

Proyecto Fin de Grado  
Grado en Ingeniería de las Tecnologías de  
Telecomunicación

Interconexión de plataformas de enseñanza virtual  
con herramientas externas usando LTI

Autor: Lourdes Liró Salinas

Tutor: Francisco José Fernández Jiménez

Dep. Ingeniería Telemática  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2017





Proyecto Fin de Grado  
Ingeniería de Telecomunicación

# **Interconexión de plataformas de enseñanza virtual con herramientas externas usando LTI**

Autor:  
Lourdes Liró Salinas

Tutor:  
Francisco José Fernández Jiménez  
Profesor colaborador

Dep. de Ingeniería Telemática  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidad de Sevilla  
Sevilla, 2017



Proyecto Fin de Grado: Interconexión de plataformas de enseñanza virtual con herramientas  
externas usando LTI

Autor: Lourdes Liró Salinas

Tutor: Francisco José Fernández Jiménez

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2017

El Secretario del Tribunal



*A mi familia*  
*A mis amigos*  
*A mis maestros*





# Agradecimientos

---

En primer lugar me gustaría agradecer a mis padres todo lo que han hecho por mí.

Además, me gustaría darle las gracias a todos los que me han acompañado desde que entré en la Escuela en 2012, con los que he pasado tantos buenos y malos momentos. En especial a Gloria, que con su compañía ha hecho que estos años tan duros, no lo sean tanto. También a María, Guille, Juan, Ismael, Ana, Manu, Cayetano y Alejandro, ¡sin vosotros no habría sido lo mismo!

Para finalizar, agradecer el trabajo tan duro que llevan a cabo día a día muchos de mis profesores, gracias a ellos cada día se un poquito más de esto que tanto me gusta y que todos compartimos.

*Lourdes Liró Salinas  
Sevilla, 2017*



# Resumen

---

Los métodos de enseñanza son el centro de muchos estudios y es por ello que se encuentran en continuo desarrollo. Como es de esperar, este crecimiento va de la mano de los avances tecnológicos.

Adaptándose a ellos, la Universidad de Sevilla ha elegido utilizar una plataforma de enseñanza virtual como vía de comunicación entre profesores y alumnos. Entre otras cosas, los docentes publican tareas en la plataforma, las cuales conllevan que los alumnos tengan que adjuntar documentos para su posterior corrección.

El proceso descrito supone una carga de trabajo para los profesores que podría reducirse mediante el uso de software.

Es por ello que con este proyecto se continúa con la labor de un compañero que desarrolló un proyecto con el mismo objetivo. Se buscará su perfeccionamiento y la creación de nuevas funcionalidades.



# Abstract

---

There is a lot of research about teaching methods and that is the reason why they are in continuous development. As it was expected, this significant growth walks hand in hand with technological advances.

Taking part in it, University of Sevilla has chosen a virtual teaching platform in order to ease communication between teachers and students. Amongst other things, teachers usually post tasks in this platforms that involve the attachment of documents that they have to correct later.

This process takes a great deal of work that could be significantly reduced by the use of software.

This project builds on someone else's work, who developed a project with the same purpose. The aim is to create additional functionalities and to improve the existing application.



<b>Agradecimientos</b>	<b>9</b>
<b>Resumen</b>	<b>11</b>
<b>Abstract</b>	<b>13</b>
<b>Índice</b>	<b>15</b>
<b>Índice de Tablas</b>	<b>17</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>20</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
1.1 <i>Motivación</i>	1
1.2 <i>Objetivos</i>	1
1.3 <i>Alcance</i>	2
<b>2 Estado del arte</b>	<b>3</b>
2.1 <i>Integración de herramientas externas en plataformas de aprendizaje</i>	3
2.1.1 <i>Introducción y alternativas</i>	3
2.1.2 <i>Integración de herramientas de aprendizaje: LTI</i>	4
2.1.3 <i>Integración utilizando Enseñanza Virtual y LTI</i>	10
2.2 <i>Herramienta LTI desarrollada anteriormente</i>	11
2.2.1 <i>Resumen de la herramienta</i>	11
2.2.2 <i>Estado actual de la herramienta</i>	11
2.3 <i>Métodos de corrección actuales</i>	11
<b>3 Diseño</b>	<b>13</b>
3.1 <i>Introducción</i>	13
3.2 <i>Especificación y análisis de requisitos</i>	13
3.2.1 <i>Requisitos generales</i>	14
3.2.2 <i>Requisitos funcionales</i>	17
3.2.3 <i>Requisitos no funcionales</i>	24
3.2.4 <i>Restricciones técnicas</i>	28
3.3 <i>Diseño y modelado de la aplicación</i>	30
3.3.1 <i>Introducción</i>	30
3.3.2 <i>Detalle del comportamiento</i>	32
<b>4 Implementación</b>	<b>39</b>
4.1 <i>Código</i>	39
4.1.1 <i>Fichero de configuración inicial: <code>config.properties</code></i>	39
4.1.2 <i>Clases</i>	40
4.1.3 <i>Librerías</i>	42
4.1.4 <i>Ficheros JSP</i>	42
4.1.5 <i>Funciones JavaScript</i>	45
4.1.6 <i>Descriptor de despliegue</i>	46
4.1.7 <i>Ficheros HTML de excepción y error 404</i>	47
4.1.8 <i>Ficheros de estilo</i>	48
4.2 <i>Interfaces de usuario</i>	48
4.2.1 <i>Aplicación de creación de herramientas LTI</i>	48

4.2.2	Herramientas LTI	51
4.3	<i>Bases de datos</i>	51
4.3.1	Aplicación de creación de herramientas LTI	51
<b>5</b>	<b>Pruebas de ejecución</b>	<b>55</b>
5.1	<i>Aplicación de creación de herramientas LTI</i>	55
5.2	<i>Acceso a herramientas mediante TC</i>	59
<b>6</b>	<b>Conclusiones y líneas de futuro</b>	<b>65</b>
6.1	<i>Conclusiones</i>	65
6.2	<i>Posibles líneas de futuro</i>	66
<b>Referencias</b>		<b>67</b>
<b>7</b>	<b>Anexos</b>	<b>71</b>
	<i>Anexo A. Manual de instalación.</i>	71
7.1.1	Contenido de <i>Proyecto_LTI.zip</i>	71
7.1.2	Preparación del entorno	71
7.1.3	Compilación	72
7.1.4	Fichero config.properties	72
7.1.5	Despliegue en el servidor	73
	<i>Anexo B. Manual de usuario.</i>	74
7.1.6	Introducción	74
7.1.7	Requisitos del sistema, instalación y configuración	74
7.1.8	Instrucciones de uso	74
7.1.9	Posibles mensajes de error y soluciones	78
7.1.10	Integración de herramientas de corrección en la plataforma Enseñanza Virtual	80
7.1.11	Herramientas de corrección	82



# ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1 Características de las versiones existentes de LTI [2].....	6
Tabla 2 Mensaje POX para crear una calificación en la sección Grades del TC. [22].....	8
Tabla 3 Formato de tabla de requisito. ....	13
Tabla 4 Requisito general 01 "Sistema de creación, configuración y gestión de herramientas LTI". ....	14
Tabla 5 Requisito general 02 "La aplicación soportará un sistema usuarios e inicio de sesión".	14
Tabla 6 Requisito general 03 "Existencia de un superusuario". ....	15
Tabla 7 Requisito general 04 "Plantilla para herramientas LTI". ....	15
Tabla 8 Requisito general 05 "Base de la plantilla". ....	15
Tabla 9 Requisito general 06 "Ejecutable de corrección de proyectos". ....	15
Tabla 10 Requisito general 07 "Devolver nota". ....	16
Tabla 11 Requisito general 08 "Especificación LTI". ....	16
Tabla 12 Requisito general 09 "Mensajes informativos de la aplicación". ....	16
Tabla 13 Requisito general 10 "Configuración herramienta LTI". ....	17
Tabla 14 Caso de uso 01 "Iniciar sesión". ....	17
Tabla 15 Caso de uso 02 "Registrar usuario". ....	17
Tabla 16 Caso de uso 03 "Borrar usuario". ....	18
Tabla 17 Caso de uso 04 "Cambiar contraseña". ....	18
Tabla 18 Caso de uso 05 "Crear proyecto". ....	18
Tabla 19 Caso de uso 06 "Editar proyecto". ....	18
Tabla 20 Caso de uso 07 "Asignar proyecto a profesor". ....	19
Tabla 21 Caso de uso 08 "Eliminar asignación". ....	19
Tabla 22 Caso de uso 09 "Borrar proyecto". ....	19
Tabla 23 Caso de uso 10 "Cerrar sesión". ....	19
Tabla 24 Caso de uso 11 "Acceso del profesor a herramienta LTI a partir de la Enseñanza Virtual". ....	20
Tabla 25 Caso de uso 12 "Acceso del alumno a herramienta LTI a partir de la Enseñanza Virtual". ....	20
Tabla 26 Regla de negocio 01 "Organización de usuarios/profesores". ....	22
Tabla 27 Regla de negocio 02 "Profesores administradores de un proyecto". ....	22
Tabla 28 Regla de negocio 03 "Profesores asociados, no administradores de proyecto". ....	22
Tabla 29 Requisito de conducta 02 "Base de datos LTI". ....	23
Tabla 30 Requisito de información 01 "Base de datos de proyectos y usuarios". ....	23
Tabla 31 Requisito de información 02 "Fichero de configuración inicial de la aplicación". ....	24
Tabla 32 Requisito de información 03 "Configuración de cada herramienta LTI". ....	24
Tabla 33 Requisito de fiabilidad 01 "Error durante creación, modificación y eliminación". ....	24
Tabla 34 Requisito de fiabilidad 02 "Concurrencia". ....	25
Tabla 35 Requisito de usabilidad 01 "Manual de instalación". ....	25
Tabla 36 Requisito de usabilidad 02 "Manual de usuario". ....	25
Tabla 37 Requisito de usabilidad 03 "Indicaciones durante la creación y edición". ....	25
Tabla 38 Requisito de usabilidad 04 "Fichero de descripción". ....	26
Tabla 39 Requisito de mantenibilidad "Reutilización". ....	26
Tabla 40 Requisito de portabilidad "Base de datos". ....	26
Tabla 41 Requisito de portabilidad "Servidor". ....	26
Tabla 42 Requisito de portabilidad "Ejecutable de corrección". ....	27
Tabla 43 Requisito de seguridad 01 "Control de acceso". ....	27
Tabla 44 Requisito de seguridad 02 "Cambio de contraseña". ....	27

Tabla 45 Requisito de seguridad 03 "Almacenamiento de contraseña" .....	27
Tabla 46 Requisito de seguridad 04 "Control de sesión" .....	28
Tabla 47 Requisito de seguridad 05 "SQL Injection" .....	28
Tabla 48 Restricción técnica 01 "Entorno Linux" .....	28
Tabla 49 Restricción técnica 02 "Java Runtime Environment 7" .....	28
Tabla 50 Restricción técnica 03 "Servidor MySQL y drivers" .....	29
Tabla 51 Restricción técnica 04 "Servidor Tomcat 7" .....	29
Tabla 52 Restricción técnica 05 "El LMS (Enseñanza Virtual) debe soportar LTI 1.1" .....	29
Tabla 53 Restricción técnica 06 "Activación de enlaces LTI" .....	29
Tabla 54 Restricción técnica 07 "Conexiones TCP entrantes" .....	30
Tabla 55 Descriptor de despliegue de la aplicación de creación de herramientas LTI .....	47
Tabla 56 Base de datos de aplicación de creación de herramientas LTI .....	53
Tabla 57 Formato "Error" .....	78
Tabla 58 Error "Error creación" .....	78
Tabla 59 Error "Copia de fichero a directorio de despliegue" .....	79
Tabla 60 Error "Renombrado de ejecutable/descripción" .....	79
Tabla 61 Error "Excepción base de datos" .....	79
Tabla 62 Error "Subida de ejecutable y descripción" .....	80
Tabla 63 Error "Eliminado de la base de datos, no del sistema de ficheros" .....	80



# ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1 Fragmento del infográfico de los LMS más populares .....	4
Figura 2 Ventajas de utilizar LTI .....	5
Figura 3 El TP utilizando los servicios LIS [18].....	7
Figura 4 Arquitectura de acceso a herramienta externa en LTI 1.0 [23].....	8
Figura 5 Arquitectura de acceso a herramienta externa en LTI 1.1 [23].....	9
Figura 6 Componentes de la anterior herramienta LTI [2].....	11
Figura 7 Casos de uso 01-10 .....	21
Figura 8 Casos de uso 11-12 .....	21
Figura 9 Diagrama de paquetes .....	30
Figura 10 Diagrama de actores.....	31
Figura 11 Diagrama de secuencia "Registro de usuario".....	33
Figura 12 Caso de uso "Creación de proyecto".....	34
Figura 13 Caso de uso "Edición de proyecto".....	34
Figura 14 Caso de uso "Borrar proyecto".....	35
Figura 15 Caso de uso "Asignación".....	35
Figura 16 Caso de uso "Entrega".....	36
Figura 17 Diagrama de secuencia "Entrega y corrección".....	37
Figura 18 Excepción.....	47
Figura 19 Error 404.....	48
Figura 20 Interfaz "Inicio de sesión".....	48
Figura 21 Interfaz "Pantalla de inicio".....	49
Figura 22 Interfaz "Creación de usuario".....	49
Figura 23 Interfaz "Eliminar usuario".....	49
Figura 24 Interfaz "Cambio de contraseña".....	50
Figura 25 Interfaz "Crear proyecto".....	50
Figura 26 Interfaz "Indicación".....	50
Figura 27 Interfaz "Profesor".....	51
Figura 28 Interfaz "Alumno".....	51
Figura 29 Bases de datos "Tablas en proyectos".....	52
Figura 30 Bases de datos "Estructura de la tabla proyectos".....	52
Figura 31 Bases de datos "Estructura de la tabla profesores".....	53
Figura 32 Prueba "Pantalla de inicio de admin1".....	55
Figura 33 Prueba "Creación de Proyecto1".....	56
Figura 34 Prueba "Contenido de Script1".....	56
Figura 35 Prueba "Selección de proyecto a editar".....	57
Figura 36 Prueba "Detalle de mensaje informativo".....	57
Figura 37 Prueba "Selección de proyecto a asignar".....	57
Figura 38 Prueba "Usuario al que se le asigna".....	57
Figura 39 Prueba "Edición de proyecto".....	58
Figura 40 Prueba "Creación de Proyecto2".....	59
Figura 41 Prueba "Creación de enlace en curso".....	59
Figura 42 Prueba "Configuración de Proyecto (I)".....	60
Figura 43 Prueba "Configuración de Proyecto (II)".....	60
Figura 44 Prueba "Configuración de Proyecto (III)".....	61
Figura 45 Prueba "Configuración de Proyecto (IV)".....	61
Figura 46 Prueba "Acceso a Proyecto como profesor".....	62
Figura 47 Prueba "Proyecto deshabilitado".....	62

Figura 48 Prueba "Acceso a Proyecto2 como alumno (I)"	63
Figura 49 Prueba "Acceso a Proyecto2 como alumno (II)"	63
Figura 50 Prueba "Centro de calificaciones actualizado"	64
Figura 51 Manual de usuario "Inicio superusuario"	75
Figura 52 Manual de usuario "Inicio administrador"	75
Figura 53 Manual de usuario "Inicio usuario simple"	76
Figura 54 Manual de usuario "Creación de proyecto"	76
Figura 55 Manual de usuario "Edición profesor asignado"	77
Figura 56 Manual de usuario "Integración (I)"	81
Figura 57 Manual de usuario "Integración (II)"	81
Figura 58 Manual de usuario "Integración (III)"	82
Figura 59 Manual de usuario "Integración (IV)"	82



# 1 INTRODUCCIÓN

---

*Your first projects aren't the greatest things in the world, and they may have no money value, they may go nowhere, but that is how you learn - you put so much effort into making something right if it is for yourself.*

*- Steve Wozniak -*

La interconexión de plataformas de enseñanza virtual con herramientas externas es una demanda real. En ciertas ocasiones, las primeras requieren la utilización de herramientas que las doten de nuevas funcionalidades, lo que es posible gracias a la comunicación a través del protocolo *LTI* [1].

## 1.1 Motivación

En el departamento de telemática, son muchas las asignaturas que implican la elaboración de proyectos de programación. Los alumnos los hacen llegar a los profesores a través de la plataforma de enseñanza virtual. Esta plataforma tan sólo permite que los alumnos suban sus proyectos. Después, los profesores tienen que descargarlos en sus equipos, corregirlos y publicar la nota correspondiente a cada uno de ellos.

Este proceso supone una gran carga de trabajo para el docente, sobre todo a medida que el volumen de alumnos crece y cuando los proyectos son de gran envergadura.

La motivación de este proyecto es automatizar parte del proceso de forma que el profesor sólo tenga que encargarse de lo imprescindible.

## 1.2 Objetivos

El objetivo principal es la creación de una aplicación web que permita a los profesores crear y gestionar herramientas de corrección para los distintos proyectos que tengan que realizar sus alumnos. Estas herramientas serán personalizadas para cada proyecto a través de una interfaz web. Además, deberán estar integradas en la plataforma de enseñanza virtual.

Cada herramienta deberá permitir, a grandes rasgos: la descarga automática del proyecto en el servidor de la herramienta, su evaluación mediante un ejecutable realizado por el profesor y la posterior publicación de la nota en la sección de calificaciones del alumno.

La personalización de la herramienta la realizará el profesor indicando los parámetros necesarios para su configuración: nombre del proyecto, clave de entrega, directorio donde se deben descargar los proyectos, ejecutable de corrección...

El alumno podrá, a través de la enseñanza virtual y utilizando su usuario para dicha plataforma, subir el proyecto para su corrección y saber su nota en cuestión de segundos.

### 1.3 Alcance

Este proyecto se separa en varias partes.

Para empezar se hará un **estudio de la situación actual**:

- Se presentarán las bases de la integración de herramientas externas en plataformas de aprendizaje.
- Se analizará un trabajo fin de grado realizado con anterioridad donde se utiliza un escenario similar al que se pretende en este proyecto [2].
- Se explicarán los métodos utilizado actualmente para la corrección de proyectos de programación en el departamento.

Después, se planteará el **diseño** de la aplicación a crear y se presentará la **implementación** desarrollada para cumplir el objetivo final de este proyecto.

Para seguir, se explicarán las **pruebas de ejecución** realizadas para comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación y mostrar como se comporta ante ciertas situaciones.

En otra sección, se plantean las **conclusiones** y se proponen las posibles **líneas de futuro**.

Por último, se incluirán como anexos los **manuales de instalación y de usuario**.



## 2 ESTADO DEL ARTE

---

Para estudiar la situación actual se comenzará con la introducción a las especificaciones que permiten la integración de herramientas externas en plataformas de aprendizaje, ya que su comprensión facilitará el resto de la lectura. Se continuará con el análisis de la herramienta LTI desarrollada con anterioridad con un propósito parecido al que se tiene con este proyecto. Por último, se explicarán los métodos de corrección que se utilizan actualmente en el entorno para el que se desarrollará este proyecto.

### 2.1. Integración de herramientas externas en plataformas de aprendizaje

#### 2.1.1 Introducción y alternativas

Para introducir el tema, comenzaremos desarrollando el concepto de las plataformas de aprendizaje utilizando como base el enfoque que se da en *Online learning and its users: lessons for higher education* [3] y algunos conceptos que aparecen en la publicación *Field Guide to Learning Management Systems* [4].

Las plataformas de aprendizaje, también conocidas como Virtual Learning Environment (VLE), Course Management Systems (CMS) o Learning Management System (LMS), son aplicaciones web que hacen posible que los estudiantes puedan acceder a una gran cantidad de material digital y actividades, logrando así la interacción online entre profesores y alumnos. Algunas de las posibilidades que permiten son: compartir documentos, crear grupos de estudiantes, colaborar para la creación de blogs y hacer algunos tipos de exámenes.

La necesidad de este software, nace en los años 90, cuando las instituciones de enseñanza superior se tienen que enfrentar a nuevos retos como: el incremento de costes, la reducción de presupuesto, la mayor variedad de estudiantes, el crecimiento de la competitividad y la demanda de una mayor responsabilidad [5]. Los entornos virtuales de enseñanza ofrecían la solución a estos problemas mediante el uso de un sistema flexible y fácil de usar.

Hoy en día nos seguimos enfrentando a los mismos retos, es por ello que los LMS siguen en auge y por lo tanto, siendo objeto de estudio. Gracias a esto último, sabemos que entre los LMS de código abierto más conocidos [6], se encuentran *Moodle* [7] o *CourseSites* [8] (versión gratuita de *Blackboard Learn* [9]) y que como los más populares, destacan otros como *Edmodo* [10] y *Blackboard Learn*. Si interesa la elección de un LMS, se recomienda el sitio web del que se extrae el siguiente infográfico [11], en el que se observa la clasificación según la popularidad de distintos LMS, atendiendo a distintos parámetros.



Figura 1 Fragmento del infográfico de los LMS más populares

Son muchas las razones por las que se elige un LMS u otro, aun así, la principal causa por la que se requiere el cambio de LMS es la necesidad de añadir funciones adicionales, siendo este el motivo en el 66% de los casos, según estadísticas del 2015 [12]. Concretamente, los usuarios indican que buscan plataformas que permitan mayor personalización. Para cumplir con estas expectativas, un LMS robusto, como parte de la demanda de personalización, debe soportar la integración de contenido, certificando que el contenido *third-party* funcionará en su sistema. Para ello, se pueden utilizar varias alternativas.

Entre dichas opciones, según el análisis que se hace en *LTI for Interoperating e-Assessment Tools with LMS* [13] y *Comunicación entre Herramientas basadas en LTI y Sistemas de Gestión de Aprendizaje* [2], encontramos como las más conocidas: LTI y *GLUE!* (Group Learning Uniform Environment) [14]. También lo era *Apache Wookie* [15], la cual se encuentra en desuso debido a su nefasta aceptación. Existen también otras no tan populares como *GSI Architecture*, *PoEML-based architecture*, *Sloodle*, *Gridcole*, y *CCSI*.

Centrándonos ya en nuestro caso, el LMS que utilizaremos será la *Enseñanza Virtual* [16], una plataforma basada en Blackboard Learn, concretamente en su versión 9.1 SP14, según se indica en el sitio web de RODAS (Repositorio de Objetos de aprendizaje de la Universidad de Sevilla) [17]. Las posibilidades de integración para nosotros, se reducen al uso de LTI, como veremos en la subsección 2.1.3.

### 2.1.2 Integración de herramientas de aprendizaje: LTI

LTI o Learning Tools Interoperability, es una especificación desarrollada por IMS Global Learning Consortium [1]. Su principal cometido es establecer un estándar para la integración de aplicaciones de aprendizaje en LMS y otros tipos de plataformas de aprendizaje.

A partir de ahora, de acuerdo a la terminología utilizada en la especificación LTI, nos referiremos a las herramientas externas que se pretenden integrar como *Tool Providers* (TP) y a las plataformas o LMS donde se integran como *Tool Consumers* (TC).

Son muchas las ventajas del uso de esta especificación. Los profesores y alumnos pueden unificar todas las herramientas que necesiten en un mismo LMS, evitando inicios de sesión o publicaciones de notas separadas; el administrador del LMS no tendrá que actualizar la plataforma cada vez que se quiera añadir una aplicación adicional; y los desarrolladores de aplicaciones tendrán una especificación única en que basarse para integrarlas utilizando el lenguaje que prefieran.

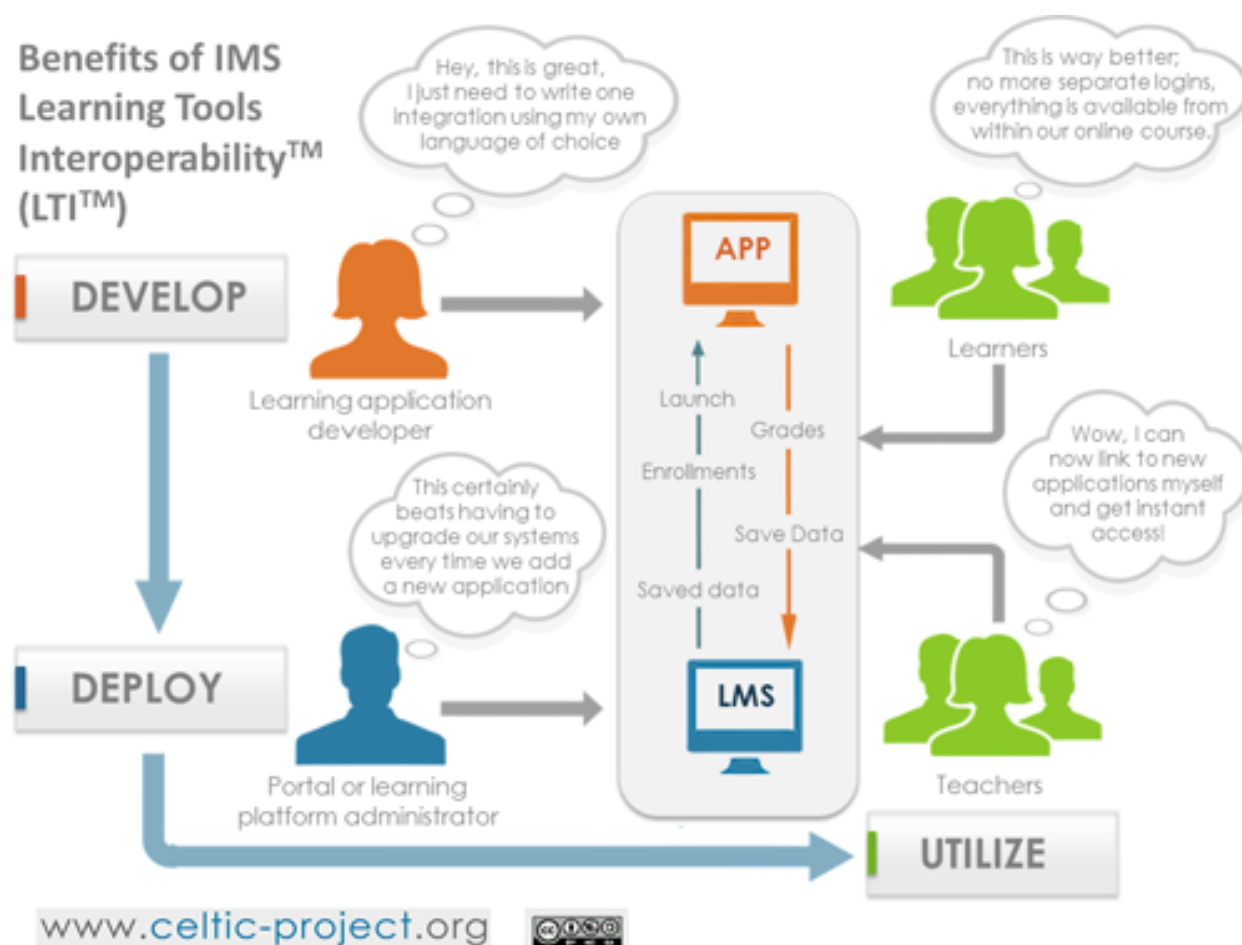


Figura 2 Ventajas de utilizar LTI

### 2.1.2.1 Especificaciones LTI

Antes de continuar, cabe señalar que dentro del proyecto LTI existen distintas especificaciones.

Como especificaciones finales:

- [Membership Service v1.0](#) (24/05/2016)
- [Content-Item Message v1.0](#) (24/05/2016)
- [LTI v1.2](#) (05/01/2015)
- [Outcomes Management Service 1.0](#) (05/01/2015)
- [LTI v2.0](#) (06/05/2014)

- [LTI v1.1.1](#) (29/08/2012)
- [LTI v1.1](#) (13/03/2012)
- [LTI v1.0](#) (17/05/2010)

Y como borrador:

- [Outcomes Management Service v2.0](#) (15/12/2014)

La primera versión de la especificación, LTI v1.0, fue lanzada en mayo de 2010. Desde entonces, han ido creándose distintas versiones que ofrecen nuevas prestaciones. En la siguiente tabla, extraída del TFG en que nos basamos [2], podemos ver las características de las distintas versiones:

Característica	LTI 1.0	LTI 1.1	LTI 1.2	LTI 2.0	Comentarios
Lanzamiento básico	✓	✓	✓	✓	Desde LTI 2.0 se reducen mucho la necesidad de datos "opcionales" en cada lanzamiento.
Salida		✓	✓	✓	Devolver un valor numérico simple como resultado de la actividad.
Perfil de TC			✓	✓	Son metadatos que describen atributos y servicios disponibles en el TC. Se consigue mediante un servicio REST.
Tool Proxy				✓	Son metadatos que describen la negociación llevada a cabo entre un TC y un TP.
Gestión de Credenciales				✓	Intercambio automático y seguro de pares clave/secreto.
Flujo de registro				✓	El administrador del LMS inicia la inserción de herramientas, incluyendo crear TP y la gestión de credenciales.
Documentación basada en modelos			✓	✓	Documentación exhaustiva de referencia generada mediante herramientas y UML.
Servicios REST			✓	✓	Servicios REST de nivel 3 para gran variedad de tareas servidor a servidor. En LTI 1.2 solo se permiten servicios REST implementados en el TC.

Tabla 1 Características de las versiones existentes de LTI [2].

Para lo que se pretende con este proyecto, resulta crucial la prestación que se añade en LTI v1.1. En esta versión, se concreta la forma en que se puede devolver un resultado, para que este sea presentado en la sección de *Grades* (Calificaciones) del TC. Para conseguir esto, el TP hace uso de los servicios de información de aprendizaje o LIS.

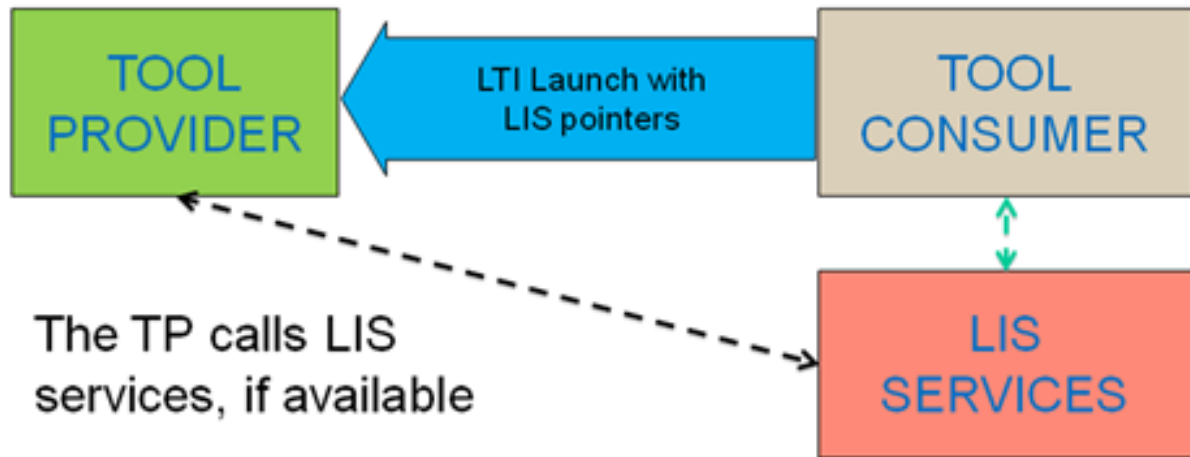


Figura 3 El TP utilizando los servicios LIS [18].

La especificación de los servicios LIS define como los sistemas gestionan el intercambio de información que describe personas, grupos, membresía, cursos y resultados en el contexto del aprendizaje [18].

La nueva especificación que se presenta, *LTI Basic Outcomes Service* [19], consiste en que, mediante mensajes POX (Plain Old XML) firmados con el estándar OAuth [20] [21]; se podrá leer, escribir y borrar resultados asociados con una particular combinación usuario-recurso. Es decir, permitirá asociar una calificación a un alumno y proyecto concreto. En principio, los resultados a devolver, deberán ser valores numéricos decimales dentro del rango 0.0 - 1.0. Un ejemplo de un mensaje POX para crear una calificación sería:

```
<?xml version = "1.0" encoding = "UTF-8"?>
<imsx_POXEnvelopeRequest xmlns = "http://www.imsglobal.org/services/ltiv1p1/xsd/imsoms_v1p0">
  <imsx_POXHeader>
    <imsx_POXRequestHeaderInfo>
      <imsx_version>V1.0</imsx_version>
      <imsx_messageIdentifier>999999123</imsx_messageIdentifier>
    </imsx_POXRequestHeaderInfo>
  </imsx_POXHeader>
  <imsx_POXBody>
    <replaceResultRequest>
      <resultRecord>
        <sourcedGUID>
          <sourcedId>3124567</sourcedId>
        </sourcedGUID>
        <result>
          <resultScore>
            <language>en</language>
```

```

    <textString>0.92</textString>
  </resultScore>
</result>
</resultRecord>
</replaceResultRequest>
</imsx_POXBody>
</imsx_POXEnvelopeRequest>

```

Tabla 2 Mensaje POX para crear una calificación en la sección Grades del TC. [22]

### 2.1.2.2 Arquitectura LTI

Para ilustrar el paso de LTI 1.0 a LTI 1.1 veremos como se lanza una herramienta externa en cada uno de ellos:

- LTI 1.0

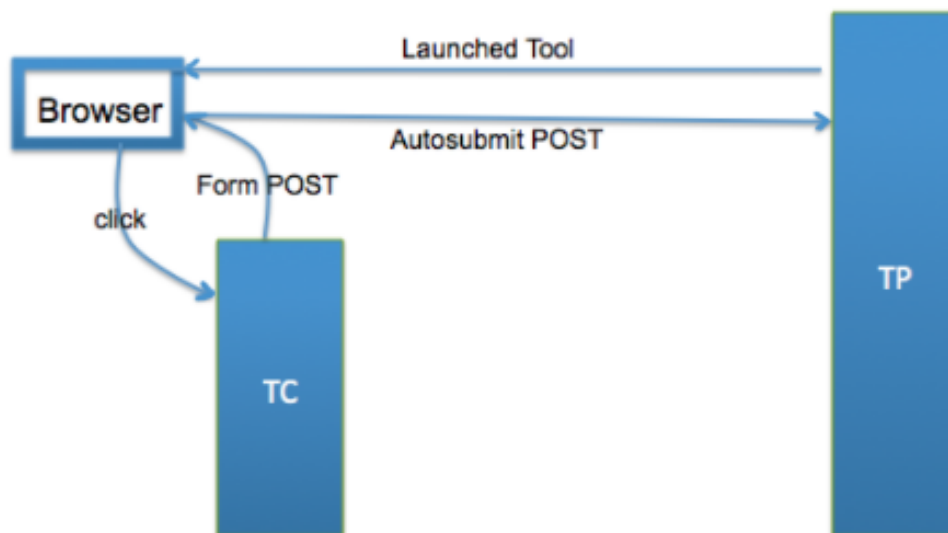


Figura 4 Arquitectura de acceso a herramienta externa en LTI 1.0 [23].

1. Un usuario hace click en un enlace LTI, lo que supone realizar una petición para que se lance la herramienta
2. El TC prepara un conjunto de parámetros de lanzamiento (parámetros estándar, opcionales y personalizados) que serán parte del mensaje de lanzamiento.
3. Se firma el contenido del paquete con OAuth [20] para asegurar su integridad.
4. El TC envía el mensaje al navegador y un fragmento de código JavaScript que hará POST del mensaje en el TP.
5. El TP responde con una presentación de la herramienta en el navegador.

- LTI 1.1

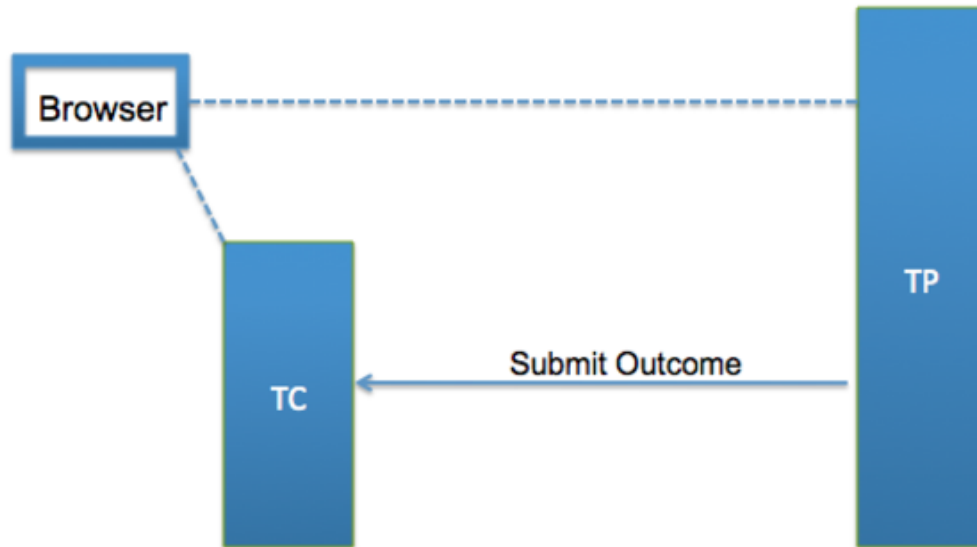


Figura 5 Arquitectura de acceso a herramienta externa en LTI 1.1 [23].

En esta versión se da un paso más debido a la necesidad que surge tras empezar a usar LTI 1.0: permite devolver calificaciones al TC. La fase de lanzamiento se estructura de forma idéntica a la de la versión 1.0 [24]. Sin embargo, se envían dos parámetros extra en el lanzamiento:

- `lis_outcome_service_url`: punto de retorno dentro del centro de calificaciones al que un resultado debe ser devuelto.
- `lis_result_sourcedid`: etiqueta encriptada que crea el LMS para asegurar que el resultado está correctamente asociado al conjunto de un usuario, curso y enlace.

El mensaje que se devuelve con el resultado es completamente asíncrono con respecto al lanzamiento. Es decir, en cualquier momento después del lanzamiento, habiendo pasado segundos o semanas, el TP puede devolver el resultado al centro de calificaciones.

Para firmar el contenido del paquete con OAuth necesitaremos un par clave/secreto que deben saber tanto el TP como el TC. Los mensajes se firman basándose en estos valores, y son enviados junto a la clave. En el TP, se busca el secreto asociado a la clave, se recalcula la firma y se compara con la transmitida para verificar los credenciales del emisor [24].

### 2.1.2.3 Librerías y código de ejemplo para la implementación de LTI

Para la implementación del estándar, ya se han desarrollado librerías en varios lenguajes: *PHP*, *Java*, *Ruby on Rails*, *.Net* y *Node.js*. Desde el sitio web oficial donde se pueden encontrar las especificaciones, se proporcionan enlaces a ellas y a código de ejemplo [25]. Hay que tener en cuenta que no todo el código ha pasado los test de certificación de la organización, pero puede ser de gran utilidad.

Como veremos en el capítulo tres, se utilizará el código Java del autor Stephen Vickers [26], que soporta las versiones 1.x y proporciona código de ejemplo que realiza el servicio *Outcome*.

### 2.1.3 Integración utilizando Enseñanza Virtual y LTI

Uno de los objetivos es la integración en el LMS utilizado en la Universidad de Sevilla: la plataforma de Enseñanza Virtual.

Como se señala en la subsección 2.1.1, esta plataforma está basada en Blackboard Learn, por lo que se acudiría a su documentación para entender cómo conectar nuestro TP en este LMS. Concretamente se puede consultar en la web de ayuda de Blackboard [27].

#### 2.1.3.1 Permitir integración LTI

Para empezar, es necesario que la plataforma esté configurada para permitir integración de proveedores de herramientas LTI, lo que es tarea del administrador de la Enseñanza Virtual. Los pasos a seguir para permitir la integración serían los siguientes:

1. Seleccionar “Building Blocks” en el panel de administrador.
2. Seleccionar “LTI Tool Providers” > “Manage Global Properties”,
3. Bajo “Feature Availability”, seleccionar la disponibilidad por defecto.
4. Rellenar los ajustes de configuración que aparecen bajo “Feature Availability”:
  - a. Seleccionar la preferencia en cuanto a la creación de Links a TP
    - i. Permitir enlaces a cualquier TP que no esté explícitamente excluido.
    - ii. Permitir enlaces a cualquier TP, requiriendo aprobación para cada nuevo link a TP que se añada. Hasta que no se aprueben no funcionarán
    - iii. Permitir enlaces a TP que ya estén aprobados por el administrador.
  - b. Seleccionar si se permite que el TP envíe calificaciones al “Grade Center”. Se trata de un ajuste global.
5. En la sección “Default Configuration”, seleccionar que información será mandada al TP y si se deberá notificar al usuario para que lo acepte. Hay distintas opciones para establecer estos ajustes.
  - a. Enviar datos de usuario: Nunca, solo sobre SSL, sobre cualquier conexión. Por defecto se envía sobre cualquier conexión porque datos como el nombre de usuario y la contraseña nunca se envían.
  - b. Campos del usuario que se envían: seleccionar qué información se le proporcionará al TP cuando el usuario abra el enlace. Se puede seleccionar cualquier combinación de Rol, Nombre y Dirección de Correo.
  - c. Mostrar al usuario un mensaje de que abandona Blackboard Learn para ir a un sitio externo.
  - d. Mensaje de texto que mostrar al usuario si se selecciona que sí se quiere mostrar un mensaje al usuario.
6. Seleccionar “Submit”.

En cuanto a la aprobación o exclusión de ciertos TP, se realizará desde el mismo panel, en “LTI Tool Providers” > “Register Provider Domain”, donde se podrá incluir el dominio del TP y su estado: “Approved” o “Excluded”.

#### 2.1.3.2 Añadir contenido LTI

Una vez que el administrador haya proporcionado los ajustes necesarios para que se permita la integración LTI, el profesor puede crear enlaces a herramientas LTI dentro de sus cursos. También se puede consultar el procedimiento en la página de ayuda [28] y veremos un ejemplo en el capítulo 4, cuando se explique como se integra la herramienta creada en una plataforma basada en Blackboard Learn.



## 2.2 Herramienta LTI desarrollada anteriormente

### 2.2.1 Resumen de la herramienta

Como se ha ido mencionando, en 2015 se creó una herramienta LTI para la corrección de ciertos proyectos de programación [2]. Esta herramienta consiste en una aplicación web en Java pensada para ser utilizada en entornos Linux. Se desarrolló para corregir dos proyectos de programación específicos.

Prácticamente, la herramienta consiste en un servlet que analiza un mensaje LTI y muestra al usuario a una interfaz diferente dependiendo de su rol. Desde el rol del profesor se permite habilitar la herramienta y cambiar la clave de entrega. La interfaz mostrada al alumno, permite introducir la clave de entrega y enviar el proyecto a corregir al servidor del TP. La herramienta descarga los proyectos asociándolos al identificador del alumno y los corrige utilizando un ejecutable de corrección concreto. Después, guarda la calificación asociada a cada proyecto en un fichero Excel.

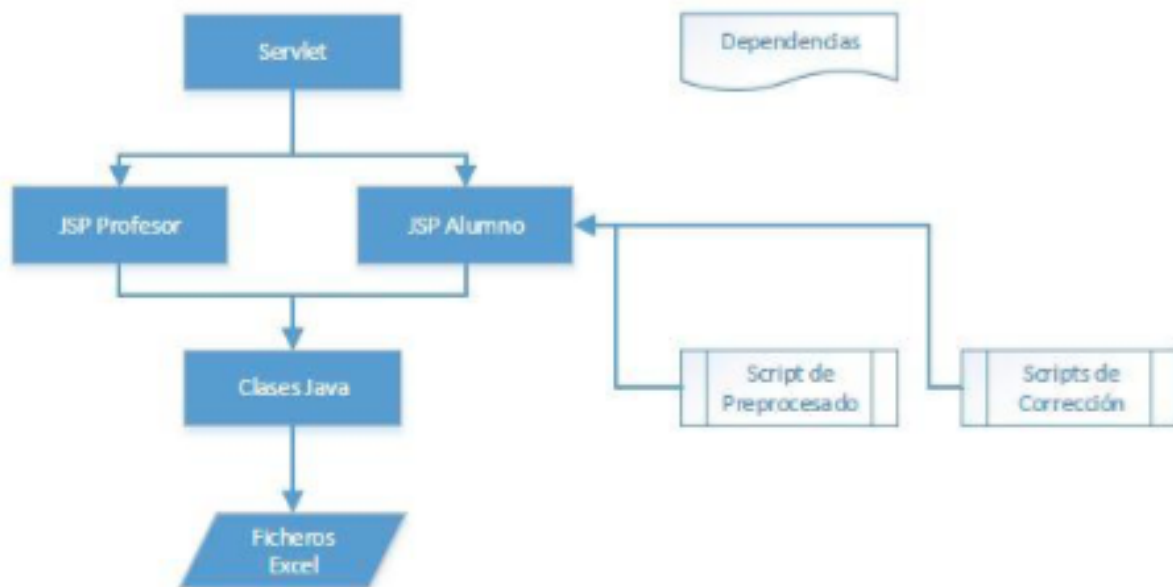


Figura 6 Componentes de la anterior herramienta LTI [2].

Este software utiliza una librería Java que implementa la versión LTI 1.0, también llamada Basic LTI. Esta librería es *BLTI Sandwich* [29].

### 2.2.2 Estado actual de la herramienta

El personal encargado de la administración de la plataforma de Enseñanza Virtual aún no ha permitido la integración de herramientas LTI. A falta de este requisito, la herramienta ha sido probada utilizando un TC realizado por el mismo autor.

## 2.3 Métodos de corrección actuales

Buscando crear métodos de corrección más eficientes, además del que se acaba de describir, son varios los sistemas que se han desarrollado para la corrección de proyectos de programación en la ETSI de Sevilla [2]:

- Herramienta de corrección de memoria: para un proyecto que requiere reserva y liberación de memoria. Está desarrollada principalmente en C.
- Ficheros Makefile: utilizado en una prueba de modificación de un proyecto. Compilan el código del alumno conforme a unas reglas, y ejecutan algunos comandos específicos adicionales.
- Herramienta de corrección basada en java: realizada para un proyecto específico. Permite a partir de una interfaz que se muestra al alumno:
  - Cargar el trabajo al equipo servidor del profesorado. Cada apartado se carga por separado.
  - Realización de las pruebas, ejecutándose unos ficheros makefile en el equipo servidor. Cada prueba se ejecuta automáticamente al cargar el apartado correspondiente.
  - Se recibe en la aplicación el resultado de la ejecución y se le muestra al alumno.

Como se observa, el método más completo hasta ahora y que ofrece más posibilidades es la herramienta LTI.

# 3 DISEÑO

En este capítulo se diseñará el software a desarrollar, haciendo especial hincapié en la aplicación final que es objetivo de este proyecto. Se partirá de una breve introducción para situar al lector en el contexto y se continuará con el proceso software propio de este tipo de proyectos, que incluirá el análisis de requisitos y el diseño o modelado del sistema.

## 3.1 Introducción

En principio, lo que se pide es una aplicación web que permita a un conjunto de profesores del departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad de Sevilla crear, configurar y administrar herramientas de corrección.

Estas herramientas están destinadas a corregir cualquier proyecto que se proponga en las asignaturas que se imparten en el departamento. Además, deben poderse integrar, mediante LTI, en la plataforma LMS utilizada (Enseñanza Virtual) y crear la calificación obtenida por cada alumno en el centro de calificaciones de la misma.

El servidor donde se desplegarán las herramientas LTI, será un equipo basado en Linux propiedad del departamento.

## 3.2 Especificación y análisis de requisitos

Partiendo de la propuesta que se hace, se pueden especificar los requisitos o necesidades del usuario. Haciendo un análisis más profundo, se especificarán los requisitos o restricciones del sistema software.

Estos requisitos se plantean en tablas con el siguiente formato:

IDENTIFICADOR	Nombre del requisito
Dependencias	
Descripción	
Importancia	
Prioridad	

Tabla 3 Formato de tabla de requisito.

Teniendo los distintos parámetros el siguiente significado:

- Dependencias: identificadores de otros requisitos de los que depende o con los que está directamente relacionados.
- Descripción: en qué consiste el requisito.

- Importancia: importancia del requisito para el cliente.
- Prioridad: importancia del requisito para el desarrollador.

La importancia y la prioridad pueden tomar los valores:

- Alta: requisito indispensable.
- Media: sólo se puede omitir en ocasiones donde suponga la eliminación de otro requisito de más importancia/prioridad.
- Baja: se sugiere, pero no es restrictivo.

### 3.2.1 Requisitos generales

<b>RGEN_01</b>	Sistema de creación, configuración y gestión de herramientas LTI
<b>Dependencias</b>	-
<b>Descripción</b>	Se debe crear un sistema o aplicación web desde donde los profesores puedan crear, configurar y gestionar herramientas LTI.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 4 Requisito general 01 "Sistema de creación, configuración y gestión de herramientas LTI".

<b>RGEN_02</b>	La aplicación soportará un sistema usuarios e inicio de sesión
<b>Dependencias</b>	RGEN_03
<b>Descripción</b>	Se accederá al sistema creando una sesión asociada a un usuario. Cada usuario tendrá una contraseña para el inicio de sesión.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 5 Requisito general 02 "La aplicación soportará un sistema usuarios e inicio de sesión".

<b>RGEN_03</b>	Existencia de un <i>superusuario</i>
<b>Dependencias</b>	RGEN_02
<b>Descripción</b>	El sistema tendrá un superusuario que podrá gestionar los demás usuarios: crearlos y eliminarlos. También podrá eliminar cualquier herramienta creada por cualquier usuario y editar ciertas propiedades de todos los proyectos.
<b>Importancia</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 6 Requisito general 03 "Existencia de un superusuario".

<b>RGEN_04</b>	Plantilla para herramientas LTI
<b>Dependencias</b>	RGEN_05
<b>Descripción</b>	Las herramientas LTI se crearán a partir de una misma plantilla de aplicación web. Variarán los datos asociados a cada proyecto como el nombre o clave de entrega.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 7 Requisito general 04 "Plantilla para herramientas LTI".

<b>RGEN_05</b>	Base de la plantilla
<b>Dependencias</b>	RGEN_08
<b>Descripción</b>	La base para la plantilla de las herramientas LTI será la que se realizó para proyectos específicos durante años anteriores. Se permiten los cambios necesarios para su correcto funcionamiento y perfeccionamiento.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 8 Requisito general 05 "Base de la plantilla".

<b>RGEN_06</b>	Ejecutable de corrección de proyectos
<b>Dependencias</b>	RPOR_03
<b>Descripción</b>	Cada proyecto correspondiente a una herramienta LTI tendrá asociado un ejecutable de corrección que deberá ser indicado a la herramienta durante la creación. Este ejecutable recibirá como entrada un documento, la ruta de un directorio donde almacenar los proyectos temporalmente, un identificador del alumno y el nombre del proyecto. Devolverá un valor numérico entero entre 0-100 como salida, que corresponderá a la calificación del alumno. Su peso debe ser menor de 100 megabytes.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 9 Requisito general 06 "Ejecutable de corrección de proyectos".

<b>RGEN_07</b>	Devolver nota
<b>Dependencias</b>	RGEN_06, RGEN_08

<b>Descripción</b>	Las herramientas LTI deben ser capaces de devolver una nota al centro de calificaciones de la plataforma de Enseñanza Virtual.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 10 Requisito general 07 "Devolver nota".

<b>RGEN_08</b>	Especificación LTI
<b>Dependencias</b>	RCON_02, RTEC_05
<b>Descripción</b>	Las herramientas LTI creadas deben implementar la especificación LTI 1.1.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 11 Requisito general 08 "Especificación LTI".

<b>RGEN_09</b>	Mensajes informativos de la aplicación
<b>Dependencias</b>	RFIA_01
<b>Descripción</b>	La aplicación mostrará un mensaje informativo al usuario cada vez que una operación se realice con éxito o se produzca un error.
<b>Importancia</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 12 Requisito general 09 "Mensajes informativos de la aplicación".

<b>RGEN_10</b>	Configuración herramienta LTI
<b>Dependencias</b>	RGEN_05, RGEN_08, RCON_01, RCON_02 , RUS_04
<b>Descripción</b>	<p>Cada herramienta LTI tendrá asociadas las siguientes propiedades de configuración:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre del proyecto</li> <li>• Clave de entrega</li> <li>• Ejecutable de corrección</li> <li>• Clave (LTI)</li> <li>• Secreto (LTI)</li> <li>• Habilitación (LTI)</li> <li>• HTML de descripción</li> </ul>

<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 13 Requisito general 10 "Configuración herramienta LTI"

### 3.2.2 Requisitos funcionales

#### 3.2.2.1 Casos de uso

<b>CU_01</b>	Iniciar sesión
<b>Dependencias</b>	RGEN_02, RSEG_01, RSEG_04
<b>Descripción</b>	El profesor inicia sesión en el sistema introduciendo sus datos para el control de acceso: nombre de usuario y contraseña.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 14 Caso de uso 01 "Iniciar sesión".

<b>CU_02</b>	Registrar usuario
<b>Dependencias</b>	RGEN_02, RGEN_03, RNEG_01, RSEG_01, RSEG_03
<b>Descripción</b>	Esta acción sólo podrá ser llevada a cabo por el superusuario. Los datos a introducir para la creación de un nuevo usuario serán: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de usuario</li> <li>• Contraseña</li> <li>• Rol de administrador (Sí/No)</li> </ul>
<b>Importancia</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 15 Caso de uso 02 "Registrar usuario".

<b>CU_03</b>	Borrar usuario
<b>Dependencias</b>	RGEN_02, RGEN_03, RNEG_01, RSEG_01
<b>Descripción</b>	Esta acción sólo podrá ser llevada a cabo por el superusuario. Un usuario no se podrá borrar si es administrador de un proyecto o tiene asociados proyectos.
<b>Importancia</b>	Media

<b>Prioridad</b>	Media
------------------	-------

Tabla 16 Caso de uso 03 "Borrar usuario".

<b>CU_04</b>	Cambiar contraseña
<b>Dependencias</b>	RGEN_02, RNEG_01, RSEG_01, RSEG_02
<b>Descripción</b>	Todo usuario debe poder cambiar su contraseña.
<b>Importancia</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 17 Caso de uso 04 "Cambiar contraseña".

<b>CU_05</b>	Crear proyecto
<b>Dependencias</b>	RGEN_01, RGEN_02, RNEG_01, RUS_03
<b>Descripción</b>	Esta acción sólo puede ser llevada a cabo por el superusuario o usuarios con rol de administrador.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 18 Caso de uso 05 "Crear proyecto".

<b>CU_06</b>	Editar proyecto
<b>Dependencias</b>	RGEN_01, RGEN_02, RNEG_01, RUS_03
<b>Descripción</b>	El superusuario y los administradores podrán editar todas las propiedades de los proyectos que hayan creado. Los usuarios asociados a un proyecto tan sólo podrán editar ciertas propiedades. El superusuario podrá editar ciertas propiedades de todos los proyectos.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 19 Caso de uso 06 "Editar proyecto".

<b>CU_07</b>	Asignar proyecto a profesor
<b>Dependencias</b>	RGEN_01, RGEN_02, RNEG_01
<b>Descripción</b>	Los profesores administradores de un proyecto podrán asociarlo a otros profesores para que estos puedan modificar ciertas propiedades si lo desean.



<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 20 Caso de uso 07 "Asignar proyecto a profesor".

<b>CU_08</b>	Eliminar asignación
<b>Dependencias</b>	RGEN_01, RGEN_02, RNEG_01
<b>Descripción</b>	Los profesores administradores de un proyecto podrán eliminar su asociación a otros profesores para que estos ya no puedan modificarlo.
<b>Importancia</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 21 Caso de uso 08 "Eliminar asignación".

<b>CU_09</b>	Borrar proyecto
<b>Dependencias</b>	RGEN_01, RGEN_02, RNEG_01
<b>Descripción</b>	El superusuario y los administradores podrán eliminar todos los proyectos que hayan creado. El superusuario podrá eliminar cualquier proyecto aunque no sea su creador.
<b>Importancia</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 22 Caso de uso 09 "Borrar proyecto".

<b>CU_10</b>	Cerrar sesión
<b>Dependencias</b>	RGEN_02, RSEG_01, RSEG_04
<b>Descripción</b>	Todo usuario podrá cerrar su sesión.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 23 Caso de uso 10 "Cerrar sesión".

<b>CU_11</b>	Acceso del profesor a herramienta LTI a partir de la Enseñanza Virtual
<b>Dependencias</b>	RTEC_05, RTEC_06
<b>Descripción</b>	Si la herramienta LTI se encuentra activa y funciona correctamente, serán mostradas algunas propiedades del proyecto:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre del proyecto</li> <li>• Clave de entrega</li> <li>• Descripción</li> </ul> <p>Así como la descripción asociada.</p>
<b>Importancia</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 24 Caso de uso 11 "Acceso del profesor a herramienta LTI a partir de la Enseñanza Virtual".

<b>CU_12</b>	Acceso del alumno a la herramienta LTI a partir de la Enseñanza Virtual
<b>Dependencias</b>	RTEC_05, RTEC_06
<b>Descripción</b>	<p>Si la herramienta LTI se encuentra activa y funciona correctamente, serán mostrados el nombre del proyecto y la descripción asociada.</p> <p>Habrà un campo para introducir la clave de entrega, y si es correcta, se permitirá la subida del proyecto al servidor. Si todo va bien, el TP creará la nota correspondiente en el centro de calificaciones.</p>
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 25 Caso de uso 12 "Acceso del alumno a herramienta LTI a partir de la Enseñanza Virtual".

A continuación, se muestran diagramas de casos de uso que ilustran todos los casos de uso recién descritos:

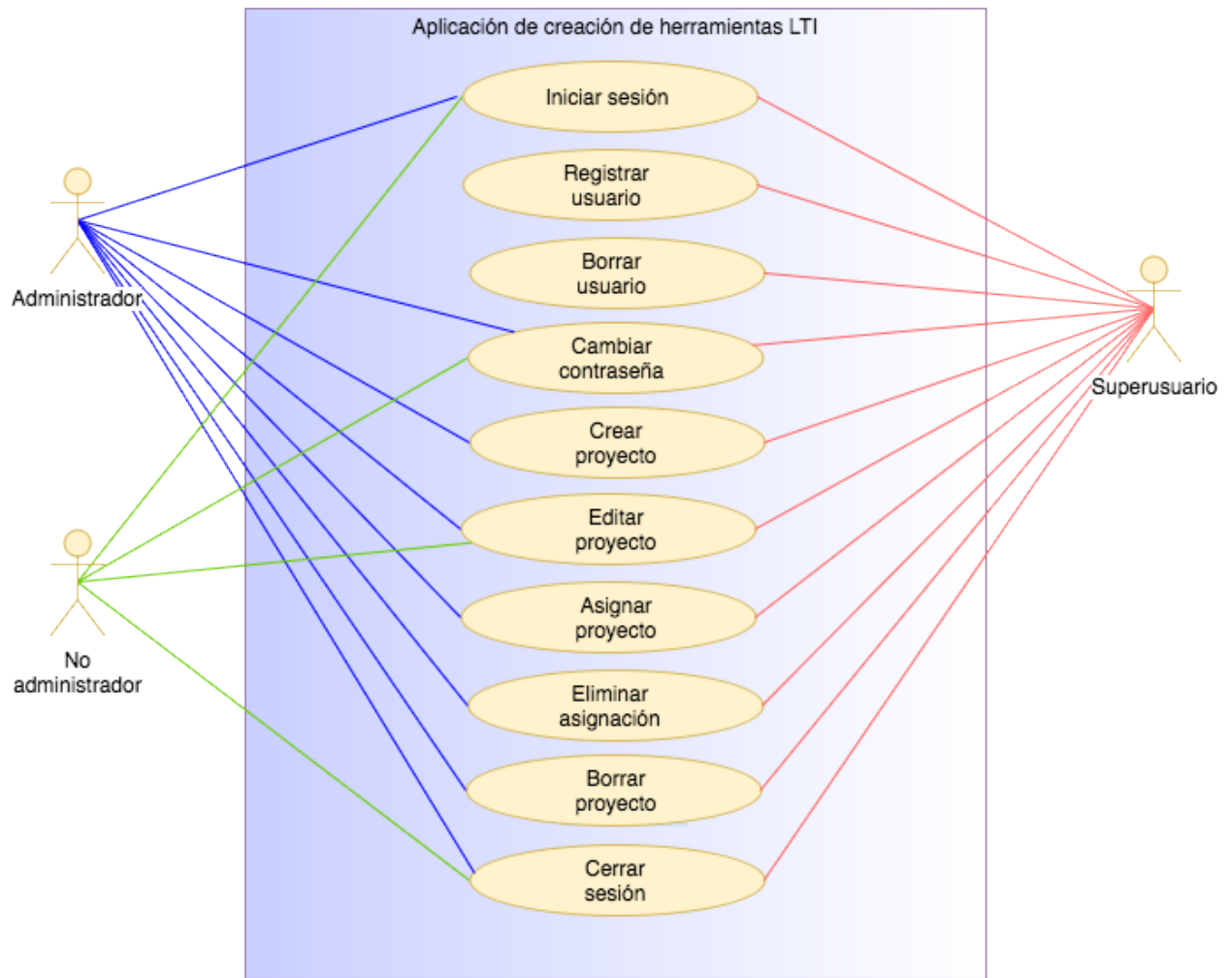


Figura 7 Casos de uso 01-10

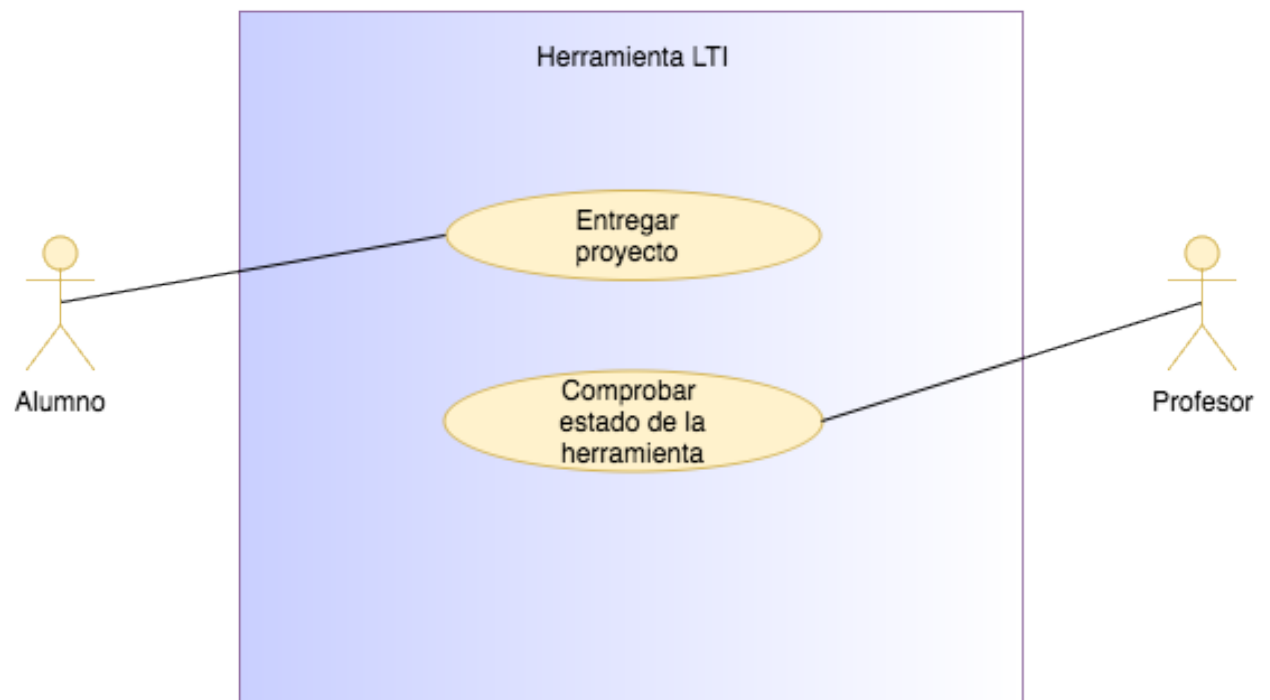


Figura 8 Casos de uso 11-12

### 3.2.2.2 Reglas de negocio

<b>RNEG_01</b>	Organización de usuarios/profesores
<b>Dependencias</b>	RGEN_02, RNEG_02, RNEG_03
<b>Descripción</b>	Existirán profesores administradores y no administradores. Los administradores podrán crear, modificar, asociar y eliminar proyectos. Los no administradores tan sólo podrán modificar ciertas propiedades de configuración de los proyectos que le hayan sido asociados.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 26 Regla de negocio 01 "Organización de usuarios/profesores".

<b>RNEG_02</b>	Profesores administradores de un proyecto
<b>Dependencias</b>	RNEG_01, RGEN_02
<b>Descripción</b>	En relación a un proyecto, habrá un profesor administrador del mismo, que será el que lo cree. Este será el que pueda modificar toda su configuración, asociarle profesores y eliminarlo. Otros profesores podrán modificar ciertas partes de la configuración si el administrador les asocia previamente el proyecto.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 27 Regla de negocio 02 "Profesores administradores de un proyecto".

<b>RNEG_03</b>	Profesores asociados, no administradores de proyecto
<b>Dependencias</b>	RNEG_01, RGEN_02, RGEN_10
<b>Descripción</b>	Los profesores asociados a un proyecto pero que no son sus administradores podrán modificar en la configuración las propiedades: clave de entrega; "ejecutable de corrección"; "clave", "secreto" y "habilitación" de la herramienta LTI; "HTML de descripción".
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 28 Regla de negocio 03 "Profesores asociados, no administradores de proyecto".

### 3.2.2.3 Requisitos de conducta

<b>RCON_01</b>	Tablas con datos LTI
----------------	----------------------

<b>Dependencias</b>	RGEN_08, RINF_03
<b>Descripción</b>	Será necesario la creación de tablas asociadas a las conexiones LTI en la base de datos para poder realizar la devolución de resultado correctamente.
<b>Importancia</b>	-
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 29 Requisito de conducta 02 "Base de datos LTI".

### 3.2.2.4 Requisitos de información

<b>RINF_01</b>	Base de datos de proyectos y usuarios
<b>Dependencias</b>	RGEN_01, RGEN_02, RINF_02
<b>Descripción</b>	Se deberá almacenar los siguientes datos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesores <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nombre de usuario</li> <li>○ Contraseña</li> </ul> </li> <li>• Proyectos <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nombre del proyecto</li> <li>○ Profesor administrador</li> <li>○ Profesores asociados</li> <li>○ Clave de entrega</li> <li>○ Clave (LTI)</li> <li>○ Secreto (LTI)</li> <li>○ Habilitación (LTI)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Importancia</b>	-
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 30 Requisito de información 01 "Base de datos de proyectos y usuarios".

<b>RINF_02</b>	Fichero de configuración inicial de la aplicación
<b>Dependencias</b>	RINF_01
<b>Descripción</b>	Debe utilizarse un fichero "config.properties" para rellenar manualmente y almacenar la información inicial de la aplicación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Base de datos (servidor, nombre, usuario y contraseña)</li> <li>• Directorio de despliegue.</li> <li>• Nombre de la aplicación. Debe coincidir con el nombre del</li> </ul>

	<p>directorio que la contiene.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Directorio donde se almacenarán los proyectos temporalmente para su corrección.</li> <li>• Tamaño máximo, en KB, que pueden tener los ficheros subidos por los alumnos.</li> </ul>
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 31 Requisito de información 02 "Fichero de configuración inicial de la aplicación".

<b>RINF_03</b>	Configuración de cada herramienta LTI
<b>Dependencias</b>	RGEN_01, RCON_02, RFIA_02
<b>Descripción</b>	La configuración necesaria de cada herramienta LTI, se almacenará en la base de datos asociada a la aplicación.
<b>Importancia</b>	-
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 32 Requisito de información 03 "Configuración de cada herramienta LTI".

### 3.2.3 Requisitos no funcionales

#### 3.2.3.1 Fiabilidad

<b>RFIA_01</b>	Error durante creación, modificación y eliminación
<b>Dependencias</b>	RGEN_09
<b>Descripción</b>	Se intentará en la medida de lo posible que cada una de estas funciones sea equivalente a una transacción. Es decir, si algo falla, se intentará volver al estado previo al cambio.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 33 Requisito de fiabilidad 01 "Error durante creación, modificación y eliminación".

<b>RFIA_02</b>	Concurrencia
<b>Dependencias</b>	RINF_03
<b>Descripción</b>	Se debe permitir la ejecución simultánea de varias herramientas, y que a su vez estas sean usadas paralelamente por varios alumnos.
<b>Importancia</b>	Alta

<b>Prioridad</b>	Alta
------------------	------

Tabla 34 Requisito de fiabilidad 02 "Concurrencia".

## 3.2.3.2 Usabilidad

<b>RUS_01</b>	Manual de instalación
<b>Dependencias</b>	-
<b>Descripción</b>	Se debe proporcionar un manual de instalación junto con la aplicación.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 35 Requisito de usabilidad 01 "Manual de instalación".

<b>RUS_02</b>	Manual de usuario
<b>Dependencias</b>	-
<b>Descripción</b>	Se debe proporcionar un manual de usuario junto con la aplicación.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 36 Requisito de usabilidad 02 "Manual de usuario".

<b>RUS_03</b>	Indicaciones durante la creación y edición
<b>Dependencias</b>	CU_05, CU_06
<b>Descripción</b>	El software debe proporcionar indicaciones al usuario durante la creación y edición de proyectos/herramientas LTI.
<b>Importancia</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 37 Requisito de usabilidad 03 "Indicaciones durante la creación y edición".

<b>RUS_04</b>	Fichero de descripción
<b>Dependencias</b>	CU_05
<b>Descripción</b>	Durante la creación de proyectos, el profesor proporcionará un fichero HTML donde se proporciona información destinada al alumno. Esta descripción incluirá toda la información adicional que considere el profesor.

<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 38 Requisito de usabilidad 04 "Fichero de descripción".

### 3.2.3.3 Mantenibilidad

<b>RMAN_01</b>	Reutilización
<b>Dependencias</b>	-
<b>Descripción</b>	El sistema debe poder reutilizarse para la corrección de cualquier proyecto.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 39 Requisito de mantenibilidad "Reutilización".

### 3.2.3.4 Portabilidad

<b>RPOR_01</b>	Base de datos
<b>Dependencias</b>	RTEC_01
<b>Descripción</b>	El sistema debe soportar el uso de SQLite.
<b>Importancia</b>	Baja
<b>Prioridad</b>	Baja

Tabla 40 Requisito de portabilidad "Base de datos".

<b>RPOR_02</b>	Servidor
<b>Dependencias</b>	RTEC_04
<b>Descripción</b>	Debe poder cambiar de directorio de despliegue y usuario.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 41 Requisito de portabilidad "Servidor".

<b>RPOR_03</b>	Ejecutable de corrección
<b>Dependencias</b>	RGEN_06
<b>Descripción</b>	Debe poder ser un fichero ejecutable de cualquier tipo.



<b>Importancia</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 42 Requisito de portabilidad "Ejecutable de corrección".

### 3.2.3.5 Seguridad

<b>RSEG_01</b>	Control de acceso
<b>Dependencias</b>	RGEN_01, RSEG_04
<b>Descripción</b>	Se debe implementar un control de acceso basado en nombre de usuario asociado a contraseña.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 43 Requisito de seguridad 01 "Control de acceso".

<b>RSEG_02</b>	Cambio de contraseña
<b>Dependencias</b>	RGEN_02, RSEG_01
<b>Descripción</b>	Todo usuario debe poder cambiar su contraseña.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 44 Requisito de seguridad 02 "Cambio de contraseña".

<b>RSEG_03</b>	Almacenamiento de contraseña
<b>Dependencias</b>	RGEN_02, RSEG_01
<b>Descripción</b>	La contraseña debe encriptarse mediante PBKDF2 antes de ser almacenada.
<b>Importancia</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 45 Requisito de seguridad 03 "Almacenamiento de contraseña".

<b>RSEG_04</b>	Control de sesión
<b>Dependencias</b>	RGEN_02, RNEG_01, RSEG_01
<b>Descripción</b>	Cada vez que sea necesario, debe controlarse que la sesión asociada al rol adecuado está activa.

<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 46 Requisito de seguridad 04 "Control de sesión".

<b>RSEG_05</b>	SQL Injection
<b>Dependencias</b>	RTEC_03
<b>Descripción</b>	Los formularios incluidos en el sistema deben pasar pruebas de SQL Injection.
<b>Importancia</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 47 Requisito de seguridad 05 "SQL Injection".

### 3.2.4 Restricciones técnicas

<b>RTEC_01</b>	Entorno Linux
<b>Dependencias</b>	-
<b>Descripción</b>	Tanto la aplicación de creación de herramientas como las herramientas LTI, se desplegarán en un entorno Linux.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 48 Restricción técnica 01 "Entorno Linux".

<b>RTEC_02</b>	Java Runtime Environment 7
<b>Dependencias</b>	-
<b>Descripción</b>	Se empleará JRE al menos en su versión 7 (1.7).
<b>Importancia</b>	-
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 49 Restricción técnica 02 "Java Runtime Environment 7".

<b>RTEC_03</b>	Servidor MySQL y drivers.
<b>Dependencias</b>	RTEC_02, RSEG_05
<b>Descripción</b>	Se debe utilizar un servidor MySQL para las bases de datos. Los drivers asociados a la base de datos deben ser de una versión superior a la 5.1.21 para evitar incompatibilidades con la JRE. Si se quiere utilizar SQLite, habría que realizar unos simples

	cambios.
<b>Importancia</b>	-
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 50 Restricción técnica 03 "Servidor MySQL y drivers".

<b>RTEC_04</b>	Servidor Tomcat 7
<b>Dependencias</b>	RTEC_02, RPOR_02
<b>Descripción</b>	El servidor será Tomcat, a partir de su versión 7 para evitar incompatibilidades con el JRE.
<b>Importancia</b>	-
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 51 Restricción técnica 04 "Servidor Tomcat 7".

<b>RTEC_05</b>	El LMS (Enseñanza Virtual) debe soportar LTI 1.1
<b>Dependencias</b>	RGEN_08, RTEC_06
<b>Descripción</b>	La versión Blackboard en la que se basa debe ser superior a la versión 9.1 SP10 [30].
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 52 Restricción técnica 05 "El LMS (Enseñanza Virtual) debe soportar LTI 1.1".

<b>RTEC_06</b>	Activación de enlaces LTI
<b>Dependencias</b>	RTEC_05
<b>Descripción</b>	El personal administrador del LMS debe permitir la creación de enlaces LTI que dirijan a TP alojados en el dominio donde se encontrarán las herramientas LTI.
<b>Importancia</b>	Alta
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 53 Restricción técnica 06 "Activación de enlaces LTI".

<b>RTEC_07</b>	Conexiones TCP entrantes
<b>Dependencias</b>	CU_11, CU_12
<b>Descripción</b>	Se deben permitir las conexiones TCP entrantes asociadas a

	peticiones HTTP al puerto donde esté funcionando el servidor.
<b>Importancia</b>	-
<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 54 Restricción técnica 07 "Conexiones TCP entrantes".

### 3.3 Diseño y modelado de la aplicación

#### 3.3.1 Introducción

Una vez especificados los requisitos, observamos que la aplicación se divide claramente en dos partes. Por un lado, debe diseñarse la aplicación que permite crear herramientas LTI. Por otro, hay que modelar la estructura de las herramientas LTI. Finalmente, ambos bloques formarán parte de un todo, por lo que hay que realizar algunas tareas de diseño del conjunto.

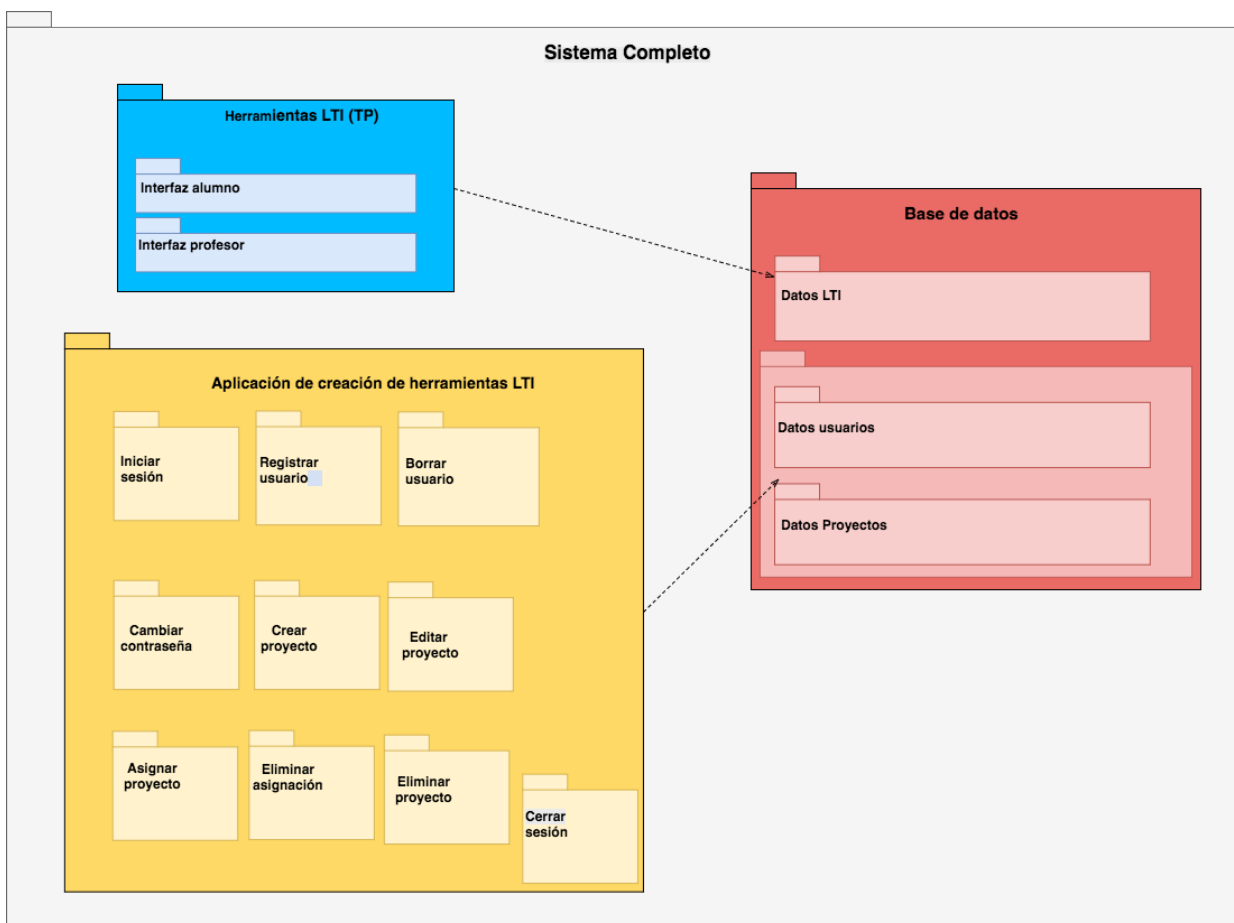


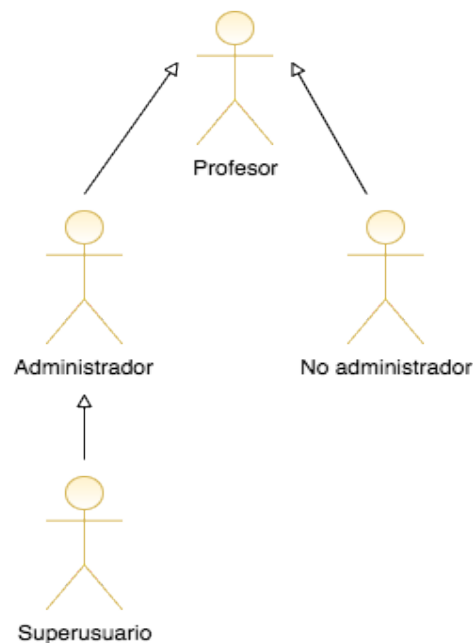
Figura 9 Diagrama de paquetes

#### Aplicación de creación, configuración y gestión de herramientas LTI

Para simplificar, en esta aplicación, a las herramientas LTI se les denominará “proyectos”.

Para empezar hay que crear un sistema de gestión de usuarios, para lo que necesitaremos almacenarlos en una base de datos y gestionar las sesiones. Las sesiones se suelen gestionar usando *beans* de sesión [31]. Los usuarios podrán tener los siguientes roles:

- Superusuario: será el encargado de crear y eliminar usuarios (sólo podrá eliminarlos si no tienen ningún proyecto asociado). Además, podrá realizar todas las acciones que puede efectuar un administrador. También podrá borrar cualquier proyecto aunque no sea su creador y editar ciertas propiedades de todos los proyectos.
- Administrador: podrá crear, modificar y eliminar proyectos. Podrá modificar todas las propiedades de los proyectos de los que es propietario. También podrá asociar profesores a sus proyectos y ser asociado a otros proyectos.
- No administrador: podrá ser asociado a otros proyectos, de los cuales se le permitirá modificar ciertos parámetros.



*Figura 10 Diagrama de actores.*

Por tanto, todo proyecto tendrá un administrador, su creador, que será el único que pueda modificar todas sus propiedades, asociarle otros profesores y eliminarlo. Después, podrá tener varios profesores asociados, los cuales podrán modificar algunas de sus propiedades.

También habrá que mostrarle al usuario un menú donde pueda elegir, según su rol, que acción desea llevar a cabo. Todas las acciones, exceptuando el cierre de sesión, estarán apoyadas en el uso de formularios; por lo que el uso de un servlet para gestionarlas parece bastante acertado.

Por otra parte, deberá ser almacenada cierta información sobre cada proyecto en una base de datos. Esta información será: nombre, propiedad, clave de entrega, clave (LTI), secreto (LTI) y habilitación (LTI).

Para acceder a todos los datos que hasta ahora consideramos que estarán en bases de datos, se podría utilizar una clase DAO (Data Access Object) [32], desde donde se realizarían todos los accesos a bases de datos.

Por último, si varios proyectos o TP van a desplegarse en un mismo servidor, lo más eficiente sería compartir la estructura de ficheros. La única variación entre TP serán los parámetros de configuración introducidos durante su creación o edición. Por tanto, para que esta idea basada en el reaprovechamiento funcione, se asociará una clave LTI única a cada herramienta LTI.

## Herramientas LTI

Las herramientas LTI tendrán una misma estructura basada en la herramienta creada por Álvaro Martín anteriormente [2]. Básicamente, se generalizará esta herramienta para que sirva para cualquier proyecto.

Otro de los cambios más importantes se debe a que ahora la aplicación tiene que devolver un resultado al TC, para lo que se necesitará implementar LTI 1.1 y crear tablas en la base de datos de la aplicación para almacenar la información asociada a las conexiones LTI. Otra modificación consistirá en eliminar los campos “Habilitar” y ”Clave de entrega” de la interfaz del profesor, ya que estas opciones se modificarán desde la nueva aplicación de creación de herramientas LTI; por otra parte se incluirá en ambas interfaces, la descripción proporcionada por el profesor. Para generalizarlas, también desaparecerá la división por apartados de ejecutables de corrección y calificaciones, ahora tan solo habrá un ejecutable de corrección y una calificación.

Las demás modificaciones estarán orientadas a la reutilización de los ficheros para el despliegue de distintas herramientas LTI.

### 3.3.2 Detalle del comportamiento

Ahora que se tiene una idea de cómo funcionaría el sistema, se profundiza en algunos aspectos utilizando diagramas UML con el objetivo de aclararlos.

### Registro de usuario

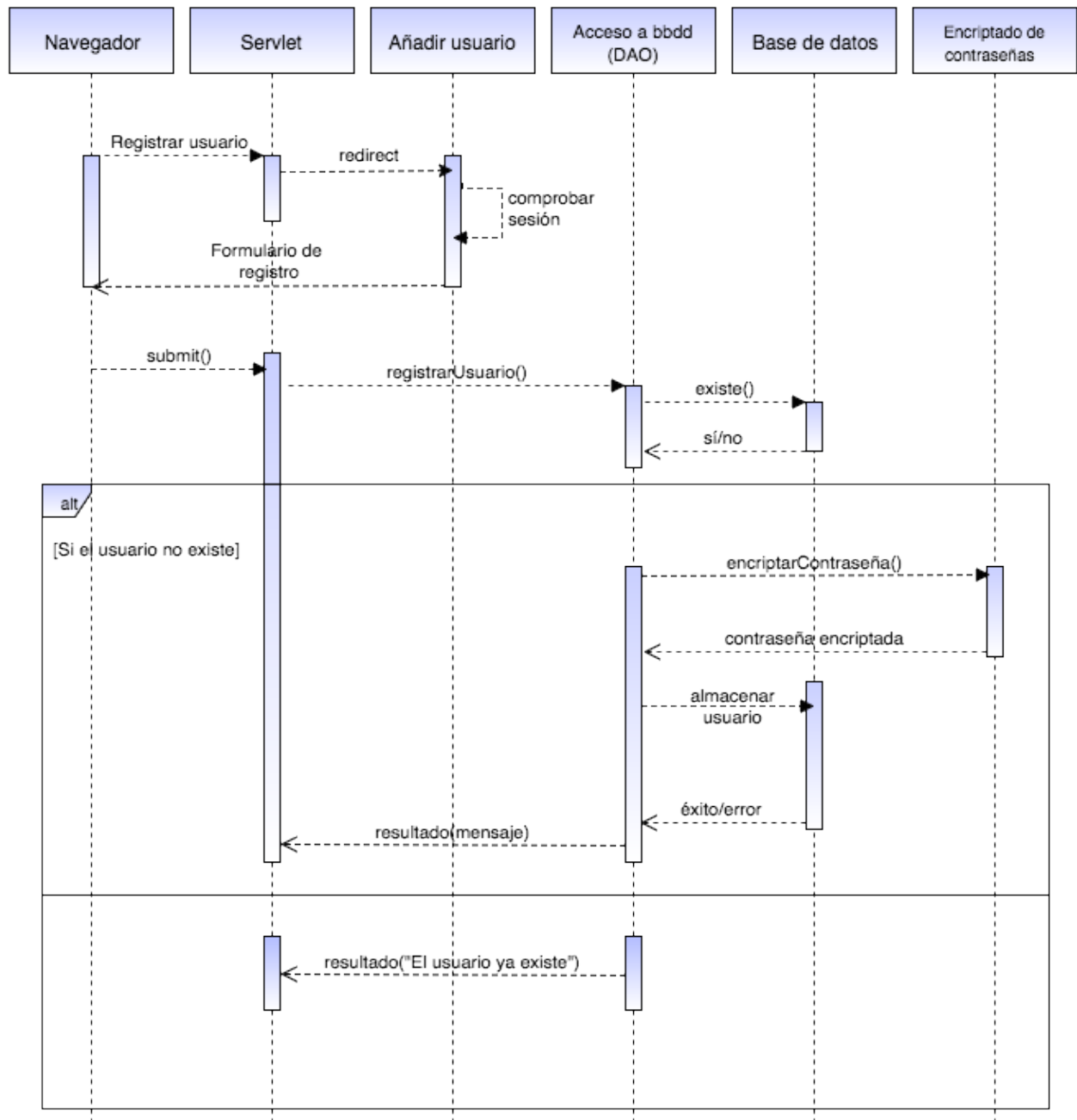


Figura 11 Diagrama de secuencia "Registro de usuario".

## Creación de proyectos

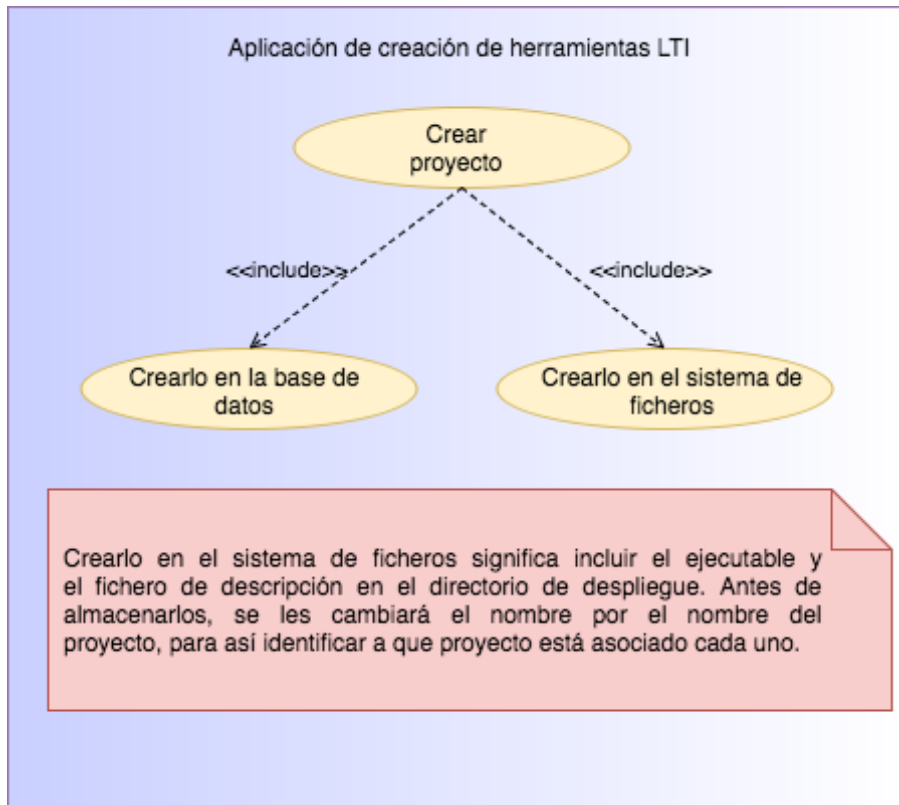


Figura 12 Caso de uso "Creación de proyecto".

## Edición de proyectos

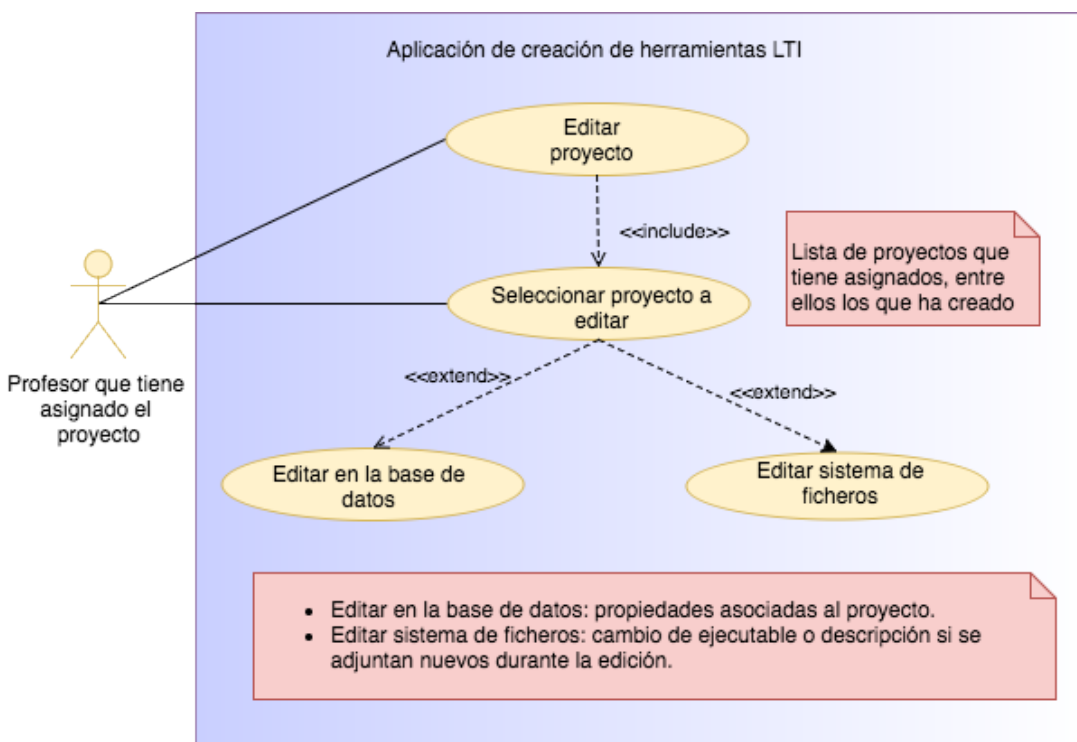


Figura 13 Caso de uso "Edición de proyecto".



### Borrado de proyectos

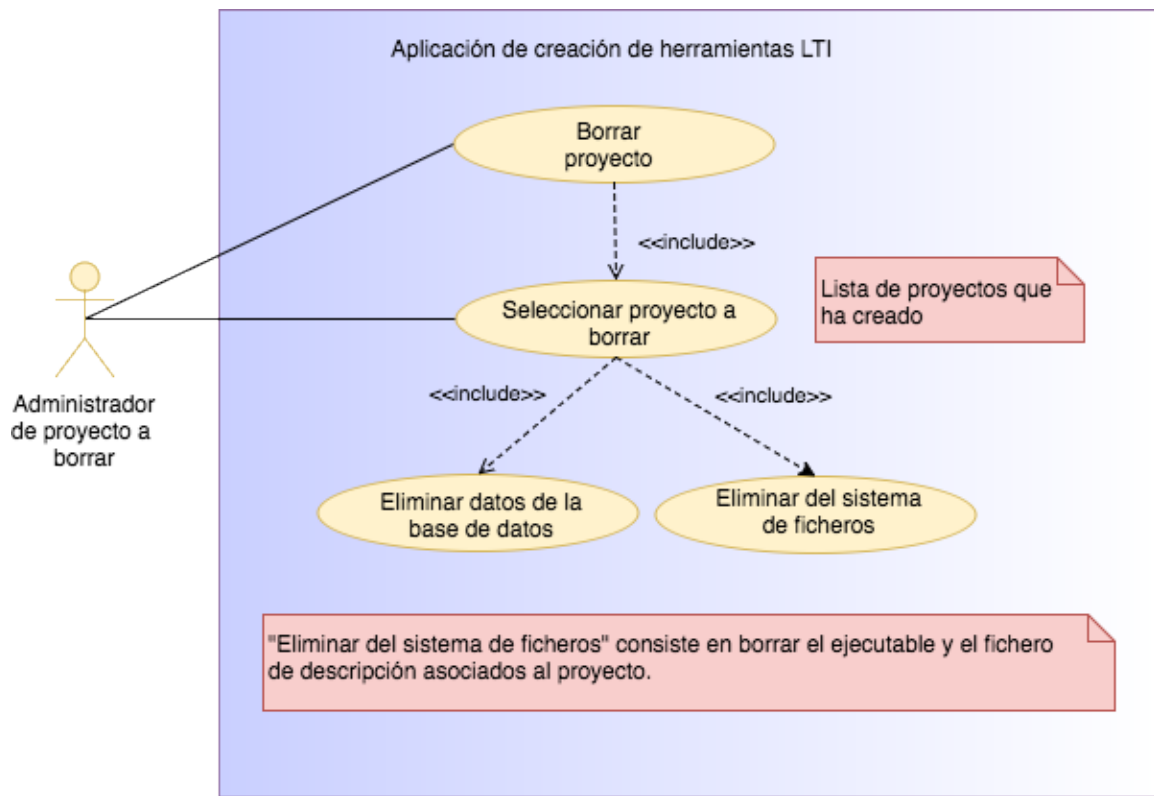


Figura 14 Caso de uso "Borrar proyecto".

### Asignación de proyecto a profesor

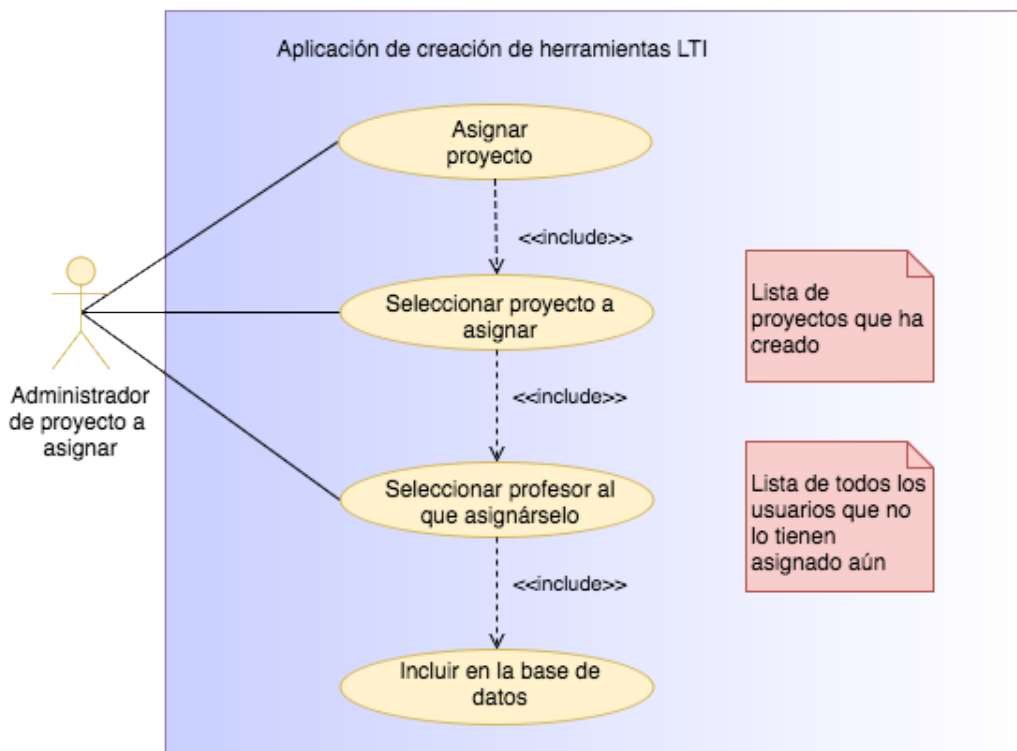


Figura 15 Caso de uso "Asignación".

## Entrega de proyecto a través de herramienta LTI

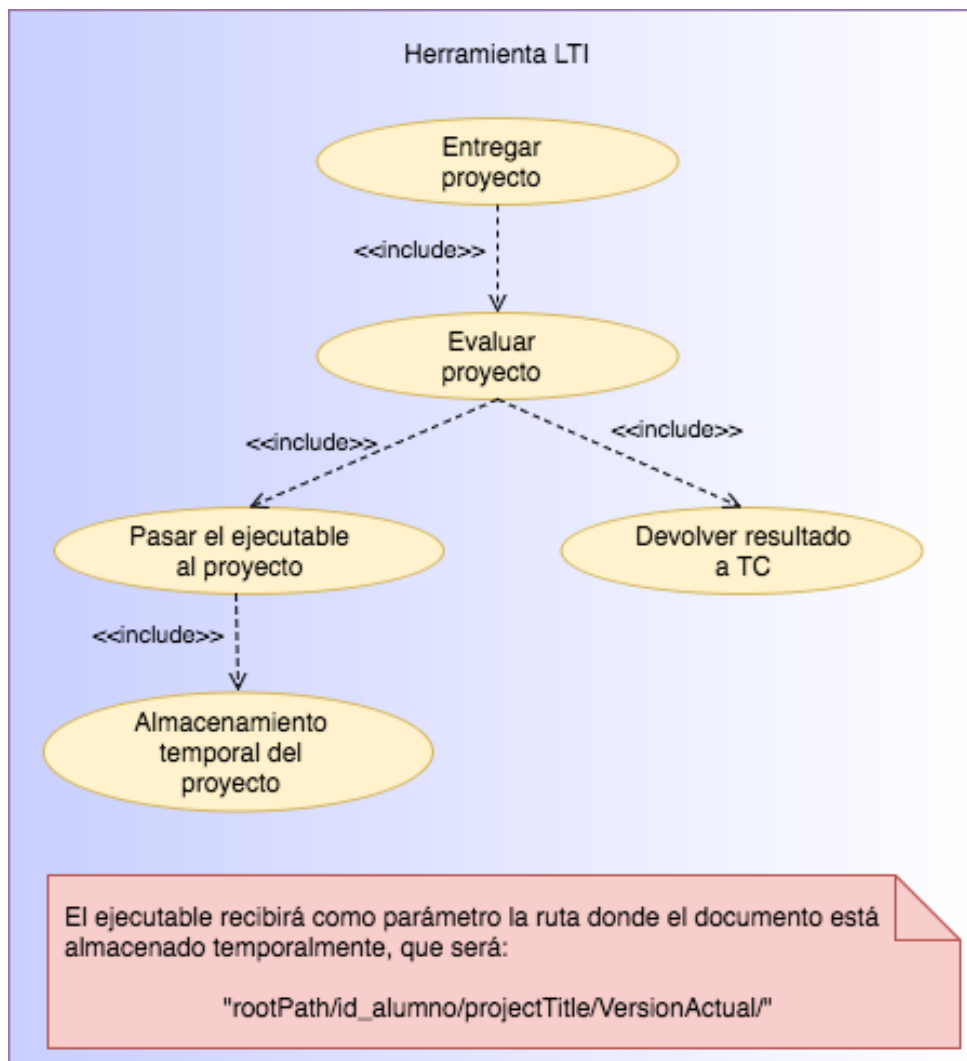


Figura 16 Caso de uso "Entrega".

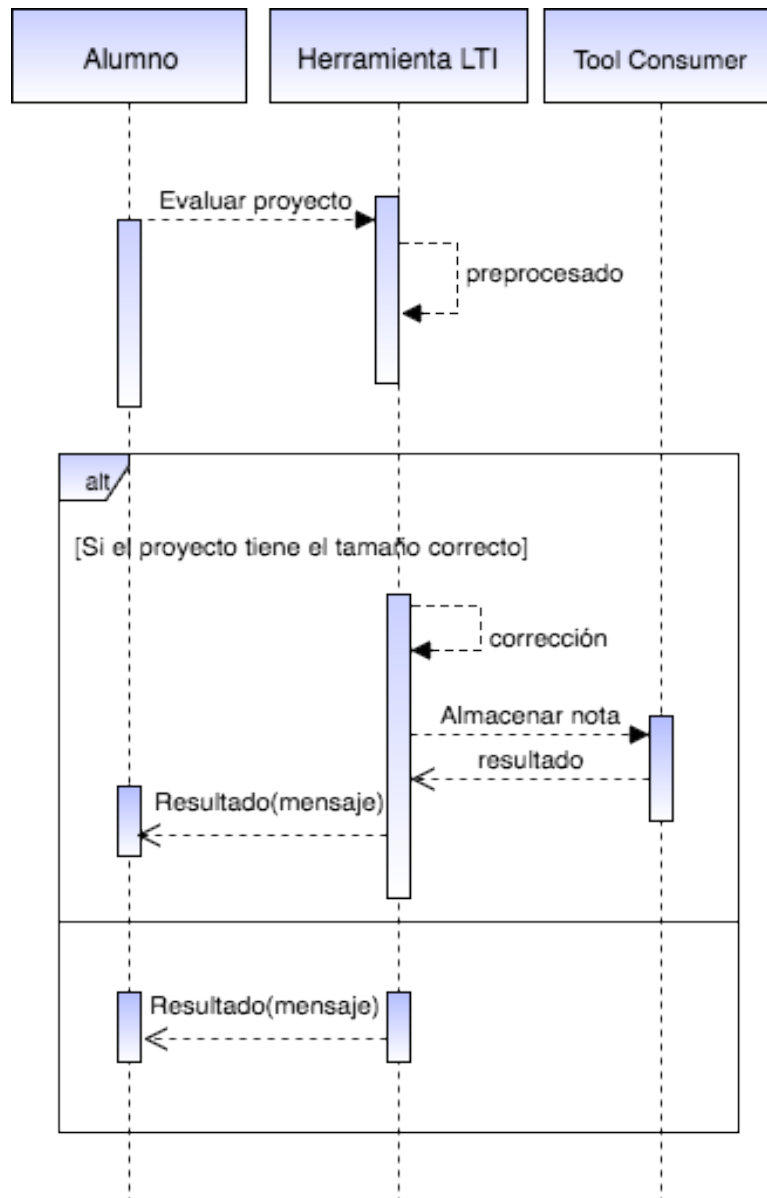
**Evaluación de proyecto**

Figura 17 Diagrama de secuencia "Entrega y corrección".



# 4 IMPLEMENTACIÓN

---

Este capítulo pretende analizar la implementación del software. Se explicará la organización y función de las distintas partes del código, se mostrarán las interfaces de usuario y se describirán las bases de datos. Todo esto se hará separando la aplicación de creación de herramientas LTI y las herramientas LTI. Además, muchos aspectos de las herramientas LTI no se analizarán en detalle, debido a que ya se hace en el documento *Comunicación entre herramientas basadas en LTI y Sistemas de Gestión de Aprendizaje* [2].

## 4.1 Código

Como ya se ha contemplado durante el diseño, se tratará de una aplicación web. La analizaremos por bloques, los cuales serán:

- Fichero de configuración
- Clases
- Librerías
- Ficheros JSP
- Funciones JavaScript
- Descriptor de despliegue
- Ficheros HTML de excepción y error 404

### 4.1.1 Fichero de configuración inicial: *config.properties*

La aplicación de creación de herramientas LTI creará la base de datos que necesita. Para configurarla, necesita ciertos parámetros referentes al servidor MySQL y su usuario. Esta configuración, le vendrá dada por el fichero de configuración. Se encuentra en WEB-INF y este sería su contenido con valores de ejemplo:

```
appName=projectcreation
dbHost=jdbc:mysql://localhost/
dbName=projects
dbUsername=root
dbPassword=pass
dbTableNamePrefix=""
deployPath=/var/lib/tomcat8/webapps
rootPath=/home/lti/projectcreation
maxKB=10
```

En cuanto a las propiedades:

- `appName`: nombre del directorio donde se desplegará la aplicación dentro del directorio de despliegue del servidor. Es decir, considerando el valor de ejemplo, dentro del directorio *webapps* de Tomcat, la aplicación estará en el directorio *projectcreation*.

- **dbHost**: equipo en el que se encuentra el servidor de bases de datos. Al ser MySQL, lleva delante del host “`jdbc:mysql://`” para que el driver pueda realizar la conexión.
- **dbName**: nombre de la base de datos donde se almacenarán los datos de la aplicación.
- **dbUsername**: usuario con el que se accede a la base de datos.
- **dbPassword**: contraseña del usuario con el que se accede a la base de datos.
- **dbTableNamePrefix**: prefijo para las tablas. Es opcional.
- **deployPath**: directorio de despliegue de la aplicación.
- **rootPath**: directorio donde se crearán las copias temporales de los proyectos que envíen los alumnos para su evaluación. El usuario del servidor debe tener permiso para escribir en él.
- **maxKB**: tamaño máximo, en kilobytes, que puede tener un fichero subido por un alumno para su evaluación.

#### 4.1.2 Clases

El código fuente de todas las clases se encontrará en los ficheros con su mismo nombre dentro del directorio `src/tfg/lti` de la aplicación.

##### Appservlet

Esta clase será el servlet de la aplicación. Además, actuará como controlador de la misma.

Al acceder a la aplicación web por medio del navegador, se estará accediendo al servlet que dirigirá a la página de inicio de sesión (*login.jsp*) si no hay ninguna sesión activa. También será el encargado de inicializar la base de datos, creándola si no existe.

Todas las opciones posibles dentro de la aplicación acabarán con el envío de un formulario que será gestionado por esta clase. Según la solicitud, se invocará la operación correspondiente a la clase DAO, se establecerá un mensaje informativo correspondiente al resultado de la operación y se redirigirá al usuario a la página de inicio (*userlogged.jsp*).

##### Launch

Servlet para las herramientas LTI.

Cuando recibe una petición POST, lo primero que hace es obtener los datos asociados al proyecto a partir de la clave que ha recibido. Luego genera atributos de sesión asociados a cada uno de los datos que ha obtenido. De esta manera se podrá acceder a las propiedades de la herramienta desde cualquier parte en la aplicación sin necesidad de leer ficheros ni acceder a bases de datos. Después, se inicializan las tablas de los datos LTI, creándolas si no existen.

Se crea un objeto *ToolConsumer*, le asociamos los parámetros necesarios (clave, secreto, habilitación y nombre) y la base de datos.

Se crea un objeto *ToolProvider* asociándole los parámetros necesarios y se llama al método *execute()* del objeto. En este método obtiene de la petición al servlet los parámetros LTI que contiene y comprueba:

- Que se ha recibido el parámetro “custom\_uvus”. Si se ha recibido, se asocia al atributo de la sesión “UVUS”. En caso contrario se le asocia el atributo LTI “user\_id”.
- Que rol tiene el usuario que envía la petición:
  - o Si es un alumno, se redirige a *Student.jsp*
  - o Si es profesor, se redirige a *Manager.jsp*

## Config

Como se puede ver en el fichero *Config.java*, esta clase contiene los atributos estáticos que serán completados con la configuración inicial que se encuentra en el fichero *config.properties*.

## Db

En esta clase, en el fichero *Db.java* del mismo nombre, se encuentran los métodos necesarios para:

- La creación e inicialización de la base de datos de la aplicación, creación de tablas y obtención de conexión a la base de datos.

## UserBean

Se utiliza para representar al usuario. Sus atributos serán:

- Nombre (*username*).
- Contraseña (*password*).
- Administrador (*admin*): booleano que indica si es administrador o no.
- Validez (*valid*): booleano que indica si su sesión es válida o no.

Así, cuando un usuario inicie sesión, se podrá obtener el valor de *admin* correspondiente a su nombre de usuario y se pondrá el valor de *valid* a *true*.

## DAO

En esta clase se encuentran todos los métodos que involucran el acceso a la base de datos. Los métodos principales son:

- login
- addUser\*
- delUser\*
- changePass\*
- createProject\*
- editProject\*
- assignProject\*
- delAssignment\*
- delProject\*
- getProjectsNames
- getAdminProjectNames
- isProjectAdmin
- getUsersNames
- getUsersNamesAssign
- getUserNamesDelAssign

La documentación javadoc de cada método se encuentra en el fichero .java.

\*Estos métodos devuelven un valor del tipo *ResultCodes*.

## ResultCodes

En el fichero *ResultCodes.java* se puede encontrar la definición de un tipo *Enum* [33], llamado *ResultCodes*, que asocia constantes predefinidas a un entero (*id*) y a un mensaje (*msg*). Incluye los métodos *getId* y *getMsg*. Se utiliza para identificar más cómodamente los posibles resultados de las operaciones.

## Encryption

Contiene los métodos necesarios para la encriptación *PBKDF2* y validación de una contraseña encriptada mediante *PBKDF2*. Se ha utilizado como referencia la clase creada por Lokesh Gupta para *HowToDoInJava* [34].

## Utils

Aquí se encuentran algunos métodos necesarios para otras funciones y que se utilizan bastantes veces. Estos métodos son:

- *initialise*: devuelve la referencia a la base de datos tras comprobar la sesión LTI.
- *getParameter*: para obtener las propiedades de un proyecto a partir de su nombre.
- *getParameterKey*: para obtener las propiedades de un proyecto a partir de su clave.
- *closeConnection*: para cerrar conexiones a bases de datos.

### 4.1.3 Librerías

Las librerías utilizadas se encuentran en WEB-INF/lib y son:

- *mysql-connector-java-5.1.40-bin.jar* (requiere servidor MySQL 4.1+, JRE 1.5.x+)
- *LtiToolProvider-1.1.01.jar*
- *jdom-2.0.6.jar*
- *commons-codec-1.9.jar*
- *jquery-1.9.0.jar*
- *commons-fileupload-1.3.1.jar*
- *commons-httpclient-3.1.jar*
- *commons-io-2.4.jar*
- *commons-lang3-3.5.jar*
- *oauth-core-20100601.jar*
- *commons-logging-1.2.jar*
- *gson-2.8.0.jar*
- *servlet-api-3.1.jar*

### 4.1.4 Ficheros JSP

Para mostrar al usuario las opciones según su rol y los datos necesarios según lo que quiera hacer, se utiliza la tecnología JSP. A continuación se muestran los distintos ficheros JSP y su utilidad:

- *login.jsp*
- *relogin.jsp*
- *userlogged.jsp*



- `adduser.jsp`
- `deluser.jsp`
- `changepass.jsp`
- `createproject.jsp`
- `editprojectselect.jsp`
- `editproject.jsp`
- `assignselect.jsp`
- `assign.jsp`
- `delassignmentselect.jsp`
- `delassignment.jsp`
- `delproject.jsp`
- `logout.jsp`
- `Manager.jsp`
- `Student.jsp`
- `Upload.jsp`
- `Setmark.jsp`

### **login.jsp**

Página donde se muestra un formulario donde introducir los credenciales del usuario para iniciar sesión.

### **relogin.jsp**

Si los credenciales no son correctos, se muestra esta página que contiene un enlace a *login.jsp*.

### **userlogged.jsp**

Si se ha iniciado sesión con éxito, se muestra esta página que contiene una lista de enlaces con las opciones posibles según el rol del usuario. Si se accede a esta página mediante redirección desde uno de los ficheros que no sea *login.jsp*, muestra un mensaje informativo con el resultado de la operación realizada.

### **adduser.jsp**

Página de creación de usuarios a la que solo puede acceder el superusuario. Muestra un formulario donde especificar el nombre, la contraseña y el rol (administrador o no administrador) del nuevo usuario. Una vez enviado redirige a *userlogged.jsp*.

### **deluser.jsp**

Página de creación de usuarios a la que solo puede acceder el superusuario. Muestra los nombres de los usuarios para que se seleccione cual se desea borrar. Una vez seleccionado redirige a *userlogged.jsp*.

### **changepass.jsp**

Página de cambio de contraseña a la que pueden acceder todos los usuarios. Muestra un formulario donde introducir las contraseña antigua y la nueva. Una vez enviado redirige a *userlogged.jsp*.

**createproject.jsp**

Página de creación de proyectos a la que solo pueden acceder los administradores. Muestra un formulario donde introducir las propiedades del nuevo proyecto. Se mostrarán valores por defecto y habrá indicaciones sobre qué representa cada propiedad. Una vez creado redirige a *userlogged.jsp*.

**editprojectselect.jsp**

Página donde seleccionar el proyecto que se quiere editar. Aparecerán los proyectos de los que el usuario es administrador y los que tiene asignados. Una vez seleccionado redirige a *editproject.jsp*.

**editproject.jsp**

Página de edición de proyectos. Muestra un formulario como el de *createproject.jsp* para los administradores del proyecto y uno más reducido para los asociados. Muestra los valores actuales de cada propiedad. Una vez editado redirige a *userlogged.jsp*.

**assignselect.jsp**

Página donde seleccionar el proyecto que se quiere asociar a un profesor. Se mostrarán los proyectos de los que se es administrador. Una vez seleccionado redirige a *assign.jsp*.

**assign.jsp**

Página donde seleccionar a qué profesor se quiere asociar el proyecto elegido anteriormente. Se mostrarán los profesores que aún no lo tengan asignado. Una vez seleccionado redirige a *userlogged.jsp*.

**delassignmentselect.jsp**

Página donde seleccionar el proyecto del que se quiere eliminar la asociación a un profesor. Una vez seleccionado redirige a *delassignment.jsp*.

**delassignment.jsp**

Página donde seleccionar el profesor del que se quiere eliminar la asociación al proyecto seleccionado. Una vez seleccionado redirige a *userlogged.jsp*.

**delproject.jsp**

Página donde seleccionar el proyecto que se quiere eliminar. Una vez seleccionado redirige a *userlogged.jsp*.

**logout.jsp**

Página que invalida la sesión actual y redirige a *login.jsp*.

**Manager.jsp**

Muestra el estado de la herramienta incluyendo el título del proyecto, ruta raíz y clave de entrega. También, muestra el fichero de descripción de la herramienta.

La habilitación y el cambio de clave de entrega se realizan mediante la aplicación de creación y edición de herramientas.

### **Student.jsp**

Al igual que en la antigua herramienta, habrá un campo para introducir la clave de entrega y otro para subir el proyecto. También se muestra el nombre del proyecto y su descripción.

El principal cambio consiste en que ahora, cuando se intenta devolver la nota al TC, se devuelve un mensaje que indica si se ha devuelto con éxito o no. Además, se podrá enviar el proyecto cuantas veces se quiera para su corrección, siempre que la herramienta esté habilitada.

### **Upload.jsp**

Si el proyecto enviado no supera el límite de kilobytes establecido, se crea una copia del proyecto en la ruta raíz, se corrige con el ejecutable, se borra y se redirige a *Setmark.jsp*.

En cuanto a los ejecutables de corrección, pasarán a ser uno por proyecto, teniendo el mismo nombre que el proyecto que corrigen. Se podrá descargar y cambiar desde el panel de edición.

### **Setmark.jsp**

Nueva página JSP a la que *Upload.jsp* redirige tras evaluar el proyecto.

En esta página se crean objetos *DataConnector*, *ToolConsumer*, *ResourceLink*, *Outcome* y *User* y se invoca al método *doOutcomesService*, lo cual creará una conexión LTI y enviará la calificación obtenida al TC.

Si el proceso se realiza con éxito se mostrará un mensaje que lo confirme en la interfaz del alumno. Si no se puede actualizar la nota, también se mostrará un mensaje que lo indique. Estos mensajes se enviarán mientras la interfaz del alumno permanezca abierta hasta que finalice el proceso.

## **4.1.5 Funciones JavaScript**

Se encuentran en tres ficheros en *Resources*. Las funciones se describen a continuación.

### **4.1.5.1 formCheck.js**

#### **checkEmpty**

Comprueba que un campo de un formulario no esté vacío y muestra el mensaje “Este campo no puede estar vacío.” si se intenta enviar el formulario sin rellenarlo.

#### **check2pass**

Durante el cambio de contraseña y la creación de usuarios, hay que introducir dos veces la nueva contraseña. Esta función comprueba que las dos sean iguales y si no lo son muestra el mensaje “Las contraseñas deben coincidir”.

### unchecked

Comprueba si un “checkbox” está marcado y pone el valor de una variable a “true”.

#### 4.1.5.2 JSStudent.js y AjaxStudent.js

Bloquean la interfaz de usuario del estudiante mientras se procesa el archivo enviado y redirigen a *UploadFile.jsp*.

Son las funciones que se utilizan en el proyecto anterior [2] ligeramente modificadas.

#### 4.1.6 Descriptor de despliegue

Se encuentra en WEB-INF/web.xml. Su contenido es el siguiente:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<web-app version="2.5" xmlns="http://java.sun.com/xml/ns/javaee"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://java.sun.com/xml/ns/javaee
http://java.sun.com/xml/ns/javaee/web-app_2_5.xsd">

<servlet>
    <servlet-name>AppServlet</servlet-name>
    <servlet-class>tfg.lti.AppServlet</servlet-class>
</servlet>
<servlet-mapping>
    <servlet-name>AppServlet</servlet-name>
    <url-pattern>/AppServlet</url-pattern>
</servlet-mapping>

<servlet>
    <servlet-name>Projects</servlet-name>
    <servlet-class>tfg.lti.Launch</servlet-class>
</servlet>
<servlet-mapping>
    <servlet-name>Projects</servlet-name>
    <url-pattern>/projects</url-pattern>
</servlet-mapping>

<welcome-file-list>
    <welcome-file>login.jsp</welcome-file>
</welcome-file-list>

<error-page>
    <error-code>404</error-code>
```

```
<location>/Resources/404.html</location>
</error-page>
<error-page>
  <exception-type>java.lang.Throwable</exception-type>
  <location>/Resources/exception.html</location>
</error-page>

</web-app>
```

Tabla 55 Descriptor de despliegue de la aplicación de creación de herramientas LTI.

#### 4.1.7 Ficheros HTML de excepción y error 404

Se encuentran en Resources/exception.html y Resources/404.html. Se muestran ante una excepción no controlada o el error 404 (“Not found”).



Figura 18 Excepción.



*Figura 19 Error 404.*

#### 4.1.8 Ficheros de estilo

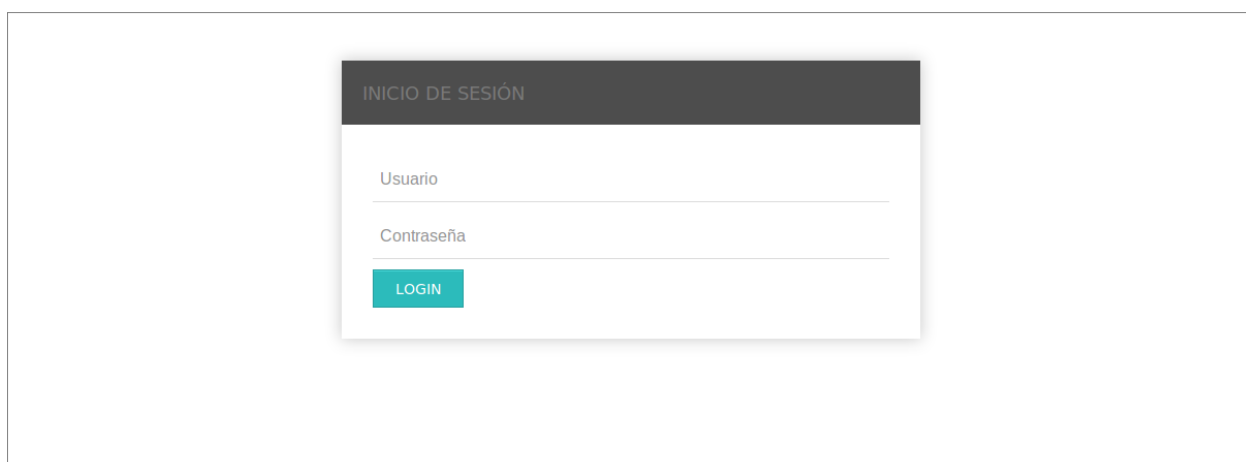
Por último en el directorio Resources se encuentran los dos ficheros de estilo utilizados:

- error.css: para *excepción.html* y *404.html*.
- Student.css: para *Student.jsp*.
- Manager.css: para *Manager.jsp*.
- form.css: para el resto de ficheros.

## 4.2 Interfaces de usuario

### 4.2.1 Aplicación de creación de herramientas LTI

Se adjuntan varias imágenes correspondientes a distintas páginas para ofrecer una visión general de la interfaz.



*Figura 20 Interfaz "Inicio de sesión".*

BIENVENIDO ADMIN

OPCIONES

- Registrar usuario
- Borrar usuario
- Cambiar contraseña
- Crear proyecto
- Editar proyecto
- Asignar proyecto a profesor
- Eliminar asignación
- Borrar proyecto
- Cerrar sesión

**Figura 21** Interfaz "Pantalla de inicio".

INTRODUZCA LA INFORMACIÓN DEL NUEVO USUARIO

Nombre del usuario

Contraseña

Repita la contraseña

¿Desea que sea administrador?

Sí

Los administradores pueden crear, editar, asignar y borrar proyectos. Los usuarios no administradores sólo pueden editar los proyectos que le hayan sido asignados por un administrador.

AÑADIR

**Figura 22** Interfaz "Creación de usuario".

ELIMINACIÓN DE USUARIOS

SELECCIONE EL USUARIO QUE DESEA ELIMINAR

¡Aún no existe ningún usuario!

**Figura 23** Interfaz "Eliminar usuario".

**Figura 24** Interfaz "Cambio de contraseña".

**Figura 25** Interfaz "Crear proyecto".

**Figura 26** Interfaz "Indicación".



## 4.2.2 Herramientas LTI

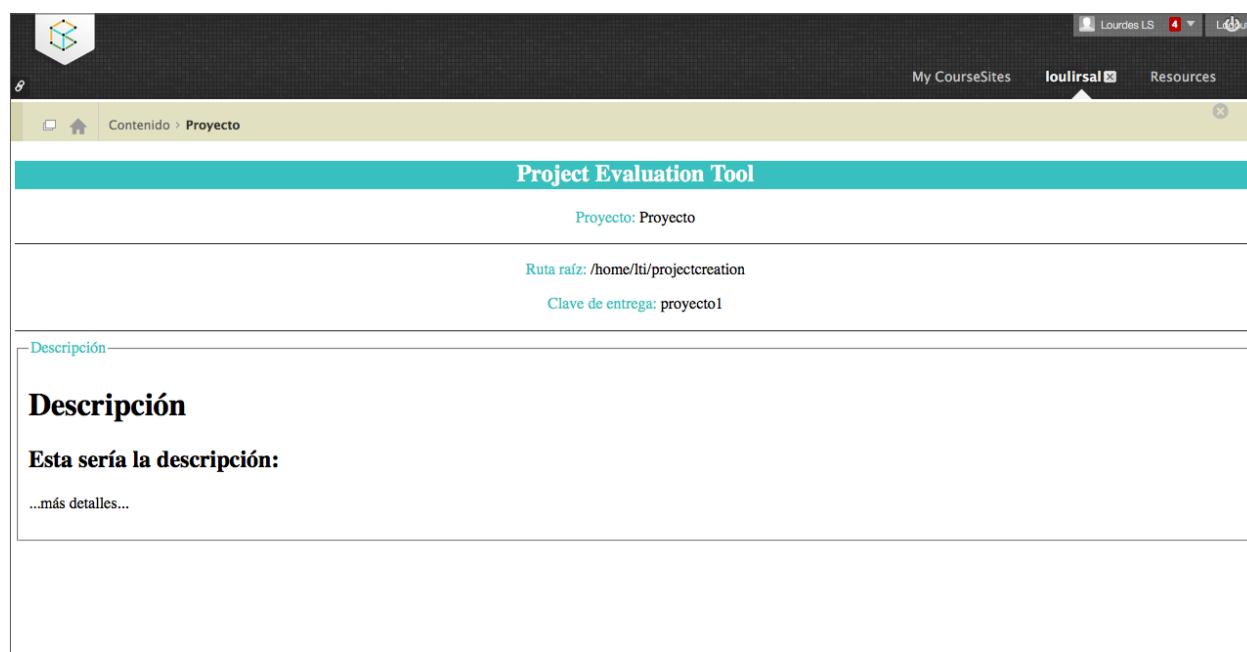


Figura 27 Interfaz "Profesor".

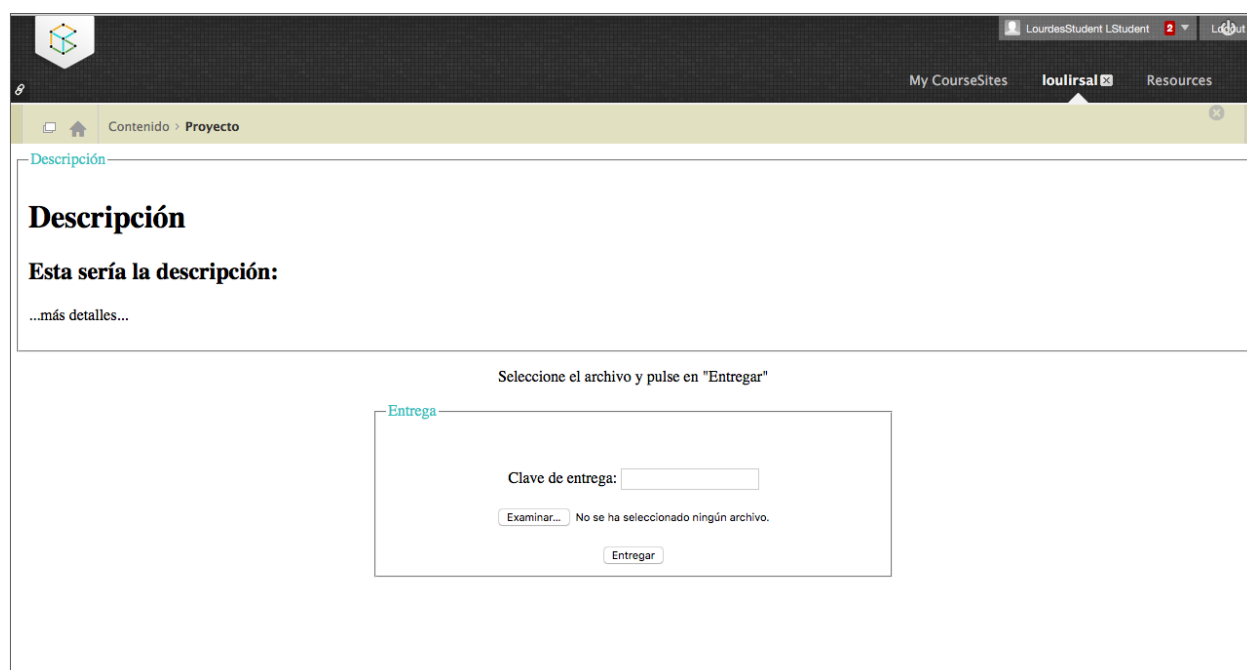


Figura 28 Interfaz "Alumno".

## 4.3 Bases de datos

### 4.3.1 Aplicación de creación de herramientas LTI

La base de datos de la aplicación de creación de herramientas LTI necesita almacenar dos entidades: usuarios y proyectos.

No sólo necesita la información relativa a los usuarios para el control de acceso, sino que también será útil para llevar un control de los proyectos, sus administradores y los profesores asociados.

Por lo tanto esta base de datos tendrá dos tablas cuyos atributos estarán relacionados entre sí.

Una primera tabla será *users*. Sus atributos serán el nombre del usuario, su contraseña y un valor que indique si ha sido creado como administrador o no. La clave primaria será el nombre de usuario, es decir, será lo que identifique a cada usuario por lo que no se permitirá que dos usuarios tengan el mismo nombre.

La segunda tabla será *projects*. Sus atributos serán, para cada entrada, el nombre del proyecto, el directorio de despliegue del proyecto, el nombre del profesor administrador del proyecto y el nombre profesor asociado. Como es de esperar, serán varias las entradas para cada proyecto, una por cada profesor asociado. La clave primaria, será por tanto, el nombre del proyecto y su profesor asociado. Serán claves foráneas el nombre profesor asociado y el nombre del profesor administrador del proyecto.

Además, se necesitará almacenar la información necesaria para poder crear una conexión LTI con el TC y devolver la nota al lugar que debe. Esta información se almacena en las tablas: *lti\_consumer*, *lti\_context*, *lti\_nonce*, *lti\_share\_key* y *lti\_user*. El código necesario para crearlas se encuentra en la página web de la librería LTI que se utiliza para el proyecto, concretamente en el apartado de "Instalación" [26].

En estas imágenes se representa la estructura de la base de datos:

```
+-----+
| Tables_in_projects |
+-----+
| lti_consumer
| lti_context
| lti_nonce
| lti_share_key
| lti_user
| projects
| teachers
+-----+
```

Figura 29 Bases de datos "Tablas en proyectos".

```
mysql> describe projects;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field          | Type          | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| projectname    | varchar(50)   | NO   | PRI | NULL    |       |
| teacher        | varchar(50)   | NO   | PRI | NULL    |       |
| admin_teacher  | varchar(50)   | NO   | MUL | NULL    |       |
| deliveryPassword | varchar(200)  | YES  |     | NULL    |       |
| clave          | varchar(200)  | YES  |     | NULL    |       |
| secreto        | varchar(200)  | YES  |     | NULL    |       |
| enable         | varchar(200)  | YES  |     | NULL    |       |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

Figura 30 Bases de datos "Estructura de la tabla proyectos".

```
mysql> describe teachers;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
username	varchar(50)	NO	PRI	NULL	
pass	varchar(255)	NO		NULL	
admin	tinyint(1)	NO		0	

Figura 31 Bases de datos "Estructura de la tabla profesores".

Y el código necesario para crear esta base de datos con las tablas *teachers* y *projects*, similar al que se utiliza en *projectcreation/src/tfg/lti/Db.java*, sería el siguiente:

```
CREATE DATABASE IF NOT EXISTS nombreDb;

CREATE TABLE IF NOT EXISTS teachers (
    username varchar(50) NOT NULL,
    pass varchar(255) NOT NULL,
    admin boolean NOT NULL default FALSE,
    PRIMARY KEY (username));

CREATE TABLE IF NOT EXISTS projects (
    projectname varchar(50) NOT NULL,
    teacher varchar(50) NOT NULL,
    admin_teacher varchar(50) NOT NULL,
    deliveryPassword varchar(200),
    clave varchar(200),
    secreto varchar(200),
    enable varchar(200),
    PRIMARY KEY (projectname, teacher),
    FOREIGN KEY (teacher) REFERENCES teachers(username),
    FOREIGN KEY (admin_teacher) REFERENCES (username));
```

Tabla 56 Base de datos de aplicación de creación de herramientas LTI.



# 5 PRUEBAS DE EJECUCIÓN

Para afianzar el diseño y la implementación, se necesita la verificación mediante pruebas de ejecución. En este capítulo se describen algunas de las pruebas de subsistema y sistema realizadas, aunque cabe decir que se han realizado muchas más, pero que no se incluyen debido a su extensión y posible carencia de interés para el lector. Aún así, todavía queda pendiente la validación por parte de los usuarios.

## 5.1 Aplicación de creación de herramientas LTI

Para probar esta herramienta, lo haremos en un entorno Linux, con navegador Firefox (versión) JRE 7, Tomcat 7 y MySQL 5.7.16.

Antes de nada, creamos en el servidor MySQL el usuario *user* con contraseña *pass*.

Compilamos la herramienta utilizando *Eclipse neon* [35], entorno utilizado para su desarrollo, y copiamos el directorio *projectcreation* en el directorio de despliegue de Tomcat 7 en nuestro entorno: */var/lib/tomcat7/webapps*.

Para acceder a la aplicación, abrimos el navegador y escribimos en la barra de direcciones:

*http://localhost:8080/projectcreation*

Iniciamos sesión como superusuario y creamos los siguientes usuarios:

- *admin1* con rol de administrador.
- *admin2* con rol de administrador.
- *noadmin1* con rol de no administrador.

Cerramos sesión y accedemos como *admin1*



Figura 32 Prueba "Pantalla de inicio de admin1".

Creamos el proyecto *Proyecto1* con la siguiente configuración:

CREACIÓN DE PROYECTOS

INTRODUZCA LA INFORMACIÓN DEL NUEVO PROYECTO

Nombre del proyecto ⓘ Proyecto1

Clave de entrega ⓘ proyecto1

Ejecutable de corrección ⓘ  Script1.sh

Clave ⓘ key1

La clave se almacenará con el nombre del proyecto como prefijo.  
Por ejemplo: "NombreProyecto\_key".  
En la plataforma LMS debe introducir la clave incluyendo el prefijo.

Secreto ⓘ secret1

Habilitar ⓘ  Sí

HTML de descripción ⓘ  Descripcion1.html


Figura 33 Prueba "Creación de Proyecto1".

El ejecutable de corrección consiste en la devolución de una calificación:

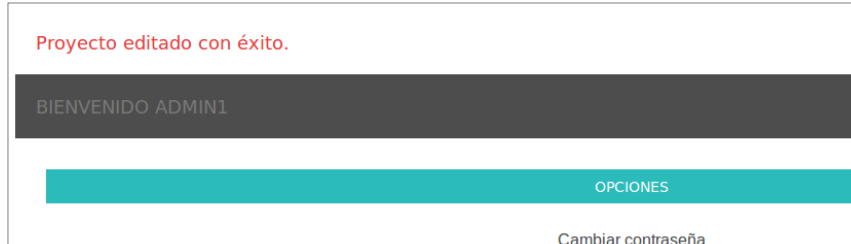
```
Script1.sh
1 echo hola
2 echo "I was called with $# parameters"
3 echo "My name is $0"
4 echo "My first parameter is $1"
5 echo "My second parameter is $2"
6 echo "All parameters are $@"
7 exit 99
```

Figura 34 Prueba "Contenido de Script1".

Entramos en el panel de edición del proyecto, donde podemos editar todas las propiedades que aparecen durante la creación y cambiamos el nombre a *Proyecto*. Se observa que cambia correctamente en la base de datos y el sistema de ficheros.



**Figura 35 Prueba "Selección de proyecto a editar".**



**Figura 36 Prueba "Detalle de mensaje informativo".**

Asociamos *Proyecto a noadmin1*



**Figura 37 Prueba "Selección de proyecto a asignar".**



**Figura 38 Prueba "Usuario al que se le asigna".**

Cerramos sesión y accedemos como *noadmin1*.

Accedemos a la pantalla de edición para ver las propiedades que se pueden editar y editamos la clave y el secreto, cambiándolos a *key* y *secret*.

EDICIÓN DE PROYECTOS

INTRODUZCA LA INFORMACIÓN DEL NUEVO PROYECTO

Clave de entrega ⓘ proyecto1

Ejecutable de corrección ⓘ [Click para descargar](#)

Cambiar ejecutable de corrección ⓘ  No se ha seleccionado ningún archivo.

Clave ⓘ key

Se muestra la clave sin el prefijo asociado.

Secreto ⓘ secret

Habilitar ⓘ  Sí

HTML de descripción ⓘ [Click para descargar](#)

Cambiar HTML de descripción ⓘ  No se ha seleccionado ningún archivo.

EDITAR

*Figura 39 Prueba "Edición de proyecto".*

Cerramos sesión, accedemos como *admin1*, eliminamos la asociación del proyecto a *noadmin1*, cerramos sesión y volvemos a acceder como *noadmin1*. Ahora comprobamos que *noadmin1* no tiene ningún proyecto que editar.

Cerramos sesión y accedemos como *admin2*. Creamos *Proyecto2* con las siguientes propiedades:



CREACIÓN DE PROYECTOS

INTRODUZCA LA INFORMACIÓN DEL NUEVO PROYECTO

<b>Nombre del proyecto</b> ⓘ	Proyecto2
<b>Clave de entrega</b> ⓘ	proyecto2
<b>Ejecutable de corrección</b> ⓘ	<input type="button" value="Examinar..."/> Script2.sh
<b>Clave</b> ⓘ	key2
La clave se almacenará con el nombre del proyecto como prefijo. Por ejemplo: "NombreProyecto_key". En la plataforma LMS debe introducir la clave incluyendo el prefijo.	
<b>Secreto</b> ⓘ	secret2
<b>Habilitar</b> ⓘ	<input checked="" type="checkbox"/> Si
<b>HTML de descripción</b> ⓘ	<input type="button" value="Examinar..."/> Descripcion2.html

Figura 40 Prueba "Creación de Proyecto2".

## 5.2 Acceso a herramientas mediante TC

Para hacer las pruebas correspondientes al acceso a las herramientas LTI desde el TC, se ha utilizado el LM CourseSites by Blackboard [8]. En esta plataforma se han creado dos usuarios, uno con rol de instructor o profesor, cuyo nombre de usuario es *LourdesLS* y otro con rol de estudiante, *LourdesLStudent*. Esta herramienta ha sido elegida porque permite la creación de enlaces LTI.

Para empezar, se inicia sesión en la plataforma como profesor y se configuran dos enlaces LTI, asociados a las herramientas *Proyecto* y *Proyecto2* respectivamente.



Figura 41 Prueba "Creación de enlace en curso".

Configuración de *Proyecto*:

Contento > Crear Enlace Web

My CourseSites | **loulirsal** | Resources

El modo de edición está: **ACTIVADO**

### Crear Enlace Web

Un enlace Web es un acceso directo a un recurso Web. Añada un Enlace Web a un área de contenido para proporcionar un punto de acceso rápido a materiales relevantes. [Más ayuda](#)

\* Indica un campo obligatorio. Cancelar Enviar

#### INFORMACIÓN SOBRE ENLACE WEB

\* Nombre

\* URL   
 Por ejemplo, <http://www.miuniversidad.es/>

Este enlace es para un Proveedor de herramientas. ¿Qué es un Proveedor de herramientas?

Este proveedor no se ha configurado antes en este sistema, o bien requiere que cada enlace al proveedor tenga una configuración independiente. Introduzca la clave y el secreto que le ha proporcionado el Proveedor de herramientas o déjelo en blanco. Si lo deja en blanco, puede que el administrador del sistema tenga que proporcionar la información de configuración, en cuyo caso este enlace no funcionará para los usuarios hasta que eso suceda por lo que es posible que desee que no esté disponible.

Figura 42 Prueba "Configuración de Proyecto (I)".

Quick Links

My CourseSites | **loulirsal** | Resources

Content Collection  
 Herramientas del curso  
 Evaluación  
 Centro de calificaciones  
 Usuarios y grupos  
 Personalización  
 Paquetes y utilidades  
 Ayuda

Tecla

Secreto

Parámetros personalizados

Introduzca los parámetros personalizados que necesite el proveedor de herramientas. Cada parámetro debe estar en su propia línea e introducirse en el formato "nombre=valor".

Activar evaluación  Sí  No

Para establecer opciones adicionales de evaluación, use la configuración de columna en el centro de calificaciones

\* Puntos posibles

Visible para los alumnos  Sí  No

Fecha de vencimiento   
Introduzca las fechas en formato dd/mm/aaaa. La hora se puede introducir en cualquier incremento.

Figura 43 Prueba "Configuración de Proyecto (II)".

Figura 44 Prueba "Configuración de Proyecto (III)".

Figura 45 Prueba "Configuración de Proyecto (IV)".

La configuración de *Proyecto2* se realiza igual, pero cambiando los parámetros necesarios.

Como se observa, se habilita la evaluación, y se introducen los siguientes parámetros personalizados:

- uvus=@X@user.id@X@
- debug=true

El primero servirá para utilizar el uvus [36] (identificador de cada alumno de la Universidad de Sevilla en la Enseñanza Virtual) como identificador del alumno cuando se utilice la Enseñanza virtual. Se obtiene el valor a partir de los parámetros que utiliza Blackboard [37]. El segundo

sirve para mostrar mensajes más detallados cuando se produzca un error en la petición de lanzamiento de un TP [38]. Ambos pueden ser omitidos.

Accedemos a ambos enlaces como profesor.:

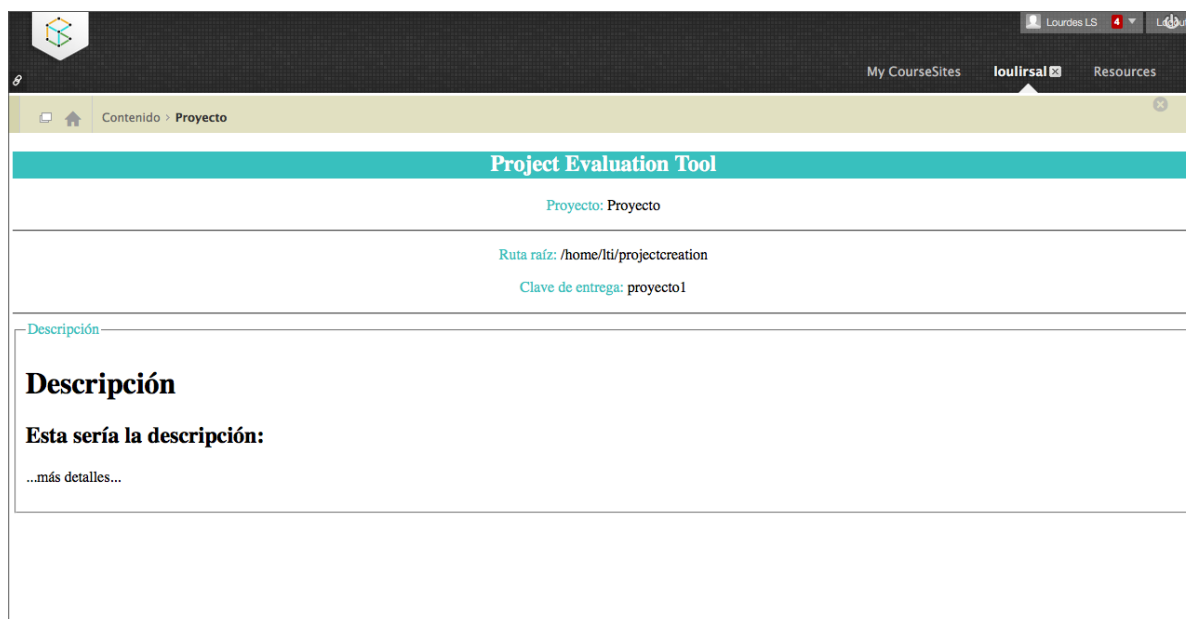


Figura 46 Prueba "Acceso a Proyecto como profesor".

Deshabilitamos *Proyecto* e intentamos acceder otra vez, obteniendo el siguiente mensaje:

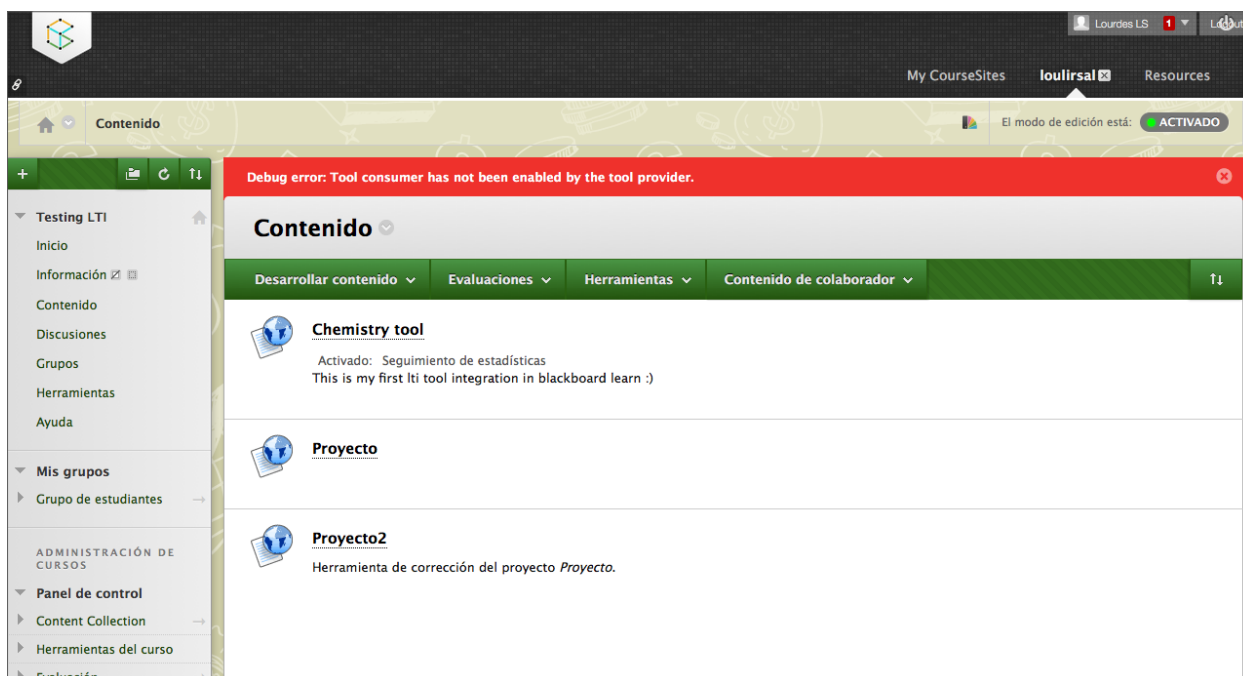
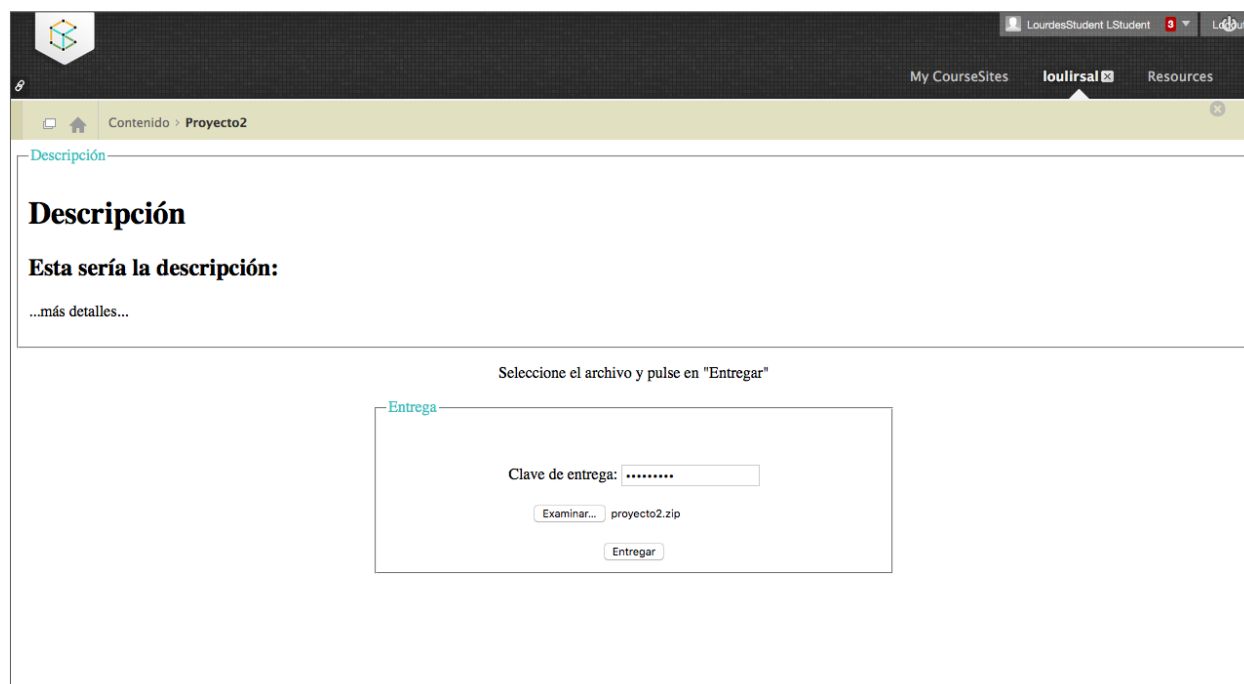


Figura 47 Prueba "Proyecto deshabilitado".

La volvemos a habilitar.

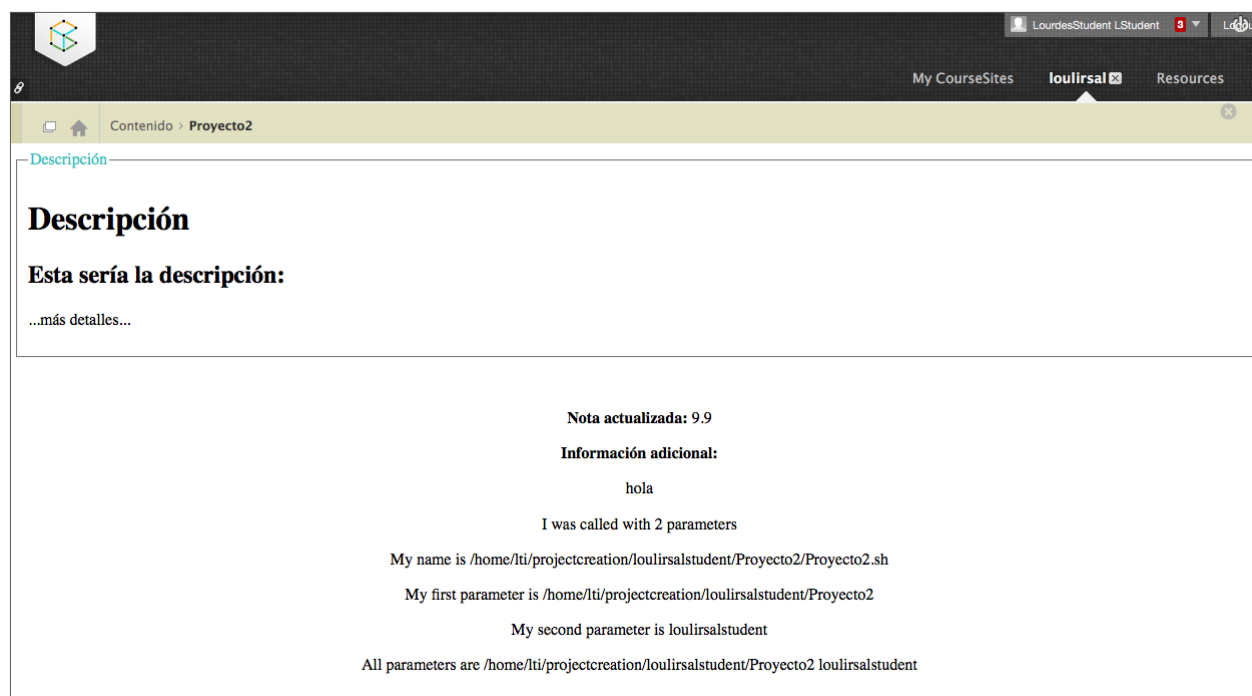
Ahora cerramos sesión, e iniciamos como estudiante. Accedemos a los dos enlaces LTI. Vamos a ver el ejemplo con *Proyecto2*, pero seguiremos el mismo proceso con ambos proyectos.

En el enlace correspondiente a *Proyecto2*, introducimos la clave de entrega asociada al proyecto y adjuntamos el proyecto a corregir.



*Figura 48 Prueba "Acceso a Proyecto2 como alumno (I)".*

Cuando recibimos el mensaje de que se ha actualizado la nota, accedemos al centro de calificaciones y observamos que se ha devuelto correctamente:



*Figura 49 Prueba "Acceso a Proyecto2 como alumno (II)".*

ELEMENTO	COMENTARIOS	ACTIVIDAD MÁS RECIENTE	CALIFICAR
Total			29,70 / 30
Total ponderado			-
Proyecto2		07-feb-2017 5:48 CALIFICADO	9,90 / 10

**Figura 50 Prueba "Centro de calificaciones actualizado".**

Ahora volvemos a la aplicación de corrección de herramientas. Iniciamos sesión como *admin2* y borramos el *Proyecto2*. Vemos que desaparece en la base de datos y que los ficheros de corrección y descripción asociados son eliminados.

Iniciamos sesión como *admin1* y borramos *Proyecto1*. Observamos que ocurre lo mismo que con el *Proyecto2*.

# 6 CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE FUTURO

---

Una vez investigado el objeto de estudio y desarrollado el proyecto software que es objetivo final de este proyecto, es hora de considerar y expresar las conclusiones obtenidas. En este capítulo se estudia el resultado obtenido para después proponer posibles mejoras y líneas de investigación futuras.

## 6.1 Conclusiones

Para llegar a las primeras conclusiones, hay que basarse en los objetivos iniciales. Por lo tanto podemos afirmar que hemos conseguido los principales propósitos planteados:

- Creación de aplicación web que permite a los profesores crear y gestionar herramientas de corrección LTI.
- Almacenamiento, corrección y envío de la calificación al LMS por parte de las herramientas LTI.

La satisfacción de estos objetivos, nos lleva al planteamiento de otras conclusiones. Con este proyecto, se consigue también, disminuir notablemente la carga de trabajo del profesor. No sólo es un alivio para el encargado de corregirlo, sino también para quien lo gestiona y publica la tarea para que los alumnos envíen el trabajo realizado. Asimismo, las herramientas LTI suponen una solución a los problemas encontrados a la hora de publicar las notas: la herramienta las almacena en un documento Excel a la vez que las publica en la plataforma de enseñanza virtual. El almacenamiento de las calificaciones estará asociado al identificador del alumno en la plataforma, lo que ahorra tener que realizar esta asociación de forma externa a la herramienta LTI e identifica unívocamente al alumno.

Todo esto implica un ahorro de tiempo en el proceso completo y la facilidad de uso de las herramientas LTI para el profesor y alumno, lo que significa que no será necesario el uso de otros sistemas de gestión del aprendizaje para llevar a cabo ninguna de las tareas que comprende el proceso de evaluación de proyectos.

Lo único que supondrá un mayor esfuerzo para el profesor, será la creación de un ejecutable de corrección personalizado para el proyecto que se pretende evaluar. Por lo demás, una vez instalada la aplicación de creación de proyectos (o herramientas LTI), solamente tendrán que preocuparse de crear herramientas e integrarlas en la enseñanza virtual, lo que puede ser, perfectamente, “cuestión de 5 minutos”.

En relación al alumno, se consigue que pueda saber la nota asociada a su proyecto de una manera cómoda y rápida.

Para finalizar, partiendo de la plantilla de herramienta LTI desarrollada, será realmente fácil obtener cualquier parámetro relativo a la conexión LTI, pudiendo ser personalizado para cada herramienta. Esto puede ser muy útil para futuras modificaciones.

## 6.2 Posibles líneas de futuro

Se da por supuesto que el proyecto aceptará innumerables modificaciones, sobre todo en cuanto a mejoras y optimizaciones en el código y funcionamiento, ya que aún está pendiente de validación mediante el uso habitual del sistema.

En cuanto a lo que más interesaría en futuras implementaciones de LTI, sería la **adaptación a LTI 2.0** [23], para lo que también sería necesaria una versión de LMS que lo soportara. Esta nueva especificación de LTI está diseñada para extender la interoperabilidad entre TC y TP más allá del lanzamiento y puede dar soporte a las nuevas funcionalidades de la herramienta LTI que se puedan llegar a plantear.

Por otro lado, una de las posibles mejoras, consistiría en la adaptación de la aplicación y herramientas a **SQLite** por si se necesitara. Actualmente se utiliza MySQL y los cambios para la adaptación deberían ser mínimos.

También queda pendiente la realización de **pruebas en la plataforma *Enseñanza Virtual***, ya que en la actualidad se está a la espera de la activación de los enlaces LTI por parte del administrador.



# REFERENCIAS

---

- [1] IMS Global Learning Consortium, «Learning tools interoperability,» 2010-2016. [En línea]. Available: <https://www.imsglobal.org/activity/learning-tools-interoperability>.
- [2] Á. M. Rodríguez, «Comunicación entre Herramientas basadas en LTI y Sistemas de Gestión de Aprendizaje,» Universidad de Sevilla, Sevilla, 2015.
- [3] C. McAvinia, *Online learning and its users : lessons for higher education*, Kidlington: Chandos Publishing, 2016.
- [4] R. K. Ellis, «Field Guide to Learning Management Systems,» American Society for Training & Development (ASTD), 2009.
- [5] S. Brown, de *Reinventing the university. Research in Learning Technology.*, 1998, pp. 30-37.
- [6] J. Medved, «Capterra,» 26 Octubre 2016. [En línea]. Available: <http://blog.capterra.com/top-8-freeopen-source-lmss>.
- [7] «Moodle,» [En línea]. Available: <https://moodle.org/>.
- [8] «CourseSites by Blackboard,» [En línea]. Available: <https://www.coursesites.com>.
- [9] «Blackboard,» [En línea]. Available: <http://www.blackboard.com/learning-management-system/blackboard-learn.aspx>.
- [10] «Edmodo,» [En línea]. Available: <https://www.edmodo.com/>.
- [11] J. Medved, «Capterra,» 25 Agosto 2016. [En línea]. Available: <http://www.capterra.com/learning-management-system-software>.
- [12] J. Medved, «Capterra,» 8 Abril 2015. [En línea]. Available: <http://www.capterra.com/learning-management-system-software/user-research>.
- [13] Antonio J. Sierra, Álvaro Martín Rodríguez, Teresa Ariza, Francisco J. Fernández Jiménez, «LTI for Interoperating e-Assessment Tools with LMS,» de *Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning, 6th International Conference.*, Springer International Publishing, pp. 173-181.
- [14] Intelligent & Cooperative Systems Research Group (GSIC), «glue,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.gsic.uva.es/glue/>.
- [15] The Apache Software Foundation, «Apache Wookie,» 2012. [En línea]. Available: <http://wookie.apache.org/>.
- [16] Universidad de Sevilla, «Enseñanza Virtual,» [En línea]. Available: <https://ev.us.es>.
- [17] Servicio de Informática y Comunicaciones. Universidad de Sevilla., «RODAS,» 2 Julio 2015. [En línea]. Available: [https://rodas5.us.es/file/7cf3b153-e253-4fe4-9492-0d4899d0bec9/1/jornada\\_evirtual\\_novedades\\_sp14.pdf](https://rodas5.us.es/file/7cf3b153-e253-4fe4-9492-0d4899d0bec9/1/jornada_evirtual_novedades_sp14.pdf).
- [18] C. Kraeft, «OneRoster and Learning Information Services,» 18 Abril 2016. [En línea]. Available: <https://www.imsglobal.org/activity/onerosterlis>.
- [19] L. B. O. Service, «IMS Global,» 13 Marzo 2012. [En línea]. Available: <https://www.imsglobal.org/specs/ltiv1p1/implementation-guide#toc-17>.
- [20] «OAuth,» [En línea]. Available: <https://oauth.net/>.
- [21] E. D. Hardt, «IETF Tools,» Octubre 2012. [En línea]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc6749>.
- [22] L. I. Guide., «IMS Global,» 13 Marzo 2012. [En línea]. Available: <https://www.imsglobal.org/specs/ltiv1p1/implementation-guide#toc-37>.

- [23] L. Mattson, «LTI v2: An Introduction,» 21 Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://www.imsglobal.org/lti-v2-introduction>.
- [24] C. Kraeft, «Learning Tools Interoperability v1.1 Implementation Guide,» 15 Octubre 2015. [En línea]. Available: <https://www.imsglobal.org/specs/ltiv1p1/implementation-guide#toc-3>.
- [25] C. Kraeft, «IMS Global Learning Tools Interoperability™ Basic LTIv1 Implementation Guide,» 15 Octubre 2015. [En línea]. Available: <https://www.imsglobal.org/specs/ltiv1p0/implementation-guide>.
- [26] S. Vickers, «Learning Tools Interoperability: Sample Code,» 21 Julio 2016. [En línea]. Available: <https://www.imsglobal.org/learning-tools-interoperability-sample-code>.
- [27] S. P. Vickers, «SPV Software Products: Java LTI Tool Provider package,» 18 Junio 2013. [En línea]. Available: [http://www.spvsoftwareproducts.com/java/lti\\_tool\\_provider/](http://www.spvsoftwareproducts.com/java/lti_tool_provider/).
- [28] Blackboard, «Learning Tools Interoperability (LTI),» 11 Octubre 2016. [En línea]. Available: [https://en-us.help.blackboard.com/Learn/Administrator/SaaS/Integrations/Learning\\_Tools\\_Interoperability](https://en-us.help.blackboard.com/Learn/Administrator/SaaS/Integrations/Learning_Tools_Interoperability).
- [29] Blackboard, «External Tools,» 21 12 2016. [En línea]. Available: [https://en-us.help.blackboard.com/Moodlerooms/Teacher/Content/Activities/External\\_Tools](https://en-us.help.blackboard.com/Moodlerooms/Teacher/Content/Activities/External_Tools).
- [30] G. Kroner, «BLTI Sandwich,» 2012. [En línea]. Available: <http://projects.oscelot.org/gf/project/blti-sandwich/>.
- [31] Blackboard, «Learning Tools Interoperability (LTI),» 11 Octubre 2016. [En línea]. Available: [https://en-us.help.blackboard.com/Blackboard\\_Open\\_Content/Administrator/Open\\_Content\\_Technical\\_Details/Learning\\_Tools\\_Interoperability\\_\(LTI\)](https://en-us.help.blackboard.com/Blackboard_Open_Content/Administrator/Open_Content_Technical_Details/Learning_Tools_Interoperability_(LTI)).
- [32] Sun Microsystems, Inc. , «Core J2EE Patterns - Session Facade,» 2002. [En línea]. Available: <http://www.oracle.com/technetwork/java/sessionfacade-141285.html>.
- [33] Sun Microsystems, Inc., «Core J2EE Patterns - Data Access Object,» 2002. [En línea]. Available: <http://www.oracle.com/technetwork/java/dataaccessobject-138824.html>.
- [34] Oracle and/or its affiliates, «Enum Types,» 1995-2015. [En línea]. Available: <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/javaOO/enum.html>.
- [35] L. Gupta, «Security. Generate Secure Password Hash : MD5, SHA, PBKDF2, BCrypt Examples,» 22 Julio 2013. [En línea]. Available: <http://howtodoinjava.com/security/how-to-generate-secure-password-hash-md5-sha-pbkdf2-bcrypt-examples/>.
- [36] Eclipse Foundation, «Neon,» 22 Junio 2016. [En línea]. Available: <http://www.eclipse.org/neon/>.
- [37] Servicio de Informática y Comunicaciones, «Usuario Virtual para el acceso a los servicios telemáticos de la Universidad de Sevilla (UVUS),» 19/05/2016. [En línea]. Available: <http://sic.us.es/servicios/cuentas-y-accesos-los-servicios/gestion-de-usuarios-y-contrasenas-uvus/identidad/uvus>.
- [38] S. Hurrey, «Dynamic Rendering with Template Variables,» 16 Julio 2015. [En línea]. Available: <https://community.blackboard.com/docs/DOC-1148>.
- [39] ceLTic, «LTI/Best Practice/Issues for System Administrators,» 18 Septiembre 2014. [En línea]. Available: [http://celtic.lti.tools/wiki/LTI/Best\\_Practice/Issues\\_for\\_System\\_Administrators](http://celtic.lti.tools/wiki/LTI/Best_Practice/Issues_for_System_Administrators).
- [40] L. Dewolf, «Java,» 24 Julio 2015. [En línea]. Available: <https://help.ubuntu.com/community/Java>.
- [41] Ubuntu, «MySQL,» [En línea]. Available: <https://help.ubuntu.com/lts/serverguide/mysql.html>.
- [42] Oracle Corporation and/or its affiliates , «MySQL Documentation,» 2017. [En línea]. Available: <https://dev.mysql.com/doc/>.

- [43] Ubuntu, «Apache Tomcat,» [En línea]. Available: <https://help.ubuntu.com/lts/serverguide/tomcat.html>.
- [44] The Apache Software Foundation, «Tomcat documentation,» 3 Marzo 2004. [En línea]. Available: <http://tomcat.apache.org/tomcat-3.3-doc/>.
- [45] Eclipse Foundation, «Descargas,» [En línea]. Available: <https://www.eclipse.org/downloads/>.
- [46] Autor, «Este es el ejemplo de una cita,» *Tesis Doctoral*, vol. 2, nº 13, 2012.
- [47] O. Autor, «Otra cita distinta,» *revista*, p. 12, 2001.



## Anexo A. Manual de instalación.

Este manual de instalación está pensado para un entorno Ubuntu. Para otros sistemas operativos los pasos de preparación de entorno pueden variar.

### 7.1.1 Contenido de *Proyecto\_LTI.zip*

Dentro del zip que se proporciona se encuentra lo siguiente.

- **projectcreation**: contiene los ficheros necesarios para desplegar la aplicación de creación de herramientas LTI y las propias herramientas.
- **projectcreation.war**: aplicación web en formato war.

Ficheros de apoyo para crear herramientas LTI:

- **Ejemplo\_Descripción.html**: fichero de descripción de ejemplo.
- **Ejemplo\_Script.sh**: ejecutable de ejemplo.

### 7.1.2 Preparación del entorno

Antes de nada, hay que actualizar e instalar el software necesario:

#### Versión de JDK 7 o mayor

La versión actual se puede comprobar ejecutando en el terminal:

```
sudo apt-get update
java -version
```

Si devuelve el mensaje "The program java can be found in the following packages" habrá que instalar el software, para ello ejecutar en el terminal (hay más opciones para instalar el JDK):

```
sudo apt-get install openjdk-7-jdk
```

Para más información y opciones, se recomienda consultar la documentación de Ubuntu [39].

#### Servidor MySQL

Para instalarlo ejecutar en el terminal:

```
sudo apt install mysql-server
```

Para acceder como root y crear un usuario:

```
mysql -p
```

```
CREATE USER 'nombre_usuario'@'localhost' IDENTIFIED BY 'contraseña';
```

Para darle permisos (el primer asterisco se refiere a la base de datos y el segundo a la tabla):

```
GRANT ALL PRIVILEGES ON * . * TO 'nombre_usuario'@'localhost';
```

Refrescar los permisos:

```
FLUSH PRIVILEGES;
```

Para más información se puede consultar la documentación de Ubuntu [40] o MySQL [41].

## Tomcat 7

Para instalarlo ejecutar en el terminal:

```
sudo apt install tomcat7
```

Para más información se puede consultar la documentación de Ubuntu [42], o Tomcat [43].

## Eclipse

Para compilar y/o modificar el código, se recomienda utilizar eclipse. Se puede descargar en su web oficial [44].

### 7.1.3 Compilación

Se recomienda compilar utilizando Eclipse, aunque también se puede hacer utilizando otros métodos.

Para compilar la aplicación en Eclipse:

- Seleccionar “Create new project”
- Seleccionar *Proyecto\_LTI/projectcreation* como “Source Folder”
- En la vista “Project Explorer” seleccionar todos los elementos dentro de WEB-INF/lib, hacer click derecho y seleccionar “Add to build path”
- Seleccionar “Build all”

### 7.1.4 Fichero config.properties

Modificar el fichero *Proyecto\_LTI/projectcreation/WEB-INF/config.properties* incluyendo los valores apropiados:

- appName: nombre del directorio donde se desplegará la aplicación dentro del directorio de despliegue del servidor. Debe coincidir con el nombre que tenga el directorio o war que incluimos en el directorio de despliegue.
- dbHost: equipo en el que se encuentra el servidor de bases de datos. Al ser MySQL, lleva delante del host “jdbc:mysql://” para que el driver pueda realizar la conexión. Si el servidor MySQL está en el mismo equipo sería: jdbc:mysql://localhost

- `dbName`: nombre de la base de datos donde se almacenarán los datos de la aplicación
- `dbUsername`: usuario con el que se accede a la base de datos.
- `dbPassword`: contraseña del usuario con el que se accede a la base de datos.
- `dbTableNamePrefix`: prefijo para las tablas. Es opcional.
- `deployPath`: directorio de despliegue de la aplicación.
- `rootPath`: directorio donde se crearán las copias temporales de los proyectos que envíen los alumnos para su evaluación. El usuario del servidor debe tener permiso para escribir en él.
- `maxKB`: tamaño máximo, en kilobytes, que puede tener un fichero subido por un alumno para su evaluación.

### 7.1.5 Despliegue en el servidor

Copiar *projectcreation* en `/lib/var/tomcat7/webapps` o cualquiera que sea el directorio de despliegue del servidor.

También se puede desplegar usando el directamente *projectcreation.war*.

## Anexo B. Manual de usuario.

### 7.1.6 Introducción

En este manual se dan las pautas para:

- El uso de la aplicación de creación y gestión de herramientas de corrección.
- La integración de las herramientas en plataformas LMS.

La aplicación de creación y gestión de herramientas será denominada *projectcreation*. Se hará referencia a las herramientas LTI como *proyectos*.

### 7.1.7 Requisitos del sistema, instalación y configuración

Los requisitos del sistema, instalación y configuración de la aplicación se detallan en el Anexo A “Manual de instalación”.

### 7.1.8 Instrucciones de uso

#### Usuarios

La aplicación *projectcreation* implementa un sistema de gestión de herramientas de corrección, a las que se denomina proyectos, para el que es necesario que implemente un sistema de usuarios.

Desde que se instala la aplicación, existe un usuario creado por defecto que tendrá más privilegios que cualquier otro. Los credenciales de este *superusuario* son:

Nombre de usuario: admin  
Contraseña: admin

Por seguridad, se recomienda cambiar la contraseña la primera vez que se inicie sesión como *superusuario*.

El *superusuario* será el encargado de registrar nuevos usuarios en el sistema. Los usuarios que cree podrán tener el rol de administrador o ser un usuario simple. Todos los usuarios podrán cambiar su contraseña y ser asociados a proyectos. Además, según su rol podrán realiza distintas acciones:

- Administrador:
  - Crear proyectos.
  - Asociar y eliminar la asociación de otros usuarios a sus proyectos.
  - Editar todas las propiedades de los proyectos que cree.
  - Editar ciertas propiedades de los proyectos que se le asocien.
  - Eliminar los proyectos que haya creado.
- Usuario simple:
  - Editar ciertas propiedades de los proyectos que se le asocien.



El *superusuario* tendrá rol de administrador con algunos privilegios. Además de poder registrar, podrá eliminar cualquier proyecto. También podrá eliminar usuarios que no tengan ningún proyecto asociado y editar ciertas propiedades de todos los proyectos.

## Pantalla principal

Al iniciar sesión se mostrará la pantalla principal con las opciones disponibles según el rol del usuario.

Para el *superusuario*:



*Figura 51 Manual de usuario "Inicio superusuario".*

Para un administrador:



*Figura 52 Manual de usuario "Inicio administrador".*

Para un usuario simple:



*Figura 53 Manual de usuario "Inicio usuario simple".*

## Creación de proyectos

Al seleccionar esta opción se mostrará un formulario donde rellenar las propiedades asociadas a un proyecto:

 A screenshot of a form titled 'CREACIÓN DE PROYECTOS'. At the top, a dark grey header contains the text 'CREACIÓN DE PROYECTOS'. Below this is a teal bar with the text 'INTRODUZCA LA INFORMACIÓN DEL NUEVO PROYECTO'. The form consists of several fields:
 

- 'Nombre del proyecto' with a help icon and the value 'NuevoProyecto'.
- 'Clave de entrega' with a help icon and the value 'claveEntrega1234'.
- 'Ejecutable de corrección' with a help icon, an 'Examinar...' button, and the text 'No se ha seleccionado ningún archivo.'.
- 'Clave' with a help icon and the value 'key'. Below this field is a note: 'La clave se almacenará con el nombre del proyecto como prefijo. Por ejemplo: "NombreProyecto\_key". En la plataforma LMS debe introducir la clave incluyendo el prefijo.'
- 'Secreto' with a help icon and the value 'secret'.
- 'Habilitar' with a help icon and a radio button labeled 'Sí'.
- 'HTML de descripción' with a help icon, an 'Examinar...' button, and the text 'No se ha seleccionado ningún archivo.'.

 At the bottom left of the form is a teal button labeled 'CREAR'.

*Figura 54 Manual de usuario "Creación de proyecto".*

Es obligatorio rellenar todos los campos excepto "Prefijo base de datos". Al poner el cursor encima del símbolo de interrogación, se mostrará una aclaración sobre que debe introducir en cada campo. Aún así, a continuación se detalla el significado de cada campo:

Nombre del proyecto: Nombre del proyecto a corregir. Aparecerá en la interfaz del estudiante.

Clave de entrega: Clave que deberá introducir el alumno para que se le permita enviar el proyecto.

Ejecutable de corrección: Ejecutable de corrección del proyecto.

Clave: Clave de la herramienta LTI.

Secreto: Secreto de la herramienta LTI.

Habilitar: Si se marca, la herramienta LTI estará habilitada. Si la herramienta no se habilita, ni los profesores ni los alumnos podrán acceder a la herramienta.

HTML descripción: Fichero HTML que contiene la descripción del proyecto. Esta descripción se incluirá en la interfaz del alumno.

## Edición de proyectos

Al seleccionar esta opción se mostrará un formulario donde se mostrarán las propiedades asociadas a un proyecto. Se podrán editar las que se desee y será posible descargar el ejecutable y fichero de descripción actuales. Según la relación del usuario con el proyecto se mostrarán distintas propiedades a editar:

- Creador del proyecto: todas las propiedades que aparecen en la creación.
- Usuario asociado al proyecto: todas las propiedades excepto el nombre, como se observa en la siguiente imagen.

EDICIÓN DE PROYECTOS

INTRODUZCA LA INFORMACIÓN DEL NUEVO PROYECTO

Clave de entrega ⓘ	proyecto1
Ejecutable de corrección ⓘ	<a href="#">Click para descargar</a>
Cambiar ejecutable de corrección ⓘ	<input type="button" value="Examinar..."/> No se ha seleccionado ningún archivo.
Clave ⓘ	key
<small>Se muestra la clave sin el prefijo asociado.</small>	
Secreto ⓘ	secret
Habilitar ⓘ	<input checked="" type="checkbox"/> SI
HTML de descripción ⓘ	<a href="#">Click para descargar</a>
Cambiar HTML de descripción ⓘ	<input type="button" value="Examinar..."/> No se ha seleccionado ningún archivo.

*Figura 55 Manual de usuario "Edición profesor asignado".*

### Asignación de proyectos

Al seleccionar esta opción se mostrarán todos los proyectos que el usuario haya creado. Al seleccionar uno se mostrarán los usuarios a los que se le puede asignar el proyecto seleccionado.

Al asignar un proyecto a un usuario le estará permitiendo editar ciertas propiedades del proyecto.

### Eliminación de asignación

Al seleccionar esta opción se mostrarán todos los proyectos que el usuario haya creado. Al seleccionar uno se mostrarán los usuarios a los que se ha asignado el proyecto.

Al eliminar una asociación entre un proyecto y un usuario, se estará privando al usuario de modificar propiedad alguna del proyecto.

### Borrado de proyectos

En esta pantalla aparecerán los proyectos que se pueden eliminar. Si accede el *superusuario*, aparecerán todos los proyectos existentes.

### Cierre de sesión

Al pulsar esta opción, se cierra la sesión actual.

#### 7.1.9 Posibles mensajes de error y soluciones

Cada vez que se realiza una acción, se redirige al usuario a la pantalla principal y se muestra al principio de la pantalla un mensaje informativo relativo al resultado de la acción realizada. En esta subsección se describen algunos de los mensajes de error y sus posibles causas y/o soluciones. Cada mensaje se representará en una tabla con el siguiente formato:

<b>Código/s de error</b>
Mensaje/s mostrado
Descripción de causa y/o posibles soluciones.

Tabla 57 Formato "Error".

Los mensajes son:

<b>ERROR_CREATION</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• "No se ha podido crear el proyecto."</li> </ul>
Ha ocurrido una excepción mientras se creaba el proyecto en el servidor. Compruebe que el servidor de la base de datos está funcionando correctamente y que el usuario del servidor web puede acceder a la base de datos.

Tabla 58 Error "Error creación".

<b>ERROR_SCRIPT2DEPLOY, ERROR_DESCRIP2DEPLOY</b>
--

- “Ha fallado la copia del ejecutable al directorio de despliegue.”
- “Ha fallado la copia del fichero de descripción al directorio de despliegue.”

El usuario que está ejecutando el proceso servidor no puede copiar dichos ficheros al directorio de despliegue. Compruebe que el usuario del servidor tiene los permisos necesarios para copiarlos en el directorio de despliegue. Compruebe que dichos ficheros existen en la ruta proporcionada.

Tabla 59 Error "Copia de fichero a directorio de despliegue".

### **ERROR\_RENAME\_FILE**

“No se ha podido renombrar el ejecutable/descripción.”

El usuario que está ejecutando el proceso servidor no puede cambiar el nombre de alguno de los ficheros o de los dos. Compruebe que tiene permiso para hacerlo y que se encuentran en la ruta correspondiente(*appName/Scripts* y *appName/Descriptions*).

Tabla 60 Error "Renombrado de ejecutable/descripción".

### **ERROR\_DB\_DELETE, ERROR\_DB\_RENAME\_PROJECT, ERROR\_DB\_CHANGE, USER\_ERROR\_DELETED, ASSIGNED\_ERROR, DEL\_ASSIGNED\_ERROR, PASS\_ERROR, PASS\_ERROR2, ADDUSER\_ERROR**

- “No se ha podido crear el proyecto. Se ha producido una excepción al borrarlo de la base de datos.”
- “Excepción al cambiar el nombre del proyecto en la base de datos.”
- “Excepción al cambiar los ajustes en la base de datos.”
- “El usuario no ha podido ser eliminado. Se ha producido una excepción durante el acceso a la base de datos.”
- “No se ha podido asignar el proyecto al usuario. Se ha producido una excepción al actualizar la base de datos.”
- “No se ha podido desasociar el proyecto al usuario. Se ha producido una excepción al actualizar la base de datos.”
- “Se ha producido una excepción comprobando la contraseña.”
- “Se ha producido una excepción actualizando la contraseña en la base de datos.”
- “No se ha podido crear el usuario.”
- “El proyecto no ha podido ser eliminado. Se ha producido una excepción durante el acceso a la base de datos.”

Se ha producido una excepción al obtener, modificar o eliminar un dato de la base de datos. Esto se puede deber a que el servidor no está funcionando correctamente o a que los parámetros de configuración de la base de datos no son correctos.

Tabla 61 Error "Excepción base de datos".

<b>UPLOAD_FAIL</b>
“El proyecto no se ha creado. Debe subir un ejecutable de corrección y un fichero de descripción.”
Para que el proyecto se cree, es obligatorio subir un ejecutable y un fichero HTML de descripción.

Tabla 62 Error "Subida de ejecutable y descripción".

<b>DELETED_FAIL_FILESYS</b>
“El proyecto no ha podido ser eliminado del sistema de ficheros. Sí se ha eliminado de la base de datos.”
El usuario que ejecuta el proceso servidor ha podido borrar la información asociada al proyecto de la base de datos, pero no ha podido borrar el proyecto del sistema de ficheros. Compruebe que el usuario tiene permiso para borrarlo y que los ficheros existen. Podría ser que los ficheros siguieran existiendo, en ese caso, se recomienda borrarlos manualmente.

Tabla 63 Error "Eliminado de la base de datos, no del sistema de ficheros".

### 7.1.10 Integración de herramientas de corrección en la plataforma Enseñanza Virtual

Para poder integrar las herramientas en la plataforma de Enseñanza Virtual hay hacer dos cosas.

Primero, para que cualquier herramienta creada pueda ser integrada en la plataforma, el administrador de la misma debe habilitar los enlaces LTI siguiendo las pautas que se proporcionan en la documentación de Blackboard [27].

Después, el profesor debe integrar cada herramienta que cree. A continuación se indican los pasos:

1. Dentro del curso, crear un nuevo módulo “Enlace Web”.
2. Marcar la casilla que indica “Enlace LTI”.
3. En la URL introducir: “*IP:puerto/appName/projects*”  
Donde *IP:puerto* son la IP y el puerto del servidor donde está desplegada la herramienta y *appName* es el parámetro configurado en el fichero *config.properties* (consultar guía de instalación).
4. Introducir la clave y secreto indicados durante la creación del proyecto. Recuerde que si el nombre del proyecto es “Proyecto” y la clave introducida es “key”, debe introducir la clave “Proyecto\_key”.
5. En el campo “Custom parameters” se pueden configurar los siguientes parámetros:
  - a. *uvus=@X@user.id@X@* si se desea que se asocie la nota y el proyecto almacenado al uvus del alumno en lugar de a su identificador proporcionado por el TC.

- b. `debug=true` si se quieren obtener mensajes más detallados cuando se produzca un error relativo a LTI.
6. En el campo "Description" es muy importante no introducir caracteres de nueva línea. Si se hace, el enlace no se abrirá.

En las siguientes imágenes se muestra un ejemplo de configuración:

Figura 56 Manual de usuario "Integración (I)".

Figura 57 Manual de usuario "Integración (II)".

**DESCRIPCIÓN**

Texto

Herramienta de corrección del proyecto Proyecto.

Ruta: p Palabras: 6

**DOCUMENTOS ADJUNTOS**

Si selecciona un archivo que no desea, haga clic en **No adjuntar** para quitar el adjunto del elemento de contenido. El archivo en sí no se elimina.

Adjuntar archivo

**OPCIONES DE ENLACE WEB**

*Figura 58 Manual de usuario "Integración (III)".*

**OPCIONES DE ENLACE WEB**

Abrir en ventana nueva  Sí  No

**OPCIONES DE NORMA**

Permitir a los usuarios ver este contenido  Sí  No

Seguimiento del número de vistas  Sí  No

Seleccionar restricciones de fecha y hora  Mostrar desde

*Introduzca las fechas en formato dd/mm/aaaa. La hora se puede introducir en cualquier incremento.*

Mostrar hasta

*Introduzca las fechas en formato dd/mm/aaaa. La hora se puede introducir en cualquier incremento.*

Haga clic en **Enviar** para continuar. Haga clic en **Cancelar** para volver atrás.

*Figura 59 Manual de usuario "Integración (IV)".*

### 7.1.11 Herramientas de corrección

Cuando un alumno envía un proyecto utilizando la herramienta, este proyecto se almacena en la ruta indicada y se pasan como argumento al ejecutable proporcionado.

Almacenado:

El proyecto se almacena en `/rootPath/uvus/title`, donde "title" es el nombre del proyecto. Tras su corrección, la estructura `/uvus/title` y el proyecto serán borrados.

Ejecutable de corrección:



Este ejecutable será creado por el usuario, recibirá la ruta donde almacenar el proyecto como argumento (la cual incluye el identificador del alumno y el título del proyecto) y devolverá un valor entero entre 0-100 que corresponderá con la nota que el alumno ha obtenido en el proyecto. La nota se publicará en el centro de calificaciones con un decimal. Por ejemplo, si el ejecutable devuelve el valor 99, en el centro de calificaciones aparecerá el valor decimal “9.90”.



