

# Aplicación de las Técnicas de Modelado y Simulación en la Gestión de Incidencias de Servicios TI

Elena Orta<sup>1</sup>, Mercedes Ruiz<sup>1</sup> y Miguel Toro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos  
Escuela Superior de Ingeniería  
C/ Chile, 1

11003 – Cádiz, España

<sup>2</sup> Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática  
Avda. Reina Mercedes, s/n  
41012 – Sevilla, España

{elena.orta, mercedes.ruiz}@uca.es, migueltoro@us.es

**Resumen.** Actualmente, cada vez son más las organizaciones de soporte TI que recurren a ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*) para mejorar la gestión de las incidencias. En este trabajo se presenta un modelo de simulación de eventos discretos aplicado en el ámbito del proceso *Gestión de Incidencias* de ITIL que ayuda a las organizaciones a gestionar adecuadamente las incidencias con el objeto de optimizar el rendimiento y los resultados del proceso y garantizar el cumplimiento de los SLA (*Service Level Agreement*). El modelo permite analizar los efectos de la configuración de los grupos de soporte y de las políticas de gestión de las incidencias en el rendimiento y los resultados del proceso, en el nivel de alcance de los SLA y en la penalización que la organización tendría que asumir por su incumplimiento. Finalmente, se presentan y analizan los resultados que se obtienen con una configuración dada del proceso.

**Palabras clave:** Gestión de servicios TI, Gestión de incidencias, Modelado y Simulación.

## 1 Introducción

En la actualidad, los servicios TI representan una parte fundamental de los procesos de negocio de las organizaciones y el éxito de estas depende de que los servicios que ofrecen se correspondan con los objetivos del negocio y satisfagan las expectativas de los clientes. La importancia que tiene para las organizaciones gestionar adecuadamente sus servicios ha dado lugar a la aparición de nuevos estándares y marcos de trabajo, tales como, ISO/IEC 20000 [1][2], ITIL [3], CMMI-SVC [4] y COBIT [5], entre otros, que ayudan mejorar la gestión de los servicios.

ITIL V3 propone utilizar las técnicas de modelado y simulación como herramientas de ayuda para resolver los problemas que presenta la gestión de servicios y para la mejora de los procesos de gestión.

El propósito fundamental de este trabajo es aplicar las técnicas de modelado y simulación en el ámbito del proceso *Gestión de Incidencias* de ITIL V3. Asimismo, pretende ilustrar los beneficios de utilizar los modelos de simulación como una herramienta de gestión de las incidencias que venga a complementar a las ya existentes. En concreto, se propone un modelo de simulación de eventos discretos que permite analizar los efectos de la configuración de los grupos de soporte y de las políticas de gestión de incidencias en los resultados y el rendimiento del proceso, y en el nivel de alcance de los *SLA* (*Service Level Agreement*) acordados con los clientes. Por otro lado, el modelo permite analizar la penalización que tendría que asumir la organización por el incumplimiento de los tiempos de resolución establecidos.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: el apartado 2 ofrece una visión global del proceso *Gestión de Incidencias*. En el apartado 3 se introducen los conceptos generales de las técnicas de modelado y simulación, y se referencian trabajos actuales que aplican estas técnicas en el ámbito del proceso *Gestión de Incidencias*. En el apartado 4 se describe el caso de estudio en el que se aplica el modelo propuesto, se describen los escenarios que se han simulado y se resumen y analizan los resultados obtenidos. Finalmente, el apartado 5 contiene las conclusiones y trabajos futuros.

## 2 Gestión de Incidencias de los servicios TI

ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*) [3] ofrece un marco de buenas prácticas para la *Gestión de Servicios TI* que sirve como base para una adecuada gestión de servicios, y que es necesario adaptar a las necesidades concretas de cada organización. ITIL V3 estructura los procesos de gestión de servicios en cinco módulos que se corresponden con las fases del ciclo de vida del servicio: *Estrategia del Servicio*, *Diseño del Servicio*, *Transición del Servicio*, *Operación del Servicio* y *Mejora Continua del Servicio*. En este trabajo nos centramos en el estudio del proceso *Gestión de Incidencias* del módulo *Operación del Servicio*.

El objetivo principal del proceso *Gestión de Incidencias* de ITIL V3 [6] es solucionar las incidencias que provoquen una interrupción en el servicio de la manera más rápida y eficaz posible, sin preocuparse de analizar las causas que la han provocado sino exclusivamente de restaurar el servicio. Una incidencia [7] es “*cualquier evento que no forma parte de la operación estándar de un servicio y que causa, o puede causar, una interrupción o una reducción de la calidad del mismo*”.

El proceso *Gestión de Incidencias* presenta una serie de problemas entre los que destacan los siguientes: el alto grado de incertidumbre que existe en la predicción de las incidencias, la dificultad para estimar los efectos del dimensionamiento de los grupos de soporte y de la configuración de las políticas de gestión de incidencias en los resultados del proceso y en el alcance de los *SLA*, el elevado coste de realizar experimentaciones reales y la complejidad del proceso de toma de decisiones para la mejora de la gestión de las incidencias, entre otros. Las organizaciones, por tanto, necesitan disponer de técnicas y herramientas que les ayuden a resolver estos problemas y a tomar decisiones para la mejora del proceso. En los siguientes

apartados nos centramos en la aplicación de las técnicas de modelado y simulación en el contexto del proceso *Gestión de Incidencias*.

### **3 Simulación y Gestión de Incidencias de los servicios TI**

Las técnicas de modelado y simulación son valiosas herramientas que han venido utilizándose históricamente para la mejora de los procesos de la Ingeniería del Software [8] y actualmente también se aplican en el ámbito de los procesos de Gestión de Servicios TI [9]. En este apartado se introducen los conceptos generales de las técnicas de modelado y simulación, y se referencian algunos trabajos actuales que aplican la simulación en el contexto del proceso *Gestión de Incidencias*.

#### **3.1 Conceptos generales de modelado y simulación**

Un *modelo de simulación* es un modelo matemático que representa de forma simplificada un sistema complejo y cuyas ecuaciones se resuelven mediante la simulación. Estos modelos permiten experimentar diferentes decisiones y analizar sus resultados en sistemas donde el coste o el riesgo de una experimentación real es muy elevado. El objetivo común de los modelos de simulación es proporcionar mecanismos para la experimentación, predicción del comportamiento, resolución de preguntas del tipo *¿Qué pasaría si...?* y aprendizaje del sistema representado, entre otros.

Existen diferentes enfoques de simulación, tales como, simulación de eventos discretos, sistemas dinámicos o simulación continua, simulación basada en agentes y enfoques híbridos que integran más de un enfoque de simulación para la obtención del modelo. El enfoque más adecuado en cada caso concreto dependerá de las características del problema que se quiere resolver mediante la simulación.

#### **3.2 Trabajos relacionados**

Entre los trabajos actuales que proponen aplicar las técnicas de modelado y simulación en el ámbito del proceso *Gestión de Incidencias* se encuentran los siguientes: En [10] se propone un modelo de simulación de eventos discretos realizado con el entorno de simulación SIMPROCESS, cuyo propósito es optimizar el funcionamiento del *HelpDesk* (número de operadores y tiempo de trabajo de los operadores). En [11] se presenta SYMIAN, un modelo de simulación de eventos discretos que permite evaluar las principales métricas de comportamiento del proceso. El objetivo principal del modelo es minimizar el tiempo de interrupción del servicio con la restricción de conservar el número de operadores que tiene la organización. El modelo permite simular diferentes estrategias de reorganización de los operadores en los *Grupos de Soporte*, y ayuda a determinar la estrategia que maximiza el número medio de incidencias cerradas diariamente y minimiza el tiempo medio de resolución. De manera complementaria, en [12] se presenta HANNIBAL, una herramienta que

utiliza SYMIAN y permite analizar el alineamiento de las políticas de gestión de incidencias activas en la organización con los objetivos de negocio.

En el apartado 4.2 se describe el modelo de simulación de eventos discretos que se propone en el presente trabajo. La principal aportación de este modelo respecto de las propuestas de los trabajos referenciados anteriormente, es que permite analizar el comportamiento, los resultados y el rendimiento del proceso variando tanto composición del *Service Desk* y de los *Niveles de Soporte*, como la configuración de las políticas de gestión de incidencias. En concreto se han considerado políticas que determinan la severidad y la prioridad de las incidencias, políticas que determinan el grupo de soporte al que se asigna la incidencia y políticas que determinan el nivel y el grupo de soporte al que se escala la incidencia cuando se superan los tiempos de escalado establecidos. Por otro lado, el modelo también permite establecer valores diferentes de los parámetros de los *SLA* en función de la prioridad de la incidencia y el tipo de cliente: *clientes oro* y *clientes normales*. El análisis de los resultados obtenidos en las simulaciones del modelo ayudará a los gestores a tomar decisiones que les permitan optimizar los resultados y el rendimiento del proceso, así como garantizar el cumplimiento de los *SLA* establecidos.

## 4 Caso de estudio

En este apartado se describe el caso de estudio en el que se enmarca el modelo propuesto y se explican las características del mismo. Asimismo, se describen los escenarios que se han simulado, y se recogen y analizan los resultados obtenidos.

### 4.1 Descripción del Problema

Para el propósito de nuestro estudio hemos considerado una organización de soporte TI que tiene un *Service Desk* compuesto de dos grupos de soporte, *Analistas* y *Operadores*, y dos *Niveles de Soporte* formados por grupos de soporte especializados en resolver las incidencias de determinadas categorías. Los *Analistas* del *Service Desk* son los encargados de recepcionar y registrar la incidencia, analizarla y determinar la severidad y prioridad de ésta en función de las políticas de severidad y priorización establecidas en la organización. A continuación, en función de la prioridad de la incidencia, el tipo de cliente (*clientes tipo oro* y *clientes normales* en nuestro caso de estudio) y la política de asignación a los grupos de soporte activa en la organización, se determina el grupo soporte al que se asigna la incidencia. En el caso de que el grupo de soporte asignado no pueda resolver la incidencia en el tiempo establecido (*tiempo de escalado*), la incidencia se escala a un grupo de soporte de un *Nivel de Soporte* superior que se determina en función de la política de escalado establecida en la organización.

En este contexto, la estructura de la organización de soporte TI y las políticas de gestión de incidencias implantadas determinan el rendimiento y los resultados del proceso, el grado de cumplimiento de los *SLA* que la organización firma con sus clientes y la penalización que la organización tendría que asumir por el incumplimiento de los *SLA*. El objetivo fundamental de este trabajo es presentar un

modelo de simulación que permite analizar los efectos de la configuración de los grupos de soporte del *ServiceDesk* y de los *Niveles de Soporte*, así como de las políticas de gestión de incidencias en los resultados que se obtienen. A continuación se describe la estructura de la organización, las políticas de gestión de incidencias y los parámetros de los *SLA* considerados en el caso de estudio.

#### 4.1.1 Estructura de la organización de soporte TI

La organización considerada en el caso de estudio tiene un *Service Desk* con dos grupos de soporte, *Analistas* y *Operadores*, un *Nivel de Soporte 1* con 10 grupos de soporte (Gs1:Gs10) y un *Nivel de Soporte 2* con 5 grupos de soporte (Gs11:Gs15). Cada grupo de soporte se asigna a uno de los turnos de trabajo establecidos en la organización (mañana, tarde o noche).

#### 4.1.2 Políticas de gestión de incidencias

Las políticas de gestión de incidencias que se han considerado son las siguientes:

**a) Políticas de severidad.** Determinan la severidad de la incidencia en función de la urgencia y el impacto de ésta en la organización [6]. En las Tablas 1 y 2 se describen las políticas consideradas en el caso de estudio. Por ejemplo, con la *Política 1* a una incidencia de urgencia 1 (*U1*) e impacto 2 (*I2*) le corresponde una severidad 2 (*S2*). Las incidencias más severas toman el valor *S1* y las menos severas el valor *S4*.

**Tabla 1.** Política de severidad 1

	I1	I2	I3
U1	S1	S2	S3
U2	S2	S3	S4
U3	S3	S4	S4

**Tabla 2.** Política de severidad 2

	I1	I2	I3
U1	S1	S1	S2
U2	S2	S3	S4
U3	S3	S4	S4

**b) Políticas de priorización.** Determinan la prioridad de la incidencia en función del tipo de cliente y la severidad de la incidencia. En las Tablas 3 y 4 se muestran las políticas de priorización consideradas en el caso de estudio. Por ejemplo, con la *Política 1* a una incidencia de un cliente tipo oro y severidad 2 (*S2*) le corresponde una prioridad 1 (*P1*). Las incidencias más prioritarias toman el valor *P1* y las menos prioritarias el valor *P4*.

**Tabla 3.** Política de priorización 1

Tipo Cliente	S1	S2	S3	S4
Oro	P1	P1	P3	P3
Normal	P2	P2	P4	P4

**Tabla 4.** Política de priorización 2

Tipo Cliente	S1	S2	S3	S4
Oro	P1	P1	P3	P4
Normal	P1	P2	P3	P4

**c) Políticas de asignación a los grupos de soporte.** Determinan el grupo de soporte al que se asigna la incidencia. Se han considerado cuatro políticas diferentes:

- *Política 1:* asignación aleatoria a cualquiera de los grupos de soporte activos que tenga operadores libres. Si ninguno tiene operadores libres se asigna al grupo de soporte que tenga menos incidencias en la cola de espera.

- *Políticas 2, 3 y 4*: asignación aleatoria a cualquiera de los grupos de soporte activos especializados en la categoría de la incidencia que tenga operadores libres. Si ninguno de ellos tiene operadores libres, la *Política 2* asigna la incidencia al grupo de soporte que tenga menos incidencias en la cola de espera, la *Política 3* a cualquiera de los grupos de soporte y la *Política 4* al grupo de soporte que tenga el menor tiempo medio de resolución de las incidencias.

**d) Políticas de escalado.** Determinan el nivel de soporte al que se escala la incidencia si el grupo de soporte asignado no la resuelve en el tiempo establecido (*tiempo de escalado*). Con la política de escalado considerada en el caso de estudio las incidencias se escalan desde los *Analistas* a los *Operadores* del *Service Desk*, desde los *Operadores* del *Service Desk* al *Nivel de Soporte 1* y desde el *Nivel de Soporte 1* al *Nivel de Soporte 2*. Asimismo, esta política también determina los tiempos de escalado y las políticas de asignación a los grupos de soporte que se aplicarán cuando se escalan las incidencias.

#### 4.1.3 Parámetros del SLA

Tomando como referencia las recomendaciones de ITIL V3 [6], se han considerado los siguientes parámetros de los *SLA*:

- *Tiempo Resolución Máximo (TRM)*: tiempo máximo que puede transcurrir entre la recepción de una incidencia y su resolución.
- *Porcentaje Incidencias Resueltas TRM*: porcentaje mínimo de incidencias que hay que resolver sin sobrepasar el tiempo máximo de resolución acordado.
- *Penalización TRM*: penalización que la organización tendría que asumir por el incumplimiento del parámetro *Porcentaje Incidencias Resueltas TRM*.

Los valores de estos parámetros se establecen en función del tipo de cliente (*clientes tipo oro* y *clientes normales*) y la prioridad de la incidencia, siendo los más restrictivos los acordados para las incidencias más prioritarias de los clientes tipo oro (véase ejemplo de la Tabla 6).

## 4.2 Construcción del modelo de simulación

En este apartado se describe el modelo de simulación siguiendo la propuesta de Kellner para describir modelos de simulación [13] y la metodología de Martínez y Richardson [14]. La implementación y simulaciones del modelo se han realizado utilizando la herramienta de simulación multiparadigma AnyLogic<sup>TM</sup> [15].

### 4.2.1 Enfoque de simulación

Atendiendo a la problemática descrita en el apartado anterior, se ha construido un modelo de simulación con la finalidad de que ayude a las organizaciones TI a decidir qué política de gestión de incidencias y qué configuración de los grupos de soporte es más adecuada respecto del cumplimiento de los *SLA*. Para poder tomar este tipo de decisiones es necesario representar las actividades del proceso de gestión de incidencias, la secuencia en la que éstas se realizan, los recursos que utilizan, el tiempo que tardan en realizarlas y cómo fluyen las incidencias a través de la secuencia

de actividades. Asimismo, es necesario tratar cada incidencia de manera independiente y gestionar la asignación de recursos a los grupos de soporte. La simulación de eventos discretos permite modelar estos aspectos y por ello es el enfoque de simulación utilizado en la construcción del modelo.

#### **4.2.2 Ámbito y propósito del modelo**

El *ámbito* del modelo es el proceso *Gestión de Incidencias* de ITIL V3. El *propósito* del modelo es ayudar a la organización a configurar los grupos de soporte del *Service Desk* y de los *Niveles de Soporte*, y a gestionar las incidencias recibidas por parte de los clientes para optimizar los resultados y el rendimiento del proceso, así como garantizar el cumplimiento de los *SLA* establecidos. La organización cumplirá los *SLA* siempre que el porcentaje de incidencias resueltas en el tiempo de resolución establecido sea mayor o igual al especificado en el parámetro *Porcentaje Incidencias Resueltas TRM* de los *SLA*. Por otro lado, el modelo también permite estudiar la penalización que la organización tendría que asumir por el incumplimiento de los tiempos de resolución máximos establecidos.

#### **4.2.3 Parámetros de entrada**

Los parámetros de entrada permiten configurar los escenarios de simulación. Dado el elevado número de parámetros de entrada del modelo, a continuación se describen de forma general y se clasifican en las siguientes categorías:

- a) **Parámetros de configuración de los clientes:** tasa de incidencias recibidas y parámetros de los *SLA* (véase apartado 4.1.3).
- b) **Parámetros de configuración de los grupos de soporte:**
  - Número de personas que trabajan en cada grupo de soporte del *Service Desk* y de los *Niveles de Soporte 1* y *2*.
  - Categorías de las incidencias en las que están especializadas las personas que trabajan en cada grupo de soporte.
  - Parámetros que permiten definir la duración de las actividades de análisis y priorización de incidencias, y los tiempos que cada grupo de soporte emplea para resolver las incidencias en función de la categoría y prioridad de las mismas. Para esta información se proporcionan tres estimaciones del tiempo de trabajo: a) *Tiempo mínimo*, b) *Tiempo medio* y c) *Tiempo máximo*, que se utilizan, en tiempo de simulación, para calcular el tiempo real de trabajo atendiendo a una distribución triangular de probabilidad.
  - Porcentaje de incidencias que los grupos de soporte del *Service Desk* y del *Nivel de Soporte 1* pueden resolver sin escalar las incidencias.
- c) **Parámetros de configuración de las políticas de gestión de incidencias:** parámetros que permiten definir las políticas de gestión de incidencias consideradas en el caso de estudio (véase el apartado 4.1.2) y seleccionar las políticas establecidas en la organización.

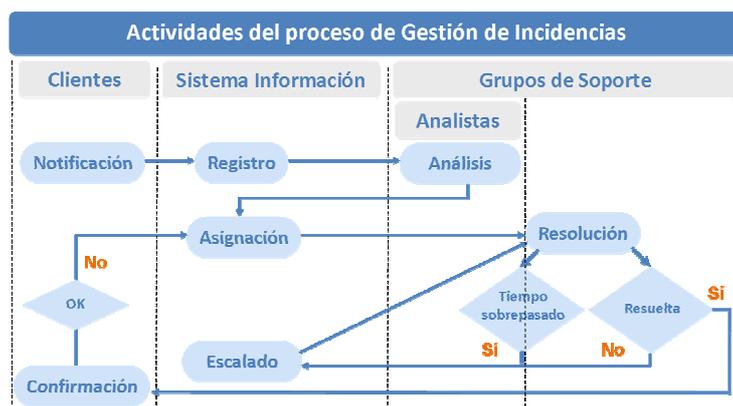
#### **4.2.4 Variables de salida**

Las principales variables de salida que proporcionan información respecto del propósito del modelo pueden agruparse en las siguientes categorías:

- a) **Indicadores de comportamiento:** permiten estudiar las incidencias recibidas por el proceso y las que se ha sido capaz de resolver. Estas variables proporcionan esta información según los niveles de agregación: tipo de cliente, prioridad de la incidencia, y tipo de cliente y prioridad de incidencia.
- b) **Indicadores de resultados:** permiten analizar los niveles de cumplimiento de los objetivos definidos en los *SLA*. En concreto, proporcionan información respecto del porcentaje de incidencias resueltas en el tiempo máximo de resolución acordado y la penalización que tendría que asumir la organización por el incumplimiento de los *SLA*, según los niveles de agregación: total y tipo de cliente.
- c) **Indicadores de rendimiento:** permiten evaluar los niveles de rendimiento de los grupos de soporte: tamaño de la cola de espera, número de operadores libres y nivel promedio de utilización de cada grupo de soporte.

#### 4.2.5 Modelo conceptual

En este apartado se describen las actividades principales del proceso *Gestión de Incidencias* que se muestran en la Figura 1.



**Fig. 1.** Actividades del proceso *Gestión de Incidencias*

1. *Notificación.* El *Cliente* notifica a la organización la incidencia.
2. *Registro.* El *Sistema de Información* registra la incidencia y la asigna a los *Analistas* del *Service Desk*.
3. *Análisis Inicial.* Los *Analistas* del *Service Desk* realizan un análisis inicial de la incidencia y determinan su severidad y prioridad.
4. *Asignación.* El *Sistema de Información* decide, en función de la prioridad de la incidencia y el tipo de cliente, a qué *Nivel de Soporte* asignar la incidencia. Como resultado de esta actividad, la incidencia será dirigida a los *Analistas* u *Operadores* del *Service Desk*, o a alguno de los *Niveles de Soporte*. En este último caso, el *Sistema de Información* aplicará la política de asignación a los grupos de soporte implantada para decidir a qué grupo de soporte asignar la incidencia.
5. *Resolución.* Pueden producirse las siguientes situaciones: a) el *Grupo de Soporte* tiene operadores disponibles que resuelven la incidencia y b) el *Grupo de Soporte*

tiene operadores disponibles pero no pueden resolver la incidencia o se sobrepasa el tiempo máximo de espera establecido. -

6. *Escalado*. El *Sistema de Información*, utilizando la política de escalado y la política de asignación a los grupos de soporte establecida, asigna la incidencia a un *Grupo de Soporte* de un *Nivel de Soporte* superior.
7. *Confirmación*. Si la incidencia se ha resuelto correctamente, el *Cliente* la confirma. En caso contrario, el *Sistema de Información* la reasigna a un *Grupo de Soporte*.

Estas actividades se han formalizado mediante clases que permiten almacenar la información de la incidencia (*IncidenceRequest*) y modelar las actividades del proceso: la notificación de las incidencias y el registro en el *Sistema de Información* de los datos proporcionados por los clientes (*Source*), las actividades que realizan los grupos de soporte (*Service*), el número de operadores disponibles en los grupos de soporte (*ResourcePool*), la resolución de las incidencias por los grupos de soporte (*SelectOutput*), la asignación inicial de las incidencias a los *Analistas* del *Service Desk*, el escalado de las incidencias (*Enter* y *Exit*) y la confirmación por parte de los clientes de que las incidencias se han resuelto satisfactoriamente (*Sink*).

### 4.3. Verificación y validación del modelo

De acuerdo con la propuesta de [16] y [17], se han realizado los siguientes tests para comprobar la corrección del modelo:

- *Tests de verificación de la corrección y consistencia: Tests de consistencia dimensional* (verifican que las dimensiones de las variables son consistentes y las unidades correctas), *Tests de consistencia sintáctica* (verifican que las ecuaciones que dirigen el comportamiento del modelo no tienen errores sintácticos) y *Tests de validación semántica* (verifican que las ecuaciones que dirigen el comportamiento del modelo no tienen errores semánticos). Estos tests se han realizado mediante las utilidades que proporciona AnyLogic™.
- *Tests de validación de la estructura: Tests de confirmación de parámetros* (evalúan los parámetros de entrada frente al conocimiento del mundo real) y *Tests de sensibilidad del comportamiento* (determinan los parámetros a los que el modelo es especialmente sensible). Para la realización de estos tests se ha utilizado información obtenida de la literatura [6], [11] y [12], así como los resultados de la experimentación del modelo.

### 4.4. Simulaciones del modelo

En este apartado se presentan y analizan los resultados obtenidos en las simulaciones realizadas a partir de una configuración dada del proceso.

#### 4.4.1 Configuración de parámetros de entrada para el caso de estudio

Las simulaciones se han realizado considerando la configuración del proceso definida mediante los valores de los parámetros de entrada del modelo que a continuación se

indican. Estos valores se han definido tomando de referencia datos de organizaciones de soporte TI [12] y las recomendaciones de ITIL V3 [6].

**a) Parámetros de configuración de clientes**

Se ha considerado una tasa de recepción de incidencias de 50 incidencias/hora y los parámetros de los SLA que se indican en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Parámetros de los SLA de *clientes oro* y *clientes normales*

Prioridad	Tiempo Resolución Máximo (h)		Incidencias Resueltas TRM		Penalización TRM	
	Oro	Normal	Oro	Normal	Oro	Normal
1	3	6	95%	90%	4%	3%
2	5	10	90%	85%	4%	3%
3	12	24	85%	80%	3%	2%
4	24	48	80%	75%	3%	2%

**b) Parámetros de configuración de los grupos de soporte**

En el caso de estudio se considera que en los grupos de soporte del *Service Desk* y de los *Niveles de Soporte* asignados a los turnos de mañana y tarde trabajan tres personas, y en los asignados al turno de noche trabajan dos personas.

**c) Parámetros de configuración de las políticas de gestión**

Se considera que la política de cálculo de la severidad, la política de cálculo de la prioridad y la política de asignación de las incidencias a los grupos de soporte establecidas en la organización es la *Política 1* (véase el apartado 4.1.2). Por otro lado, se considera que los tiempos de escalado son el 70% de los tiempos de resolución establecidos para cada grupo de soporte.

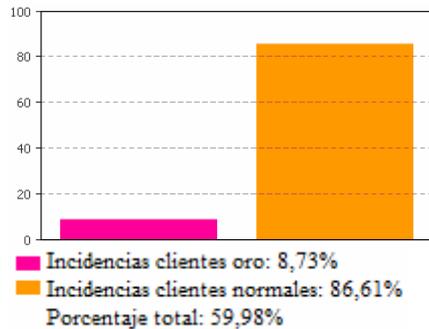
**4.4.2 Análisis de los resultados del proceso**

En este apartado se presentan y evalúan los principales resultados que se obtienen con la configuración del proceso del caso de estudio. Analizando los valores de los porcentajes de incidencias de cada nivel de prioridad resueltas en un mes, puede observarse que el proceso resuelve por encima del 89% de las incidencias en todos los casos, exceptuando las incidencias de prioridad 3 que resuelve el 57%. Sin embargo, los resultados de cumplimiento de los tiempos de resolución máximos establecidos en los SLA muestran un alto incumplimiento de éstos. La Figura 2 resume los porcentajes de incidencias resueltas en los tiempos establecidos. Se observa que el promedio es del 59,98%, pero para los clientes de tipo oro, el proceso sólo ha sido capaz de resolver el 8,73% de las incidencias en los tiempos acordados. Para el resto de los clientes, con SLAs menos restrictivas en cuanto al tiempo de resolución de incidencias, este porcentaje asciende al 85,61%.

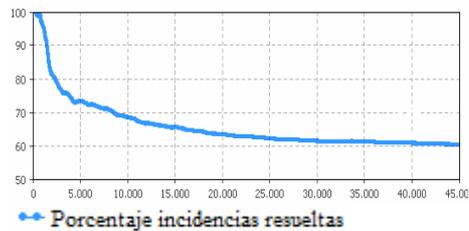
La Figura 3 muestra la evolución temporal de la variable que promedia el porcentaje de incidencias resueltas por el proceso dentro de los tiempos máximos de resolución establecidos en los SLA. Se observa que se produce un descenso acusado en los primeros días del mes simulado frenándose este descenso en las dos últimas semanas del mes, y que el valor de esta variable al final de la simulación es 59,97%.

La evolución de esta variable de salida indica que la configuración actual del proceso no es adecuada para cumplir los acuerdos establecidos con los clientes.

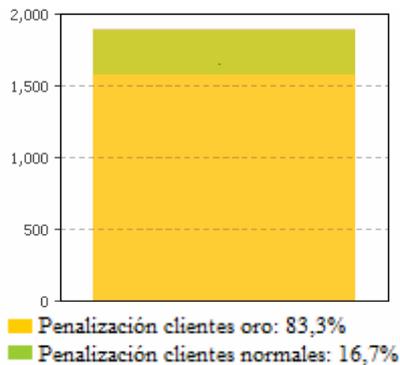
Este incumplimiento da lugar a penalizaciones para la organización según lo establecido en los *SLA*. La Figura 4 muestra la penalización total en la que incurrirá la organización por el incumplimiento de los *SLA*, indicando, además, que el 83,3% del valor de la penalización se debe a incumplimientos de los *SLA* de los clientes tipo oro y el 16,7% restante al incumplimiento de los *SLA* del resto de clientes. Por otro lado, la evolución temporal de la penalización total que resulta de agregar las penalizaciones recibidas por el incumplimiento de los *SLA* de cada uno de los clientes se recoge en la Figura 5, mostrando claramente una evolución paralela a la que muestra el porcentaje promedio de incidencias resueltas en los tiempos de resolución acordados con el cliente, variable de la que es función.



**Fig. 2.** Porcentaje de incidencias resueltas en los tiempos establecidos en los *SLA*



**Fig. 3.** Evolución de la variable porcentaje promedio incidencias resueltas en TRM



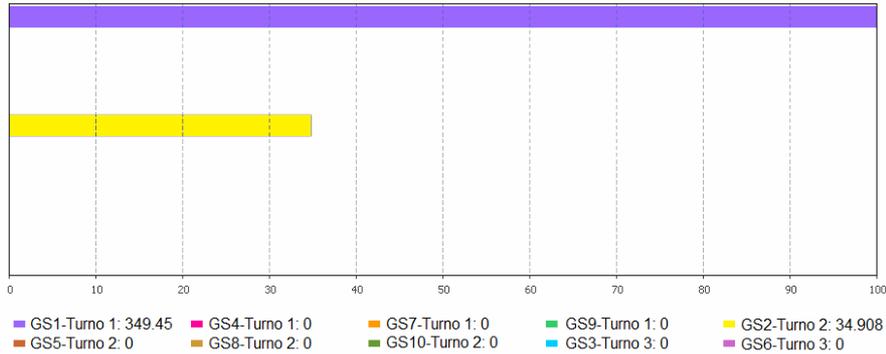
**Fig. 4.** Penalización total agregada por tipo de cliente



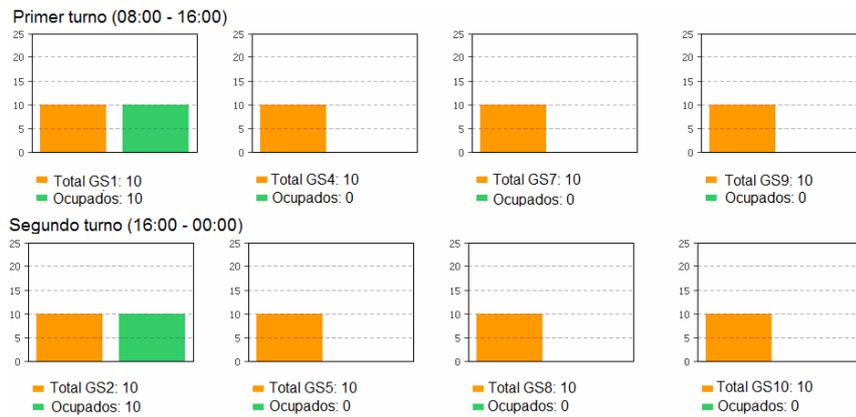
**Fig. 5.** Evolución total de la variable que agrega las penalizaciones

Por otro lado, las simulaciones del modelo también permiten estudiar el rendimiento del proceso. Por ejemplo, en la Figura 6 se muestra el tamaño de la cola de espera de los grupos de soporte del *Nivel de Soporte 1*, en la Figura 7 el nivel de ocupación de los operadores de los grupos de soporte del *Nivel de Soporte 1* en un momento dado de la simulación, y en la Figura 8 el nivel promedio de utilización de

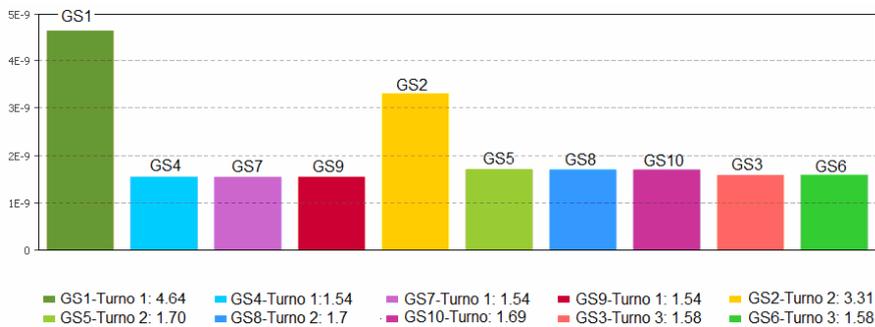
los grupos de soporte del *Nivel de Soporte 1* durante el periodo de simulación. Analizando los datos de estas variables se observa que los grupos de soporte que tienen más incidencias asignadas pendientes de resolver y un nivel promedio de utilización más elevado son el GS1 y el GS2. Por el contrario, el resto de los grupos de soporte no tienen ninguna incidencia en espera de ser resuelta y su nivel promedio de utilización es menor.



**Fig. 6.** Tamaño de la cola de espera de los grupos de soporte del *Nivel de Soporte 1*



**Fig. 7.** Nivel de ocupación de personas de los grupos de soporte del *Nivel Soporte 1*



**Fig. 8.** Nivel promedio de utilización de los grupos de soporte del *Nivel Soporte 1*

## 5 Conclusiones y trabajos futuros

En este trabajo se presenta un modelo de simulación de eventos discretos construido en el ámbito del proceso *Gestión de Incidencias* de ITIL V3. La finalidad principal del modelo es ayudar a las organizaciones a gestionar adecuadamente las incidencias recibidas por parte de los clientes para garantizar el cumplimiento de los *SLA* y obtener resultados satisfactorios. Para ello, el modelo permite analizar los efectos de la configuración de los grupos de soporte y de las políticas de gestión de incidencias implantadas en la organización en los resultados y el rendimiento del proceso, en el nivel de alcance de los *SLA* y en la penalización que la organización tendría que asumir por el incumplimiento de los objetivos establecidos. La experimentación del modelo, por tanto, proporciona información que ayudará a los gestores a decidir qué políticas de gestión y qué acciones de mejora llevar a cabo para mejorar los resultados y el rendimiento del proceso, y alcanzar los *SLA* que la organización acuerda con sus clientes. La finalidad principal de las simulaciones realizadas en el caso de estudio es analizar si con una configuración del proceso dada los resultados del proceso son satisfactorios.

Los objetivos de nuestros próximos trabajos son los siguientes:

- Ampliar el modelo incluyendo configuraciones de las políticas de gestión de incidencias adicionales a las consideradas en este trabajo.
- Utilización y experimentación del modelo para la toma de decisiones en organizaciones que tengan implantado el proceso de *Gestión de Incidencias* de ITIL. Para ello, es necesario realizar actividades de adaptación del modelo a la implementación del proceso en la organización, de calibración de los parámetros y de validación de la implementación y comportamiento del modelo. Actualmente estamos colaborando con organizaciones para llevar a cabo estas actividades.

**Agradecimientos.** Esta investigación está parcialmente financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España y por los fondos europeos FEDER mediante los proyectos TIN2007-67843-C06-04 y TIN2010-20057-C03-03.

## Referencias

1. International Organisation for Standardization, ISO/IEC 20000-1:2005 Information Technology – Service Management – Part 1: Specification. ISO/IEC (2005).
2. International Organisation for Standardization, ISO/IEC 20000-1:2005 Information Technology – Service Management – Part 2: Code of Practice. ISO/IEC (2005).
3. Página oficial de ITIL, <http://www.tso.co.uk/ITIL> (consultada por última vez en abril de 2011).
4. Capability Maturity Model Integration, <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/> (consultada por última vez en abril de 2011).
5. Página oficial de COBIT, <http://www.isaca.org/cobit> (consultada por última vez en abril de 2011).

6. Office of Government Commerce, ITIL V3 Service Operation, OGC (2007).
7. Glosario de términos de ITIL, [http://www.best-management-practice.com/gempdf/ITILV3\\_Glossary\\_Spanish\\_v3.1.24.pdf](http://www.best-management-practice.com/gempdf/ITILV3_Glossary_Spanish_v3.1.24.pdf) (consultada por última vez en abril de 2011).
8. Zhang, H., Kitchenham, B., Pfahl, D.: Reflections on 10 Years of Software Process Simulation Modeling: A Systematic Review. En: Q. Wang, D. Pfahl, and D.M. Raffo (eds.) International Conference on Software Process (ICSP 2008). LNCS 5007, pp. 345 – 356, Springer, Alemania (2008).
9. Orta E., Ruiz, M., Toro, M.: Aplicación de las Técnicas de Modelado y Simulación a la Gestión de Servicios TI. En: Actas del IX Taller de Apoyo a la Decisión en Ingeniería del Software (ADIS 2009), pp.81-98, San Sebastián (2009).
10. Kuncova, M., Wasserbauser, P.: Discrete Event Simulation-HelpDesk Model in SIMPROCESS. En: Proceedings of the 21st European Conference on Modelling and Simulation (ECMS 2007), pp.105-110, Praga (2007).
11. Bartolini, C., Stefanelli, C., Tortonesi, M: SYMIAN: A Simulation Tool for the Optimization of the IT Incident Management Process. En: Turck, F., Kellerer, W., Kormentzas, G. (eds.) 19th IFIP/IEEE International Workshop on Distributed Systems: Operations and Management: Managing Large-Scale Service Deployment (DSOM 2008). LNCS 5273, pp. 83-94, Springer (2008).
12. Bartolini, C., Stefanelli, C., Tortonesi, M: Business-Impact Analysis and Simulation of Critical Incidents in IT Service Management. En: Proceedings of the 11th IFIP/IEEE International Conference on Symposium on Integrated Network Management, pp.9-16 Long Island, USA (2009).
13. Kellner, M.I, Madachy, R.J., Raffo, D.M.: Software Process Simulation Modeling: Why? What? How? The Journal of Systems and Software, 46 (2/3), pp. 91-105 (1999).
14. Martínez, I.J., Richardson, G.P.: Best Practices in System Dynamics Modeling. En: Proceedings of the 19th International Conference of the Systems Dynamics Society. Atlanta, USA (2001).
15. Página oficial de AnyLogic: <http://www.xjtek.com> (consultada por última vez en abril de 2011).
16. Barlas, Y.: Formal Aspects of Model Validity and Validation in System Dynamics. System Dynamics Review. John Wiley&Sons. Vol. 12, nº 3, pp.183-210 (1996).
17. Sterman, J.D.: Business Dynamics. Systems Thinking and Modeling for a Complex World. McGraw-Hill (2000).