamaño fijo.

Gráficos de dispersión:

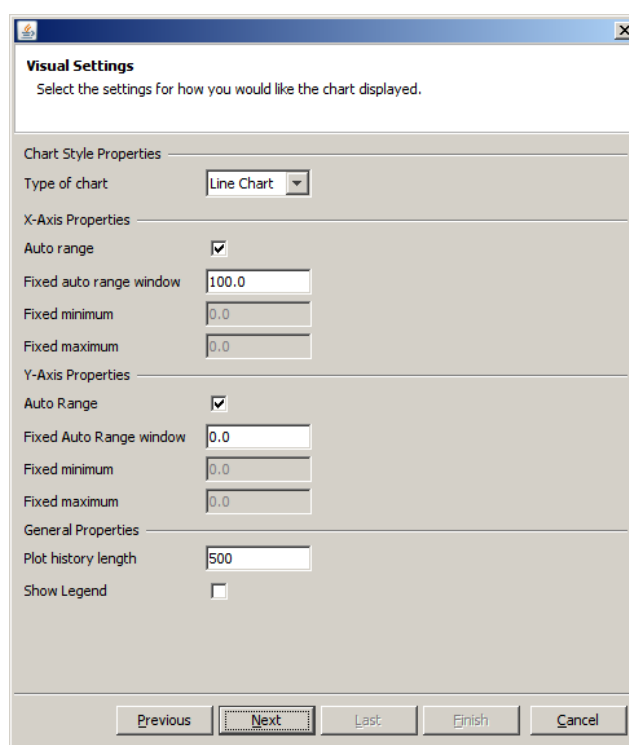
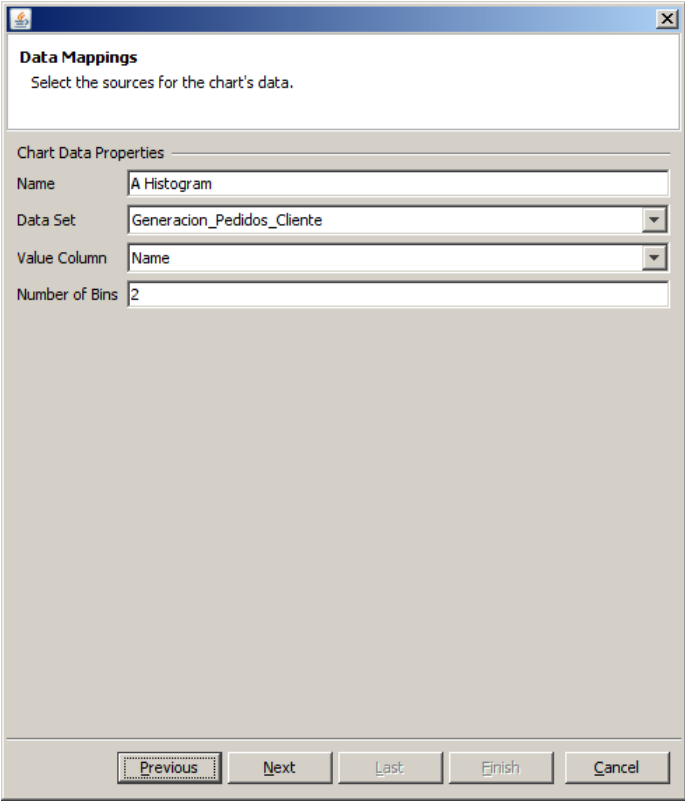


Figura 13: Gráficos de dispersión.

Histograma con tamaño variable:



The screenshot shows a 'Data Mappings' dialog box with a title bar containing a standard window icon and a close button. The main area is titled 'Data Mappings' and contains the instruction 'Select the sources for the chart's data.' Below this is a section titled 'Chart Data Properties' which contains four input fields: 'Name' with the text 'A Histogram', 'Data Set' with a dropdown menu showing 'Generacion_Pedidos_Cliente', 'Value Column' with a dropdown menu showing 'Name', and 'Number of Bins' with the value '2'. At the bottom of the dialog are five buttons: 'Previous' (highlighted with a dashed border), 'Next', 'Last', 'Finish', and 'Cancel'.

Figura 14: Histograma con tamaño variable

7. Generación de vídeos

Durante la ejecución de la simulación se pueden hacer capturas tanto en formato de imagen .png, cómo videos .mov(Quicktime Movie). Se realizan a partir de dos botones que tiene cada una de las gráficas de simulación. Ejemplo en la *figura 15*.

Ejemplo:

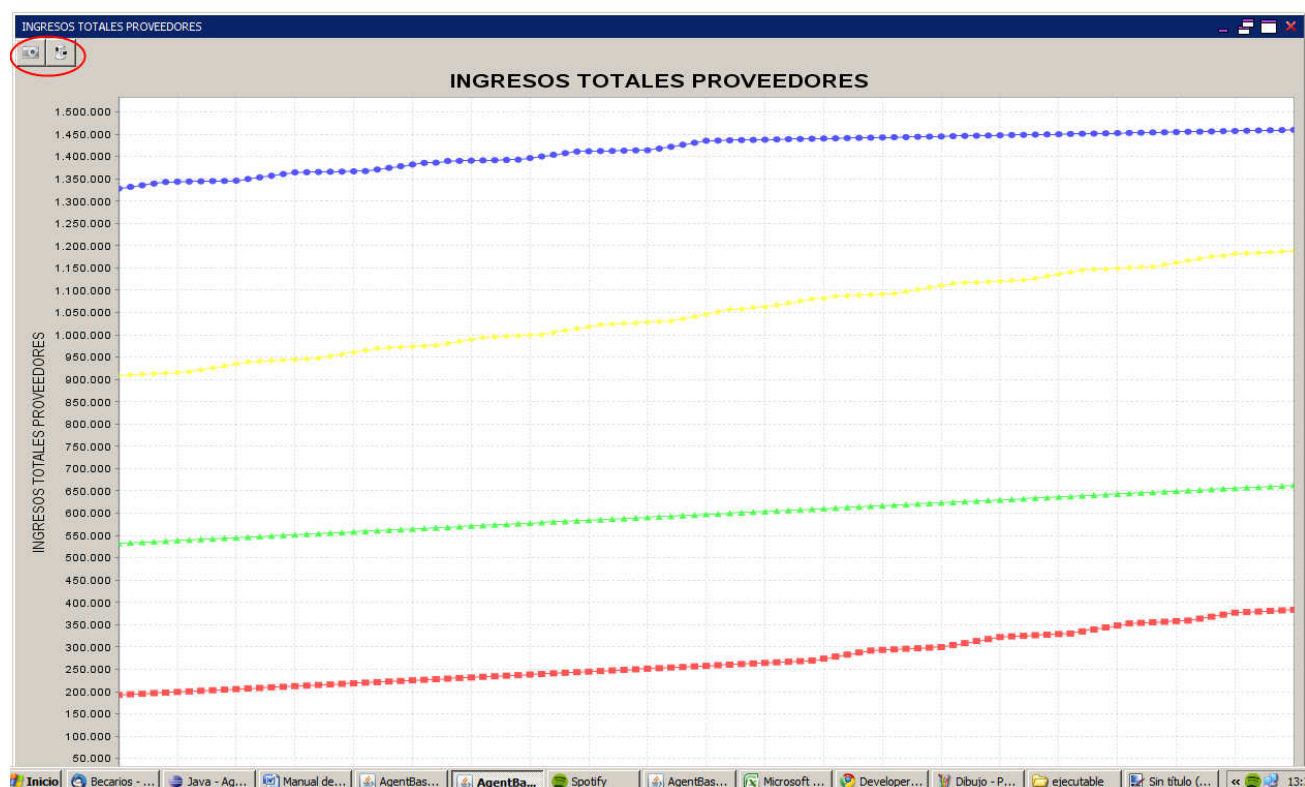


Figura 15: Capturar vídeos.

8. Modos de ejecución

Existen dos formas de ejecución del sistema: ejecución simple y ejecución en batch.

La **ejecución simple** consiste en activar y lanzar una única ejecución desde la interfaz de RepastS, pudiendo establecer el límite de ticks, así como la velocidad de ejecución de cada tick. Ejecución simple marcada en la figura 16.



Figura 16: Barra de botones.

La **ejecución batch** consiste en lanzar varias simulaciones en serie a partir de un archivo *XML* como el mostrado a continuación. Permite establecer los valores de los parámetros de inicio y condicionar su cambio a lo largo de las ejecuciones. Se podrá marcar un máximo de simulaciones a realizar.

<?xml version="1.0"?>							
<sweep runs="4">							
<parameter name="NumeroProveedores" type="constant" constant_type="number" value="4"/>							
<parameter name="NumeroPlataformas" type="constant" constant_type="number" value="2"/>							
<parameter name="NumeroTiendas" type="constant" constant_type="number" value="15"/>							
<parameter name="NumeroClientes" type="constant" constant_type="number" value="30"/>							
<parameter name="PrecioConocido" type="constant" constant_type="number" value="1"/>							
<parameter name="numeroProductos" type="constant" constant_type="number" value="10"/>							
<parameter name="sSTienda" type="constant" constant_type="number" value="120"/>							
<parameter name="sSPlataforma" type="constant" constant_type="number" value="2700"/>							
<parameter name="sSProveedor" type="constant" constant_type="number" value="1000"/>							
<parameter name="pPTienda" type="constant" constant_type="number" value="140"/>							
<parameter name="pPPlataforma" type="constant" constant_type="number" value="3000"/>							
<parameter name="PedidoTienda" type="constant" constant_type="number" value="600"/>							
<parameter name="PedidoPlataforma" type="constant" constant_type="number" value="2000"/>							
<parameter name="TiempoEntregaProveedor" type="constant" constant_type="number" value="1"/>							
<parameter name="ProduccionProveedor" type="constant" constant_type="number" value="200"/>							
<parameter name="productoObservado" type="constant" constant_type="number" value="1"/>							
<parameter name="costePorProducto" type="constant" constant_type="number" value="1"/>							
<parameter name="ofertasTiendaCliente" type="constant" constant_type="boolean" value="false"/>							
<parameter name="ofertasTiendaPlataforma" type="constant" constant_type="boolean" value="false"/>							
<parameter name="ofertasProveedorPlataformas" type="constant" constant_type="boolean" value="false"/>							
</sweep>							

Figura 16: script XML.

También se pueden realizar paradas automáticas y utilizar el **modo Freezedried**, consistente en volcar sobre un fichero los datos resultantes de la simulación para lanzar una nueva simulación a partir de ese punto. La funcionalidad va dirigida a poder **parar una simulación**, guardar los datos en un fichero para poder **retomarla** en otro momento.



Figura 17: Barra de botones.

Se puede encontrar manual de resto de los botones que aparecen con sus funcionalidades y manuales individualizados en la página oficial de RepastS a la que se hace referencia en el *punto 2.4*. En este caso no son necesarios para la ejecución de nuestro modelo y por ello no se considera necesario extender el manual.

