



Universidad de Valladolid

ESCUELA DE INFORMÁTICA (SEGOVIA)

Grado en Ingeniería Informática de Servicios y
Aplicaciones

Desarrollo de “Campus Virtual” con Streaming

Alumno: Abel de Andrés Gómez

Tutores: Miguel Ángel Martínez Prieto

Fernando Díaz Gómez

Desde estas líneas me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento:

*A mis tutores Miguel Ángel y Fernando, por ayudarme y guiarme durante todo
el proyecto.*

*A mis padres, por haberme proporcionado la mejor educación y lecciones de
vida.*

*En especial a mi padre, por haberme enseñado que con esfuerzo, trabajo y
constancia todo se consigue, y que en esta vida nadie regala nada.*

*En especial a mi madre, por hacerme ver cada día la vida de una forma
diferente y confiar en mis decisiones.*

A todos mis familiares por haberme apoyado y animado.

*A mis compañeros de clase, con los que he compartido buenos y malos
momentos.*

A mis amigos, por estar siempre a mi lado.

*A todos aquellos que siguen estando cerca de mí y que le regalan a mi vida
algo de ellos.*

Resumen

Con este proyecto se pretende obtener una Aplicación Web que simule a las conocidas plataformas educativas CMS(abreviatura en ingles de “sistema de gestion de contenidos”) con la integración de una nueva tecnología streaming en pleno desarrollo como es WebRTC. Por lo tanto, el objetivo principal del proyecto se centra no en tanto ampliar los conocimientos en el desarrollo de aplicaciones web, sino en obtener conocimientos sobre la implementación e integración de la tecnología Streaming en las aplicaciones Web.

Abstract

This project aims to get a Web application that simulates a known LCMS (Learning Content Management System) educational platforms with the integration of new streaming technology under development such as WebRTC. Therefore, the main objective of the project is not as increase knowledge in the development of web applications, but in gaining knowledge about the implementation and integration of streaming technology in Web applications.

Índice de contenido

1. Introducción	15
1.1 Motivación	16
1.2 Alcance del sistema	17
1.3 Objetivos	18
1.3.1 Background	18
1.3.2 Oportunidad de Negocio.....	19
1.3.3 Objetivos de negocio.....	19
1.4 Gestión del proyecto	20
1.5 Organización del Documento.....	31
2. WebRTC.....	33
2.1 ¿Qué es WebRTC?	33
2.2 Funcionamiento del WebRTC.....	33
2.4 Seguridad en WebRTC.....	41
2.5 Impedimentos para usar WebRTC.....	41
2.6 ¿Por qué WebRTC?.....	42
3. Análisis del sistema	45
3.1 Actores del sistema	45
3.2 Casos de Uso	46
3.3 Requisitos.....	78
3.4 Modelo de datos conceptual	84
3.5 Diagramas de secuencia.....	88
3.6 Diccionario de Datos	93
4. Diseño del Proyecto	97
4.1 Arquitectura WEB.....	97
4.2 Arquitectura Streaming.....	102
4.2.1 ¿Qué es el <i>Streaming</i> ?	102
4.2.2 Tipos de transmisión del Streaming.....	102
4.2.3 Tipos de Arquitectura Streaming	103
4.2.4 Proceso <i>Streaming</i>	104
4.2.5 Especificaciones Técnicas	106
4.3 Integración de arquitecturas.....	108

4.4 Diseño de Interfaz	110
5. Implementación del Proyecto	127
5.1 Lenguajes	127
5.2 Tecnologías.....	128
5.3 Herramientas Utilizadas	128
5.4 API's Utilizadas	129
5.5 Frameworks Utilizados	130
5.6 Implementación	131
6. Pruebas	135
7. Conclusiones y Futuras Mejoras.....	143
7.1 Conclusiones	143
7.2 Futuras Mejoras	144
8. Referencias.....	147
8.1 Bibliografía	147
8.2 Referencias Web.....	147
ANEXO I: Manual de instalación.....	151
ANEXO II: Manual de usuario	159

Índice de Tablas

Tabla 1: Complejidad de los procesos	21
Tabla 2: Complejidad de entradas y consultas	22
Tabla 3: Complejidad de salidas	22
Tabla 4: Puntos de Función No Ajustados	22
Tabla 5: Grado de Complejidad	23
Tabla 6: Factores de Ajuste.....	23
Tabla 7: Tipos de COCOMO	24
Tabla 8: Conductores de Coste.....	25
Tabla 9: Presupuesto Hardware	27
Tabla 10: Presupuesto Software.....	27
Tabla 11: Relación Horas/Tareas	28
Tabla 12: Recursos Humanos	28
Tabla 13: Presupuesto Total	28
Tabla 14: Comparación TCP, UDP y SCTP.....	34
Tabla 15: Actor Alumno.....	45
Tabla 16: Actor Docente.....	45
Tabla 17: Actor Administrador	45
Tabla 18: CU-001 Identificar usuario.....	48
Tabla 19: CU-002 Salir del sistema	49
Tabla 20: CU-003 Crear usuarios	50
Tabla 21: CU-004 Borrar usuario	51
Tabla 22: CU-005 Modificar usuarios	52
Tabla 23: CU-006 Listar usuarios	53
Tabla 24: CU-007 Crear asignaturas	54
Tabla 25: CU-008 Eliminar asignaturas.....	55
Tabla 26: CU-009 Modificar asignaturas	56
Tabla 27: CU-010 Listar asignaturas	57
Tabla 28: CU-011 Consultar asignatura	58
Tabla 29: CU-012 Cambiar docente de una asignatura	59
Tabla 30: CU-013 Consultar responsable de una asignatura.....	60
Tabla 31: CU-014 Agregar usuarios a asignatura.....	61
Tabla 32: CU-015 Eliminar usuarios de una asignatura	62
Tabla 33: CU-016 Consultar usuarios de una asignatura.....	63
Tabla 34: CU-017 Crear tema	64
Tabla 35: CU-018 Eliminar tema.....	65
Tabla 36: CU-019 Modificar tema	66
Tabla 37: CU-020 Listar tema	67
Tabla 38: CU-021 Consultar Tema	68
Tabla 39: CU-022 Publicar recurso	69
Tabla 40: CU-023 Eliminar recurso	70

Tabla 41: CU-024 Modificar recurso.....	71
Tabla 42: CU-025 Listar recursos	72
Tabla 43: CU-026 Consultar recurso.....	73
Tabla 44: CU-027 Iniciar tutoría	74
Tabla 45: CU-028 Eliminar tutoría	75
Tabla 46: CU-029 Crear tutoría.....	76
Tabla 47: RQNFAc – 01. Accesibilidad	80
Tabla 48: RQNFSeg – 01. Autenticación de usuarios.....	81
Tabla 49: RQNFSeg – 02. Identificación de usuarios	81
Tabla 50: RQNFSeg – 03. Seguridad en contraseñas.....	81
Tabla 51: RQNFES – 01. Escalabilidad	81
Tabla 52: RQNFUs – 01. Confiabilidad.....	82
Tabla 53: RQNFUs – 02. Uso restringido	82
Tabla 54: RQNFUs – 02. Utilización sencilla	82
Tabla 55: RQNFDIs – 01. Disponibilidad	82
Tabla 56: RQNFMan – 01. Mantenibilidad	83
Tabla 57: RQNFIn – 01. Interoperabilidad	83
Tabla 58: RQNFIntz – 01. Interfaz.....	83
Tabla 59: RQNFRRi- 01. Usuario	83
Tabla 60: RI-1. Asignatura.....	86
Tabla 61: RI-2. Recurso	87
Tabla 62: RI-3. Tema	87
Tabla 63: RI-4. Usuario	87
Tabla 64: RI-4. Miembro.....	87
Tabla 65: Diccionario de datos: Asignatura	93
Tabla 66: Diccionario de datos: Miembro	93
Tabla 67: Diccionario de datos: Recurso	94
Tabla 68: Diccionario de datos: Tema.....	94
Tabla 69: Diccionario de datos: Usuario.....	95
Tabla 70: Diseño de Interfaz: Pagina Principal	110
Tabla 71: Diseño de Interfaz: Página de Inicio de Usuario	111
Tabla 72: Diseño de Interfaz: Editar perfil	112
Tabla 73: Diseño de Interfaz: Modificar/Eliminar Usuarios.....	113
Tabla 74: Diseño de Interfaz: Crear Usuario.....	114
Tabla 75: Diseño de Interfaz: Registrar Asignaturas.....	115
Tabla 76: Diseño de Interfaz: Gestionar Asignaturas	116
Tabla 77: Diseño de Interfaz: Modificar-Eliminar Asignaturas	117
Tabla 78: Diseño de Interfaz: Listar-Crear-Borrar Temas.....	118
Tabla 79: Diseño de Interfaz: Cambiar Profesor	119
Tabla 80: Diseño de Interfaz: Información del Tema.....	120
Tabla 81: Diseño de Interfaz: Modificar Temas	121
Tabla 82: Diseño de Interfaz: Agregar Recurso.....	122
Tabla 83: Diseño de Interfaz: Gestionar Recursos.....	123

Tabla 84: Diseño de Interfaz: Modificar Recurso.....	124
Tabla 85: PCN – 001. Acceder al sistema.....	136
Tabla 86: PCN – 002. Editar perfil de usuario.....	136
Tabla 87: PCN – 003. Modificar usuario	137
Tabla 88: PCN – 004. Crear usuario	137
Tabla 89: PCN – 005. Crear asignatura	137
Tabla 90: PCN – 006. Modificar asignatura	138
Tabla 91: PCN – 007. Eliminar asignatura.....	138
Tabla 92: PCN – 008. Agregar usuarios a una asignatura	138
Tabla 93: PCN – 009. Crear tema.....	139
Tabla 94: PCN – 010. Modificar tema.....	139
Tabla 95: PCN – 011. Eliminar tema	139
Tabla 96: PCN – 012. Publicar recurso.....	140
Tabla 97: PCN – 013. Modificar recurso	140
Tabla 98: PCN – 014. Eliminar recurso	140

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Árbol de Características.....	17
Ilustración 2: Planificación Temporal	29
Ilustración 3: Diagrama de Gantt	30
Ilustración 4: Objeto MediaStream	35
Ilustración 5: Mensaje SDP.....	36
Ilustración 6: Proceso de Señalización	37
Ilustración 7: Intercambio de Información Offer/Answer	38
Ilustración 8: Stun Server	39
Ilustración 9: Turn Server	40
Ilustración 10: Representación Casos de Uso	46
Ilustración 11: Diagrama de Casos de Uso	77
Ilustración 12: Diagrama Entidad-Relación	84
Ilustración 13: Diagrama Relacional.....	85
Ilustración 14: Diagrama de Secuencia-Crear Asignatura	89
Ilustración 15: Diagrama de Secuencia-Eliminar Asignatura.....	90
Ilustración 16: Diagrama de Secuencia-Modificar Asignatura	91
Ilustración 17: Diagrama de Secuencia-Consultar Asignatura	92
Ilustración 18: Modelo-Vista-Controlador	98
Ilustración 19: Modelo Cliente-Servidor	99
Ilustración 20: Interacción Navegador-Servidor.....	100
Ilustración 21: Arquitectura WebRTC.....	101
Ilustración 22: Arquitectura en capas WebRTC.....	101
Ilustración 23: Tipos de transmisiones.....	103
Ilustración 24: Comunicación entre Navegadores. WebRTC.....	104
Ilustración 25: Compartición de sesiones mediante Memcached	109
Ilustración 26: Uso de memoria caché entre varios servidores	109
Ilustración 27: Configuración XAMPP.....	153
Ilustración 28: Muestra Memcached Activado	157
Ilustración 29: Manual de usuario: Página de Bienvenida	159
Ilustración 30: Manual de administrador: Index Admin.....	159
Ilustración 31: Manual de administrador: Editar perfil Admin.....	160
Ilustración 32: Manual de administrador: Modificar-Eliminar usuarios	161
Ilustración 33: Manual de administrador: Crear usuario	161
Ilustración 34: Manual de administrador: Crear asignatura	162
Ilustración 35: Manual de administrador: Gestionar asignaturas.....	163
Ilustración 36: Manual de administrador: Gestionar asignaturas información	163
Ilustración 37: Manual de administrador: Modificar datos de la asignatura	164
Ilustración 38: Manual de administrador: Cambiar profesor	165
Ilustración 39: Manual de administrador: Cambiar alumnos matriculados.....	165
Ilustración 40: Manual de administrador: Gestionar temas	166
Ilustración 41: Manual de administrador: Ver información sobre el tema	167

Ilustración 42: Manual de administrador: Modificar datos del tema	168
Ilustración 43: Manual de administrador: Añadir recurso	168
Ilustración 44: Manual de administrador: Gestionar recursos.....	169
Ilustración 45: Manual de administrador: Modificar recurso	170
Ilustración 46: Manual del profesor: Index profesor.....	170
Ilustración 47: Manual del profesor: Editar perfil	171
Ilustración 48: Manual del profesor: Gestionar asignaturas	172
Ilustración 49: Manual del profesor: Ver información asignatura	172
Ilustración 50: Manual del profesor: Ver temas.....	173
Ilustración 51: Manual del profesor: Ver información tema	174
Ilustración 52: Manual del profesor: Acceder a tutoría	174
Ilustración 53: Manual del profesor: Modificar datos del tema.....	175
Ilustración 54: Manual del profesor: Añadir recurso	176
Ilustración 55: Manual del profesor: Crear tutoría	176
Ilustración 56: Manual del profesor: Gestionar recursos.....	177
Ilustración 57: Manual del profesor: Modificar recurso	178
Ilustración 58: Manual del alumno: Index alumno	178
Ilustración 59: Manual del alumno: Editar perfil.....	179
Ilustración 60: Manual del alumno: Gestionar asignaturas	180
Ilustración 61: Manual del alumno: Ver temas	180
Ilustración 62: Manual del alumno: Acceder a tutoría.....	181
Ilustración 63: Manual del alumno: Editar mis recursos.....	181
Ilustración 64: Manual del alumno: Añadir recurso.....	182
Ilustración 65: Manual del alumno: Modificar recurso	183

1. Introducción

El plan Bolonia presenta un marco educacional que se ocupa tanto de los objetivos a conseguir como los medios empleados para su consecución. Nosotros nos centraremos con este proyecto en lo referente a los medios empleados. Puesto que el plan Bolonia se centra en una evaluación continua del alumno, predominando su esfuerzo constante junto con el acompañamiento a su proceso de adquisición paulatina de conocimientos.

En consecuencia, el docente tiene la necesidad de ponderar un gran número de variables en la formación de sus alumnos. Por consiguiente surge la necesidad de utilizar una serie de instrumentos relacionados con las tecnologías de la comunicación, entre las que se pueden destacar las plataformas informáticas educativas como las LCMS (cuyo acrónimo en castellano es: *sistema de gestión de contenidos (CMS) de aprendizaje*). Ejemplo de estas son los conocidos *Campus Virtuales* que las Universidades (entre otras instituciones educativas) pueden poner a disposición de sus alumnos y profesores.

Sin embargo, no debemos olvidar que además de proporcionar gran ayuda al docente, un *Campus Virtual* es un medio de comunicación atractivo para el alumno siendo un medio de educación que debe ser aprovechado para conseguir objetivos superiores, además de ser una técnica que se acomoda rápidamente a las capacidades cognitivas de los alumnos.

Por lo tanto un *Campus virtual* no es solo una herramienta utilizada por el docente para complementar la impartición de su disciplina sino que además se conforma como un instrumento que permite la relación entre profesores y alumnos.

Centrándonos en el término *Streaming* (traducido como transmisión o difusión en castellano), podemos definirlo como una distribución multimedia continua (sin interrupción) a través de una red de computadoras.

La tecnología *Streaming* se popularizó a principios del siglo XXI, cuando el ancho de banda se hizo suficientemente barato para la gran mayoría de la población, pudiendo así realizar dicha distribución en un tiempo asequible.

Con la incorporación del *Streaming* en las nuevas tecnologías, se ha producido un gran avance en las comunicaciones entre computadoras, permitiendo así, como ya comentamos anteriormente, una comunicación cuyo flujo de información está en continua difusión.

1.1 Motivación

Actualmente podemos decir que existen herramientas similares, en el campo de la compartición de recursos. Podemos destacar Moodle que es una aplicación de tipo “Ambiente Educativo Virtual”, en la que se pueden gestionar cursos, usuarios, recursos, etc. Debemos señalar que es utilizada por un gran número de Universidades entre las que podemos destacar la Universidad de León, Universidad de Valladolid, Universidad Autónoma de Madrid...

Por otro lado y respecto a la existencia de aplicaciones de comunicación en tiempo real, podemos destacar aplicaciones como Skype, Google Hangout, Oovoo, etc. Todas estas herramientas permiten la comunicación usando la tecnología *Streaming*. Obviamente todas estas herramientas podrían utilizarse en un entorno educativo, pero como herramientas adicionales a las existentes. Lo que conllevaría al usuario a realizar instalaciones de aplicaciones o *plugins* en sus propios equipos resultando poco confortable e ineficiente. Por lo que la aceptación de estas herramientas se vuelve complicada en una institución educativa.

Por consiguiente, una de las motivaciones por la que se ha decidido emprender este proyecto ha sido que aunque las plataformas LCMS permitan el uso de video offline (es decir, grabado previamente) no se centran en el *Streaming*, siendo esta tecnología una función poco diversificada en los *Campus Virtuales*, en gran parte debido a su complejidad. No obstante parece que Moodle ya tiene iniciativas para poder incluir video *Streaming*.

En síntesis, podemos decir que la motivación de este proyecto se fundamenta en la anexión de las plataformas LCMS junto con la tecnología *Streaming* ya que como se ha comentado anteriormente, el tema del *Streaming* en las LCMS no está demasiado desarrollado.

Otra de las motivaciones del proyecto es que hoy en día muchos alumnos y docentes deben desplazarse una gran distancia para poder asistir a las clases o resolver alguna duda, gastando en ciertas ocasiones en el desplazamiento un tiempo importante. Mediante comunicaciones en tiempo real podríamos ahorrar esos tiempos de desplazamiento, de tal forma que se podría invertir ese tiempo en otros aspectos como la investigación en caso de un docente o en el estudio de la propia asignatura o de otras asignaturas en caso del alumno.

1.2 Alcance del sistema

A continuación se muestra un árbol de características, que nos mostrará a grandes rasgos las cualidades generales que nuestro proyecto ha de cumplir.

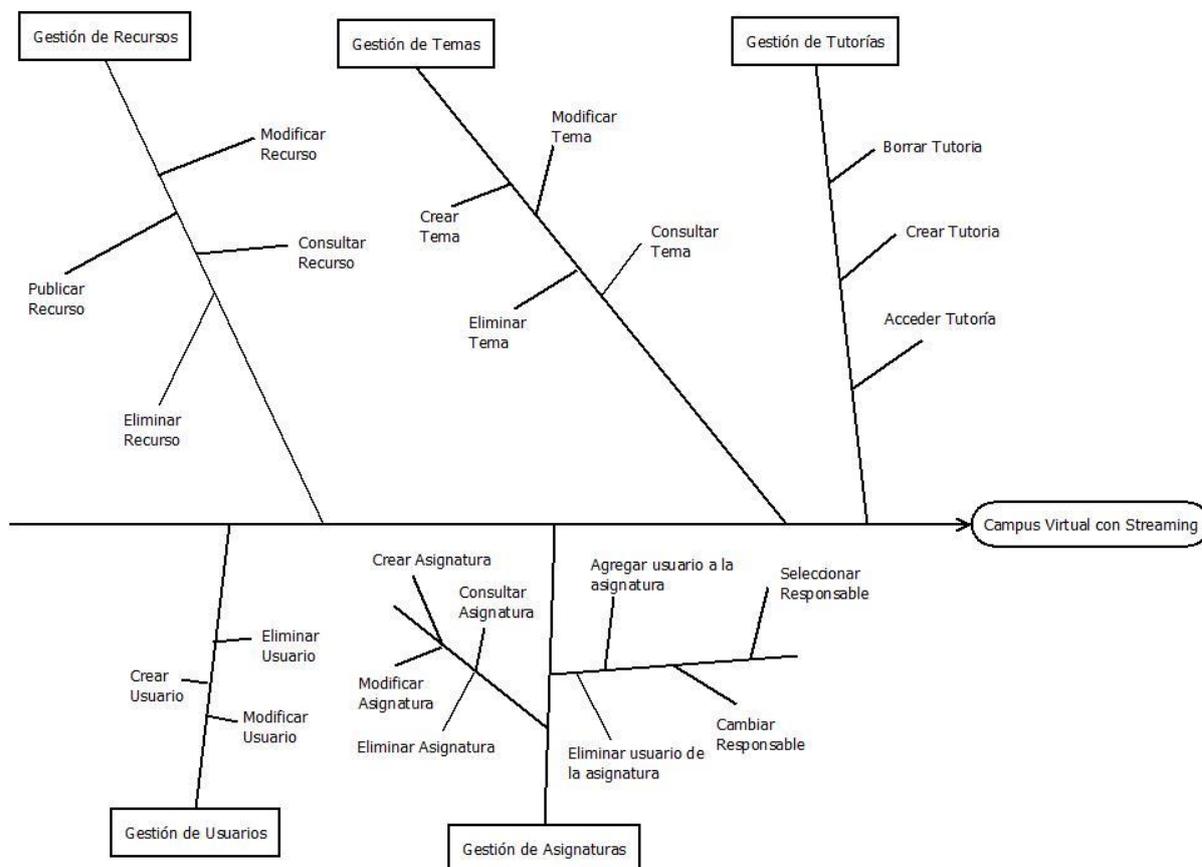


Ilustración 1 Árbol de Características

El proyecto deberá limitarse a:

- Publicar y gestionar recursos de carácter público y privado.
 - La aplicación permitirá a los alumnos y docentes publicar en una misma aplicación múltiples recursos, tanto públicos como privados.
 - Además, también podrán consultarlos y eliminarlos.
- Crear y gestionar temas.
 - Permitirá a los docentes crear temas.
 - Permitirá modificar los temas una vez que han sido creados.
 - También permitirá eliminarlos.
- Crear y gestionar tutorías.
 - Permitirá a los docentes crear tutorías.
 - Permitirá a los docentes y alumnos acceder a la tutoría.
 - También permitirá eliminarlas.
- Permitir al administrador la gestión de asignaturas.
 - Los administradores podrán crear asignaturas.
 - Una vez que las asignaturas han sido creadas, podrán eliminarse o modificarse.
- Permite al administrador la gestión de usuarios.
 - Los administradores del sistema podrán crear, modificar y eliminar usuarios.

1.3 Objetivos

El propósito general de este proyecto se basa en mejorar la experiencia educativa, tanto de los docentes como de los alumnos hacia los que va dirigido dicho proyecto, proporcionando una plataforma educativa que permita a los usuarios una mejor organización sobre las asignaturas que imparten o reciben.

Este proyecto se está llevando a cabo con el fin de lograr que tanto los docentes como los alumnos hacia los que va dirigido encuentren un sitio donde no solo puedan compartir información de forma organizada, sino que también puedan realizar clases o tutorías vía on-line.

Tras el estudio del panorama actual sobre las plataformas educativas como son los Campus Virtuales, se ha llegado a la conclusión de que actualmente dichas plataformas son de gran utilidad, además de un punto de encuentro entre los profesores y los alumnos de numerosas instituciones educativas entre las que podemos destacar los centros de estudio secundarios o las universidades entre otras muchas.

Por otro lado, es necesario destacar que son numerosos los docentes y estudiantes que acuden a estas instituciones educativas desde distintos puntos geográficamente distantes. Siendo el desplazamiento, en muchas ocasiones, un problema para poder asistir a las clases o a las tutorías. Por consiguiente, con este proyecto consideramos que la aplicación a desarrollar puede ser de gran utilidad.

Así mismo, encontramos que la gran mayoría de las instituciones educativas proporcionan a sus usuarios unos lugares físicos donde poder reunirse para ejercer la educación. Estas reuniones en ciertas ocasiones podrían realizarse de una forma complementaria a través de un medio en internet.

Al estudiar las posibilidades existentes para la gestión educativa sobre plataformas online nos damos cuenta de que existen aplicaciones similares que son las constituidas por las llamadas plataformas LCMS. Por lo tanto nos encontraremos con una gran competencia en este ámbito de la gestión educativa online.

Nuestra aplicación, al estar enfocada en la publicación de actividades e información de una institución educativa, permitirá únicamente la gestión de estas.

Así mismo permitirá no solo publicar actividades e información -además de visualizarla-, sino que también proporcionara una vía de comunicación directa entre los usuarios de la aplicación, permitiendo a estos organizar sus actividades educativas con mayor comodidad, rapidez y sin necesidad de desplazamiento.

1.3.1 Background

Debido a la gran actividad que poseen la mayoría de las instituciones educativas han aparecido nuevas plataformas educativas como son las LCMS (Learning Content Management System) y cuyo objetivo es gestionar de forma óptima los contenidos educativos.

Las plataformas LCMS se utilizan para crear y manejar el contenido de un programa de educación, por ejemplo, un curso universitario.

Un LCMS es un software instalado en un servidor web que se emplea para distribuir y controlar las actividades de formación no presencial (aprendizaje electrónico) de una institución u organización.

Las principales funciones de estas plataformas son: gestionar usuarios, gestionar asignaturas, temas y recursos así como materiales y actividades de formación, además de administrar el acceso, controlar y hacer seguimiento del proceso de aprendizaje. También se pueden realizar evaluaciones, generar informes además de gestionar servicios de comunicación como foros, videoconferencias, etc.

Así mismo, se ofrece con estas aplicaciones a las instituciones educativas, un “lugar” que permita a los usuarios no solo gestionar sus cursos, sino que también tengan la posibilidad de comunicarse de forma directa vía on-line.

1.3.2 Oportunidad de Negocio

Actualmente la idea de las plataformas LCMS con capacidad *streaming* está en pleno desarrollo.

Por un lado, podemos destacar a Moodle, que es un sistema para la creación y administración de cursos.

Es necesario destacar que Moodle está desarrollando un *plugin* con el fin de poder realizar comunicaciones en tiempo real a través de la red usando también la API de WebRTC.

Por otro lado, también podemos realizar un breve estudio sobre Dokeos, ya que es un LCMS bastante parecido a Moodle aunque su principal característica a destacar es que brinda la posibilidad de realizar videoconferencias utilizando RED5 (un servidor de aplicaciones Flash y Java), lo que lleva a utilizar un *plugin* de Flash.

Por último, también podemos destacar BigBlueButton, que es un sistema de conferencia web para el aprendizaje en línea. Permite compartir documentos, utilizar webcams, comunicarse a través de chat y audio. Además se pueden grabar sesiones para su posterior reproducción y se trata también de Software Libre. También usa la API de WebRTC.

Aunque BigBlueButton no es una plataforma LCMS, se trata más bien de una herramienta apta para la comunicación. Por lo tanto no existe una gestión de cursos, aunque si facilita la docencia on-line.

Por lo tanto, podemos ver una clara oportunidad de negocio, ya que no existe actualmente ninguna plataforma LCMS que pueda realizar video-llamadas sin la necesidad de tener un *plugin* o una herramienta externa para su funcionamiento, y sin utilizar una tecnología de código libre.

1.3.3 Objetivos de negocio

Las reglas de negocio establecidas en el proyecto son:

- **RN-01:** Creación de una plataforma educativa para que los alumnos y profesores puedan utilizar en la docencia.
- **RN-02:** Permitir que los docentes puedan comunicarse en tiempo real con los alumnos a través de dicha plataforma.

- **RN-03:** Por consiguiente, facilitar la comunicación entre estos en caso de que no se pudieran asistir a las tutorías.
- **RN-04:** Conseguir reducir el tiempo destinado tanto por los docentes como los alumnos en el desplazamiento.

1.4 Gestión del proyecto

Estimación de costes económicos y temporales

En cuanto a la gestión del proyecto, vamos a utilizar dos métodos para realizar distintas mediciones sobre el costo de este.

Estimación mediante Puntos de Función (PF)

Este método es utilizado en la ingeniería del software para medir el tamaño de este. Pretende medir la funcionalidad entregada al usuario de manera independiente de la tecnología usada para la construcción y explotación del mismo.

Los valores de los dominios de información y su complejidad se definen de la siguiente forma:

- Número de **entradas de usuario**: Se cuenta cada entrada de usuario que proporciona diferentes datos orientados a la aplicación.
 - Información y datos del usuario. (Complejidad Baja)
 - Información y datos de la asignatura. (Complejidad Baja)
 - Información y datos de los temas. (Complejidad Baja)
 - Información y datos de los recursos. (Complejidad Baja)
 - Información y datos de las tutorías. (Complejidad Baja)
- Número de **salidas de usuario**: Se cuenta cada salida que proporciona al usuario información orientada a la aplicación, informes, pantallas, etc.
 - Interfaz de bienvenida de la aplicación. (Complejidad Baja)
 - Interfaz de inicio del profesor. (Complejidad Baja)
 - Interfaz de inicio del alumno. (Complejidad Baja)
 - Interfaz de inicio del administrador. (Complejidad Baja)
 - Listado de alumnos. (Complejidad Baja)
 - Listado de temas. (Complejidad Media)
 - Listado de asignaturas. (Complejidad Baja)
 - Listado de recursos. (Complejidad Baja)
 - Listado de tutorías. (Complejidad Baja)
 - Listado de usuarios pertenecientes a una asignatura. (Complejidad Baja)
 - Mensajes de error. (Complejidad Baja)
- Número de **consultas de usuario**: Una petición es una entrada interactiva que genera alguna respuesta del software inmediata en forma de salida interactiva.
 - Información para modificar el docente de una asignatura (Complejidad Baja)
 - Información para agregar usuarios a asignaturas (Complejidad Media)

- Información para modificar usuarios. (Complejidad Baja)
 - Información para modificar asignaturas. (Complejidad Baja)
 - Información para modificar temas. (Complejidad Baja)
 - Información para modificar recursos. (Complejidad Media)
 - Información para eliminar usuarios. (Complejidad Baja)
 - Información para eliminar asignaturas. (Complejidad Baja)
 - Información para eliminar temas. (Complejidad Media)
 - Información para eliminar recursos. (Complejidad Media)
 - Información para eliminar tutorías. (Complejidad Media)
 - Información para mostrar usuarios. (Complejidad Baja)
 - Información para mostrar asignaturas. (Complejidad Baja)
 - Información para mostrar temas. (Complejidad Media)
 - Información para mostrar recursos. (Complejidad Media)
 - Información para mostrar tutorías. (Complejidad Media)
 - Información para agregar o eliminar usuarios a/de una asignatura. (Complejidad Media)
- Número de **ficheros internos**:
 - Base de datos. (Complejidad media)
 - Número de **ficheros externos**:
 - Manual de usuario. (Complejidad media)

A continuación, deberemos clasificar cada valor de dominio según un grado de complejidad (bajo, medio o alto). La asignación de complejidades a FLI (fichero lógico interno) y FE (fichero externo) se basa en el número de TED y de TER. Las cantidades de TED y TER determinan la cantidad de puntos de función.

Tipo de elementos de datos (TED): representa un campo único que no se repite y que es reconocido por el usuario.

Tipo de elementos de registros (TER): representa a un subgrupo de elementos de datos que son reconocidos por el usuario.

Una vez que se conocen los TER y los TED propios de cada valor del dominio, podemos establecer un nivel de complejidad de los procesos apoyándonos en la siguiente tabla:

	1 a 19 TED	20 a 50 TED	51 ó más TED
1 TER	Baja	Baja	Media
2 a 5 TER	Baja	Media	Alta
6 o más TER	Media	Alta	Alta

Tabla 1: Complejidad de los procesos

Para obtener la complejidad de los procesos, entradas externas, salidas externas y consultas, utilizamos la siguiente tabla de ponderaciones establecidas:

Entradas. y Consultas	1 a 4 TED	5 a 15 TED	> 51 TED
0-1 TER accedidos	Baja	Baja	Media
2 TER accedidos	Baja	Media	Alta
> 2 TER accedidos	Media	Alta	Alta

Tabla 2: Complejidad de entradas y consultas

Salidas	1 a 5 TED	5 a 19 TED	> 19 TED
0-1 TER accedidos	Baja	Baja	Media
2-3 TER accedidos	Baja	Media	Alta
> 3 TER accedidos	Media	Alta	Alta

Tabla 3: Complejidad de salidas

Por último se obtienen los PFNA (puntos de función no ajustados) mediante una suma ponderada de las cantidades de cada tipo de función junto con los pesos de cada dominio del valor.

Tipo de función	Complejidad	Total x Complejidad	Total por tipo	Suma
Ficheros internos	Simple	0x7	0	10
	Media	1x10	10	
	Alta	0x15	0	
Ficheros externos	Simple	0x5	0	7
	Media	1x7	7	
	Alta	0x10	0	
Entradas de usuario	Simple	5x3	15	15
	Media	0x4	0	
	Alta	0x6	0	
Salidas de usuario	Simple	10x4	40	45
	Media	1x5	5	
	Alta	0x7	0	
Consultas de usuario	Simple	8x3	24	60
	Media	9x4	36	
	Alta	0x6	0	
Total de puntos de función				137

Tabla 4: Puntos de Función No Ajustados

Una vez obtenidos los PFNA, deberán ser ajustados mediante un factor de Ajuste (FA). El cálculo del factor de ajuste está basado en 14 características generales de los sistemas, que miden la funcionalidad general y complejidad/influencia de la aplicación.

A cada característica de la siguiente tabla se le atribuye un peso de 0 a 5, e indica el grado de complejidad/influencia que tiene cada característica.

Grado	Descripción Complejidad	Grado	Descripción Influencia
0	No está presente o su comp. no es tenida en cuenta	0	No está presente o no influye
1	Complejidad mínima	1	Influencia mínima
2	Complejidad moderada	2	Influencia moderada
3	Complejidad promedio	3	Influencia promedio
4	Complejidad significativa	4	Influencia significativa

5	Complejidad fuerte	5	Influencia fuerte
---	--------------------	---	-------------------

Tabla 5: Grado de Complejidad

Calculamos el grado de complejidad de cada característica para el cálculo del factor de ajuste:

Factores de ajuste	Complejidad
Comunicación de datos	4
Funciones distribuidas	4
Rendimiento	4
Gran carga de trabajo	5
Frecuencia de transiciones	5
Entrada on-line de datos	2
Requisito de manejo del usuario final	2
Actualizaciones on-line	0
Procesos complejos	4
Utilización de otros sistemas	0
Facilidad de mantenimiento	5
Facilidad de operación	3
Instalación en múltiples lugares	2
Facilidad de cambio	4
TOTAL:	44

Tabla 6: Factores de Ajuste

Cálculo del factor de ajuste (FA) a partir de la suma de los 14 factores de complejidad (FC).

$$FA = (0,01 \times \Sigma FC) + 0,65 = (0,01 \times 44) + 0,65 = \mathbf{1,09}$$

Cálculo de puntos de función (PF) y obtención del número de líneas de código (LDC) estimadas tomando como referencia la equivalencia en LDC de cada punto de función (53 LDC/PF en PHP).

$$PF = PFNA \times FA = 137 \times 1,09 = \mathbf{149,33}$$

$$149,33 \text{ PF} \times 53 \text{ LDC/PF} = 7914,49 \text{ LDC} \approx \mathbf{7,9 \text{ KLDC}}$$

Estimación mediante COCOMO

Este método es un modelo matemático de base empírica utilizado para la estimación de costes dentro del proceso de desarrollo del software. Este modelo también permite realizar estimaciones en función del tamaño del software, y de un conjunto de factores de coste y de escala. Es el modelo de estimación de costes más utilizado.

Por un lado, este modelo define tres métodos de desarrollo o tipos de proyectos:

- Orgánico: proyectos relativamente sencillos, con poca innovación técnica, poca presión de tiempo, menores de 50 KDLC líneas de código, en los cuales se tiene experiencia de proyectos similares y se encuentran en entornos estables.
- Semi-acoplado: proyectos intermedios en complejidad y tamaño (menores de 300 KDLC), donde la experiencia en este tipo de proyectos es variable, y las restricciones intermedias.

- Empotrado: proyectos bastantes complejos, en los que apenas se tiene experiencia y se engloban en un entorno de gran innovación técnica. Además se trabaja con unos requisitos muy restrictivos y de gran volatilidad.

Por otro lado existen diferentes modelos que define COCOMO:

- Modelo básico: Se basa exclusivamente en el tamaño expresado en LDC.
- Modelo intermedio: Además del tamaño del programa incluye un conjunto de medidas subjetivas llamadas conductores de costes.
- Modelo avanzado: Incluye todo lo del modelo intermedio además del impacto de cada conductor de coste en las distintas fases de desarrollo.

En nuestro caso, el proyecto será de tipo Semi-acoplado puesto que por un lado, nuestro proyecto se encuentra en un punto intermedio entre el Orgánico y el Empotrado y además, se ha de cumplir un plazo estricto de tiempo para la entrega de este.

Respecto a los distintos tipos de modelos que define COCOMO, vamos a realizar un estudio sobre el modelo básico y sobre el modelo intermedio.

A continuación se muestran los métodos de desarrollo y los valores para las Formulas de Esfuerzo y Tiempo:

MODO DE DESARROLLO	PERSONAS-MES	TIEMPO DE DESARROLLO
Orgánico	PM = 3,2 KLDC ^{1,05}	TD = 2,5 PM ^{0,38}
Empotrado	PM = 3,0 KLDC ^{1,12}	TD = 2,5 PM ^{0,35}
Semi-acoplado	PM = 2,8 KLDC ^{1,2}	TD = 2,5 PM ^{0,32}

Tabla 7: Tipos de COCOMO

COCOMO BÁSICO

El COCOMO básico se utiliza para una aproximación rápida al principio del ciclo de vida

Para realizar el COCOMO Básico aplicaremos las formulas siguientes:

- E = Esfuerzo aplicado en persona-mes = $a_b \text{ KLDC}^{b_b}$
 - Esfuerzo = $2.8 * 6.5^{1.12} = 22.78 \approx \mathbf{23 \text{ personas/mes.}}$
- T = Tiempo de duración del desarrollo = $c_b E^{d_b}$
 - Tiempo = $2.5 * 23^{0.32} = \mathbf{18.4 \text{ meses.}}$
- P = Personal = E/T (personas)
 - Número medio de personas = $23/18.4 = \mathbf{1.25 \text{ personas.}}$
- KLDC = número estimado de LDC en miles para el proyecto

COCOMO INTERMEDIO

Para obtener el COCOMO intermedio hay que aplicar un factor para el esfuerzo. Este factor se compone de 15 atributos del proyecto agrupados en cuatro grandes grupos: Atributos del producto, atributos del hardware, atributos del personal y atributos del proyecto. Cada atributo se mide en varios grados dentro de un rango que va desde “muy bajo” hasta “extra alto” como podremos ver en la siguiente tabla:

CONDUCTORES DE COSTE	VALORACIÓN					
	<i>Muy bajo</i>	<i>Bajo</i>	<i>Medio</i>	<i>Alto</i>	<i>Muy alto</i>	<i>Extr. alto</i>
Fiabilidad requerida del software	0,75	0,88	1.00	1,15	1,40	-
Tamaño de la base de datos	-	0,94	1.00	1,08	1,16	-
Complejidad del producto	0,70	0,85	1.00	1,15	1,30	1,65
Restricciones del tiempo de ejecución	-	-	1.00	1,11	1,30	1,66
Restricciones del almacenamiento principal	-	-	1.00	1,06	1,21	1,56
Volatilidad de la máquina virtual	-	0,87	1.00	1,15	1,30	-
Tiempo de respuesta del ordenador	-	0,87	1.00	1,07	1,15	-
Capacidad del analista	1,46	1,19	1.00	0,86	0,71	-
Experiencia en la aplicación	1,29	1,13	1.00	0,91	0,82	-
Capacidad de los programadores	1,42	1,17	1.00	0,86	0,70	-
Experiencia en S.O. utilizado	1,21	1,10	1.00	0,90	-	-
Experiencia en el lenguaje de programación	1,14	1,07	1.00	0,95	-	-
Prácticas de programación modernas	1,24	1,10	1.00	0,91	0,82	-
Utilización de herramientas software	1,24	1,10	1.00	0,91	0,83	-
Limitaciones de planificación del proyecto	1,23	1,08	1.00	1,04	1,10	-

Tabla 8: Conductores de Coste

A continuación se muestra una justificación de los valores:

Atributos de software

- Fiabilidad requerida del software.
- Tamaño de la base de datos.
- Complejidad del producto.

Atributos de hardware

- Restricciones del tiempo de ejecución.
- Restricciones del almacenamiento principal.
- Volatilidad de la máquina virtual.
- Tiempo de respuesta del ordenador.

Atributos del personal

- Capacidad del analista.
- Experiencia en la aplicación.
- Capacidad de los programadores.
- Experiencia en S.O. utilizado.
- Experiencia en el lenguaje de programación.

Atributos del proyecto

- Prácticas de programación modernas.
- Utilización de herramientas software.
- Limitaciones de planificación del proyecto.

A continuación procedemos a realizar los cálculos:

Cálculo del esfuerzo del desarrollo:

$$E = a \text{ KLDC}^e * \text{FAE} = 3 * 6,5^{1,12} * 0,771 = 21,64 \approx \mathbf{18 \text{ personas /mes}}$$

Cálculo tiempo de desarrollo:

$$T = c \text{ Esfuerzo}^d = 2,5 * 18^{0,35} = \mathbf{6,87 \text{ meses}}$$

Productividad:

$$\text{PR} = \text{LDC}/\text{Esfuerzo} = 6466/22 = \mathbf{293,90 \text{ LDC/personas mes}}$$

Personal promedio:

$$P = E/T = 18/6,87 = 2,6 \approx \mathbf{2 \text{ personas}}$$

Según estas cifras será necesario un equipo de 2 personas trabajando alrededor de 7 meses.

Presupuesto

Para calcular el presupuesto, tenemos que tener en cuenta los medios Hardware y Software que se han utilizado para realizar este proyecto. Obviamente no se han utilizado dichos medios únicamente en el proyecto, por lo tanto será necesario calcular el coste proporcional al uso que se ha hecho de estos medios en este proyecto. A todo esto habrá que sumarle también los costes de los recursos humanos utilizados.

Presupuesto Hardware

Dentro del presupuesto Hardware incluiremos el ordenador personal para desarrollar todo el sistema, para realizar las pruebas de este y para crear la documentación. También se utilizara conexión a internet para la obtención de información y descarga de software. Por ultimo también se incluirá una impresora con el objetivo de imprimir la documentación para la entrega del proyecto.

HARDWARE	USO (%)	COSTE TOTAL (€)	COSTE (€)
Ordenador personal	5,5	1200	66
Conexión a internet	(5 meses)	60	300
Impresora	7	100	7

Tabla 9: Presupuesto Hardware

TOTAL: 373€

Presupuesto Software

Aquí se incluirán todas las herramientas software que se han utilizado para la realización del proyecto.

SOFTWARE	USO (%)	COSTE TOTAL (€)	COSTE (€)
Windows 7	9,5	154,60	14,687
MySQL	9,5	0	0
StarUML	9,5	0	0
Microsoft Office 2013	9,5	89,99	8.54
MySQL Workbench	9,5	0	0
Ubuntu 14.04 LTS	9,5	0	0
Eclipse	9,5	0	0
Adobe Reader	9,5	0	0
Brackets	9,5	0	0

Tabla 10: Presupuesto Software

TOTAL: 23,22€

Presupuesto del desarrollo del proyecto:

Aquí se incluirán la cantidad de horas por cada etapa del proyecto. Realizando la suma, obtendremos la cantidad de horas dedicadas a realizar el proyecto. Es necesario tener en cuenta que se ha estimado que el proyecto se prolongara durante varios meses. Además, también deberemos tener en cuenta que se pretenderá trabajar una media de 8 horas al día y unos 22 días al mes (de media también).

TAREA	DURACIÓN (HORAS)
Estudio de la técnica	78
Requisitos del sistema	80
Análisis de componentes	42
Diseño de componentes	57
Implementación de componentes	150
Pruebas de componentes	95

Pruebas de aplicación	105
-----------------------	-----

Tabla 11: Relación Horas/Tareas

TOTAL: 607 Horas

Una vez que tenemos la cantidad de horas dedicadas en el proyecto y teniendo en cuenta que el sueldo de un Titulado de Grado en Informática es de unos 10€ cada hora. Podemos obtener el coste en recursos humanos mediante un simple producto.

Recursos Humanos	TIEMPO	COSTE
Ingeniero Informático	607	10€/Hora

Tabla 12: Recursos Humanos

TOTAL: 6070€

Presupuesto Total:

La estimación del presupuesto total es la suma de los presupuestos de Hardware, Software y en Recursos Humanos, calculado anteriormente.

	Coste
Hardware	373€
Software	23,22€
Recursos Humanos	6070€

Tabla 13: Presupuesto Total

TOTAL: 6466,22€

Planificación temporal

Las actividades y el tiempo dedicado a estas que se deben llevar a cabo dentro de la planificación establecida, se reflejan en el diagrama de Gantt de la siguiente ilustración.

	Ⓜ	Nombre	Duración	Inicio	Terminado
1		Iteracion 1- Marzo	22 days?	2/03/15 8:00	31/03/15 17:00
2		Analisis	12 days?	2/03/15 8:00	17/03/15 17:00
3		Diseño	5 days?	18/03/15 8:00	24/03/15 17:00
4		Implementación	2 days	25/03/15 8:00	26/03/15 17:00
5		Despliegue	1 day?	27/03/15 8:00	27/03/15 17:00
6		Pruebas	1 day	28/03/15 8:00	30/03/15 17:00
7		Documentacion	1 day	31/03/15 8:00	31/03/15 17:00
8		Iteracion 2- Abril	22 days?	1/04/15 8:00	30/04/15 17:00
9		Analisis	5 days?	1/04/15 8:00	7/04/15 17:00
10		Diseño	10 days	8/04/15 8:00	21/04/15 17:00
11		Implementación	4 days	22/04/15 8:00	27/04/15 17:00
12		Despliegue	1 day	28/04/15 8:00	28/04/15 17:00
13		Pruebas	1 day	29/04/15 8:00	29/04/15 17:00
14		Documentacion	1 day	30/04/15 8:00	30/04/15 17:00
15		Iteracion 3- Mayo	21 days?	1/05/15 8:00	29/05/15 17:00
16		Analisis	3 days	1/05/15 8:00	5/05/15 17:00
17		Diseño	5 days	6/05/15 8:00	12/05/15 17:00
18		Implementación	10 days	13/05/15 8:00	26/05/15 17:00
19		Despliegue	1 day	27/05/15 8:00	27/05/15 17:00
20		Pruebas	1 day	28/05/15 8:00	28/05/15 17:00
21		Documentacion	1 day?	29/05/15 8:00	29/05/15 17:00
22		Iteracion 4- Junio	22 days	1/06/15 8:00	30/06/15 17:00
23		Analisis	2 days	1/06/15 8:00	2/06/15 17:00
24		Diseño	3 days	3/06/15 8:00	5/06/15 17:00
25		Implementación	12 days	6/06/15 8:00	23/06/15 17:00
26		Despliegue	2 days	24/06/15 8:00	25/06/15 17:00
27		Pruebas	1 day	26/06/15 8:00	26/06/15 17:00
28		Documentacion	2 days	27/06/15 8:00	30/06/15 17:00
29		Iteracion 5- Julio	23 days	1/07/15 8:00	31/07/15 17:00
30		Analisis	1 day	1/07/15 8:00	1/07/15 17:00
31		Diseño	2 days	2/07/15 8:00	3/07/15 17:00
32		Implementación	2 days	4/07/15 8:00	7/07/15 17:00
33		Despliegue	3 days	8/07/15 8:00	10/07/15 17:00
34		Pruebas	13 days	11/07/15 8:00	29/07/15 17:00
35		Documentacion	2 days	30/07/15 8:00	31/07/15 17:00

Ilustración 2: Planificación Temporal

1.5 Organización del Documento

En esta sección del documento, vamos a describir la estructura de este con el objetivo de ser de ayuda al lector. Dividiremos el documento en ocho capítulos.

Capítulo I: Introducción

Este capítulo es en el que nos encontramos. En él veremos la motivación, porque se ha decidido realizar este proyecto, nos encontraremos también con el alcance de este –hasta donde llegara el proyecto–, también nos encontraremos con los objetivos que queremos satisfacer con dicho proyecto y por último nos encontraremos con el presupuesto y la planificación de este.

Capítulo II: WebRTC

Este capítulo trata de asentar los conceptos referentes al WebRTC. Para ello, se explicará que es el WebRTC, así como su funcionamiento. También se hablará sobre la seguridad que ofrece y que impedimentos nos encontraremos para llevarlo a la práctica. Por último se analizará y se comparará con otras tecnologías similares.

Capítulo III: Análisis del sistema

En este capítulo del documento se va a describir el dominio del problema en el que nos encontramos. Además se presentarán los requisitos y los casos de uso del proyecto, también se mostrará el modelo entidad-relación que representa los datos que se almacenarán.

Capítulo IV: Diseño del Proyecto

En esta parte del documento se va a proceder a mostrar y explicar las arquitecturas del proyecto. Se mostrará también cómo se integraran estas para dar forma a nuestro proyecto. Y por último se mostrará el diseño de interfaces correspondiente a nuestra aplicación.

Capítulo V: Implementación del Proyecto

En este capítulo se va a proceder a describir la implementación necesaria para que el proyecto se lleve a cabo. En este capítulo se hablará sobre los lenguajes, las tecnologías, las herramientas, las API's y los Frameworks utilizados para llevar a cabo la implementación.

Capítulo VI: Pruebas

En este capítulo del documento se van a mostrar las pruebas que se han realizado para garantizar que el proyecto se comporta siguiendo los requisitos establecidos.

Capítulo VII: Conclusiones y Futuras mejoras

En este capítulo se mostrarán las conclusiones obtenidas tras la realización del proyecto. Además se incluirán nuevas ideas que se podrían considerar en el futuro.

Capítulo VIII: Bibliografía

En este último capítulo, se mostrará la información exterior que se ha consultado para poder realizar el proyecto.

Contenido del CD-ROM

El CD-ROM que se entrega junto a la documentación contiene:

- Software: Contiene las carpetas necesarias para la aplicación web, contendrá por lo tanto todo lo necesario para que la aplicación web funcione correctamente.
- Base de datos: Contendrá el archivo de la base de datos listo para importarse.
- Diagramas: En esta carpeta se encuentran todos los diagramas expuestos en este proyecto.
- Documentación: Contiene la versión digital de esta memoria en .pdf.

2. WebRTC

2.1 ¿Qué es WebRTC?

Son las siglas de Web Real-Time Communication, y es una API que está siendo construida conjuntamente por el W3C (World Wide Web Consortium) y el IETF (Internet Engineering Task Force) con el fin de permitir a las aplicaciones del navegador realizar llamadas de voz, video chat y uso compartido de archivos P2P sin la necesidad de plugins. Se trata de un proyecto de software libre mantenido por Google, Mozilla y Opera, que pretende convertirse en un nuevo estándar que extienda las capacidades del navegador Web.

La gran novedad que aporta WebRTC respecto a la situación anterior es la capacidad que otorga al navegador de comunicarse directamente y en tiempo real con otros navegadores utilizando la arquitectura peer-to-peer.

La misión de W3C e IETF es conseguir una API JavaScript que junto con las etiquetas necesarias de HTML5, pueda definir un nuevo protocolo de comunicación con el que sea posible comunicar los navegadores directamente entre sí. La API define también otros elementos que permiten acceder por ejemplo a la webcam y al micrófono sin la necesidad de plugins.

2.2 Funcionamiento del WebRTC

Para comenzar con el funcionamiento del WebRTC, debemos realizar un breve estudio sobre los tres componentes sobre los que se construye el propio WebRTC:

PeerConnection

PeerConnection es un componente de WebRTC que permite manejar una comunicación estable y eficiente de streaming de datos entre pares (*peers*), es decir, permite una comunicación directa de navegador a navegador. Esto significa que existe una asociación con otro navegador remoto (*peer*) que a su vez está ejecutando otra instancia de la misma aplicación JavaScript.

Antes de conseguir la conexión entre los pares, es necesario un intercambio previo de mensajes para acordar los parámetros de la comunicación (un *handshake* en WebRTC). Este acuerdo se realiza a través de un servidor de señalización, también conocido como *signaling* server. Una vez que se ha establecido la conexión, es posible enviar mensajes entre los navegadores directamente sin pasar por ningún servidor intermedio.

También es necesario destacar que el mecanismo usado por *PeerConnection* se basa en el uso del protocolo ICE junto con los servidores STUN y TURN para permitir a los *streams* basados en el protocolo UDP atravesar NATs y firewalls sin ningún tipo de problema.

DataChannel

Previamente a la aparición de WebRTC, enviar datos entre navegadores era un proceso ineficiente, poco escalable e inseguro porque era necesario enviar todos los datos a un servidor intermedio que se encargara de reenviar la información al resto de navegadores.

Por su parte, DataChannel, permite al navegador Web una comunicación bidireccional directamente de un peer a otro, así como un conjunto flexible de tipos de datos. Entre los tipos de datos podemos destacar: Blob, ArrayBuffer y ArrayBufferView.

Por otro lado, también debemos destacar que DataChannel cuenta con dos modos similares a los protocolos de transporte (UDP y TCP): el protocolo no confiable (similar a UDP) y el protocolo confiable (similar a TCP). El modo no confiable (*unreliable mode*) no tiene *overhead* y permite un funcionamiento más rápido pero presenta la desventaja de que no garantiza ni la entrega de los mensajes ni el orden de llegada. El modo fiable (*reliable mode*) garantiza la transmisión de todos los mensajes y la llegada en orden de estos. Como desventaja, este modo presenta un overhead mayor y puede llegar a ser más lento, lo que le hace menos adecuado para aplicaciones en tiempo real.

Estos dos modos comentados anteriormente, son totalmente configurables en el protocolo SCTP (*Stream Control Transmission Protocol*). SCTP es el protocolo que usan todos los navegadores que tengan implementado WebRTC. Este protocolo, además es encapsulado sobre DTLS (*Datagram Transport Layer Security*), un derivado de SSL. Lo que significa que el cifrado de información es obligatorio en WebRTC y hace de este un protocolo de intercambio de información seguro.

Modo	TCP	UDP	SCTP
Transporte confiable	Si	No	Configurable
Entrega ordenada	Si	No	Configurable
Control de flujo	Si	No	Si
Control de congestión	Si	No	Si

Tabla 14: Comparación TCP, UDP y SCTP

MediaStream

Esta API está basada sobre la utilización de un objeto *MediaStream* que representa un flujo de datos de audio y/o video. Generalmente, un objeto *MediaStream* es una simple cadena URL que puede ser usada para referirse a datos almacenados en un Archivo DOM o un objeto Blob creado con `window.URL.createObjectURL()`.

MediaStream está compuesto por más objetos llamados *MediaStreamTrack* que representan varias pistas de audio o video.

Los objetos *MediaStream* poseen una entrada y una salida. Un objeto *MediaStream* creado con `getUserMedia()` se denomina local y tiene como origen de entrada los flujos de audio y video que se obtienen a partir de una cámara o un micrófono.

Un *MediaStream* no local o remoto es aquel que recibe el flujo de datos (audio y/o video), por lo tanto será el consumidor. Y este puede estar representado por cualquier elemento de medio como `<audio>` o `<video>` o también por otro objeto de *PeerConnection*. Por otro lado, es necesario apuntar que el flujo de datos, cuyo origen proviene de la red, es obtenido a través de *PeerConnection*.

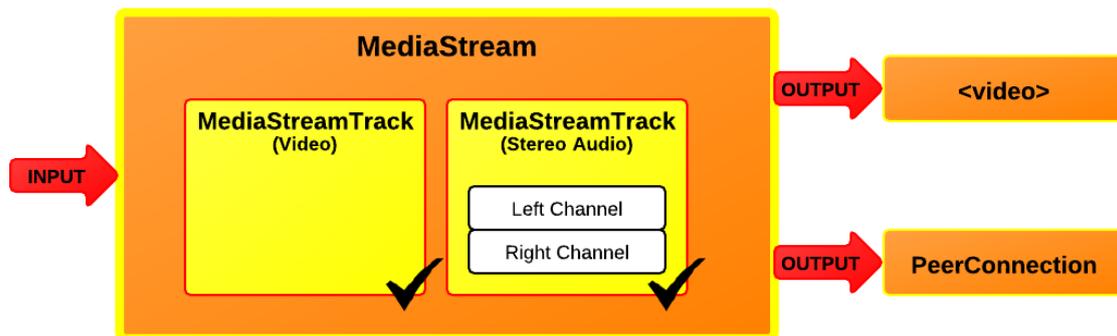


Ilustración 4: Objeto MediaStream

Proceso de Señalización

Como ya hemos comentado anteriormente, WebRTC usa la clase *PeerConnection* para realizar una comunicación directa entre los navegadores, pero es necesario un mecanismo que permita coordinar esa comunicación. A este mecanismo se le conoce como proceso de señalización (*signaling*). Sin embargo, la especificación de dicho proceso no aparece en WebRTC. Esto significa que el desarrollador elige el proceso de señalización que considere oportuno.

La señalización consiste básicamente en el intercambio de tres tipos de mensajes:

- **Mensajes de control de sesión:** permiten inicializar o cerrar la comunicación e informar sobre errores.
- **Configuración de la red:** contienen información de la red necesaria para iniciar la conexión P2P.

- **Características multimedia:** indica los codecs soportados por el navegador y las características de la información que se desea enviar.

En el intercambio de información se utiliza el protocolo SDP (*Session Description Protocol*) que nos permite describir la información de las sesiones de comunicación multimedia. WebRTC nos permite por su parte, definir un objeto de tipo SDP con el objetivo de poder almacenar y compartir la información de las sesiones.

```

1 v=0
2 o=- 5148251955052202386 2 IN IP4 127.0.0.1
3 s=-
4 t=0 0
5 a=group:BUNDLE audio data
6 a=msid-semantic: WMS
7 m=audio 1 RTP/SAVPF 111 103 104 0 8 107 106 105 13 126
8 c=IN IP4 0.0.0.0
9 a=rtcp:1 IN IP4 0.0.0.0
10 a=ice-frag:MrZfMOyTeofdkalZ
11 a=ice-pwd:Zi68MAZJcGR8WVQEPHzIWeBQ
12 a=extmap:1 urn:iETF:params:rtp-hdext:ssrc-audio-level
13 a=sendonly
14 a=mid:audio
15 a=rtcp-mux
16 a=crypto:1 AES_CM_128_HMAC_SHA1_80 ...
    inline:T93pY5PBv4fgDmVIuz7qmL3y9UXozTZdjUCKY1rn
17 a=rtpmap:111 opus/48000/2
18 ...

```

Ilustración 5: Mensaje SDP

Intercambio de información Offer/Answer

Cuando dos navegadores o pares (A y B) desean comenzar una comunicación entre ellos mediante PeerConnection, deben seguir los siguientes pasos:

1. El par A crea un objeto `RTCPeerConnection` con un manejador de eventos del tipo `onicecandidate`. Este manejador se dispara cuando existan candidatos disponibles.
2. El par A envía los datos del candidato al par B mediante un canal de señalización.
3. El par B recibe el mensaje de A y añade el candidato al SDP remoto correspondiente a ese par (par A).

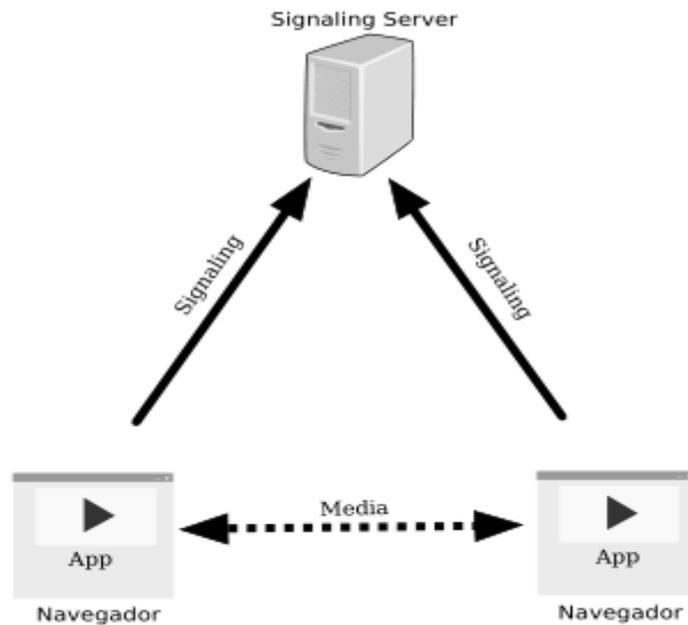


Ilustración 6: Proceso de Señalización

Además de toda la información anterior, también es necesario intercambiar los mensajes SDP que contienen las características de la información multimedia:

1. El par A crea una oferta llamando al método **createOffer()** con el que obtiene el objeto **SessionDescription** que contiene el mensaje SDP con la información de la sesión del par A.
2. El par A usa el método **setLocalDescription()** para establecer la descripción de su sesión (objeto **SessionDescription**) de forma local y envía el objeto a B mediante el canal de señalización.
3. El par B recibe el objeto y establece la descripción de la sesión del par A usando **setRemoteDescription()**.
4. El par B ejecuta el método **createAnswer()** pasándole la descripción que obtuvo anteriormente del par A y se genera un mensaje SDP compatible con el recibido desde el par A. El par B establece ese mensaje de respuesta como su descripción de sesión local y lo envía finalmente al par A.
5. Cuando el par A recibe la descripción de la sesión (SDP) del par B, el par A establece dicha descripción como descripción remota con el método **setRemoteDescription**.
6. Una vez que se han establecido las descripciones de las sesiones, la comunicación entre pares ya será posible.

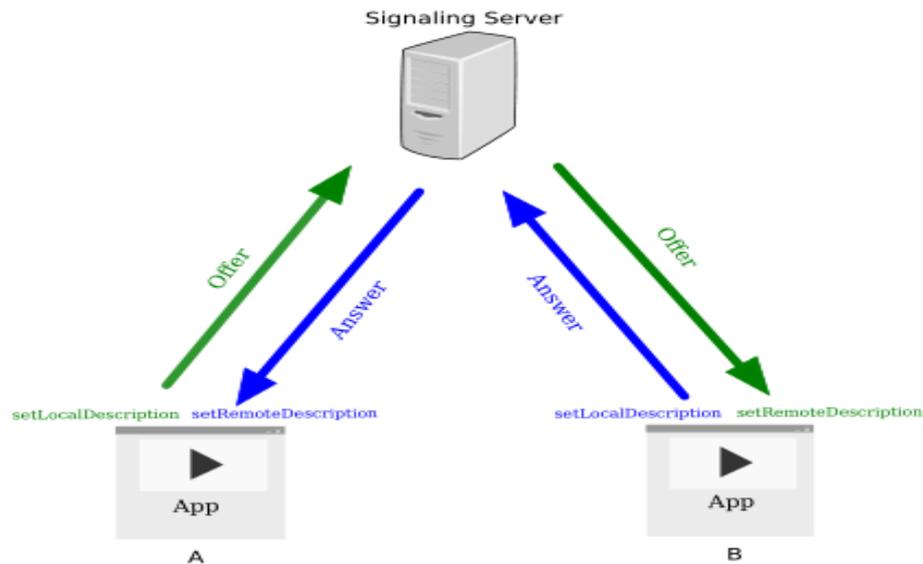


Ilustración 7: Intercambio de Información Offer/Answer

ICE Framework

Para conseguir que la información de la red atraviesen los firewalls y los NATs se utiliza el protocolo ICE. Este protocolo permite que se prueben distintas rutas para comunicar dos terminales entre si, acordando una ruta en comun. De forma que si se encuentran dichos terminales en la misma red local, se pueden compartir la información de forma local sin la necesidad de utilizar otros servicios.

Podemos destacar 3 tipos de candidatos:

- **Host candidates:** Son candidatos locales, como por ejemplo las tarjetas de red del equipo. Contiene direcciones IP privadas.
- **Reflexive candidates:** Se obtienen realizando consultas a servidores STUN y contiene IPs publicas.
- **Relay candidates:** Se obtienen utilizando consultas a servidores TURN y contiene IPs publicas. Permite atravesar cortafuegos (NATs simetricos).

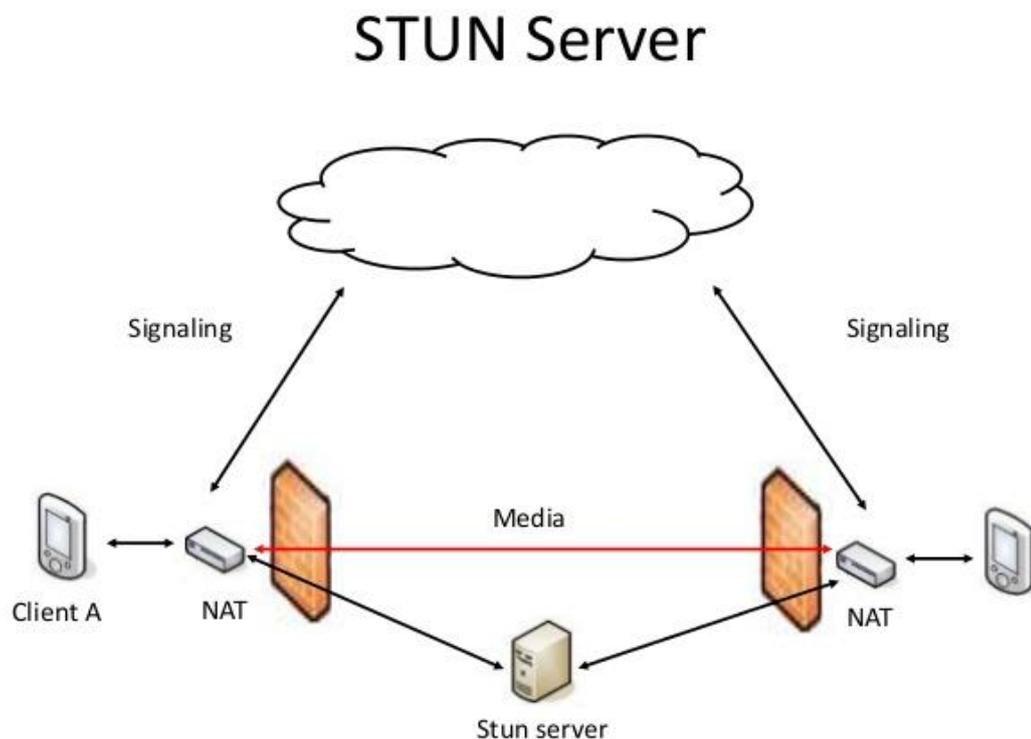
En primer lugar, ICE, mediante un servidor STUN, intenta conectar los pares directamente haciendo uso de UDP para conseguir la latencia mas baja posible. Si no es posible realizar la conexión mediante UDP, ICE intenta hacerlo via HTTP (que usa el protocolo TCP). En caso de que la conexión vuelva a fallar (normalmente porque alguno de los pares esta detrás de un firewall o un NAT) ICE hace uso de un servidor TURN. Una vez se han obtenido los candidadots (IP y puerto) se añaden al mensaje SDP y se comparten.

TURN/STUN

STUN (Session Traversal Utilities For Nat) es un protocolo de red que permite a un host que se encuentra detrás de un NAT descubrir su dirección IP pública, el puerto y el tipo de NAT. Es muy usado para permitir atravesar el NAT a aplicaciones de mensajería, vídeo y voz.

STUN soporta los siguientes tipos de NAT:

- **Full Cone:** Una dirección (IP:Puerto) interna es mapeada en una dirección externa, de modo que cualquier paquete de la dirección interna es enviado a través de la externa. Por otro lado, un host externo puede hacer llegar un paquete a la dirección interna enviándolo a la externa.
- **Restricted Cone:** Igual al anterior con la salvedad de que un host externo puede hacer llegar un paquete a la dirección interna sólo si desde la dirección interna previamente se ha enviado un paquete a la dirección IP del host externo (sin importar el puerto).
- **Port Restricted Cone:** Similar al NAT Restricted Cone, pero en este caso sí importa el puerto, es decir, para poder recibir de un host externo, es necesario haberle enviado previamente un paquete a su dirección IP y puerto.



TURN (Trasversal Using Relay NAT) es un protocolo de red que permite a un host situado detrás de un *firewall* enviar y recibir datos mediante TCP o UDP. Cuando no hay una alternativa para comunicar dos peers directamente es necesario utilizar un host para que actúe como repetidor haciendo de intermediario entre los pares, de forma que es él, el encargado de realizar el intercambio de paquetes entre dos o mas pares.

El protocolo TURN fue añadido en el contexto del ICE para dar una solución al problema de atravesar los NAT simétricos o cortafuegos, aunque es posible hacer uso de TURN sin que ICE este implicado.

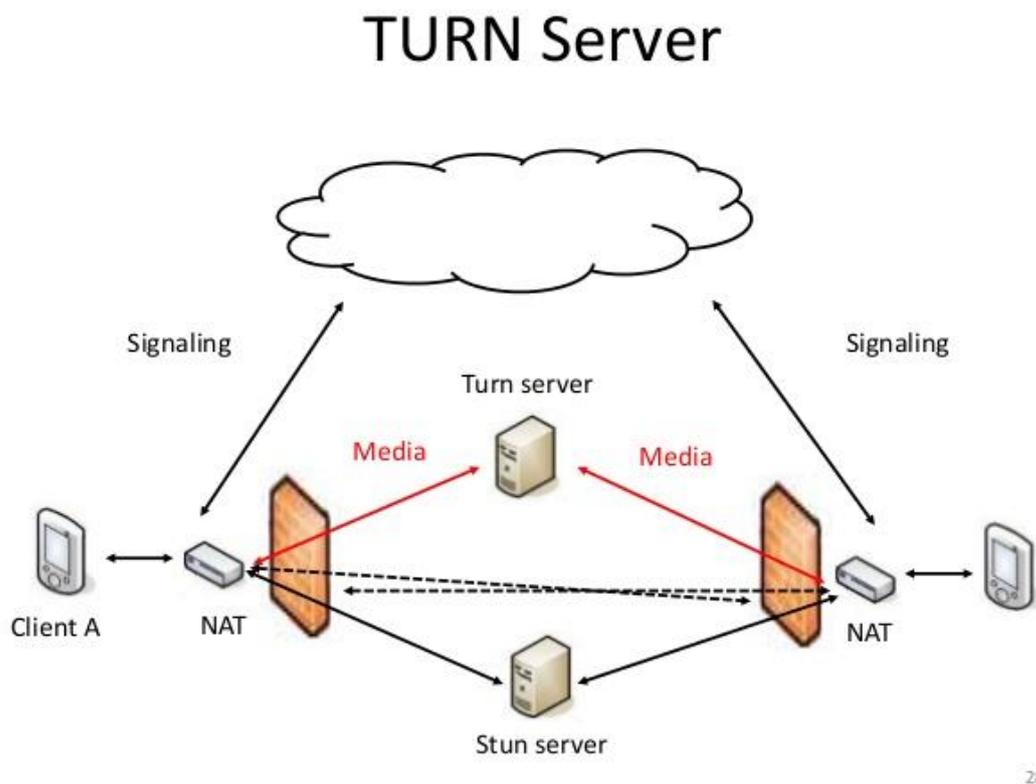


Ilustración 9: Turn Server

Servidor de Señalización

Como ya se ha comentado anteriormente, la señalización es un mecanismo que WebRTC no especifica cómo llevarse a cabo. Pero parece obvio que debe existir un servidor en Internet (mediante algún protocolo de comunicación) que haga de intermediario entre los pares, de forma que un grupo de pares sea capaz de informar a todos y a cada uno del resto de los pares.

Un servidor de señalización podría ser cualquier equipo que tenga conexión de cara a Internet. Existen muchas técnicas de implementar un servidor de señalización, lo que si es necesario es que utilicen protocolos que permitan la comunicación bidireccional, como podrían ser el protocolo SIP o el protocolo XMPP.

2.4 Seguridad en WebRTC

En cuanto a la seguridad, podemos destacar varios problemas que podrían comprometer la seguridad de una aplicación de comunicación en tiempo real:

- Los flujos multimedia o los datos sin cifrar podrían ser interceptados en el camino que se realiza entre los navegadores o entre un navegador y un servidor.
- Una aplicación podría grabar y distribuir video o audio sin que el usuario lo sepa ni lo consienta.
- Los Malware o los virus se podrían instalar junto a un plugin o una aplicación que aparentemente parece segura.

Para ello WebRTC posee varias características para evitar estos problemas:

- Las implementaciones de WebRTC usan protocolos seguros como DTLS y SRTP.
- El cifrado es obligatorio para todos los componentes de WebRTC, incluido los mecanismos de señalización.
- WebRTC no es un *plugin*. Sus componentes se ejecutan dentro del recinto de seguridad del navegador, por lo tanto no es un proceso ajeno y separado de este.
- Los componentes de WebRTC no necesitan de una instalación ajena al navegador y por lo tanto pueden ser actualizados siempre que el navegador se actualice.
- El acceso a la cámara y al micrófono debe ser autorizado únicamente por el usuario. Por lo tanto para que la cámara o el micrófono comiencen a funcionar, deberán pedir el consentimiento al usuario. Por su parte, el navegador mostrara en todo momento si la cámara y el micrófono están en funcionamiento.

2.5 Impedimentos para usar WebRTC

La tecnología basada en la web de código abierto promete la comunicación en tiempo real a través de una multitud de aplicaciones, pero aún se debe superar algunos desafíos antes de que WebRTC haga incursiones en el mercado empresarial.

Desde que se comenzó el proyecto de WebRTC en 2011, esta tecnología, que actualmente se encuentra en pleno desarrollo, ha ido resolviendo algunos de los problemas técnicos que han surgido, pero no todos, por lo tanto sigue habiendo muchos problemas que actúan como un obstáculo para la incorporación de WebRTC al mercado empresarial.

Uno de los problemas con los que se encuentra WebRTC es que no todos los navegadores pueden soportar esta tecnología e incluso algunos de los que lo soportan no lo hacen completamente, es decir, hay funcionalidades que no se podrían realizar en dichos navegadores.

Por otro lado existen problemas entre los clientes y los servidores. WebRTC requiere un enrutamiento de llamadas y una tecnología transversal que facilite la

comunicación entre los usuarios. Todo esto está siendo desarrollado actualmente por algunas compañías, por lo tanto, si ocurre algún error no es trivial resolverlo. Y, aunque existan demos no son lo suficientemente robustas en la actualidad.

Otro problema bastante común en el área de la comunicación Streaming es el gran uso de ancho de banda que se necesita para comunicarse entre pares causando que muchas compañías no puedan hacer frente a esta necesidad.

Por último, la implementación de los servidores Turn y Stun es bastante compleja y no todo el mundo es capaz de conseguirlo. Además, la mayoría de servidores Turn y Stun existentes suelen ser privados, salvo los de Google.

En resumen podemos destacar que WebRTC al ser una tecnología relativamente nueva, tiene bastantes problemas aun, bastantes fallos que en el futuro se van a ir corrigiendo. Por lo tanto y actualmente, la mayoría de las demos existentes están en fase de experimentación.

2.6 ¿Por qué WebRTC?

Actualmente existen varias tecnologías que permiten realizar comunicaciones en tiempo real y que también podrían ser viable, entre las que podemos destacar Flash y WebSocket.

WebRTC VS WebSockets

WebRTC está diseñado para garantizar un gran rendimiento y una comunicación con gran calidad de audio, video y datos.

Las aplicaciones que utilizan WebRTC necesitan una vía de servicio para intercambiar metadatos sobre multimedia y sobre la conexión, este proceso es el ya conocido como señalización. Una vez que se ha realizado la señalización, los flujos de audio, video y datos ya se pueden transmitir directamente entre los clientes, evitando así el que el *streaming* se realice a través de un servidor intermediario y por lo tanto evitando su coste.

Por otro lado WebSocket está diseñado para las comunicaciones bidireccionales entre el cliente y el servidor. Si sería posible transmitir audio y video a través de WebSocket, pero esta tecnología y sus APIs no están diseñados para realizar un *streaming* eficiente y una transmisión robusta como garantiza WebRTC.

Por lo tanto, y respecto a las características de ambas tecnología y las necesidades de nuestro proyecto, se ha decidido utilizar WebRTC para su desarrollo.

WebRTC VS Adobe Flash Player

Tradicionalmente las comunicaciones entre los navegadores se han realizado mediante *plugins* como Flash Player. Por lo tanto el nacimiento de WebRTC ha provocado un gran cambio positivo en la filosofía de la comunicación en tiempo real.

WebRTC ha hecho un gran esfuerzo, ya que no depende de *plugins* externos para la comunicación en tiempo real.

Por otro lado, WebRTC está en continua evolución con los protocolos usados en la web mientras que Flash Player es necesario parchearlo cada vez que existe alguna actualización.

También es necesario destacar que el número de desarrolladores web que entienden de JavaScript/HTML es mucho mayor que los que entienden de Actionscript/MXML, lo que beneficia a WebRTC ya que facilita el desarrollo de aplicaciones con dicha tecnología. Aunque también hay que destacar que la complejidad para desarrollar aplicaciones en WebRTC es mucho mayor a desarrollarlas en Flash, ya que Flash proporciona herramientas IDE, lo que hace que el desarrollo no sea tan complejo.

En término de *códec*, WebRTC proporciona *códec* de video de alta calidad y libres mientras que Flash proporciona un *códec* actualmente obsoleto como es el Sorenson, lo que dificulta la interacción con otros productos que no sean Flash. WebRTC al ser de código abierto, permitirá en un futuro la utilización de distintos *códec* sin la necesidad de depender de ningún proveedor.

Sin embargo, Flash Player tiene la capacidad de realizar comunicaciones en grupo. Esto facilita la construcción de aplicaciones con escenarios uno-a-muchos (*broadcast*). Por el contrario, WebRTC se encuentra en la fase inicial en la que la comunicación solo puede ser uno-a-uno. Aunque ya se están dando los primeros pasos y experimentos para realizar *broadcast*.

Una característica muy importante es que WebRTC utiliza código libre, mientras que Adobe Flash utiliza código privativo. Esta característica es la que nos ha llevado a elegir WebRTC sobre Adobe Flash Player en nuestro proyecto.

3. Análisis del sistema

En este capítulo describiremos el dominio del problema, así como los requisitos del proyecto y los modelos conceptuales como los casos de uso y el modelo entidad-relación. También se incluirá un diagrama de interacción conceptual y el diccionario de datos.

3.1 Actores del sistema

Los actores son toda entidad externa al sistema que guarda relación con este y que demanda una funcionalidad. Incluye a los operadores humanos pero también a todos aquellos sistemas externos e incluso a entidades externas como el tiempo.

ACT-01	<i>Alumno</i>
Versión	<i>1.0 (12/06/2015)</i>
Autores	<i>Abel de Andrés Gómez</i>
Descripción	Este actor representa a un alumno de la institución educativa que haga uso del sistema.
Comentarios	<i>Puede consultar asignaturas, recursos, modificar recursos privados o eliminarlos (siempre y cuando sea el autor).</i>

Tabla 15: Actor Alumno

ACT-02	<i>Docente</i>
Versión	<i>1.0 (12/06/2015)</i>
Autores	<i>Abel de Andrés Gómez</i>
Descripción	Este actor representa a un docente de la institución educativa que haga uso del sistema.
Comentarios	<i>Puede consultar asignaturas, recursos públicos y privados, modificar recursos públicos o eliminarlos (siempre y cuando sea el autor). Además podrá gestionar reuniones. Tiene privilegios para poder crear recursos "sala".</i>

Tabla 16: Actor Docente

ACT-03	<i>Administrador del Sistema</i>
Versión	<i>1.0 (12/06/2015)</i>
Autores	<i>Abel de Andrés Gómez</i>
Descripción	Este actor representa a la persona que se encarga del correcto funcionamiento del sistema.
Comentarios	<i>Este usuario, además de las acciones de un usuario alumno y profesor, podrá realizar la creación y eliminación de asignaturas y de usuarios. Además podrá asignar alumnos y profesores a una asignatura, así como también desasignarlos.</i>

Tabla 17: Actor Administrador

3.2 Casos de Uso

3.2.1 Introducción

Un caso de uso es una descripción de los pasos o las actividades que deberán realizarse para llevar a cabo algún proceso. Los personajes o entidades que participarán en un caso de uso se denominan actores.

En el contexto de la ingeniería del software, un caso de uso es una secuencia de interacciones que se desarrollarán entre un sistema y sus actores en respuesta a un evento que inicia un actor principal sobre el propio sistema.

Los diagramas de casos de uso sirven para especificar la comunicación y el comportamiento de un sistema mediante su interacción con los usuarios y/u otros sistemas. O lo que es igual, un diagrama que muestra la relación entre los actores y los casos de uso en un sistema. Una relación es una conexión entre los elementos del modelo, por ejemplo la especialización y la generalización son relaciones. Los diagramas de casos de uso se utilizan para ilustrar los requerimientos del sistema al mostrar cómo reacciona a eventos que se producen en su ámbito o en él mismo.

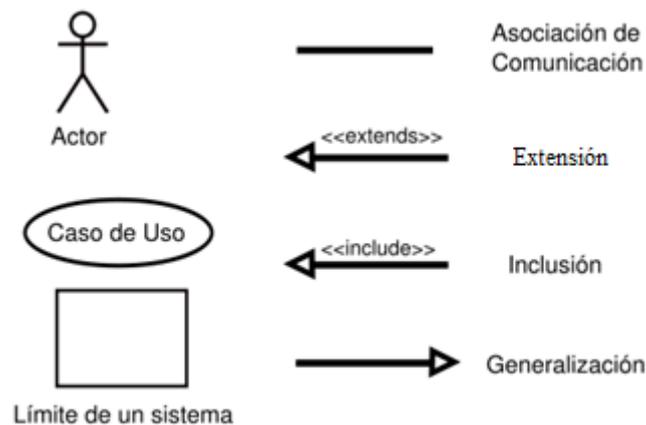


Ilustración 10: Representación Casos de Uso

3.2.2 Ventajas

La técnica de caso de uso tiene éxito en sistemas interactivos, ya que expresa la intención que tiene el actor (su usuario) al hacer uso del sistema.

Como técnica de extracción de requerimientos permite que el analista se centre en las necesidades del usuario, qué espera éste lograr al utilizar el sistema, evitando que la gente especializada en informática dirija la funcionalidad del nuevo sistema basándose solamente en criterios tecnológicos.

A su vez, durante la elicitación el analista se concentra en las tareas centrales del

usuario describiendo por lo tanto los casos de uso que mayor valor aportan al negocio. Esto facilita luego la priorización del requerimiento.

3.2.3 Lista de casos de uso

A continuación se muestra un listado con los Casos de uso del Sistema para posteriormente especificarlos individualmente.

- **CU-001** IDENTIFICAR USUARIO
- **CU-002** SALIR DEL SISTEMA
- **CU-003** CREAR USUARIOS
- **CU-004** BORRAR USUARIO
- **CU-005** MODIFICAR USUARIOS
- **CU-006** LISTAR USUARIOS
- **CU-007** CREAR ASIGNATURAS
- **CU-008** ELIMINAR ASIGNATURAS
- **CU-009** MODIFICAR ASIGNATURAS
- **CU-010** LISTAR ASIGNATURAS
- **CU-011** CONSULTAR ASIGNATURA
- **CU-012** CAMBIAR DOCENTE DE UNA ASIGNATURA
- **CU-013** CONSULTAR RESPONSABLE DE UNA ASIGNATURA
- **CU-014** AGREGAR USUARIOS A ASIGNATURA
- **CU-015** ELIMINAR USUARIOS DE UNA ASIGNATURA
- **CU-016** CONSULTAR USUARIOS DE UN ASIGNATURA
- **CU-017** CREAR TEMA
- **CU-018** ELIMINAR TEMA
- **CU-019** MODIFICAR TEMA
- **CU-020** LISTAR TEMA
- **CU-021** CONSULTAR TEMA
- **CU-022** PUBLICAR RECURSO
- **CU-023** ELIMINAR RECURSO
- **CU-024** MODIFICAR RECURSO
- **CU-025** LISTAR RECURSO
- **CU-026** CONSULTAR RECURSO
- **CU-027** INICIAR TUTORIA
- **CU-028** ELIMINAR TUTORIA
- **CU-029** CREAR TUTORIA

CU-001	IDENTIFICAR USUARIO	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados		
Precondición	PRE1: El usuario tiene que estar registrado en el sistema. PRE2: El usuario no tiene que estar ya autenticado en el sistema.	
Descripción	El usuario registrado puede autenticarse en la aplicación para poder realizar el conjunto de acciones permitidas por el sistema.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario accede a la aplicación.
	2	El sistema muestra un formulario
	3	El usuario rellena los campos del formulario con sus credenciales
	4	El sistema verifica los campos
	5	El usuario registrado queda autenticado en el sistema si las credenciales son correctas.
Postcondición	POST1: El usuario queda identificado en el sistema habilitándose las acciones de la aplicación que requieran autenticación.	
Excepciones	Paso	Acción
	4.1	Fallo por no coincidencia de credenciales.
	4.2	Fallo por algún campo sin rellenar.
	4.3	Fallo por no existencia del usuario en el sistema.
Frecuencia	Alta	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 18: CU-001 Identificar usuario

CU-002	SALIR DEL SISTEMA	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO 	
Precondición	PRE1: El usuario tiene que haberse identificado correctamente en el sistema.	
Descripción	El usuario podrá salirse de la aplicación en el momento que desee. Una vez que sale de la aplicación necesitara identificarse de nuevo en caso de que desee acceder.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita al sistema la salida de este.
	2	El sistema cierra la sesión del usuario.
Postcondición	POST1: El sistema cierra la sesión del usuario.	
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Alta	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 19: CU-002 Salir del sistema

CU-003	CREAR USUARIOS	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> CU-001 IDENTIFICAR USUARIO 	
Precondición	PRE1: El usuario tiene que haberse identificado correctamente en el sistema. PRE2: La ID del usuario a registrar no debe estar ya en el sistema.	
Descripción	El sistema permitirá la creación de nuevos usuarios, con la condición de que la ID de estos no se repitan. Para crear un usuario, el usuario deberá rellenar todos los campos.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita la creación de un nuevo usuario.
	2	El sistema muestra un formulario para rellenar.
	3	El usuario rellena el formulario.
	4	El sistema valida los datos.
	5	El sistema registra al nuevo usuario en la base de datos.
Postcondición	POS-1: El sistema dará registrara al usuario en la base de datos.	
Excepciones	Paso	Acción
	4.1	Fallo por introducir una ID ya existente.
	4.2	Fallo por no rellenar el campo del nombre.
Frecuencia	Media	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 20: CU-003 Crear usuarios

CU-004	BORRAR USUARIO	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-006 LISTAR USUARIOS 	
Precondición	PRE1: El administrador tiene que haberse identificado correctamente en el sistema.	
Descripción	El administrador podrá dar de baja a un usuario que exista en el sistema. Ya sea porque el usuario ya no curse ninguna asignatura o porque no tenga interés en continuar en la aplicación web, etc.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita la eliminación de un usuario.
	2	El sistema eliminara al usuario de la base de datos.
Postcondición	POS-1: El sistema eliminara al usuario de la base de datos.	
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Media	
Importancia	Media	
Prioridad	Media	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 21: CU-004 Borrar usuario

CU-005	MODIFICAR USUARIOS	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-006 LISTAR USUARIOS 	
Precondición	PRE1: El administrador tiene que haberse identificado correctamente en el sistema.	
Descripción	<p>El administrador podrá modificar a un usuario que exista en el sistema.</p> <p>Para modificar un usuario, el usuario deberá sobrescribir los campos que desee modificar con los datos nuevos con los que le desee modificar.</p>	
Secuencia Normal	Pasos	Acción
	1	El administrador solicita la modificación de un usuario.
	2	El sistema muestra un formulario con los datos actuales del usuario a modificar.
	3	El administrador sobrescribe los datos que desee modificar del usuario.
	4	El sistema valida los datos.
	5	El sistema envía los datos a la base de datos.
Postcondición	POS-1: El sistema actualizara al usuario en la base de datos.	
Excepciones	Paso	Acción
	4.1	Fallo por no rellenar el campo de nombre.
Frecuencia	Media	
Importancia	Media	
Prioridad	Media	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 22: CU-005 Modificar usuarios

CU-006	LISTAR USUARIOS	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO 	
Precondición	PRE1: El usuario tiene que haberse identificado correctamente en el sistema.	
Descripción	Un usuario podrá listar los usuarios que existan en el sistema. En el listado se mostrara la ID, el nombre y el correo.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita un listado de usuarios.
	2	El sistema muestra el listado de usuarios.
Postcondición		
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Alta	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 23: CU-006 Listar usuarios

CU-007	CREAR ASIGNATURAS	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> CU-001 IDENTIFICAR USUARIO 	
Precondición	PRE1: El usuario tiene que haberse identificado correctamente en el sistema. PRE2: El nombre de la asignatura no tiene que estar cogido por ninguna otra asignatura.	
Descripción	El usuario podrá crear asignaturas siempre y cuando el nombre de la asignatura no esté ya cogido por otra asignatura. Para crear una asignatura, el administrador deberá introducir el nombre, la descripción y el docente responsable de esta.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita crear una asignatura al sistema.
	2	El sistema muestra un formulario para crear la asignatura
	3	El usuario rellena el formulario.
	4	El sistema valida los datos insertados.
	5	El sistema registra la nueva asignatura en la base de datos.
Postcondición	POST1: El sistema registra la asignatura en la base de datos.	
Excepciones	Paso	Acción
	4.1	Fallo por no rellenar el campo de nombre.
	4.2	Fallo por no seleccionar ningún profesor.
Frecuencia	Baja	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 24: CU-007 Crear asignaturas

CU-008	ELIMINAR ASIGNATURAS	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS 	
Precondición	PRE1: El administrador tiene que haberse identificado correctamente en el sistema	
Descripción	<p>El administrador podrá eliminar las asignaturas que estén registradas en el sistema.</p> <p>Si se elimina una asignatura, también se eliminarán los temas y los recursos respectivos a esa asignatura.</p>	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita eliminar una asignatura al sistema.
	2	El sistema elimina la asignatura de la base de datos.
Postcondición	POST1: El sistema elimina la asignatura de la base de datos.	
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Baja	
Importancia	Media	
Prioridad	Media	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 25: CU-008 Eliminar asignaturas

CU-009	MODIFICAR ASIGNATURAS	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA 	
Precondición	PRE1: El administrador tiene que haberse identificado correctamente en el sistema.	
Descripción	El administrador podrá realizar la modificación de los datos de alguna asignatura cuando sea necesario. Simplemente deberá reescribir los datos de la asignatura que desee modificar.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita al sistema la modificación de una asignatura.
	2	El sistema muestra un formulario con los datos actuales de la asignatura.
	3	El usuario reescribe los campos del formulario que desee modificar.
	4	El sistema valida los campos del formulario.
	5	El sistema actualiza los datos de la asignatura en la base de datos.
Postcondición	POST1: El sistema modifica la asignatura en la base de datos.	
Excepciones	Paso	Acción
	4.1	Fallo en caso de que el campo de nombre no haya sido rellenado.
Frecuencia	Baja	
Importancia	Media	
Prioridad	Media	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 26: CU-009 Modificar asignaturas

CU-010	LISTAR ASIGNATURAS	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> CU-001 IDENTIFICAR USUARIO 	
Precondición	PRE1: El usuario tiene que haberse identificado correctamente en el sistema.	
Descripción	El usuario podrá obtener un listado de asignaturas con la información más importante de estas. Estos listados servirán para que el usuario pueda obtener los temas y los recursos relativos a dichas asignaturas. Tanto el docente como el alumno obtendrán únicamente un listado con las asignaturas que imparten o están matriculados respectivamente. En cambio, el administrador obtendrá un listado de todas las asignaturas del sistema.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita al sistema un listado de asignaturas.
	2	El sistema muestra el listado con las asignaturas.
Postcondición		
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Alta	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 27: CU-010 Listar asignaturas

CU-011	CONSULTAR ASIGNATURA	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS 	
Precondición	PRE1: El usuario ha de estar registrado en la aplicación. PRE2: El usuario ha de estar autenticado en la aplicación. PRE3: El usuario ha tenido que seleccionar previamente una asignatura.	
Descripción	<p>El usuario puede consultar las asignaturas que se han registrado previamente en el sistema.</p> <p>Dependiendo del rol del usuario, podrá consultar unas u otras asignaturas</p> <p>Un usuario necesita consultar las asignaturas con el objetivo de poder, a continuación obtener información sobre la propia asignatura y sobre los temas que contiene.</p>	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario consulta al sistema las asignaturas registradas en este
	2	El sistema muestra la información relativa a la asignatura seleccionada.
Postcondición		
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Alta	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 28: CU-011 Consultar asignatura

CU-012	CAMBIAR DOCENTE DE UNA ASIGNATURA	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-006 LISTAR USUARIOS • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-009 MODIFICAR ASIGNATURAS 	
Precondición	<p>PRE1: El usuario tiene que haberse identificado correctamente en el sistema.</p> <p>PRE2: El usuario a asignar en la asignatura, debe existir y además tener el rol de docente.</p>	
Descripción	El usuario podrá cambiar el encargado docente de una asignatura. Para ello podrá elegir a uno de los usuarios del sistema que tenga el rol de profesor.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita el cambio de docente de una asignatura.
	2	El sistema muestra la información de la asignatura y un listado con los docentes.
	3	El usuario selecciona el docente que desee que sea el responsable de la asignatura.
	4	El sistema valida los datos.
	5	El sistema envía los datos actualizados de la asignatura a la base de datos
Postcondición	POS-1: El sistema actualizará el responsable de la asignatura en la base de datos.	
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Baja	
Importancia	Media	
Prioridad	Media	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 29: CU-012 Cambiar docente de una asignatura

CU-013	CONSULTAR RESPONSABLE DE UNA ASIGNATURA	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA 	
Precondición	PRE1: El usuario tiene que haberse identificado correctamente en el sistema PRE2: El usuario debe seleccionar la asignatura que desee consultar los usuarios.	
Descripción	Los usuarios podrán consultar quien es el docente responsable de una determinada asignatura.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario consulta al sistema el responsable de una asignatura
	2	El sistema muestra la información solicitada por el usuario.
Postcondición		
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Media	
Importancia	Media	
Prioridad	Media	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 30: CU-013 Consultar responsable de una asignatura

CU-014	AGREGAR USUARIOS A ASIGNATURA	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-006 LISTAR USUARIOS • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-009 MODIFICAR ASIGNATURAS 	
Precondición	PRE1: El administrador tiene que haberse identificado correctamente en el sistema. PRE2: La asignatura debe de existir. PRE3: El usuario a agregar en la asignatura, debe existir.	
Descripción	El administrador podrá agregar un usuario a una determinada asignatura. Para ello seleccionara una asignatura, y a continuación podrá elegir que usuarios del sistema desea añadir a dicha asignatura.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita al sistema agregar usuarios a las asignaturas existentes.
	2	El sistema muestra un listado de asignaturas y de usuarios.
	3	El usuario selecciona una asignatura y la agrega los usuarios que desee.
	4	El sistema envía los datos de la selección a la base de datos.
Postcondición	POS1: El sistema guardara los datos de la selección en la base de datos.	
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Baja	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 31: CU-014 Agregar usuarios a asignatura

CU-015	ELIMINAR USUARIOS DE UNA ASIGNATURA	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-006 LISTAR USUARIOS • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-009 MODIFICAR ASIGNATURAS 	
Precondición	PRE1: El administrador tiene que haberse identificado correctamente en el sistema PRE2: La asignatura debe de existir. PRE3: El usuario a eliminar debe existir. PRE4: El usuario a eliminar de una asignatura debe pertenecer a esta.	
Descripción	El administrador podrá eliminar a un usuario de una determinada asignatura, para ello podrá seleccionar a uno de los usuarios que ya se encuentren agregados a esta.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita al sistema eliminar usuarios de una determinada asignatura.
	2	El sistema muestra un listado de asignaturas y de usuarios.
	3	El usuario selecciona una asignatura y elimina los usuarios que desee de esta.
	4	El sistema envía los datos de la selección a la base de datos.
Postcondición	POS1: El sistema actualizara los usuarios de una determinada asignatura en la base de datos.	
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Media	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 32: CU-015 Eliminar usuarios de una asignatura

CU-016	CONSULTAR USUARIOS DE UN ASIGNATURA	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA • CU-006 LISTAR USUARIOS 	
Precondición	PRE1: El administrador tiene que haberse identificado correctamente en el sistema PRE2: El administrador debe seleccionar la asignatura que desee consultar los usuarios.	
Descripción	El administrador podrá consultar los usuarios de una determinada asignatura.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario consulta en el sistema los usuarios de una determinada asignatura.
	2	El sistema muestra la información de la asignatura y un listado con sus usuarios.
Postcondición		
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Media	
Importancia	Media	
Prioridad	Media	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 33: CU-016 Consultar usuarios de una asignatura

CU-017	CREAR TEMA	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA 	
Precondición	<p>PRE1: El usuario tiene que haberse identificado correctamente en el sistema y previamente estar registrado en este.</p> <p>PRE2: El usuario debe seleccionar la asignatura en la que desee crear un tema.</p>	
Descripción	<p>Un usuario podrá crear temas seleccionando la asignatura en la que desee crear el tema.</p> <p>Una vez que el tema ha sido creado, se podrán crear recursos en este posteriormente.</p>	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita al sistema la modificación de un tema.
	2	El sistema muestra un formulario para rellenar con los datos del tema.
	3	El usuario rellena los campos.
	4	El sistema valida los datos.
	5	El sistema almacena los datos del tema en la base de datos.
Postcondición	POST1: El sistema envía la información correspondiente al tema, registrándole en la base de datos.	
Excepciones	Paso	Acción
	4.1	Fallo en caso de que no se rellene la descripción del tema.
Frecuencia	Alta	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 34: CU-017 Crear tema

CU-018	ELIMINAR TEMA	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA • CU-020 LISTAR TEMA 	
Precondición	PRE1: El usuario tiene que haberse identificado correctamente en el sistema. PRE2: El usuario debe seleccionar la asignatura en la que se encuentre el tema que desee modificar.	
Descripción	El usuario podrá dar de baja un tema, lo que conllevará que se dé de baja todos sus recursos automáticamente. Para ello deberá seleccionar la asignatura en la que se encuentre el tema.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita al sistema la eliminación de un tema.
	2	El sistema elimina el tema correspondiente de la base de datos.
Postcondición	POST1: El sistema elimina el tema solicitado de la base de datos.	
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Baja	
Importancia	Media	
Prioridad	Media	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 35: CU-018 Eliminar tema

CU-019	MODIFICAR TEMA	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA • CU-020 LISTAR TEMA 	
Precondición	PRE1: El usuario tiene que haberse identificado correctamente en el sistema y previamente haberse registrado. PRE2: El usuario debe seleccionar la asignatura en la que se encuentre el tema que desee modificar.	
Descripción	Un usuario autenticado podrá modificar temas, seleccionando la asignatura en la que se encuentre el tema. El usuario deberá sobrescribir los campos del tema que desee modificar.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita al sistema la modificación de un tema en concreto
	2	El sistema muestra un formulario con los datos antiguos del nuevo.
	3	El usuario rellena los campos del tema que desee modificar.
	4	El sistema valida los datos y los actualiza en la base de datos.
Postcondición	POST1: El sistema envía la información correspondiente del tema modificándole en la base de datos.	
Excepciones	Paso	Acción
	4.1	Fallo en caso de que no se rellene el campo de descripción.
Frecuencia	Media	
Importancia	Media	
Prioridad	Media	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 36: CU-019 Modificar tema

CU-020	LISTAR TEMA	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA 	
Precondición	PRE1: El usuario tiene que haberse identificado correctamente en el sistema PRE2: El usuario debe seleccionar la asignatura que desee listar los temas.	
Descripción	El usuario podrá obtener un listado con los temas pertenecientes a una asignatura. En el listado se podrá mostraran los datos importantes del tema.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita el listado de temas al sistema.
	2	El sistema devuelve un listado con los temas relativos a la asignatura en la que se encuentre el usuario.
Postcondición		
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Alta	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 37: CU-020 Listar tema

CU-021	CONSULTAR TEMA	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA • CU-020 LISTAR TEMA 	
Precondición	<p>PRE1: El usuario tiene que haberse identificado correctamente en el sistema.</p> <p>PRE2: El usuario debe seleccionar la asignatura en la que desee consultar un tema.</p> <p>PRE3: El usuario debe seleccionar el tema que desee consultar.</p>	
Descripción	El usuario podrá realizar consultas de los temas, obteniendo así la información de estos además de los recursos que estos contienen.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario consulta los temas al sistema.
	2	El sistema muestra la información del tema además de los recursos relativos a este.
Postcondición		
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Alta	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 38: CU-021 Consultar Tema

CU-022	PUBLICAR RECURSO	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA • CU-020 LISTAR TEMA • CU-021 CONSULTAR TEMA 	
Precondición	<p>PRE1: El usuario ha de estar registrado en la aplicación.</p> <p>PRE2: El usuario ha de estar autenticado correctamente en la aplicación.</p> <p>PRE3: El usuario tiene que haber seleccionado la asignatura en la que quiera publicar un recurso.</p> <p>PRE4: El usuario tiene que seleccionar el tema en el que desee publicar</p>	
Descripción	<p>Publicar un recurso permite que otros usuarios puedan visualizarlo. Para realizar una publicación, se deberá rellenar los campos solicitados (nombre, descripción y ruta del archivo) además de indicar cuál será la visibilidad del recurso (público o privado). Si el recurso es público, podrá ser visualizado por todos los miembros de la asignatura. Si el recurso es privado, solamente podrá ser visualizado por el docente de la asignatura.</p>	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita al sistema realizar la publicación de un recurso.
	2	El sistema muestra un formulario.
	3	El usuario introduce los datos requeridos.
	4	El sistema recoge los datos y los valida.
Postcondición	POST1: El sistema envía la información correspondiente del recurso publicado a la base de datos, registrándolo.	
Excepciones	Paso	Acción
	4.1	Fallo en caso de que no se rellene el nombre del recurso.
Frecuencia	Alta	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 39: CU-022 Publicar recurso

CU-023	ELIMINAR RECURSO	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA • CU-020 LISTAR TEMA • CU-021 CONSULTAR TEMA • CU-025 LISTAR RECURSOS 	
Precondición	<p>PRE1: El usuario ha de estar registrado en la aplicación.</p> <p>PRE2: El usuario ha de estar autenticado correctamente en la aplicación.</p> <p>PRE3: El usuario tiene que haber seleccionado la asignatura en la que se encuentre el tema del recurso.</p> <p>PRE4: El usuario tiene que localizar el tema en el que se encuentre el recurso a eliminar.</p>	
Descripción	El usuario podrá eliminar los recursos tanto públicos como privados, siempre y cuando sea el autor de dicho recurso (excepto el usuario administrador, que puede eliminar cualquier recurso).	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario selecciona el recurso a eliminar.
	2	El sistema eliminar el recurso seleccionado.
Postcondición	POST1: El sistema elimina el recurso seleccionado de la base de datos.	
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Media	
Importancia	Media	
Prioridad	Media	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 40: CU-023 Eliminar recurso

CU-024	MODIFICAR RECURSO	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA • CU-020 LISTAR TEMA • CU-021 CONSULTAR TEMA • CU-025 LISTAR RECURSOS 	
Precondición	<p>PRE1: El usuario ha de estar registrado en la aplicación.</p> <p>PRE2: El usuario ha de estar autenticado correctamente en la aplicación.</p> <p>PRE3: El usuario tiene que haber seleccionado la asignatura de la que quiera modificar un recurso.</p> <p>PRE4: El usuario tiene que localizar el tema en el que se encuentre el recurso a modificar.</p> <p>PRE5: El usuario tiene que seleccionar el tema que desee modificar.</p>	
Descripción	<p>El usuario podrá modificar los recursos tanto públicos como privados, siempre y cuando sea el autor de dicho recurso (excepto el administrador). El usuario podrá modificar cualquier campo del recurso, excepto la visibilidad de este.</p>	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita al sistema realizar la modificación de un recurso existente.
	2	El sistema muestra los datos del recurso a modificar.
	3	El sistema muestra un formulario para introducir los nuevos datos del recurso.
	4	El usuario rellena los campos del formulario que desee modificar.
	5	El sistema recoge los datos y los valida.
	6	El sistema actualiza el recurso con los nuevos datos.
Postcondición	POST1: El sistema actualiza el recurso en la base de datos.	
Excepciones	Paso	Acción
	5.1	Fallo en caso de que no se rellene el nombre del recurso.
Frecuencia	Media	
Importancia	Media	
Prioridad	Media	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 41: CU-024 Modificar recurso

CU-025	LISTAR RECURSOS	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA • CU-020 LISTAR TEMA • CU-021 CONSULTAR TEMA 	
Precondición	<p>PRE1: El usuario ha de estar registrado en la aplicación.</p> <p>PRE2: El usuario ha de estar autenticado correctamente en la aplicación.</p> <p>PRE3: El usuario tiene que haber seleccionado la asignatura de la que quiera obtener el listado.</p> <p>PRE4: El usuario tiene que seleccionar el tema del que desee listar los recursos.</p>	
Descripción	El usuario podrá obtener un listado con los recursos de una asignatura, ya sean públicos o privados. En el listado se mostrara el nombre, la descripción, el autor y el archivo publicado.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita al sistema realizar un listado de recursos.
	2	El sistema muestra el listado.
Postcondición		
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Alta	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 42: CU-025 Listar recursos

CU-026	CONSULTAR RECURSO	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA • CU-020 LISTAR TEMA • CU-021 CONSULTAR TEMA • CU-025 LISTAR RECURSOS 	
Precondición	<p>PRE1: El usuario ha de estar registrado en la aplicación.</p> <p>PRE2: El usuario ha de estar autenticado en la aplicación.</p> <p>PRE3: El usuario tiene que haber seleccionado la asignatura de la que quiera consultar los recursos.</p> <p>PRE4: El usuario tiene que haber seleccionado el tema del que quiera consultar los recursos.</p>	
Descripción	<p>Los usuarios podrán consultar tanto los recursos públicos como privados. Un alumno podrá consultar los recursos públicos, además también podrá gestionar los recursos privados (si es el autor de estos).</p> <p>Un docente podrá consultar los recursos públicos, además también podrá consultar los recursos privados publicados por sus alumnos.</p> <p>El administrador podrá consultar tanto los recursos públicos como los privados.</p>	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita al sistema la información de un recurso particular.
	2	El sistema muestra la información del recurso seleccionado.
Postcondición		
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Alta	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 43: CU-026 Consultar recurso

CU-027	INICIAR TUTORIA	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno y Docente	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA • CU-020 LISTAR TEMA • CU-021 CONSULTAR TEMA • CU-025 LISTAR RECURSOS • CU-029 CREAR TUTORIA 	
Precondición	<p>PRE1: El usuario ha de estar registrado en la aplicación.</p> <p>PRE2: El usuario ha de estar autenticado en la aplicación.</p> <p>PRE3: El usuario tiene que haber seleccionado la asignatura de la que quiera consultar las tutorías.</p> <p>PRE4: El usuario tiene que haber seleccionado el tema del que quiera consultar las tutorías.</p> <p>PRE5: El usuario tiene que seleccionar la tutoría que desee iniciar.</p>	
Descripción	Tanto los profesores como los alumnos podrán iniciar una tutoría, siempre y cuando esta haya sido creada previamente por los profesores. Una vez que han iniciado la tutoría podrán comunicarse mediante una video-llamada o también vía chat.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita acceder a una tutoría.
	2	El sistema comprueba que dicho usuario se encuentra asignado a la tutoría.
	3	El sistema accede a la tutoría.
Postcondición	POST-1: Los usuarios pueden comunicarse en tiempo real.	
Excepciones	Paso	Acción
	2.1	Fallo al comprobar la asignación del usuario a la tutoría.
Frecuencia	Alta	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 44: CU-027 Iniciar tutoría

CU-028	ELIMINAR TUTORIA	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA • CU-020 LISTAR TEMA • CU-021 CONSULTAR TEMA • CU-025 LISTAR RECURSOS • CU-029 CREAR TUTORIA 	
Precondición	<p>PRE1: El usuario ha de estar registrado en la aplicación.</p> <p>PRE2: El usuario ha de estar autenticado en la aplicación.</p> <p>PRE3: El usuario tiene que haber seleccionado la asignatura de la que quiera consultar las tutorías.</p> <p>PRE4: El usuario tiene que haber seleccionado el tema del que quiera consultar los recursos.</p> <p>PRE5: El usuario tiene que seleccionar la tutoría que desee eliminar.</p>	
Descripción	El docente podrá eliminar una tutoría cuando lo desee. Aunque es aconsejable que se elimine una vez que haya terminado la tutoría.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario solicita al sistema la eliminación de una tutoría.
	2	El sistema procede a eliminar la tutoría.
Postcondición		
Excepciones	Paso	Acción
Frecuencia	Alta	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 45: CU-028 Eliminar tutoría

CU-029	CREAR TUTORIA	
Versión	1.0 (12/06/2015)	
Actores	Alumno, Docente y Administrador del Sistema	
Casos de Uso Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • CU-001 IDENTIFICAR USUARIO • CU-010 LISTAR ASIGNATURAS • CU-011 CONSULTAR ASIGNATURA • CU-020 LISTAR TEMA • CU-021 CONSULTAR TEMA • CU-025 LISTAR RECURSOS 	
Precondición	<p>PRE1: El usuario ha de estar registrado en la aplicación.</p> <p>PRE2: El usuario ha de estar autenticado en la aplicación.</p> <p>PRE3: El usuario tiene que haber seleccionado la asignatura de la que quiera consultar las tutorías.</p> <p>PRE4: El usuario tiene que haber seleccionado el tema del que quiera consultar las tutorías.</p>	
Descripción	<p>El docente podrá crear una tutoría siempre que quiera, eso no significa que vaya a iniciarla en ese momento, podrá hacerlo cuando lo necesite. Las tutorías permitirán que los usuarios puedan hacer videoconferencias entre sí. En una tutoría podrán estar como máximo 2 usuarios al mismo tiempo (un docente y un alumno), aunque puede haber varias tutorías en ese mismo instante.</p>	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El docente solicita al sistema la creación de una asignatura.
	2	El sistema muestra un formulario para que el docente rellene con los datos de la tutoría.
	3	El usuario rellena los campos del formulario y los envía.
	4	El sistema valida los datos.
	5	El sistema almacena los datos de la tutoría en la base de datos.
Postcondición		
Excepciones	Paso	Acción
	4.1	Fallo en caso de que no se haya elegido un nombre en la tutoría.
Frecuencia	Alta	
Importancia	Alta	
Prioridad	Alta	
Comentarios	Ninguno	

Tabla 46: CU-029 Crear tutoría

3.2.4 Diagrama de casos de uso

En el siguiente diagrama se mostraran las interacciones de los actores y los casos de uso de uso

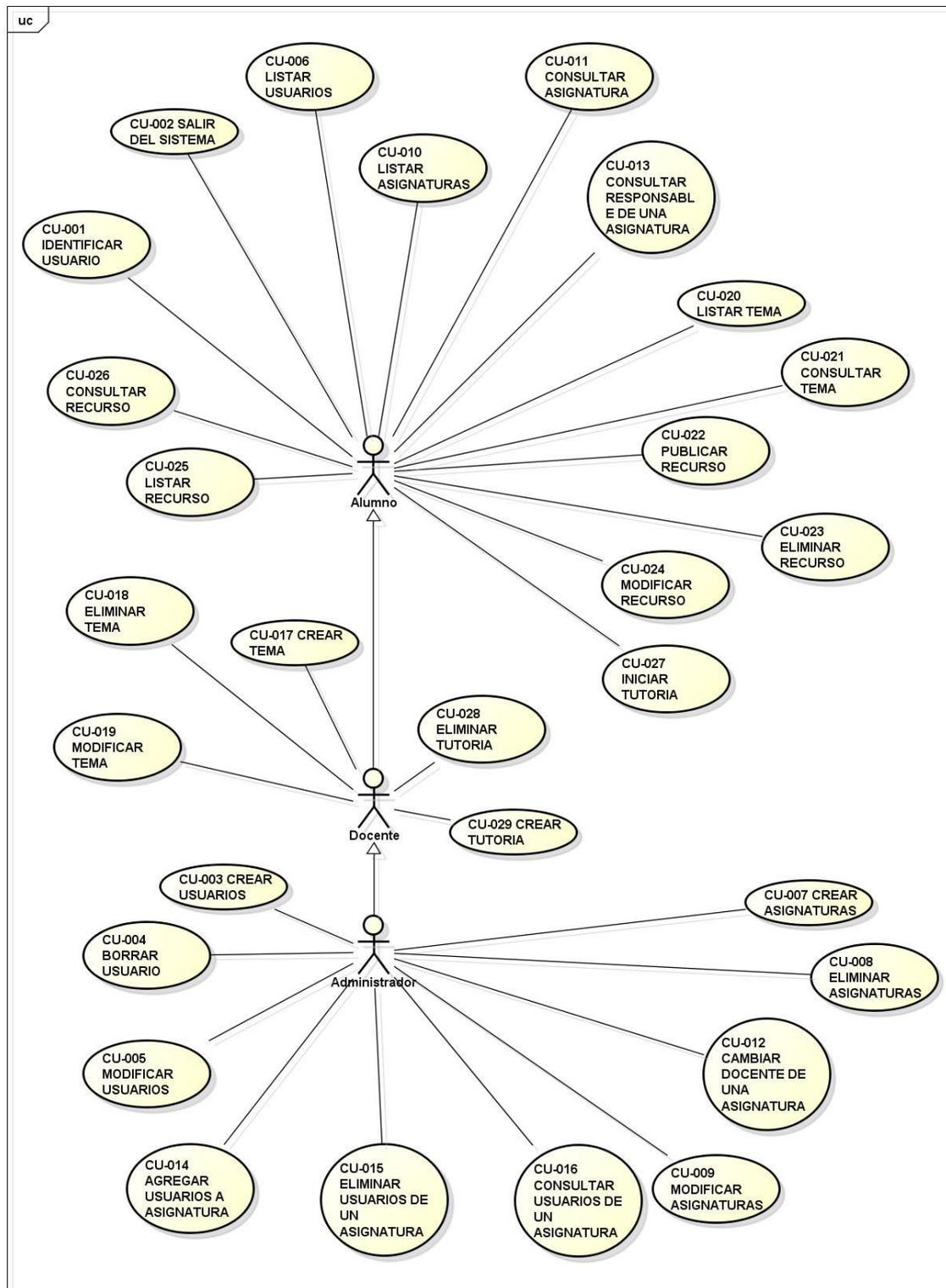


Ilustración 11: Diagrama de Casos de Uso

3.3 Requisitos

3.3.1 Requisitos Funcionales

Los requisitos funcionales describen qué tendrán que implementar los programadores para satisfacer los requisitos de usuario.

Son los que especifican el comportamiento del producto software bajo unas condiciones especificadas.

A continuación se muestra un listado de requisitos funcionales existentes en nuestro sistema.

RF – 01: El sistema deberá mostrar la página de inicio de la aplicación Web.

RF – 02: El sistema deberá mostrar un formulario para introducir las credenciales de inicio de sesión.

RF – 03: El sistema deberá comprobar que los credenciales introducidos al inicio son correctos.

RF – 004: El sistema mostrar la página de bienvenida al usuario y su respectivo menú.

RF – 005: El sistema permitirá modificar el propio perfil del usuario.

RF – 006: El sistema deberá comprobar que los datos de la modificación del perfil son correctos.

RF – 007: El sistema deberá mostrar todos los usuarios registrados en el sistema.

RF – 008: El sistema permitirá la modificación de usuarios.

RF – 009: El sistema deberá mostrar un formulario para la modificación de usuarios.

RF – 010: El sistema permitirá la eliminación de usuarios.

RF – 011: El permitirá la creación de nuevos usuarios.

RF – 012: El sistema deberá mostrar un formulario para la creación de nuevos usuarios.

RF – 013: El sistema deberá comprobar que los datos del nuevo usuario son correctos.

RF – 014: El sistema deberá mostrar las asignaturas existentes.

RF – 015: El sistema deberá permitir la modificación de asignaturas.

RF – 016: El sistema deberá mostrar un formulario para modificar asignaturas.

RF – 017: El sistema deberá comprobar que la modificación de las asignaturas son válidas.

RF – 018: El sistema permitirá la eliminación de una asignatura.

RF – 019: El sistema permitirá la creación de nuevas asignaturas.

RF – 020: El sistema mostrar un formulario para crear una asignatura.

RF – 021: El sistema comprobara que la asignatura creada no existe ya en el sistema.

RF – 022: El sistema permitirá la modificación del responsable docente de una asignatura.

RF – 023: El sistema permitirá agregar usuarios a una asignatura.

RF – 024: El sistema permitirá eliminar usuarios de una asignatura.

RF – 025: El sistema deberá mostrar los temas existentes en una asignatura.

RF – 026: El sistema deberá permitir la modificación de temas.

RF – 027: El sistema deberá mostrar un formulario para modificar temas.

RF – 028: El sistema deberá comprobar de nuevo los datos modificados de un tema.

RF – 029: El sistema permitirá la eliminación de temas.

RF – 030: El sistema permitirá la creación de temas nuevos.

RF – 031: El sistema deberá mostrar un formulario para crear un tema nuevo.

RF – 032: El sistema deberá comprobar el formulario de creación de nuevos temas.

RF – 033: El sistema permitirá mostrar los recursos que existen en un determinado tema.

RF – 034: El sistema permitirá modificar recursos.

RF – 035: El sistema deberá mostrar un formulario para modificar los recursos.

RF – 036: El sistema deberá comprobar que los nuevos datos del recurso modificado son correctos.

RF – 037: El sistema permitirá la eliminación de recursos.

RF – 038: El sistema permitirá la creación de nuevos recursos.

RF – 039: El sistema deberá mostrar un formulario para crear nuevos recursos.

RF – 040: El sistema deberá comprobar que los datos del nuevo recurso son correctos.

RF – 041: El sistema permitirá la subida de archivos.

RF – 042: El sistema permitirá elegir el rol (alumno o docente) al crear un nuevo usuario.

RF – 043: El sistema permitirá mostrar las tutorías existentes en un determinado tema.

RF – 044: El sistema deberá comprobar que los nuevos datos del recurso modificado son correctos.

RF – 045: El sistema permitirá la eliminación de tutorías.

RF – 046: El sistema permitirá la creación de nuevas tutorías.

RF – 047: El sistema deberá mostrar un formulario para crear nuevas tutorías.

RF – 048: El sistema deberá comprobar que los datos de la nueva tutoría son correctos

RF – 049: El sistema permitirá al usuario cerrar sesión en la aplicación.

3.3.2 Requisitos No Funcionales

Los requisitos no funcionales son aquellos que especifican criterios que pueden usarse para juzgar la operación de un sistema en lugar de sus comportamientos específicos. Dicho de otra forma, describen características importantes del sistema.

3.3.2.1 Accesibilidad

RQNFAc - 01	Accesibilidad
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	Al sistema debe poder accederse a través de un navegador.
Importancia	Alta.
Prioridad	Alta.
Comentarios	Ninguno.

Tabla 47: RQNFAc – 01. Accesibilidad

3.3.2.2 Seguridad

RQNFSeg - 01	Autenticación de Usuarios
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	El sistema debe disponer de seguridad de autenticación de usuarios.
Importancia	Alta.
Prioridad	Alta.

Comentarios	Ninguno.
-------------	----------

Tabla 48: RQNFSeg – 01. Autenticación de usuarios

RQNFSeg - 02	Identificación de Usuarios
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	Los usuarios deberan acceder al sistema mediante sus credenciales. Dichas credenciales deberan ser unicas para cada usuario.
Importancia	Alta.
Prioridad	Alta.
Comentarios	Ninguno.

Tabla 49: RQNFSeg – 02. Identificación de usuarios

RQNFSeg - 03	Seguridad en contraseñas
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	El sistema debera encriptar las contraseñas mediante una combinación de los hashes de MD5 y SHA1. Ademas, para tener mas seguridad, utilizaremos un salt que será unico para cada usuario y se almacenara en la base de datos.
Importancia	Alta.
Prioridad	Alta.
Comentarios	Ninguno.
RQNFSeg - 04	Seguridad en las consultas de la BBDD
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	El sistema debera garantizar la seguridad de las consultas. Para ello, se han preparado cada una de las consultas con MySQLi
Importancia	Alta.
Prioridad	Alta.
Comentarios	Ninguno.

Tabla 50: RQNFSeg – 03. Seguridad en contraseñas

3.3.2.3 Escalabilidad

RQNFES - 01	Escalabilidad
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	El sistema debera ser altamente escalable, es decir, debera poder permitir nuevas funcionalidades en el futuro sin perder calidad ni tampoco funcionalidad (ya alcanzada). Para ello, hemos utilizado el patrón Modelo Vista Controlador que garantiza la escalabilidad de nuestro proyecto.
Importancia	Alta.
Prioridad	Alta.
Comentarios	Ninguno.

Tabla 51: RQNFES – 01. Escalabilidad

3.3.2.4 Usabilidad

RQNFUs - 01	Confiabledad
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	El sistema debera ser confiable, asegurando un funcionamiento adecuado y sin incidencias.
Importancia	Alta.
Prioridad	Alta.
Comentarios	Ninguno.

Tabla 52: RQNFUs – 01. Confiabledad

RQNFUs - 02	Uso Restringido
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	El sistema debe restringir las acciones que el usuario pueda hacer con este.
Importancia	Alta.
Prioridad	Alta.
Comentarios	Ninguno.

Tabla 53: RQNFUs – 02. Uso restringido

RQNFUs - 03	Utilización sencilla
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	El usuario debera poder utilizar la aplicación sin problemas una vez que ha leído el manual de usuarios.
Importancia	Alta.
Prioridad	Alta.
Comentarios	Ninguno.

Tabla 54: RQNFUs – 02. Utilización sencilla

3.3.2.5 Disponibilidad

RQNFDis - 01	Disponibilidad
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	El sistema debera estar disponible al uso las 24 horas del día, los 7 días de la semana.
Importancia	Alta.
Prioridad	Alta.
Comentarios	Ninguno.

Tabla 55: RQNFDis – 01. Disponibilidad

3.3.2.6 Mantenibilidad

RQNFMan - 01	Mantenibilidad
Versión	1.0 (12/06/2015)

Descripción	El sistema debera ser capaz de recuperarse sobre cualquier error que se pueda producir.
Importancia	Alta.
Prioridad	Alta.
Comentarios	Ninguno.

Tabla 56: RQNFMan – 01. Mantenibilidad

3.3.2.7 Interoperabilidad

RQNFIn - 01	Interoperabilidad.
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	El sistema sera compatible con aquellos navegadores que sean soportado por la tecnologia WebRTC, entre los que se encuentran: Google Chrome, Mozilla Firefox y Opera.
Importancia	Alta.
Prioridad	Alta.
Comentarios	Ninguno.

Tabla 57: RQNFIn – 01. Interoperabilidad

3.3.2.8 Interfaz

RQNFIntz - 01	Interfaz
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	El sistema tiene una interfaz de usuario atractiva e intuitiva.
Importancia	Alta.
Prioridad	Alta.
Comentarios	Ninguno.

Tabla 58: RQNFIntz – 01. Interfaz

3.3.2.9 Requisitos de Restricción de Información

Los requisitos de restricción de información son aquellos que marcan unas limitaciones sobre los requisitos de información.

RQNFRR1- 01	Usuario
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	El sistema no podra permitir el registro de dos usuarios con la misma ID. Si ya existe un usuario con una ID y se intenta crear otro con la misma ID, el sistema debera alertar al usuario que intente crearlo.
Importancia	Alta.
Prioridad	Alta.
Comentarios	Ninguno.

Tabla 59: RQNFRR1- 01. Usuario

3.4 Modelo de datos conceptual

3.4.1 Modelo Entidad-Relación

Para ilustrar los diferentes tipos de entidades y relaciones que se pueden dar en nuestro proyecto, se crea el modelo Entidad-Relación, ya que se utiliza como una descripción conceptual de la base de datos.

Se entiende por entidad un objeto del que se obtiene información de interés en la base de datos. Cada entidad es identificada por un nombre para distinguirla de las demás.

Se entiende por relación a una asociación de una o más entidades. Cada relación es identificada por un nombre para distinguirla de los demás.

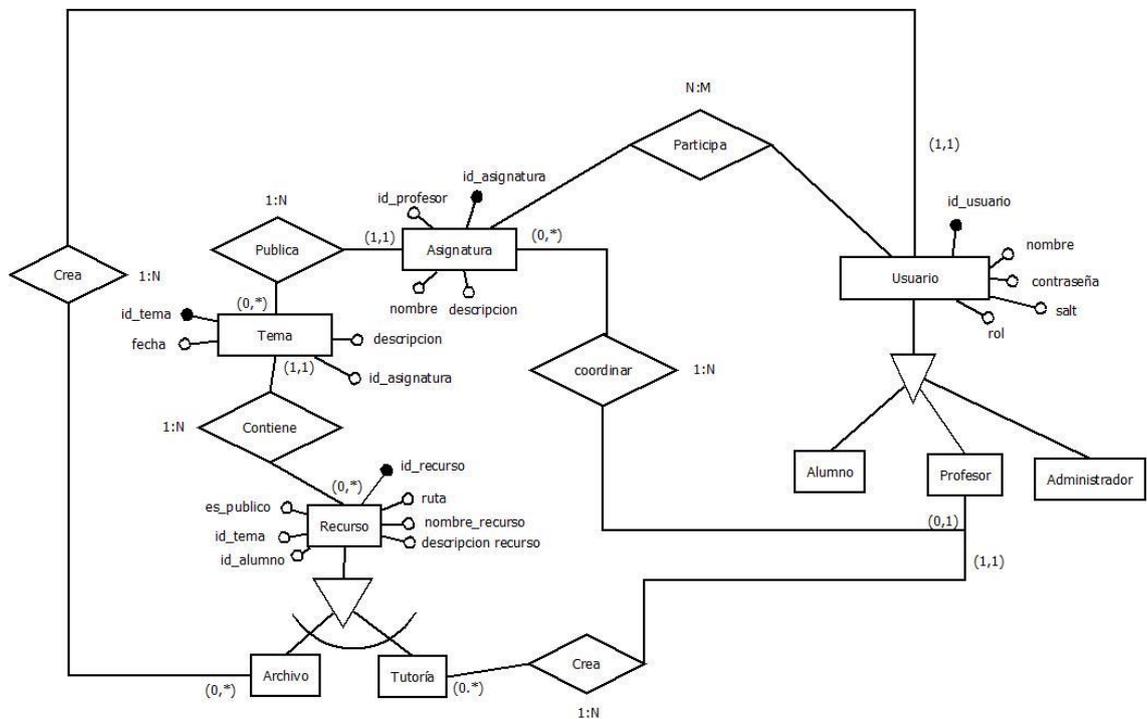


Ilustración 12: Diagrama Entidad-Relación

3.4.2 Modelo Relacional

En el modelo relacional se pueden observar las relaciones existentes entre las diferentes entidades de nuestro proyecto.

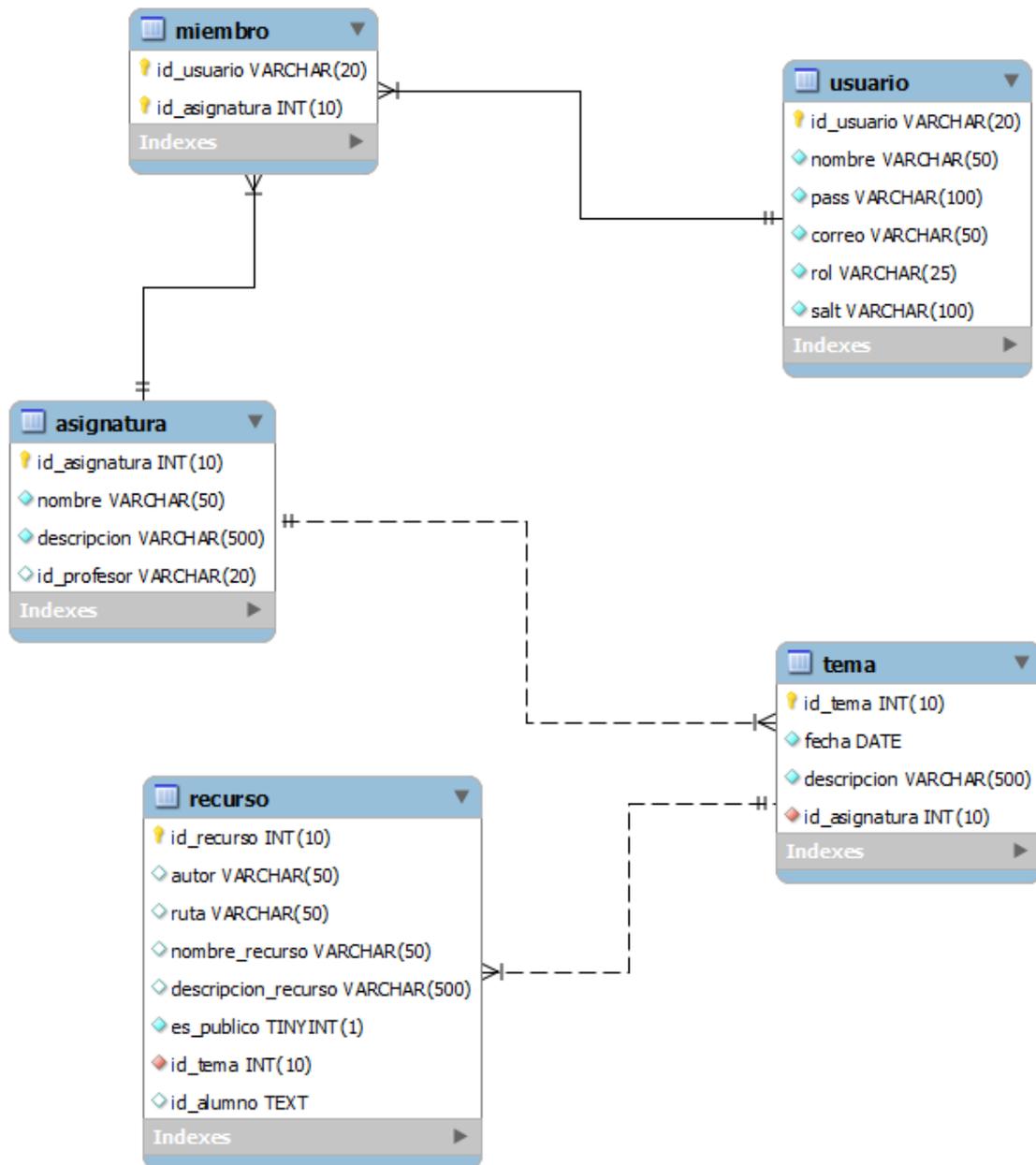


Ilustración 13: Diagrama Relacional

A continuación se detalla las relaciones y los atributos que participan en la relación entre las tablas:

- **recurso-tema:** la tabla recurso contiene un campo llamado *id_tema* que a la vez es clave foránea que relaciona los recursos con los temas.
- **tema-asignatura:** la tabla tema contiene un campo llamado *id_asignatura* que a la vez es clave foránea del identificador de la tabla asignatura. Por lo tanto realizara la unión entre ambas tablas.

- **miembro-asignatura:** la tabla miembro contiene un campo llamado *id_asignatura* que a la vez es clave foránea del identificador de la tabla asignatura. Por lo tanto realizara la unión entre ambas tablas.
- **miembro-usuario:** la tabla miembro contiene un campo llamado *id_usuario* que a la vez es clave foránea del identificador de la tabla usuario. Por lo tanto realizara la unión entre ambas tablas.

3.4.3 Requisitos de Información

Los requisitos de información describen la información que debe almacenar y gestionar el sistema para dar soporte a los procesos de negocio.

RI-1	ASIGNATURA
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	El sistema debera almacenar la información correspondiente a las asignaturas que existiran en este. La información que se va a almacenar en concreto es: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Id_asignatura:</i> identificador unico que distingue a las asignaturas. • <i>Nombre:</i> nombre descriptivo de la asignatura. • <i>Descripcion:</i> pequeña descripción sobre la asignatura. • <i>Id_profesor:</i> ID del profesor responsable de la asignatura.
Importancia	Alta
Prioridad	Muy alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 60: RI-1. Asignatura

RI-2	RECURSO
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	El sistema debera almacenar la información correspondiente a los recursos contenidos en un determinado tema. La información que se va a almacenar en concreto es: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Id_recurso:</i> identificador unico que distingue a los recursos. • <i>Nombre_recurso:</i> nombre descriptivo del recurso. • <i>Descripcion_recurso:</i> pequeña descripción sobre el recurso. • <i>Visibilidad:</i> visibilidad de un recurso (publico o privado). • <i>ruta:</i> Almacenara el archivo que se desee subir a la base de datos del sistema. • <i>Id_tema:</i> contiene el identificador del tema al que corresponde el recurso. • <i>Id_alumno:</i> contiene el identificador del usuario que puede acceder a dicho recurso (valido unicamente para las tutorias).
Importancia	Alta
Prioridad	Muy alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 61: RI-2. Recurso

RI-3	TEMA
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	<p>El sistema deberá almacenar la información correspondiente a los temas contenidos en una determinada asignatura. La información que se va a almacenar en concreto es:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Id_tema</i>: Va a ser el identificador unico que distingue a los temas. • <i>fecha</i>: la fecha en la que se publico el tema. • <i>descripcion</i>: una pequeña descripción sobre el tema. • <i>Id_asignatura</i>: contiene el identificador de la asignatura a la que corresponde el tema.
Importancia	Alta
Prioridad	Muy alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 62: RI-3. Tema

RI-4	USUARIO
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	<p>El sistema deberá almacenar la información correspondiente a los usuarios registrados en este. La información que se va a almacenar en concreto es:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Id_usuario</i>: identificador unico que distingue a los usuarios. • <i>Nombre</i>: nombre descriptivo del usuario. • <i>Correo</i>: dirección de correo del usuario. • <i>Rol</i>: rol que ejerce el usuario en el sistema. • <i>Pass</i>: almacena la contraseña del usuario. • <i>Salt</i>: almacena el salt para obtener la contraseña.
Importancia	Alta
Prioridad	Muy alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 63: RI-4. Usuario

RI-4	MIEMBRO
Versión	1.0 (12/06/2015)
Descripción	<p>El sistema deberá almacenar la información relacionada con los usuarios pertenecientes a una asignatura.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Id_usuario</i>: identificador único que distingue a los usuarios. • <i>Id_asignatura</i>: identificador único que distingue a las asignaturas.
Importancia	Alta
Prioridad	Muy alta
Comentarios	Ninguno

Tabla 64: RI-4. Miembro

3.5 Diagramas de secuencia

Los diagramas de secuencia muestran cómo se comunican las cases o módulos que forman parte de la aplicación y la secuencia de mensajes que realizan entre ellos durante un escenario concreto. A continuación se mostraran los diagramas de secuencia de los casos de uso más relevantes que se especificaron en el punto 3.3 de esta Sección.

En concreto se realizara los diagramas de secuencia que representen el CRUD (Crear, Leer, Modificar y Eliminar) para la asignatura, puesto que para el resto de entidades van a ser muy similares en cuanto a la secuencia de mensajes se refiere.

- Diagrama de secuencia del **CU-001** y **CU-007**: Identificar usuario y Crear asignatura (respectivamente).

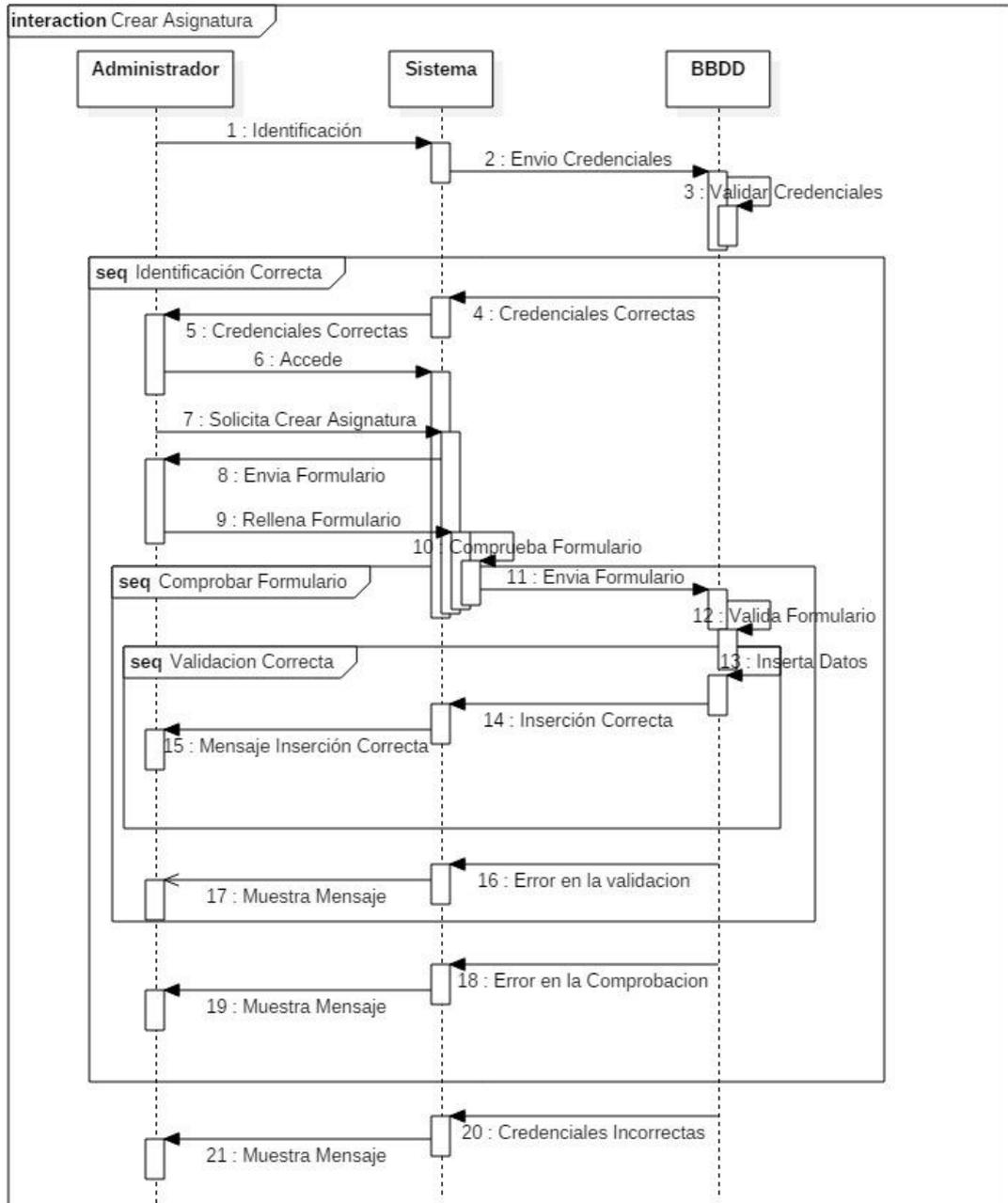


Ilustración 14: Diagrama de Secuencia-Crear Asignatura

- Diagrama de secuencia del **CU-001** y **CU-008**: Identificar usuario y Eliminar asignatura (respectivamente).

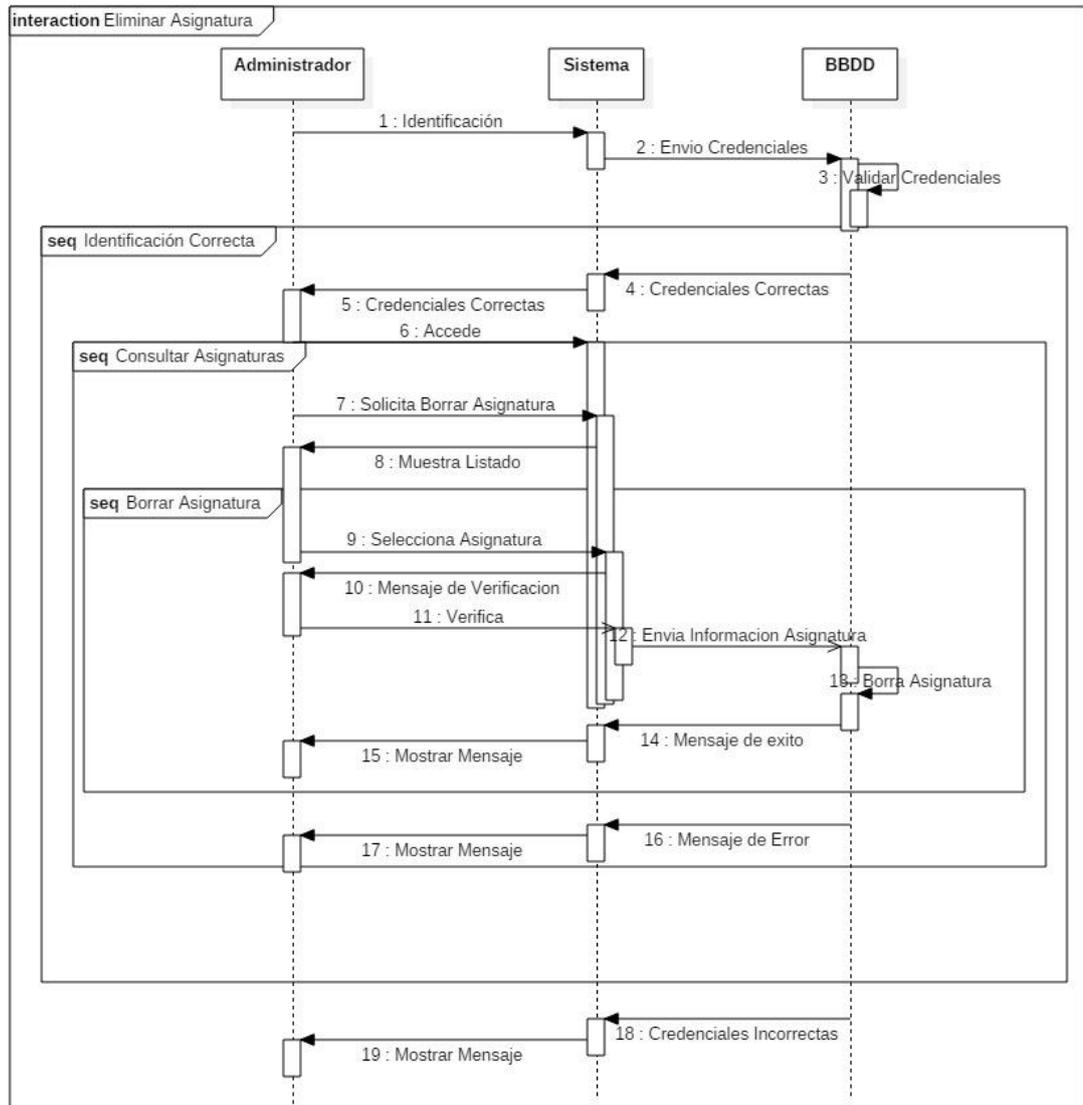


Ilustración 15: Diagrama de Secuencia-Eliminar Asignatura

- Diagrama de secuencia del **CU-001** y **CU-009**: Identificar usuario y Modificar asignatura (respectivamente).

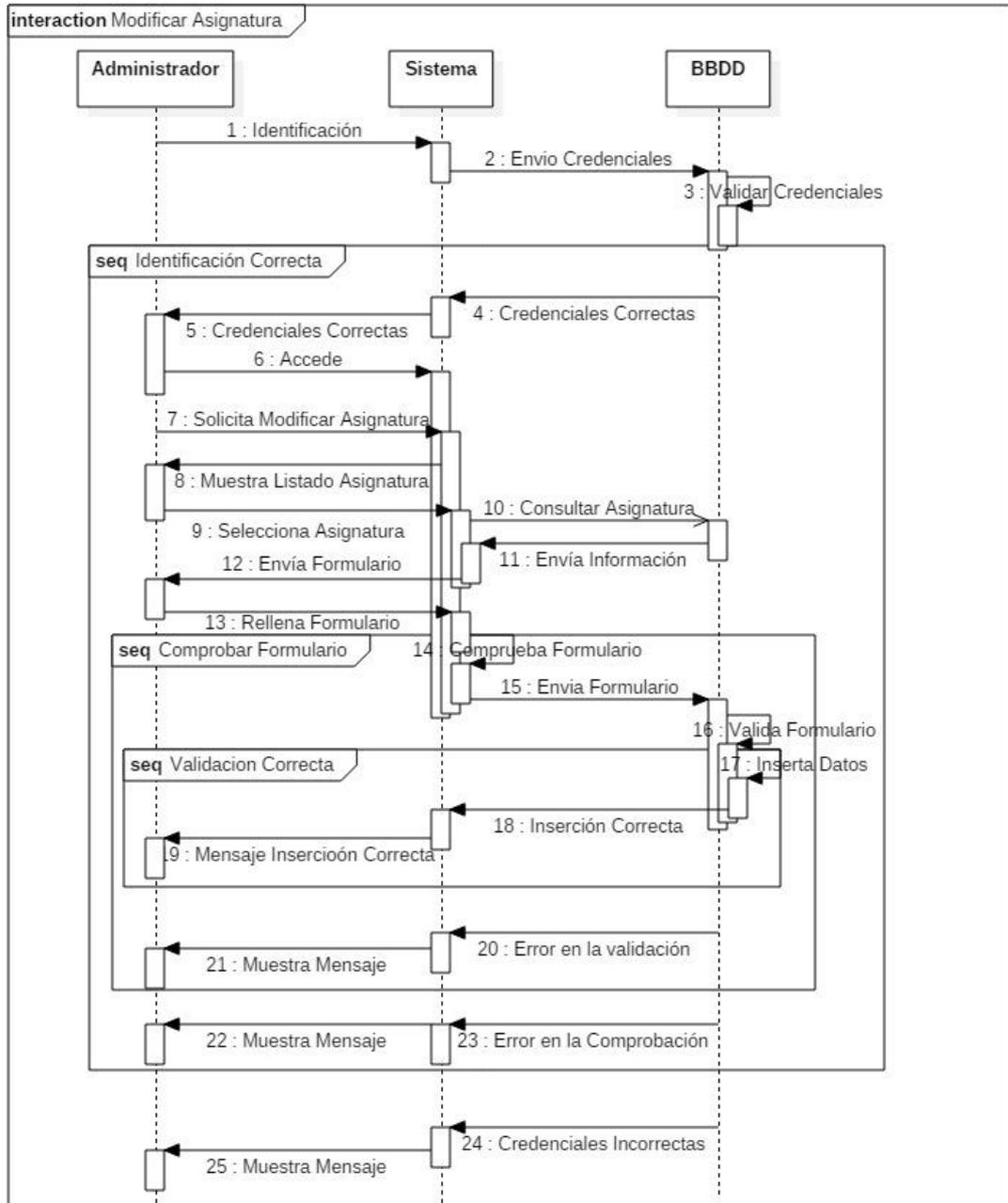


Ilustración 16: Diagrama de Secuencia-Modificar Asignatura

- Diagrama de secuencia del **CU-001** y **CU-011**: Identificar usuario y Consultar asignatura (respectivamente).

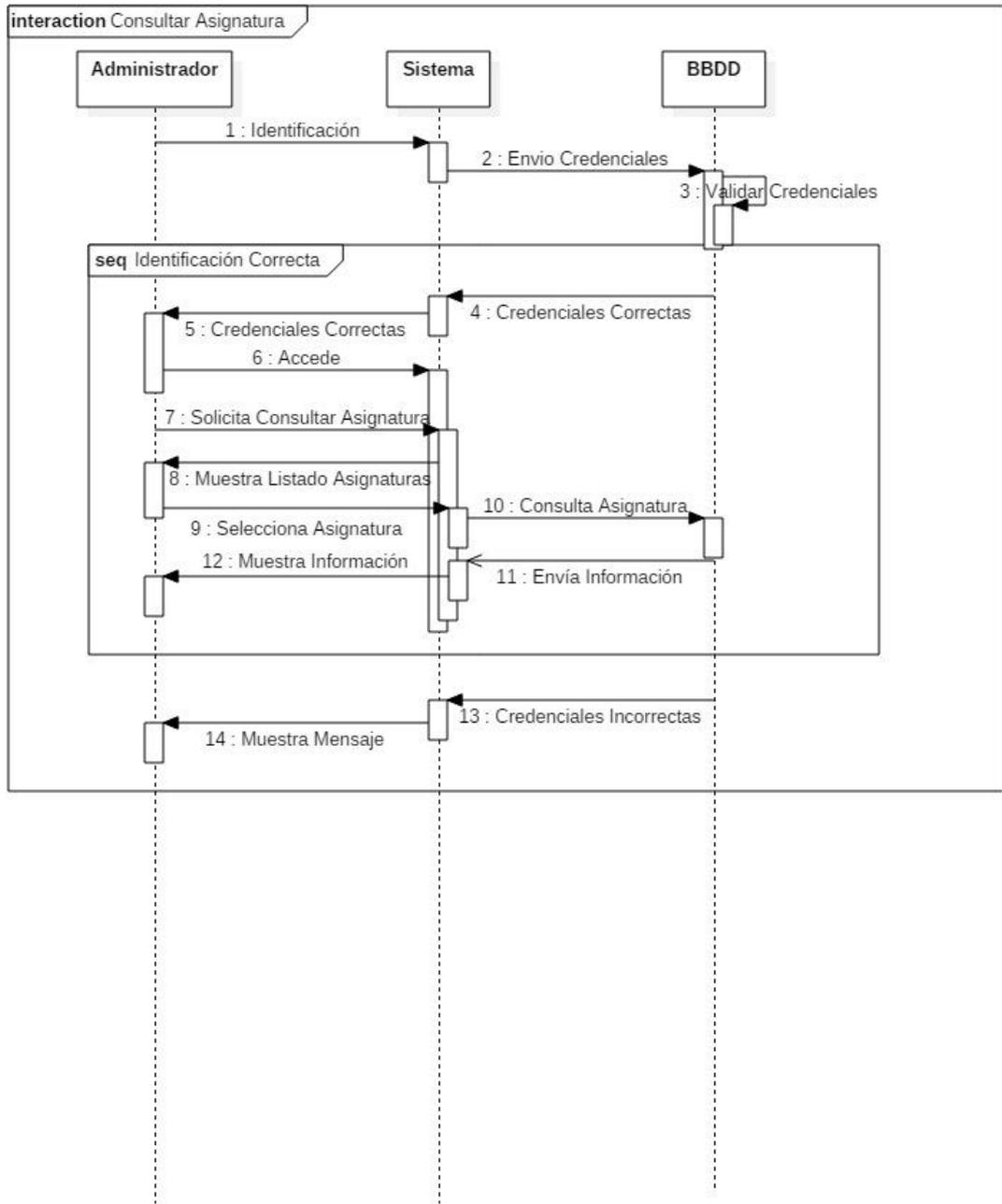


Ilustración 17: Diagrama de Secuencia-Consultar Asignatura

3.6 Diccionario de Datos

Un diccionario de datos es un listado organizado sobre todos los datos que pertenecen a un sistema. Su función es dar precisión sobre los datos que se manejan, evitando así ambigüedades.

A continuación se presenta el diccionario de datos de nuestro proyecto asociado a cada entidad de este.

Asignatura

Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Predeterminado	Descripción
id_asignatura (<i>Primaria</i>)	Entero Positivo	10	No		Identificador único de la asignatura.
nombre	Cadena de Caracteres	50	No		Nombre de la asignatura.
descripcion	Cadena de Caracteres	500	No		Descripción de la asignatura.
id_profesor	Cadena de Caracteres	20	Sí	<i>NULL</i>	Identificador del docente responsable de la asignatura.

Tabla 65: Diccionario de datos: Asignatura

Miembro

Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Predeterminado	Descripción
id_usuario (<i>Primaria</i>)	Cadena de Caracteres	20	No		Identificador único del usuario.
id_asignatura (<i>Primaria</i>)	Entero Positivo	10	No		Identificador único de la asignatura.

Tabla 66: Diccionario de datos: Miembro

Recurso

Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Predeterminado	Descripción
id_recurso (<i>Primaria</i>)	Entero Positivo	10	No		Identificador único del usuario.
autor	Cadena de	50	Sí	<i>NULL</i>	Autor del recurso.

	Caracteres				
ruta	Cadena de Caracteres	50	Sí	NULL	Ruta donde se encuentra el archivo del recurso.
nombre_recurso	Cadena de Caracteres	50	Sí	NULL	Nombre del recurso.
descripcion_recurso	Cadena de Caracteres	500	Sí	NULL	Descripción del recurso.
es_publico	Entero Positivo	1	No	0	Visibilidad pública o privada del recurso.
id_tema	Entero Positivo	10	No		Identificador único del tema al que pertenece el recurso.
id_alumno	Cadena de Caracteres	20	Sí	NULL	Identificador único del usuario al que esta designado el recurso.

Tabla 67: Diccionario de datos: Recurso

Tema

Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Predeterminado	Descripción
id_tema (Primaria)	Entero Positivo	10	No		Identificador único del tema.
fecha	Tipo fecha (date)		No		Fecha del tema.
descripcion	Cadena de Caracteres	500	No		Descripción del tema.
id_asignatura	Entero Positivo	10	No		Identificador único de la asignatura a la que pertenece el tema.

Tabla 68: Diccionario de datos: Tema

Usuario

Columna	Tipo	Tamaño	Nulo	Predeterminado	Descripción
id_usuario (Primaria)	Cadena de Caracteres	20	No		Identificador único del usuario.

nombre	Cadena de Caracteres	50	No		Nombre del usuario.
pass	Cadena de Caracteres	100	No		Contraseña del usuario.
correo	Cadena de Caracteres	50	No		Correo del usuario.
rol	Cadena de Caracteres	25	No		Rol que ejerce el usuario en el sistema.
salt	Cadena de Caracteres	100	No		Salt para obtener la contraseña del usuario.

Tabla 69: Diccionario de datos: Usuario

4. Diseño del Proyecto

4.1 Arquitectura WEB

4.1.1 Patrón de Arquitectura Software

¿Qué es un patrón?

Con el término **patrón** nos referimos a la forma de organizar los componentes de un sistema aplicando ciertas normas de diseño para fortalecer su usabilidad y prepararlo para su evolución. Se trata de organizar los componentes de un sistema para conseguir una mayor calidad en el software cumpliendo ciertos atributos como: configurabilidad, integridad, modificabilidad con vistas al futuro, sencilla mantenibilidad, portabilidad, escalabilidad, seguridad, etc.

Estructura del patrón MVC

El **MVC** es un patrón de arquitectura de software que se encarga de separar la lógica del negocio de la interfaz del usuario. Además, es el más utilizado en aplicaciones Web, ya que facilita la funcionalidad, mantenibilidad y escalabilidad del sistema de forma sencilla, permitiendo a su vez no mezclar lenguajes de programación en el mismo código.

Por consiguiente, la programación de la aplicación se separa en tres componentes (organizando el código en base a su función): un modelo, una o varias vistas, y uno o varios controladores. De hecho, este patrón separa el código en tres capas:

- El **modelo** implementa la lógica de la aplicación, es decir, almacena todos los datos y el estado de la aplicación y además tiene los métodos que trabajan con dichos. Como podremos intuir, la base de datos pertenecerá a esta capa. El modelo no es “consciente” de la vista y el controlador (no los referencia directamente).
- La **vista** es la interfaz de usuario, dicho de otra forma, es lo que utilizan los usuarios para interactuar con la aplicación (conteniendo los elementos que permitirán dicha interacción, como los botones y menús). Muestra al usuario una representación visual del modelo, sus datos y estado, tomándolos directamente del modelo. Es necesario destacar que el objetivo de la vista no es implementar el comportamiento de esos elementos. En una aplicación web, la capa de la vista suele estar formada principalmente por plantillas.
- El **controlador** es el intermediario entre la vista y el modelo. Es quien realiza llamadas al modelo para obtener los datos y se los entrega a la vista para que ésta lo presente al usuario.

Es necesario destacar que la vista y el controlador se unen en nuestro proyecto ya que no es un proyecto complejo en cuanto que necesite tener el controlador separado de la

vista. Se debe a que nuestro proyecto no va a realizar operaciones muy complejas como para que el controlador necesite estar separado de la vista.

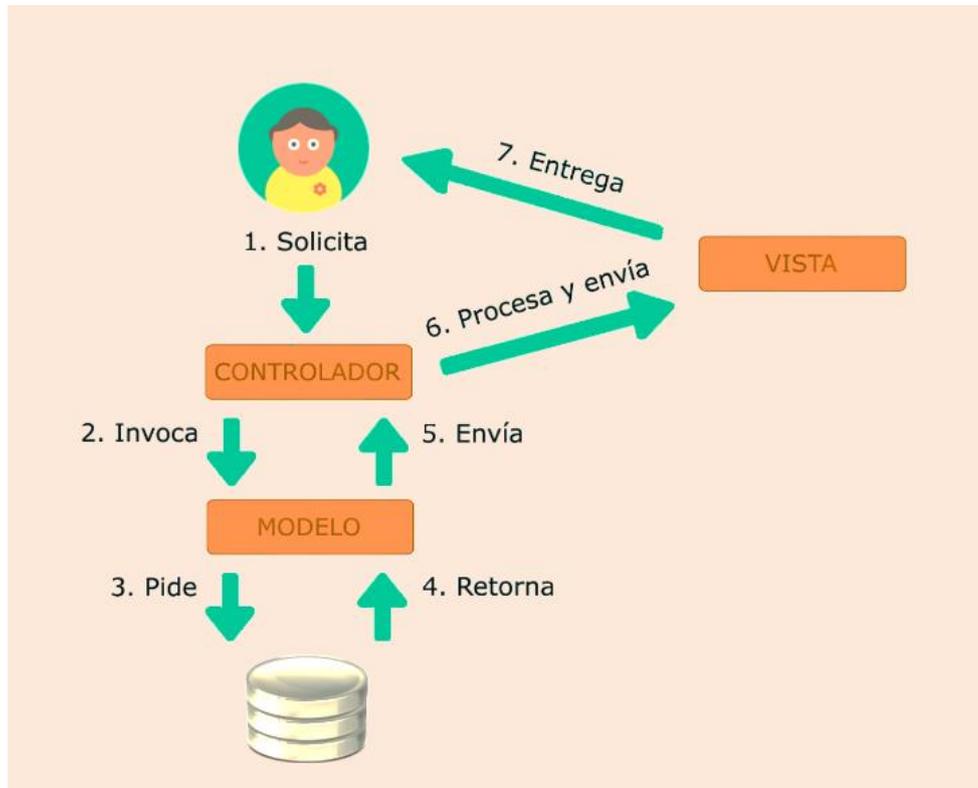


Ilustración 18: Modelo-Vista-Controlador

Funcionamiento del patrón MVC

El funcionamiento básico del patrón MVC es el siguiente:

1. El usuario realiza una petición que captura el controlador
2. El controlador llama al modelo correspondiente
3. El modelo solicita la información a la base de datos
4. El modelo recoge la información de la base de datos
5. El controlador recibe la información
6. El controlador procesa y envía la información a la vista
7. La vista entrega al usuario la información de forma “humanamente legible”.

4.1.2 Arquitectura Web

La arquitectura Web está basada en el paradigma cliente-servidor, donde los navegadores envían peticiones HTTP al servidor web y el servidor le responde con la información solicitada.

¿Qué es el modelo Cliente-Servidor?

El modelo cliente-servidor es una arquitectura software en la que las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios (servidores), y los demandantes

(clientes).

Empezó a ser aceptado a finales de los 80's. Su funcionamiento es sencillo: se tiene una máquina cliente, que requiere un servicio de una máquina servidor, y éste realiza la función para la que está programado.

En este modelo, el cliente envía un mensaje solicitando un determinado servicio a un servidor (hace una petición), y este envía uno o varios mensajes con la respuesta (provee el servicio).

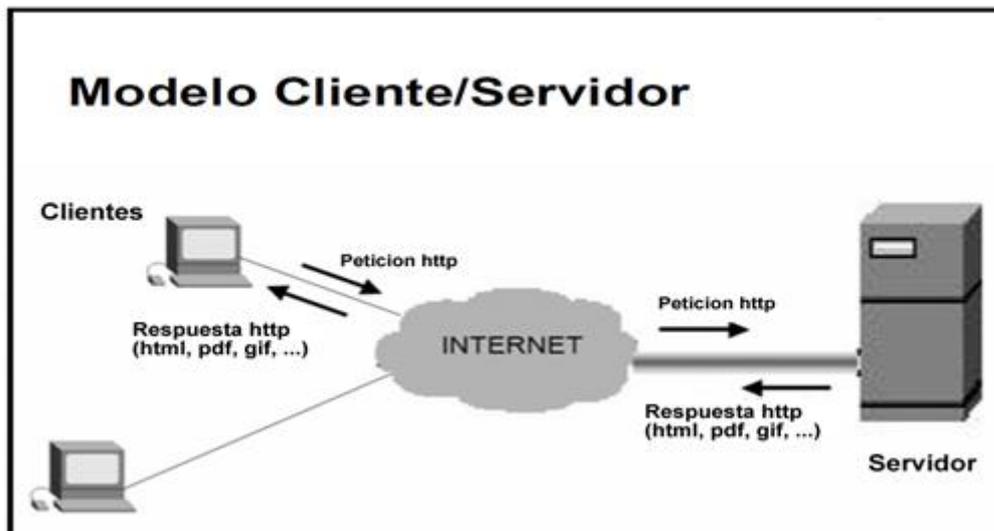


Ilustración 19: Modelo Cliente-Servidor

¿Qué es un Cliente?

El cliente es el proceso que permite al usuario formular los requerimientos y pasarlos al servidor, se le conoce con el término front-end.

Algunas de las funciones del cliente son:

- Administrar la interfaz de usuario.
- Interactuar con el usuario.
- Procesar la lógica de la aplicación y hacer validaciones locales.
- Generar requerimientos de bases de datos.
- Recibir resultados del servidor.
- Formatear resultados.

Existen dos clases de clientes: los navegadores y los robots.

Puesto que los clientes de nuestra aplicación van a ser los navegadores, vamos a realizar un breve inciso sobre que son y cómo funcionan.

Navegadores

Los navegadores son aplicaciones que realizan las peticiones a solicitud de un

usuario y recibe, analiza y da formato a las respuestas.

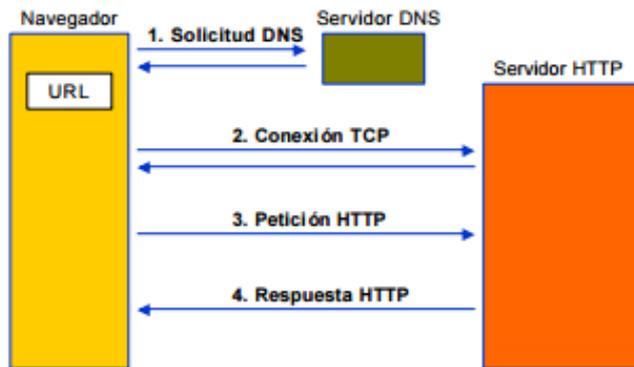


Ilustración 20: Interacción Navegador-Servidor

En cuanto a las funcionalidades del navegador, podemos destacar las siguientes:

- Construyen y mandan la petición HTTP.
- Reciben, interpretan y presentan la respuesta.
- Proporcionan el interfaz para conectarse y utilizar otros servicios: mail, news, ftp, etc.
 - El protocolo por defecto es HTTP.
- Gestionan la Caché local.
- Manejo de las Cookies.

¿Qué es un servidor?

Es el proceso encargado de atender a múltiples clientes que hacen peticiones de algún recurso administrado por él. Al proceso servidor se le conoce con el término back-end.

El servidor normalmente maneja todas las funciones relacionadas con la mayoría de las reglas del negocio y los recursos de datos.

Algunas de las funciones del servidor son:

- Aceptar los requerimientos de bases de datos que hacen los clientes.
- Procesar requerimientos de bases de datos.
- Formatear datos para transmitirlos a los clientes.
- Procesar la lógica de la aplicación y realizar validaciones a nivel de bases de datos.

4.1.3 Arquitectura WebRTC

La arquitectura WebRTC extiende al modelo cliente-servidor introduciendo el paradigma de comunicación peer-to-peer entre los navegadores.

El modelo general de la arquitectura WebRTC se muestra en la siguiente ilustración:

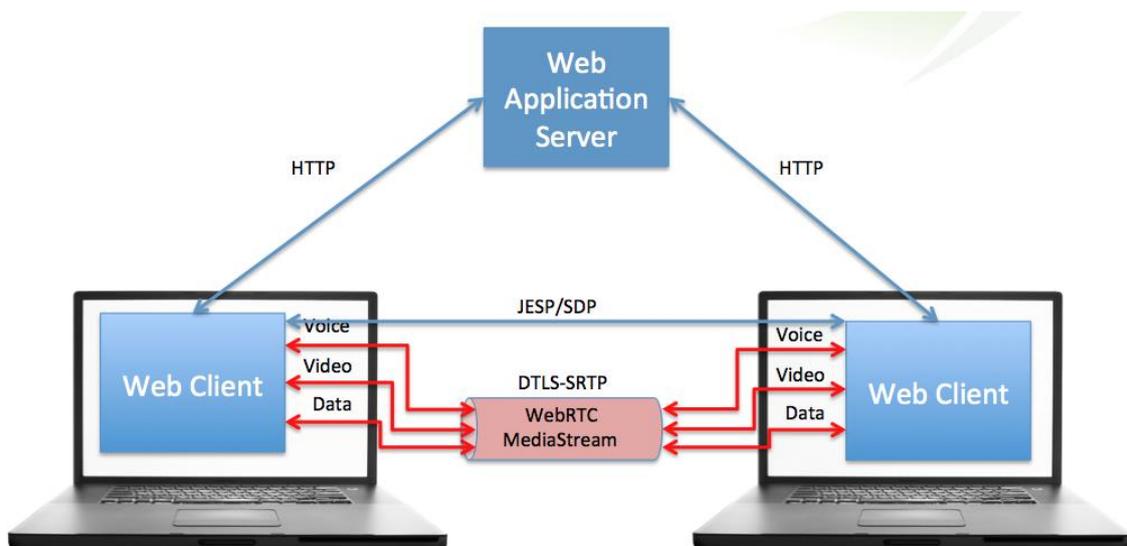


Ilustración 21: Arquitectura WebRTC

En este ejemplo, los dos navegadores están corriendo una aplicación web descargada del mismo servidor web. La conexión entre pares (Peer-to-Peer) configura el camino para transmitir la información multimedia entre navegadores sin la necesidad de ningún servidor.

Otra forma de representación de la arquitectura WebRTC la podemos observar en la siguiente ilustración:

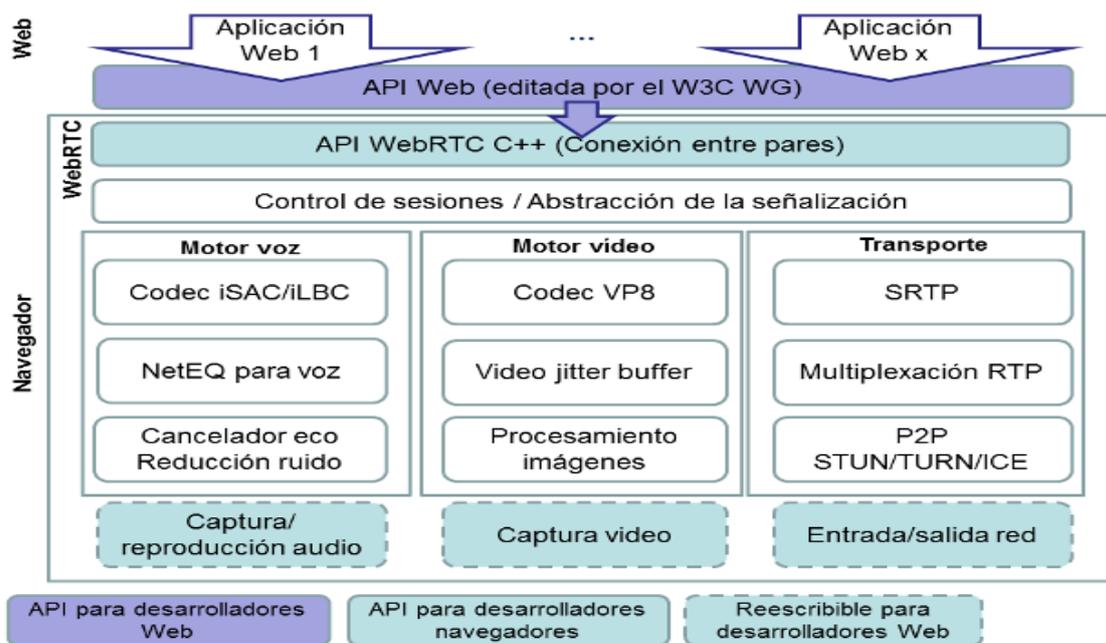


Ilustración 22: Arquitectura en capas WebRTC

Como podemos observar, la mayor funcionalidad de WebRTC se realizara en el navegador. Por consiguiente, podemos destacar que RTCPeerConnection permite a los desarrolladores Web crear aplicaciones WebRTC usando JavaScript de una forma sencilla y sin necesidad de conocer la complejidad que la API esconde. Los *codecs* y protocolos realizan prácticamente todo el trabajo para que la comunicación en tiempo real sea posible.

4.2 Arquitectura Streaming

Actualmente Internet es la herramienta de comunicación más importante del mundo en la que los usuarios cada vez más se animan a transmitir contenidos y compartirlos con otros usuarios.

Esta necesidad ha generado la posibilidad de que algunos usuarios hayan decidido lanzarse a retransmitir sus contenidos vía *streaming*.

4.2.1 ¿Qué es el *Streaming*?

El *streaming* es la distribución digital de multimedia a través de una red de computadoras de manera que el usuario consume el producto, generalmente archivo de vídeo o audio, en paralelo mientras se descarga. La palabra *streaming* se refiere a: una corriente continua (que fluye sin interrupción).

Características y tecnología:

- Tecnología de transmisión a través de redes de medios continuos (principalmente audio y vídeo).
- No existe descarga de información a un disco local.
- Se envía la información a través de la red y el cliente la reproduce en tiempo real al recibirla.

4.2.2 Tipos de transmisión del Streaming

- **Punto a Punto (Unicast):** como por ejemplo el teléfono, o la videoconferencia por Internet. Una propiedad importante de este tipo de comunicación es el hecho de que exista un canal o no de retorno entre el emisor y el receptor.
- **Difusión (Broadcast):** es la forma más popular de comunicación por vídeo, su comunicación va entre un punto a muchos (o desde un punto a todos), como por ejemplo la televisión. La difusión es una forma muy eficiente de comunicación de contenidos populares, ya que puede enviar estos contenidos a todos los receptores al mismo tiempo. Una característica importante de la comunicación por difusión es quedado que involucra un número muy grande de receptores es casi imposible tener una interacción entre el receptor y el transmisor.

- **Multidifusión (Multicast):** es una forma de comunicación entre uno y muchos puntos pero no entre uno y todos los puntos como la difusión. El *multicast* es más eficiente para poder comunicarse con múltiples receptores que el punto a punto y tiene ventajas y desventajas similares a la difusión.

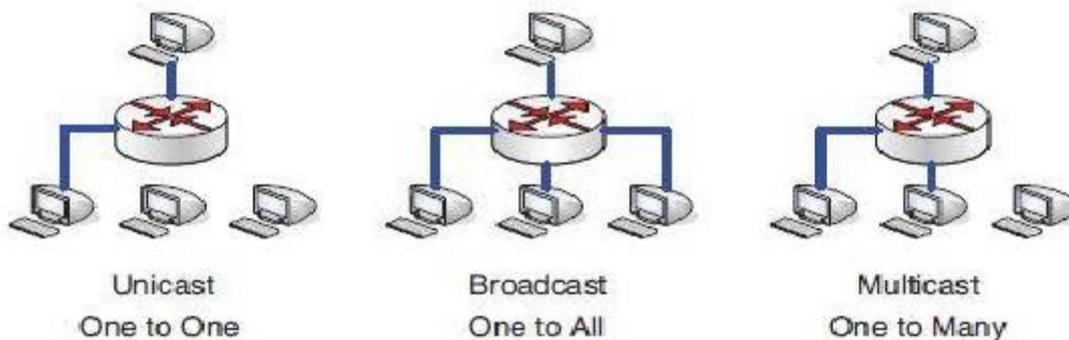


Ilustración 23: Tipos de transmisiones

En nuestra aplicación, el *streaming* se corresponde con el tipo Punto a Punto puesto que el docente podrá impartir tutorías únicamente a un único alumno al mismo tiempo.

4.2.3 Tipos de Arquitectura Streaming

En cuanto a los tipos de arquitecturas existentes en el *streaming* podemos clasificarlas en tres, que son: Arquitectura típica (*cliente-servidor*), Arquitectura sin servidor (*server-less*) y Arquitectura sin cliente (*client-less*). A continuación mostraremos una breve caracterización de cada una:

- **Arquitectura típica**
 - Con servidor y cliente.
- **Arquitectura sin servidor (*server-less*)**
 - No hay servidor de audio/video.
 - Se sirve mediante un servidor web.
 - Da lugar a servicios de *pseudo-streaming* o *fast-start*.
- **Arquitectura sin cliente (*client-less*)**
 - No hay programa cliente.
 - Se utiliza para visualizar un *applet* Java o un *plugin* (p.e. Flash).

En cuanto a la arquitectura del *streaming* de nuestro proyecto viene determinada por las características y la propia arquitectura de WebRTC.

Como ya hemos comentado en la Sección 2.2, la arquitectura WebRTC necesita un servidor web que se encargue de la señalización entre los dos pares, dicho de otra forma, el servidor web se encargara de intercambiar información relativa al control de sesión, a la configuración de la red y a las características multimedia.

El procesamiento del audio y video, como vimos en la Sección 4.1.3, lo realizara

el propio navegador, que enviara/recibirá flujos de video y audio directamente a/de otro navegador, sin necesitar un servidor intermedio que lo procese como ocurre en muchas aplicaciones que usan la tecnología *streaming*. Por lo tanto, nuestro servidor web no realizara dichos procesamientos.

En la siguiente ilustración se puede comprobar como los navegadores se comunican entre sí, enviándose los flujos de audio y video mediante los protocolos de transporte RTCP y RTP.

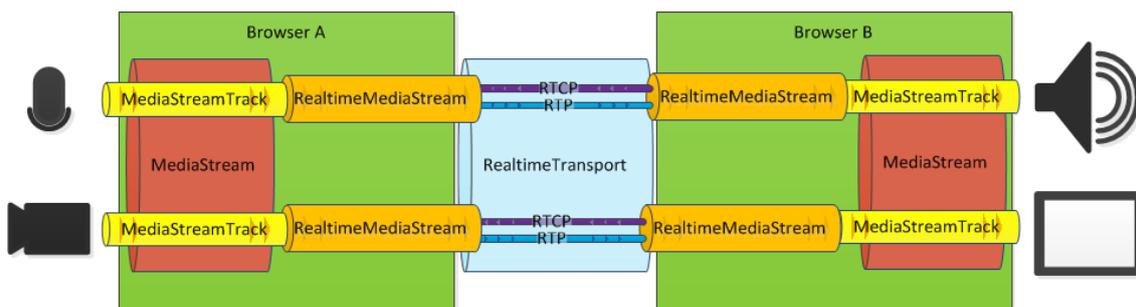


Ilustración 24: Comunicación entre Navegadores. WebRTC

Por estos motivos anteriores, podemos considerar que la arquitectura *streaming* de nuestro proyecto es una **arquitectura sin servidor (server-less)**.

Por último es necesario destacar que para proyectos más complejos, sí sería necesario un servidor multimedia para por ejemplo almacenar los flujos de *streaming* (audio, video, archivos, texto, etc.) o incluso para codificarlos o decodificarlos.

4.2.4 Proceso *Streaming*

El proceso *streaming* mostrará todas las etapas que suceden desde la digitalización de las señales analógicas hasta la propia retransmisión y percepción de la información retransmitida por el usuario final.

Las etapas del proceso son las siguientes:

- Captura
- Codificación
- Difusión

Captura

En esta etapa del proceso, se digitalizaran las señales unidimensionales (audio), bidimensionales (imagen) y tridimensionales (vídeo) del mundo analógico en el que vivimos.

Los dispositivos de captura serán aquellos que obtengan la información continua

del medio en un soporte eléctrico y digital.

Puesto que en nuestro proyecto únicamente digitalizaremos el audio y el video, sólo necesitaremos un dispositivo de video como una webcam y un dispositivo de audio como un micrófono. Esta captura será ordenada por los navegadores.

Codificación

En esta etapa, la información será comprimida para que pueda viajar por la Web a una velocidad adecuada.

Además, la información multimedia necesita una representación estandarizada que facilite su consumo, intercambio y edición por lo que también será necesario codificarla.

Respecto al proyecto que estamos documentando, la etapa de codificación se realizara como ya se ha comentado anteriormente en el navegador. Dichos navegadores serán capaces de codificar los flujos multimedia ya que como se ha visto en la *Ilustración 22*, estos navegadores poseen un motor de voz y video.

Los *codecs* utilizados por WebRTC son los siguientes:

- ✓ **Los *códec de voz*** son el tradicional ITU-T G.711 y el reciente IETF RFC 6716 OPUS, los cuales no necesitan licencia.
- ✓ El ***códec de video*** usado es el VP8. Este códec es muy similar al H.264 (un códec utilizado tradicionalmente y que tiene unos costes de licencias asociados a patentes de MPEG). VP8 no tiene límite de fotogramas por segundo. Además utiliza 14 bits para la altura del fotograma y 14 bits para la anchura de este por lo que consigue una resolución máxima de 16384x16384 píxeles. Aunque no se destaca que en un futuro WebRTC pueda soportar el códec H.264.

Difusión

El proceso de difusión va a ser el encargado de transmitir la información desde un navegador hacia otros navegadores. En esta etapa es necesario tener un ancho de banda óptimo.

El envío de información hacia otros navegadores (*peers*) se lleva a cabo mediante los protocolos de transporte RTP y RTCP.

Para comenzar, hemos de destacar que el protocolo RTP posee dos componentes:

- RTP propiamente dicho.
- RTCP asociado.

RTCP es un protocolo adicional para el envío de datos de control y datos de

mediciones realizadas durante la transmisión. Los paquetes RTCP se envían periódicamente dentro de la secuencia de paquetes RTP.

RTP trabaja sobre el protocolo UDP (no orientado a conexión). Para llevar a cabo el transporte utiliza números de secuencia (para ordenar los paquetes) y marcas de tiempo (para sincronizar diferentes flujos de medios).

Como limitaciones podemos citar que:

- no garantiza el envío,
- no garantiza que los paquetes lleguen ordenados,
- no garantiza que los paquetes lleguen a tiempo,
- no garantiza la calidad de servicio
- pero proporciona la información para controlarla.

Dado que las retransmisiones de TCP provocan demoras, UDP es el protocolo más usado para el *streaming* de vídeo. Dado que UDP no asegura la entrega, el receptor deberá confiar en el protocolo RTP para detectar las pérdidas de paquetes.

Por último, el navegador que obtiene la información, decodifica los paquetes obtenidos y la muestra.

4.2.5 Especificaciones Técnicas

Bitrates

Uno de los aspectos más importantes en las especificaciones técnicas relacionadas con el *streaming* es el *bitrate*.

Recordemos que el término tasa de bits o *bitrate* define el número de bits que se transmiten por unidad de tiempo a través de un sistema de transmisión digital o entre dos dispositivos digitales. Así pues, es la velocidad de transferencia de datos.

Por lo tanto el *bitrate* está condicionado por el ancho de banda que tenga el cliente transmisor, en nuestro caso el docente.

Por consiguiente el docente necesitara utilizar un *bitrate* apropiado al ancho de banda por el que desee retransmitir. Una buena práctica es asignar como *bitrate* máximo el 80% del ancho de banda. Suponiendo que un docente tenga un ancho de banda de 50Mb de velocidad descarga y 5Mb de velocidad subida, el 80% de 5Mb son 4Mb, por lo tanto su *bitrate* máximo sería aproximadamente de 4000 Kb/s.

Otra práctica aconseja que si se está transmitiendo en vivo, asegurarse de que la velocidad de subida del cliente transmisor sea 1,5 veces mayor que el *bitrate*.

Obviamente, existen muchos factores que condicionan que práctica debemos elegir. Y todo va a depender del ancho de banda y la resolución, cuanto mayor ancho de

banda tengamos, mayor podrá ser el *bitrate* de nuestra transmisión.

Cuanto mayor sea el *bitrate*, mayor velocidad de transmisión tendremos, pero no sólo hemos de tener en cuenta el ancho de banda del usuario que transmite, sino también tendremos que tener en cuenta otros factores como el tipo de CPU que se utiliza, el tipo de tarjeta gráfica e incluso el objeto a retransmitir, no es lo mismo realizar un *streaming* de un juego fluido a retransmitir una clase on-line.

Con el fin de garantizar una calidad mínima en el *streaming*, consideramos que es necesario que el usuario que transmita considere un *bitrate* mínimo de transmisión.

Factores a tener en cuenta con WebRTC

1. El ancho de banda mínimo para el códec Opus es de 6 kbit/s.
2. El ancho de banda máximo para el códec Opus es de 510 kbit/s.
3. El ancho de banda mínimo para el códec Vp8 es de 100 kbit/s.
4. El ancho de banda máximo para el códec Vp8 es de más de 2000 kbit/s.
 - a. 720p con un *bitrate* de 30FPS causa un ancho de banda de entre 1 a 2 Mbps.
 - b. 360p con un *bitrate* de 30FPS causa un ancho de banda de entre 0.5 a 1 Mbps.
 - c. 180p con un *bitrate* de 30FPS causa un ancho de banda de entre 0.1 a 0.5 Mbps.
5. El máximo ancho de banda utilizado por cada puerto RTP es de 1MB.
6. En un escenario 1 a 1 como máximo se utilizan 4 puertos RTP por cada par:
 - a. Un puerto RTP para la salida de video.
 - b. Un puerto RTP para la salida de audio.
 - c. Un puerto RTP para la entrada de video.
 - d. Un puerto RTP para la entrada de audio.

Por consiguiente, los requisitos mínimos para la realización de *streaming* serían:

Ancho de Banda de Subida

Ancho de banda mínimo del códec Opus => 6 kbit/s.

Ancho de banda mínimo del códec Vp8 => 100 kbit/s.

Suma = 106 kbit/s, aproximadamente 0,1 MB/s

Además utilizamos 2 puertos de salida RTP, por lo que necesitamos 2MB/s de subida.

Por lo tanto necesitamos $2 \text{ MB/s} + 0.1 \text{ MB/s} = 2,1 \text{ MB/s}$ de ancho de banda de subida.

Ancho de Banda de Bajada

Utilizamos 2 puertos de entrada RTP, por lo que necesitamos como mínimo 2 MB/s de ancho de banda de bajada.

NOTA: Lo conveniente sería tener el mismo ancho de banda de subida que de bajada para que la videoconferencia se viera fluida. Es decir, aunque hemos comentado que el máximo ancho de banda de bajada sería de 2MB/s (lo que exige los puertos de entrada RTP, aunque podría ser menos de 2MB/s), aun así necesitaríamos al menos 2,1MB/s (ancho de banda de subida) para que el *streaming* sea fluido.

Otro factor a tener en cuenta es la resolución, que está íntimamente relacionada con el factor de CPU y el factor de tarjeta gráfica. Una resolución mayor necesita un mayor procesamiento por parte de la CPU y de la tarjeta gráfica. Por su parte, WebRTC permite una serie de resoluciones determinadas.

En cuanto a nuestra aplicación, no se necesita de una gran resolución de pantalla ni tampoco de unos gráficos excesivos ya que son clases online donde el docente explicar sus lecciones.

Por otro lado, el alumno no tiene tantos problemas ya que por lo general, el ancho de banda de subida ofertado por las compañías telefónicas siempre es menor que el ancho de banda de bajada, por lo tanto reproducir el vídeo en directo no debería suponer algún problema para este.

4.3 Integración de arquitecturas

Como ya se ha comentado anteriormente, nuestro proyecto va a ser el resultado de la unión de la arquitectura web con la arquitectura streaming. En nuestro caso se han utilizado dos servidores web, uno de ellos es el Apache, que se encargará de llevar a cabo toda la arquitectura web ya comentada anteriormente, por otro lado, tendremos el servidor Node, por su parte, se encargará de la arquitectura streaming. Ambos son servidores web, y el motivo que nos ha llevado a usar estos dos se debe a que la arquitectura streaming se ha integrado sobre la arquitectura web en vez de construirse al mismo tiempo.

Podría haberse usado Node como servidor web único, pero hubiera sido necesario realizar grandes modificaciones en el trabajo ya realizado, por lo que se ha considerado que la existencia de ambos servidores es necesaria.

Ahora bien, ambos servidores van a tener que comunicarse entre sí, ya que de otra forma, ambas arquitecturas quedarían inconexas, por lo tanto hemos usado Memcached como puente de enlace entre ambos servidores web.

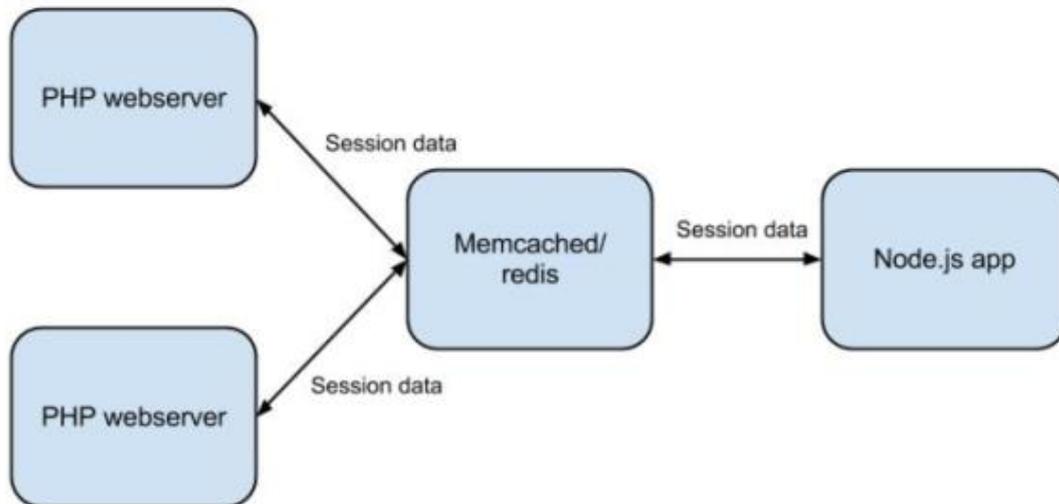


Ilustración 25: Compartición de sesiones mediante Memcached

Como se puede ver en la ilustración anterior, la comunicación entre los servidores web se realizará mediante Memcached a través de las sesiones. Por lo que las sesiones generadas por un servidor web de PHP (Apache en nuestro caso) pueden ser enviadas a otros servidores web y viceversa.

Cada vez que se completa una petición de sesión en Apache, la sesión se envía a Memcached y este almacena una copia de dicha sesión. Cuando el servidor Node necesita dicha sesión, este la obtiene de Memcached. Obviamente es necesario llevar un control de las ID's de sesiones para evitar confusiones.

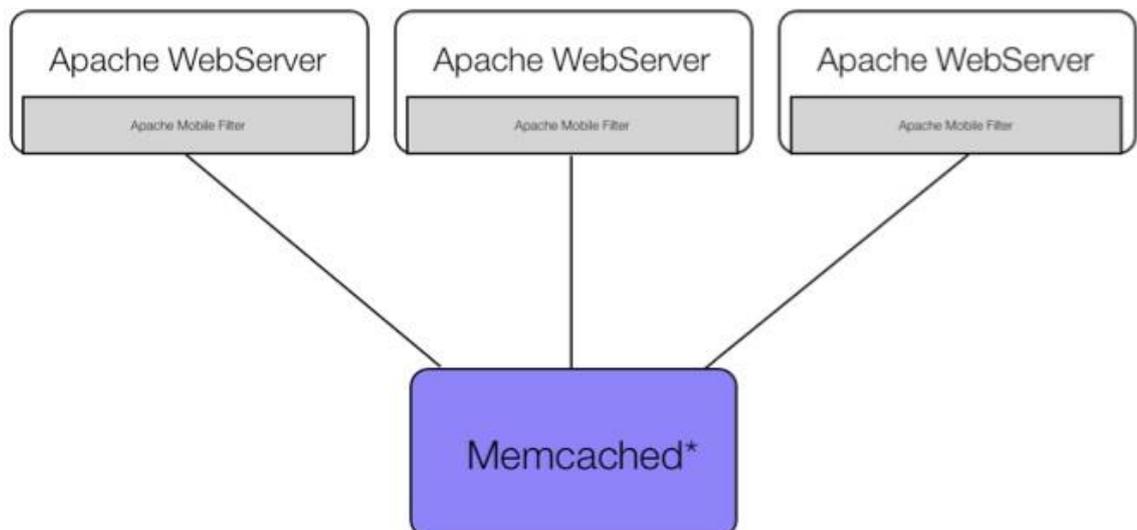


Ilustración 26: Uso de memoria caché entre varios servidores

Por lo tanto, y como podemos ver en la anterior Ilustración, Memcached actúa como una memoria compartida entre los servidores web.

La mayoría de veces Memcached actúa como un balanceador de carga entre los servidores. En este caso, hemos aprovechado dichas características para usar Memcached como una pequeña base de datos, cuyos datos se almacenan en la memoria cache.

4.4 Diseño de Interfaz

En este apartado de la documentación se mostrara el contenido de la interfaz de nuestra aplicación.

Se han especificado 15 interfaces de la aplicación (que corresponden al usuario administrador) ya que para el resto de usuarios van a ser similares aunque obviamente no tendrán todas.

DI-01	Página principal
Definición	Esta es la página que los usuarios van a ver la primera vez que acceden a la aplicación.
Activación	Esta interfaz se activara automáticamente al acceder a la dirección del servidor
Boceto	
Eventos	El usuario deberá rellenar los campos de "Nombre de Usuario" y "Contraseña" Al pulsar el botón de "Login", el usuario podrá acceder a nuestra aplicación web

Tabla 70: Diseño de Interfaz: Pagina Principal

DI-02	Página de Inicio de Usuario
Definición	Esta es la página que los usuarios van a ver una vez que se han identificado correctamente.
Activación	Esta interfaz se activara automáticamente al identificarse correctamente en la aplicación.
Boceto	
Eventos	<p>Desde esta interfaz, el usuario podrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si pulsamos el botón “Salir”, podremos salir de la aplicación. • Si pulsamos el botón “Editar su perfil” nos llevara a la página para modificar el perfil del propio usuario. • Si pulsamos el botón “Modificar Usuarios” nos llevara a la página para modificar los usuarios del sistema. • Si pulsamos el botón “Crear un nuevo usuario” nos llevara a la página correspondiente a la creación de nuevos usuarios • Si pulsamos el botón “Crear Asignaturas” nos llevara a la página correspondiente a la creación de asignaturas. <p>Excepto la opción de salir del sistema (que se encontrara en la cabecera), todas ellas se encontraran en el menú.</p>

Tabla 71: Diseño de Interfaz: Página de Inicio de Usuario

DI-03	Editar Perfil
Definición	En esta página se podrán modificar los datos propios del usuario.
Activación	Esta interfaz se activara automáticamente al pulsar el botón de “Editar su perfil” del menú.

Boceto	
Eventos	<p>Desde esta interfaz el usuario podrá modificar su perfil de usuario, además de todas las opciones que se encuentran en el menú y salir del sistema. Para modificar el propio perfil, deberá sobrescribir los campos que desee modificar y pulsar sobre el botón “Guardar”.</p> <p>Desde esta interfaz, el usuario podrá salir del sistema.</p>

Tabla 72: Diseño de Interfaz: Editar perfil

DI-04	Modificar/Eliminar Usuarios
Definición	En esta página se podrán modificar los datos de un usuario, además podrá eliminar dicho usuario del sistema.
Activación	Esta interfaz se activara automáticamente al pulsar el botón de “Modificar Usuarios” del menú.

Boceto	
Eventos	<p>Además de las operaciones posibles que se permiten realizar en el menú, el usuario con esta interfaz podrá obtener un listado de los usuarios que se encuentran en el sistema, además podrá modificar sus datos e incluso eliminarlos. Para ello el usuario deberá pulsar el botón “Eliminar” para eliminar al usuario o rellenar los datos que desee modificar de este y pulsar el botón “Modificar”</p> <p>Desde esta interfaz, el usuario podrá salir del sistema.</p>

Tabla 73: Diseño de Interfaz: Modificar/Eliminar Usuarios

DI-05	Crear Usuario
Definición	En esta página se podrá crear un nuevo usuario en el sistema.
Activación	Esta interfaz se activara automáticamente al pulsar el botón de “Crear un nuevo usuario” del menú.

Boceto	
Eventos	<p>Además de las operaciones posibles que se permiten realizar en el menú, el usuario con esta interfaz podrá crear un nuevo usuario. El usuario deberá rellenar los datos y pulsar sobre el botón “Registrar”.</p> <p>Desde esta interfaz, el usuario podrá salir del sistema.</p>

Tabla 74: Diseño de Interfaz: Crear Usuario

DI-06	Registrar asignaturas
Definición	En esta página se podrá registrar una nueva asignatura en el sistema
Activación	Esta interfaz se activara automáticamente al pulsar el botón de “Crear una asignatura” del menú.

Boceto	
Eventos	<p>Además de las operaciones posibles que se permiten realizar en el menú, el usuario con esta interfaz podrá registrar una nueva asignatura. El usuario deberá rellenar los datos y pulsar sobre el botón “Registrar”.</p> <p>Desde esta interfaz, el usuario podrá salir del sistema.</p>

Tabla 75: Diseño de Interfaz: Registrar Asignaturas

DI-07	Gestionar asignaturas
Definición	En esta página se podrá seleccionar una asignatura para posteriormente gestionarla, incluido sus temas, recursos y tutorías.
Activación	Esta interfaz se activara automáticamente al pulsar el botón de “Gestionar asignaturas” del menú.

Boceto	
Eventos	<p>Además de las operaciones posibles que se permiten realizar en el menú, el usuario con esta interfaz podrá obtener información y nuevas opciones relativas a la asignatura.</p> <p>Se mostrara un listado con los temas, y se podrá acceder a ellos de forma individual.</p> <p>Estas opciones serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modificar datos de la asignatura • Gestionar temas • Cambiar Profesor • Cambiar alumnos matriculados <p>Desde esta interfaz, el usuario podrá salir del sistema.</p>

Tabla 76: Diseño de Interfaz: Gestionar Asignaturas

DI-08	Modificar-Eliminar Asignaturas
Definición	En esta página se podrá modificar o eliminar la asignatura seleccionada.
Activación	Esta interfaz se activara automáticamente al pulsar el botón de “Modificar datos de la asignatura” de la interfaz de “Gestionar Asignaturas”.

Boceto	
Eventos	<p>Además de las operaciones posibles que se permiten realizar en el menú, el usuario con esta interfaz podrá modificar o eliminar la asignatura. El usuario deberá rellenar los datos y pulsar sobre el botón “Modificar” en caso de que desee modificar los datos de la asignatura, o en caso de que desee eliminarla deberá pulsar el botón de “Eliminar”.</p> <p>Desde esta interfaz, el usuario podrá salir del sistema.</p>

Tabla 77: Diseño de Interfaz: Modificar-Eliminar Asignaturas

DI-09	Listar-Crear-Borrar temas
Definición	En esta página se podrá obtener un listado de los temas de la asignatura seleccionada, también se podrá crear un nuevo tema o eliminar alguno ya existente.
Activación	Esta interfaz se activara automáticamente al pulsar el botón de “Gestionar Temas” de la interfaz de “Gestionar Asignaturas”.

Boceto	
Eventos	<p>Además de las operaciones posibles que se permiten realizar en el menú, el usuario con esta interfaz podrá listar los temas existentes en la asignatura, eliminarlos y además, crear un tema nuevo.</p> <p>El usuario deberá rellenar los datos y pulsar sobre el botón “Registrar” en caso de que desee crear un nuevo tema.</p> <p>En caso de que el usuario desee eliminar un tema del listado, deberá pulsar sobre el botón “Borrar”.</p> <p>Por otra parte, el nombre de los temas listados será un enlace que conduzca a la interfaz de “Información del tema”.</p> <p>Desde esta interfaz, el usuario podrá salir del sistema.</p>

Tabla 78: Diseño de Interfaz: Listar-Crear-Borrar Temas

DI-10	Cambiar Profesor
Definición	En esta página se podrá obtener una pequeña información sobre la asignatura seleccionada y además se podrá cambiar el docente responsable de la asignatura.
Activación	Esta interfaz se activara automáticamente al pulsar el botón de “Cambiar Profesor” de la interfaz de “Gestionar Asignaturas”.

Boceto	
Eventos	<p>Además de las operaciones posibles que se permiten realizar en el menú, el usuario con esta interfaz podrá cambiar el docente responsable de la asignatura seleccionada.</p> <p>Para ello, el usuario deberá desplegar el desplegable y seleccionar el docente que desee que sea el responsable de la asignatura. Por último y para guardar los cambios, el usuario deberá pulsar sobre el botón “Elegir Profesor”</p> <p>Desde esta interfaz, el usuario podrá salir del sistema.</p>

Tabla 79: Diseño de Interfaz: Cambiar Profesor

DI-11	Información del Tema
Definición	En esta página se podrá obtener un listado sobre los recursos públicos y privados pertenecientes a dicho tema.
Activación	Esta interfaz se activara automáticamente al pulsar el nombre del tema de la interfaz de “Listar-Crear-Borrar Temas”.

Boceto	
Eventos	<p>Además de las operaciones posibles que se permiten realizar en el menú, el usuario con esta interfaz podrá obtener información acerca del tema seleccionado. También podrá listar los recursos públicos, los recursos privados y las tutorías.</p> <p>Por último se mostrara una serie de opciones nuevas que el usuario podrá utilizar como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modificar datos del tema • Añadir recurso • Gestionar recursos <p>Desde esta interfaz, el usuario podrá salir del sistema.</p>

Tabla 80: Diseño de Interfaz: Información del Tema

DI-12	Modificar Temas
Definición	En esta página se podrá modificar un tema.
Activación	Esta interfaz se activara automáticamente al pulsar sobre el botón “Modificar datos del tema” de la interfaz “Información del tema”

Boceto	
Eventos	<p>Además de las operaciones posibles que se permiten realizar en el menú, el usuario con esta interfaz podrá modificar los datos de un tema. Para ello deberá reescribir los campos del tema que desee modificar y pulsar sobre el botón “Modificar”.</p> <p>Desde esta interfaz, el usuario podrá salir del sistema.</p>

Tabla 81: Diseño de Interfaz: Modificar Temas

DI-13	Agregar recurso
Definición	En esta página se podrán agregar recursos.
Activación	Esta interfaz se activara automáticamente al pulsar sobre el botón “Añadir recurso” de la interfaz “Información del tema”

Boceto	
Eventos	<p>Además de las operaciones posibles que se permiten realizar en el menú, el usuario con esta interfaz podrá registrar un tema nuevo en el sistema. Para ello deberá rellenar los campos, elegir la visibilidad (pública o privada) en un desplegable y cagar un archivo del sistema. Por ultimo deberá presionar sobre el botón “Enviar”.</p> <p>Desde esta interfaz, el usuario podrá salir del sistema.</p>

Tabla 82: Diseño de Interfaz: Agregar Recurso

DI-14	Gestionar recursos
Definición	En esta página se podrán gestionar recursos. Se mostraran un listado de recursos públicos y privados. Los nombres de los recursos serán un enlace para modificar dichos recursos.
Activación	Esta interfaz se activara automáticamente al pulsar sobre el botón “Gestionar recursos” de la interfaz “Información del tema”

Boceto	
Eventos	<p>Además de las operaciones posibles que se permiten realizar en el menú, el usuario con esta interfaz podrá visualizar todos los recursos existentes en el tema seleccionado, además de borrarlos. Por otro lado el nombre del recurso será un enlace que lleve a la página de modificación de este.</p> <p>Si el usuario desea eliminar un recurso, deberá pulsar sobre el botón “Borrar”.</p> <p>Desde esta interfaz, el usuario podrá salir del sistema.</p>

Tabla 83: Diseño de Interfaz: Gestionar Recursos

DI-15	Modificar Recurso
Definición	En esta página se podrá modificar un recurso determinado, ya sea público o privado.
Activación	Esta interfaz se activara automáticamente al pulsar sobre el nombre del recurso en la interfaz de “Gestionar recursos”.

Boceto	
Eventos	<p>Además de las operaciones posibles que se permiten realizar en el menú, el usuario con esta interfaz podrá modificar un recurso. Para ello, deberá sobrescribir los campos que desea modificar, también deberá elegir la visibilidad del recurso y el archivo en caso que desee cargar alguno. Por ultimo deberá presionar el botón “Modificar” para guardar los cambios.</p> <p>Desde esta interfaz, el usuario podrá salir del sistema.</p>

Tabla 84: Diseño de Interfaz: Modificar Recurso

5. Implementación del Proyecto

5.1 Lenguajes

Los lenguajes que hemos utilizado para desarrollar nuestro proyecto han sido los siguientes:

- **HTML.** Es el acrónimo de “HyperText Markup Language” y se trata de un lenguaje de marcado que se usa para la creación de páginas web. Además, es un lenguaje muy sencillo que permite definir documentos de hipertexto a base de ciertas etiquetas que marcan partes del documento dándoles una estructura o jerarquía, permitiendo presentar el texto de una forma agradable y ordenada, con enlaces que dirigen a otros documentos o fuentes de información. Permite también posibles inserciones de multimedia (fotos, videos, sonidos, etc.).
- **JavaScript.** Es un lenguaje de programación interpretado orientado a documento. Surgió con el objetivo de extender las capacidades del lenguaje HTML. Los “scripts” de JavaScript pueden ser introducidos en páginas web. Esta tecnología permite dar respuesta a eventos iniciados por el usuario, tales como la entrada de un formulario o pinchar sobre un enlace determinado. Permite por lo tanto que la verificación y validación de datos del usuario se desarrollen en el lado del cliente, no siendo necesario la transmisión de dichos datos al servidor para su validación. Las entradas, después de chequearse en el cliente pueden ser transmitidas al servidor.
- **PHP.** Acrónimo de "PHP: HyperText Preprocessor", es un lenguaje de programación interpretado. Se utiliza para la programación de páginas web activas, y se destaca por su capacidad de mezclarse con el código HTML.
 - El uso más extendido del lenguaje PHP, es el de formar parte de una página web con el propósito de agregarle características dinámicas. Su interpretación y ejecución se da en el servidor en el que se encuentra almacenada la página recibiendo posteriormente el cliente el resultado de la ejecución.
 - Cuando un cliente realiza una petición al servidor para que le envíe una página web, enriquecida con código PHP, el servidor interpretará las instrucciones mezcladas en el cuerpo de la página y las sustituirá con el resultado de la ejecución antes de enviar el resultado al cliente.
 - PHP usa una licencia bajo su propio nombre (Licencia PHP) tratándose de una licencia de software libre no copyleft y una licencia de código abierto.
- **SQL.** El lenguaje SQL (Structured Query Language) es un lenguaje declarativo que se utiliza para interactuar con las bases de datos relacionales. SQL es un lenguaje que explota la flexibilidad y potencia de los sistemas relacionales permitiendo a su vez una gran variedad de operaciones.

5.2 Tecnologías

Las tecnologías que hemos utilizado para desarrollar nuestro proyecto han sido las siguientes:

- **WebSocket:** tecnología que proporciona un canal de comunicación bidireccional sobre un único socket TCP. Está diseñada para ser implementada en navegadores y servidores web, aunque puede utilizarse por cualquier aplicación cliente/servidor.

5.3 Herramientas Utilizadas

En esta sección se mostraran las herramientas utilizadas en este proyecto, y son las siguientes:



Eclipse es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación de código abierto multiplataforma para desarrollar aplicaciones.

Eclipse está desarrollado la mayoría en Java y contiene unos plugins que permite el desarrollo de aplicaciones en varios lenguajes como COBOL, Fortran, Haskell, JavaScript, PHP, Python, etc.

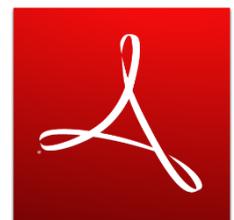
Brackets es un editor de código abierto para el diseño y desarrollo web construido sobre tecnologías como HTML, CSS y JavaScript. El proyecto fue creado y es mantenido por Adobe, y se distribuye bajo una licencia MIT.



Microsoft Word es una aplicación informática para procesamiento de textos. Incluye un corrector ortográfico, diccionario de sinónimos y la posibilidad de trabajar con diversas fuentes (tipografías).

Adobe Reader es una aplicación que permite ver, imprimir y buscar en documentos PDF a través de una interfaz.

También permite proteger documentos, colaborar online y llevar a cabo reuniones en tiempo real.





XAMPP es un servidor independiente de plataforma, software libre, que consiste principalmente en el sistema de gestión de bases de datos MySQL, el servidor web Apache y los intérpretes para lenguajes de script: PHP y Perl.

El programa está liberado bajo la licencia GNU y actúa como un servidor web libre, fácil de usar y capaz de interpretar páginas dinámicas.

StarUML es una herramienta para el modelamiento de software basado en los estándares UML (Unified Modeling Language) y MDA (Model Driven Architecture). Utiliza la licencia de código abierto GNU/GPL.



En definitiva esta es una de las mejores alternativas gratuita que hay en Internet para el modelamiento de software.



Dia es una aplicación informática de propósito general para la creación de diagramas, desarrollada como parte del proyecto GNOME.

Se puede utilizar para dibujar diferentes tipos de diagramas. Actualmente se incluyen diagramas entidad-relación, diagramas UML, diagramas de flujo, diagramas de redes, diagramas de circuitos eléctricos, etc.

MySQL Workbench es una herramienta visual de diseño de bases de datos que integra desarrollo de software, administración de bases de datos, diseño de bases de datos, creación y mantenimiento para el sistema de base de datos MySQL.



5.4 API's Utilizadas

En esta sección se mostraran las APIs que se han utilizado para desarrollar nuestro proyecto.

Como ya se ha comentado anteriormente, se han utilizado dos APIs para el desarrollo del proyecto. Todas ellas forman parte del WebRTC y son las siguientes:

- PeerConnection
- MediaStream

Estas APIs ya han sido explicadas anteriormente en la Sección 4.1.3 de este documento.

5.5 Frameworks Utilizados

En esta sección se mostraran los frameworks que se han utilizado para desarrollar nuestro proyecto:

Bootstrap es el framework HTML, CSS y JS para el desarrollo de proyectos de diseño adaptable más popular. Bootstrap hace que el desarrollo de interfaces de usuario sea más rápido y fácil. Además, es de código abierto y se hospeda, desarrolla y mantiene en GitHub.

En cuanto a la implementación y la puesta en marcha es sencilla. Simplemente debemos descargar el código desde la página oficial: <http://getbootstrap.com/getting-started/>

Una vez que tenemos el código, será necesario importarlo en nuestro proyecto. Bootstrap contiene los siguientes archivos:

```
Bootstrap/
├── css/
│   ├── bootstrap.css
│   ├── bootstrap.css.map
│   ├── bootstrap.min.css
│   ├── bootstrap-theme.css
│   ├── bootstrap-theme.css.map
│   └── bootstrap-theme.min.css
├── js/
│   ├── bootstrap.js
│   └── bootstrap.min.js
└── fonts/
    ├── glyphs-halflings-regular.eot
    ├── glyphs-halflings-regular.svg
    ├── glyphs-halflings-regular.ttf
    └── glyphs-halflings-regular.woff
```

```
└─ glyphs-halflings-regular.woff2
```

Por último, será necesario incluirlo en todos los documentos HTML de nuestro proyecto. A continuación se muestra un ejemplo:

```
<!DOCTYPE HTML>
<html>
<head>
<meta charset="UTF-8">
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">

<!-- Bootstrap -->
<link rel="stylesheet" href="/css/lib/bootstrap.css">
<link rel="stylesheet" href="/css/lib/bootstrap-theme.css">
<script src="/js/lib/jquery-2.1.4.js"></script>
<script src="/js/lib/bootstrap.js"></script>
```

Por último, es necesario destacar que los estilos de Bootstrap permiten que los proyectos que lo incluyan puedan visualizarse en cualquier sistema, incluidos los móviles.

Express.js

Es un Framework de desarrollo de aplicaciones web para Node.JS. Es flexible, robusto, rápido y bastante simple. Ofrece rutas de URL (Get, Post, etc.), facilidades para motores de plantillas (Jade, EJS, etc.), Middleware entre otras.

5.6 Implementación

En cuanto a la implementación, podemos decir que se han utilizado dos servidores web. Esto se debe a que la introducción del *streaming* en el proyecto requiere la utilización de un servidor NodeJs, sin embargo cuando se decidió la inserción del *streaming*, gran parte del código de la aplicación Web estaba ya acomodado para la utilización de Apache, por lo tanto sería necesario modificar todos los archivos PHP e ir realizándolos en JavaScript, lo que conlleva un gran trabajo y una enorme cantidad de horas perdidas.

Esta situación, nos lleva a utilizar Memcached, que se utilizara para el almacenamiento en cache de datos u objetos en la memoria RAM. Memcached es necesario en nuestro proyecto para pasar las sesiones que se obtienen en PHP al servidor Node, o lo que es lo mismo, relacionar ambos servidores. Concretamente Memcached almacenara en memoria la sesión del usuario, ya que posteriormente deberemos utilizarla en el servidor Node para permitirle el acceso a una sala o no.

Respecto a la organización del código, hemos utilizado el patrón modelo-vista-

controlador, comentado en la Sección 4.1.1 de este documento. Por lo tanto, nuestra aplicación se dividirá en varias componentes.

La vista será representada mediante la carpeta de “public”, que será la carpeta visible de nuestro servidor web, es decir, todo lo que este fuera de la carpeta “public” no será visible para un usuario que esté utilizando la aplicación, de esta forma daremos seguridad a nuestra aplicación, evitando por ejemplo, que un usuario pueda obtener los ficheros de consultas de la base de datos.

En cuanto a la carpeta “modelo”, contendrá todos aquellos ficheros que contengan consultas sobre la base de datos. Utilizaremos un fichero por cada tabla que tengamos en la base de datos, de esta forma organizaremos mejor las consultas. En cuanto a las consultas de MySQL, todas ellas han sido preparadas mediante la extensión MySQLi, de tal forma que se garantiza la seguridad ante un ataque de inyección de código.

Por último, la carpeta “controlador” abarcará todas aquellas operaciones ajenas a la vista y a la base de datos. Ahí estarán las operaciones complejas de nuestro sistema, por lo tanto incluiremos todo lo relativo a la parte del streaming de nuestro proyecto. Se incluirán en esta carpeta el servidor de señalización utilizado para establecer las comunicaciones entre los navegadores, e incluso el código WebRTC para permitir la transmisión de flujos de datos, audio o video.

A continuación se van a mostrar todos los módulos utilizados por el NodeJS:

- Body-parser: Se encarga de obtener las variables POST y asignarlas en el req.body.
- Connect-memcached: Se encarga de incluir las librerías para el memcached.
- Cookie-parser: Se encarga de generar y leer cookies para posteriormente asignarlas al req.cookies.
- Express: Es un Framework utilizado por Node para la creación de aplicaciones web.
- Express-sessions: Se encarga de gestionar las sesiones del servidor Node Express.
- Jade: Se encarga de generar el HTML a partir de las plantillas en Jade. Es necesario para las vistas de la aplicación.
- Lodash: Se encarga de proporcionar métodos para la manipulación de objetos y colecciones.
- Memcached: Se encarga del intercambio de sesiones entre servidores (entre otras funciones).
- Mysql: Se encarga de las conexiones con la base de datos.
- Node-static: Es una librería que se encarga de enviar ficheros estáticos (por ejemplo CSS o imágenes) al navegador.
- Php-unserialize: Es un módulo que se encarga a traducir los datos almacenados en sesión a PHP.
- Socket.io: Es una librería que se utiliza para crear los WebSockets entre el servidor y los navegadores.

A continuación, pasamos a detenernos en los ficheros del código Streaming más importantes.

En nuestra aplicación, el fichero server.js será nuestro servidor de señalización. Se encargara de la gestión de todas las salas y por lo tanto utilizara WebSockets para la comunicación entre el cliente y el servidor.

Los archivos alumno.js y prof.js se encargaran en si del propio WebRTC, concretamente se encargaran de recoger la información obtenida por la cámara y el micrófono y enviarla hacia el otro navegador y viceversa (puesto que es bidireccional). Esta comunicación se hará posible también mediante sockets.

Otro archivo a destacar es el adapter.js, cuyo objetivo es detectar que tipo de navegador está usando el servidor y adaptar así las funciones del WebRTC, ya que no es lo mismo usar Google Chrome o Mozilla Firefox. Por ejemplo:

```
//Este objeto es de Mozilla Firefox
RTCPeerConnection = mozRTCPeerConnection;
//Este objeto es de Google Chrome
RTCPeerConnection = webkitRTCPeerConnection;
```

Adapter.js también se encargara de conectarse con los servidores Turn y Stun en caso de que fuese necesario. Por defecto, nuestra aplicación se conectara a los servidores de Google.

También es necesario tener en cuenta que debemos utilizar plantillas Jade para generar el HTML, estas plantillas se encontraran en la carpeta “Views”. Por su parte, el servidor Node utilizará sus propios estilos de CSS (elegidos por el usuario).

Por último, en el fichero sesiones.js se encargara únicamente de obtener las sesiones de PHP mediante memcached y deserializarlas para poder utilizar dichas variables en nuestro servidor Node.

Node también podrá realizar consultas MySQL, y será necesario, puesto que deberá obtener todos los datos de los recursos que se envíen por el método GET. Y esto se debe a que cada sala (conocida como “room” en WebRTC) debe ser única, ya que de otra forma, un usuario podría acceder a cualquier tutoría que desease o incluso podría haber problemas entre las propias salas, por lo tanto se utilizara como clave única el id del recurso creado ya que este siempre va a ser único e inequívoco.

También es necesario destacar, que aunque los datos de los recursos se envíen por el método GET y sean visibles para cualquier usuario, si la sesión de un usuario no corresponde con la consulta realizada a la base de datos, Node impedirá que este usuario acceda a la tutoría.

6. Pruebas

6.1 Introducción

El desarrollo de Sistemas Software implica la realización de una serie de actividades predispuestas a incorporar errores (ya sea en la etapa de análisis de requisitos, en la etapa de diseño, en la de desarrollo, etc...).

Estos errores se deben a la habilidad innata del ser humano de provocarlos de forma no intencionada, por lo tanto debemos incorporar una actividad que garantice la calidad del software. Con las pruebas conseguiremos eso mismo.

Por consiguiente, deberemos diseñar pruebas que tengan la mayor probabilidad de encontrar el mayor número de errores con la mínima cantidad de esfuerzo y tiempo.

Cualquier producto software se puede probar de dos formas:

- Pruebas de caja blanca
- Pruebas de caja negra

6.2 Pruebas de caja blanca

Las pruebas de caja blanca consisten en realizar pruebas de forma que se compruebe que cada función del sistema es operativa.

En esta prueba se realiza un examen minucioso en los detalles procedimentales, comprobando los caminos lógicos del programa, comprobando los bucles y condiciones, y examinando el estado del programa en varios puntos.

En el caso de nuestro sistema, se ha ido comprobando el funcionamiento de cada bucle y de cada condición.

Centrándonos en los bucles, hemos tenido que analizar la cantidad de iteraciones que se han de realizar en estos para obtener un resultado en concreto, con cautela de no realizar iteraciones de más o de menos. En muchas ocasiones, se ha caído en el error, y se han mostrado datos que no correspondían con lo esperado, por lo tanto hemos tenido que volver a analizar el número de iteraciones que realiza el bucle para obtener el resultado idóneo.

Respecto a las estructuras condicionales, hemos tenido que analizar cada una de las condiciones y cada uno de los estados en los que quedaría el sistema, ya que en muchas ocasiones nos hemos encontrado varias estructuras condicionales anidadas, por tanto ha sido necesario analizar cada condición asegurándonos así, que cada condición lleva a un estado del sistema esperado.

Por último, también ha sido necesario tener en cuenta el valor de cada variable en cada estado del sistema, sobre todo las variables en JavaScript y las sesiones de PHP.

6.3 Pruebas de caja negra

Las pruebas de caja negra consisten en desarrollar pruebas de forma que se asegure que la operación interna se ajusta a las especificaciones, y que todos los componentes internos se han probado de forma adecuada, y por lo tanto, que dichos componentes no tengan ningún error.

En esta prueba, los casos de prueba pretenden demostrar que las funciones del software son operativas, que la entrada se acepta correctamente y que se produce una salida también correcta. Estas pruebas no tienen en cuenta el funcionamiento interno del sistema, solo se centran como se ha comentado anteriormente, en las entradas y salidas.

Algunas de las pruebas de caja negra que se han realizado y documentado son las siguientes:

PCN – 001	Acceder al sistema
Objetivo	El objetivo es acceder al sistema con cualquier tipo de usuario que se encuentre registrado en el sistema.
Usuario	Alumno, Docente, Administrador del Sistema.
Precondiciones	Encontrarse registrado en el sistema.
Acción esperada	Que el usuario acceda a una página de inicio u otra dependiendo del rol.
Resultado	Correcto

Tabla 85: PCN – 001. Acceder al sistema

PCN – 002	Editar Perfil de Usuario
Objetivo	El objetivo es conseguir modificar los datos personales del usuario.
Usuario	Alumno, Docente, Administrador del Sistema. <i>Es necesario comprobarlo para cada uno de los tipos de usuarios.</i>
Precondiciones	Encontrarse registrado en el sistema.
Acción esperada	Que el usuario obtenga un mensaje de que la operación ha resultado correcta por pantalla. Además de visualizar en la base de datos si la modificación de ese usuario ha resultado correcta.
Resultado	Correcto

Tabla 86: PCN – 002. Editar perfil de usuario

PCN – 003	Modificar Usuario
<i>Objetivo</i>	El objetivo es conseguir modificar los datos personales de un determinado usuario.
<i>Usuario</i>	Administrador del Sistema
<i>Precondiciones</i>	Encontrarse registrado en el sistema.
<i>Acción esperada</i>	Que el administrador obtenga un mensaje de que la operación ha resultado correcta por pantalla. Además de visualizar en la base de datos si la modificación de ese usuario ha resultado correcta.
<i>Resultado</i>	Correcto

Tabla 87: PCN – 003. Modificar usuario

PCN – 004	Crear Usuario
<i>Objetivo</i>	El objetivo es conseguir registrar un nuevo usuario en el sistema.
<i>Usuario</i>	Administrador del Sistema
<i>Precondiciones</i>	Encontrarse registrado en el sistema.
<i>Acción esperada</i>	Que el administrador obtenga un mensaje de que la operación ha resultado correcta por pantalla. Además de visualizar en la base de datos si se ha creado dicho usuario correctamente.
<i>Resultado</i>	Correcto

Tabla 88: PCN – 004. Crear usuario

PCN – 005	Crear Asignatura
<i>Objetivo</i>	El objetivo es conseguir crear una nueva asignatura en el sistema.
<i>Usuario</i>	Administrador del Sistema
<i>Precondiciones</i>	Encontrarse registrado en el sistema.
<i>Acción esperada</i>	Que el administrador obtenga un mensaje de que la operación ha resultado correcta por pantalla. Además de visualizar en la base de datos si se ha creado dicha asignatura correctamente.
<i>Resultado</i>	Correcto

Tabla 89: PCN – 005. Crear asignatura

PCN – 006	Modificar Asignaturas
<i>Objetivo</i>	El objetivo es conseguir modificar una

	asignatura existente en el sistema.
Usuario	Administrador del Sistema
Precondiciones	Encontrarse registrado en el sistema.
Acción esperada	Que el administrador obtenga un mensaje de que la operación ha resultado correcta por pantalla. Además de visualizar en la base de datos si se ha modificado dicha asignatura correctamente.
Resultado	Correcto

Tabla 90: PCN – 006. Modificar asignatura

PCN – 007	Eliminar Asignatura
Objetivo	El objetivo es conseguir eliminar una asignatura existente en el sistema.
Usuario	Administrador del Sistema
Precondiciones	Encontrarse registrado en el sistema.
Acción esperada	Que el administrador obtenga un mensaje de que la operación ha resultado correcta por pantalla. Además de visualizar en la base de datos si se ha eliminado dicha asignatura correctamente.
Resultado	Correcto

Tabla 91: PCN – 007. Eliminar asignatura

PCN – 008	Agregar Usuarios a una Asignatura
Objetivo	El objetivo es conseguir agregar usuarios a una determinada asignatura.
Usuario	Administrador del Sistema
Precondiciones	Encontrarse registrado en el sistema.
Acción esperada	Que el administrador vea por pantalla que usuarios existen en una determinada asignatura después de haberla agregado algunos usuarios. Además de visualizar en la base de datos que dichos usuarios agregados pertenecen a dicha asignatura.
Resultado	Correcto

Tabla 92: PCN – 008. Agregar usuarios a una asignatura

PCN – 009	Crear Tema
Objetivo	El objetivo es conseguir crear un nuevo tema en el sistema.
Usuario	Docente y Administrador del Sistema. Es

	<i>necesario comprobarlo para cada uno de los tipos de usuarios.</i>
Precondiciones	Encontrarse registrado en el sistema.
Acción esperada	Que el administrador obtenga un mensaje de que la operación ha resultado correcta por pantalla. Además de visualizar en la base de datos si se ha creado dicho tema correctamente.
Resultado	Correcto

Tabla 93: PCN – 009. Crear tema

PCN – 010	Modificar Tema
Objetivo	El objetivo es conseguir modificar un tema existente en el sistema.
Usuario	Docente y Administrador del Sistema. <i>Es necesario comprobarlo para cada uno de los tipos de usuarios.</i>
Precondiciones	Encontrarse registrado en el sistema.
Acción esperada	Que el administrador obtenga un mensaje de que la operación ha resultado correcta por pantalla. Además de visualizar en la base de datos si se ha modificado dicho tema correctamente.
Resultado	Correcto

Tabla 94: PCN – 010. Modificar tema

PCN – 011	Eliminar Tema
Objetivo	El objetivo es conseguir eliminar un tema existente en el sistema.
Usuario	Docente y Administrador del Sistema. <i>Es necesario comprobarlo para cada uno de los tipos de usuarios.</i>
Precondiciones	Encontrarse registrado en el sistema.
Acción esperada	Que el administrador obtenga un mensaje de que la operación ha resultado correcta por pantalla. Además de visualizar en la base de datos si se ha eliminado dicho tema correctamente.
Resultado	Correcto

Tabla 95: PCN – 011. Eliminar tema

PCN – 012	Publicar Recurso
------------------	-------------------------

Objetivo	El objetivo es conseguir publicar un nuevo recurso en el sistema.
Usuario	Alumno, Docente y Administrador del Sistema. <i>Es necesario comprobarlo para cada uno de los tipos de usuarios.</i>
Precondiciones	Encontrarse registrado en el sistema.
Acción esperada	Que el administrador obtenga un mensaje de que la operación ha resultado correcta por pantalla. Además de visualizar en la base de datos si se ha publicado dicho recurso correctamente.
Resultado	Correcto

Tabla 96: PCN – 012. Publicar recurso

PCN – 013	Modificar Recurso
Objetivo	El objetivo es conseguir modificar un recurso existente en el sistema.
Usuario	Alumno, Docente y Administrador del Sistema. <i>Es necesario comprobarlo para cada uno de los tipos de usuarios.</i>
Precondiciones	Encontrarse registrado en el sistema.
Acción esperada	Que el administrador obtenga un mensaje de que la operación ha resultado correcta por pantalla. Además de visualizar en la base de datos si se ha modificado dicho recurso correctamente.
Resultado	Correcto

Tabla 97: PCN – 013. Modificar recurso

PCN – 014	Eliminar Recurso
Objetivo	El objetivo es conseguir eliminar un recurso existente en el sistema.
Usuario	Alumno, Docente y Administrador del Sistema. <i>Es necesario comprobarlo para cada uno de los tipos de usuarios.</i>
Precondiciones	Encontrarse registrado en el sistema.
Acción esperada	Que el administrador obtenga un mensaje de que la operación ha resultado correcta por pantalla. Además de visualizar en la base de datos si se ha eliminado dicho recurso correctamente.
Resultado	Correcto

Tabla 98: PCN – 014. Eliminar recurso

****NOTA:** No es necesario visualizar la base de datos para comprobar algunas de las pruebas. Todas las creaciones, modificaciones y eliminaciones se pueden comprobar en la propia aplicación web. Por ejemplo, si se elimina a un determinado usuario, se puede obtener un listado de usuarios y comprobar que dicho usuario ya no se encuentra en el listado.

7. Conclusiones y Futuras Mejoras

7.1 Conclusiones

Durante este curso, gracias a la asignatura de Multimedia impartida en este grado, he comenzado a tener curiosidad acerca de la tecnología *streaming*. Todo comenzó con una herramienta llamada Open Broadcaster Software (que es una herramienta para grabar y reproducir en directo en plataformas de video como Youtube o Twitch) la cual me dio la idea de crear mi propia plataforma de video, para ello necesitaba un servidor el cual solicite a la Universidad de Valladolid. Tras una gran lucha conseguí hacer funcionar todo sin haber tenido conocimientos previos acerca del *streaming*, por lo que me animo a continuar obteniendo conocimientos acerca de esta tecnología.

Por otro lado y gracias a la asignatura de Tecnología Web, también impartida en este grado, pensé en realizar una aplicación web que fusionara lo que es una plataforma educativa o Campus Virtual con lo que había aprendido sobre el *streaming* en la asignatura de Multimedia. Toda esta idea surgió al ver que muchos amigos tenían que desplazarse a otras ciudades únicamente para asistir a alguna tutoría.

Pero la idea se complicó, puesto que no podía utilizar los conocimientos ni las ideas obtenidas previamente, ya que las necesidades de este proyecto eran otras. En primer lugar porque no quería utilizar ninguna herramienta externa al sistema como podría ser Open Broadcaster Software y en segundo lugar necesitaba una tecnología *streaming* que no fuera privativa, como Adobe Flash (tecnología que utilice en la práctica de Multimedia) y tampoco quería utilizar ningún *plugin* (ya que este me daría todo hecho).

Por lo tanto, y tras una larga indecisión sobre que tecnología utilizar, se decidió utilizar WebRTC puesto que era la tecnología no privativa con más calidad y con mejores apuestas en el futuro.

Pero los problemas no desaparecieron aquí, sino que se fueron intensificando a lo largo que investigaba e implementaba la aplicación. La gran mayoría de los problemas se deben a la corta vida de WebRTC, por lo que existe poca documentación y poco material para poder implementarlo sin problemas.

Por otro lado, también es necesario destacar que no he tenido conocimientos acerca de la implementación de un servidor de señalización, y WebRTC tampoco tiene gran información ya que es una parte ajena a este.

También se ha intentado realizar *broadcasting*, es decir, que un profesor pudiera dar clases a varios alumnos a la vez, pero me encontré con que WebRTC no estaba suficientemente desarrollado como para poder hacer este tipo de transmisión, aunque es necesario destacar que actualmente se está desarrollando. Por lo tanto no he podido realizar ese tipo de transmisión en el proyecto, aunque la verdad, me hubiera gustado mucho ya que le aportaría una gran característica y mucho más valor.

Sin embargo, me siento bastante realizado con este proyecto, puesto que desarrollar una aplicación web que contenga *streaming* sin ningún *plugin* ni aplicación exterior no es algo trivial ni sencillo. Además, realizar un proyecto así de forma individual y pensar que existe un equipo de desarrolladores que actualmente están desarrollando lo mismo para una plataforma como Moodle es bastante gratificador.

No sé si esta aplicación web será de gran utilidad en el futuro, pero me siento bastante feliz ya que aparentemente WebRTC puede ser una tecnología bastante potente en un futuro bastante cercano y con este proyecto he tenido la oportunidad de tomar contacto, aunque no tanto como me hubiera gustado.

Por último, agradezco a todas mis amistades y familia por apoyarme en todo momento, a Fernando y a Miguel Ángel (tutores de este trabajo), así como al resto del profesorado por transmitirme sus conocimientos en estos cuatro años.

7.2 Futuras Mejoras

Una mejora bastante útil en esta aplicación web sería la posibilidad de realizar *broadcast*, además del tipo de transmisión actual (*unicast*). Con ello conseguiríamos que la aplicación web pudiera permitir clases online a varios alumnos de la misma asignatura, además de las actuales tutorías.

Otra mejora podría ser que el docente pudiera grabar sus clases en algún servidor y reproducirla siempre que deseara.

También se podría incluir una pizarra virtual en la que se expliquen por ejemplo ejercicios de matemáticas, física, etc.

Otra característica que se podría implementar es la gestión de cursos, ya que actualmente no posee esa característica.

En definitiva, la aplicación web podría expandirse con muchas otras características que los alumnos o los profesores consideraran o pudieran necesitar.

8. Referencias

8.1 Bibliografía

Apuntes de las asignaturas del Grado de Ingeniería Informática de Servicios y Aplicaciones:

- Administración de Bases de Datos curso 2013-2014 de Miguel Ángel Martínez Prieto. □
- Plataformas Software Empresariales curso 2013-2014 de Aníbal Bregón Bregón.
- Tecnologías Web curso 2013-2014 de Fernando Díaz Gómez.
- Gestión de Proyectos Basados en las TI curso 2013-2014 de Francisco José González Cabrera.
- Análisis de Requisitos curso 2014-2015 de Miguel Ángel Martínez Prieto.

Bibliografía Externa

S.Loreto, S.Pietro Romano. “**Real-Time Communication with WebRTC**”. O’Really Media.

C. Medina Lopez.(2014) “Implementación del protocolo P2PSP usando WebRTC” (Proyecto fin de carrera).Universidad de Almería, Almería.

8.2 Referencias Web

- Wikipedia.(2015).(https://en.wikipedia.org/wiki/WebRTC, consultado 10/03/2015)
- Avchat (2013). *What Is the State of WebRTC?*. (<http://avchat.net/blog/what-is-the-state-of-webrtc/>, consultado 10/03/2015)
- (2012). *Apuntes de Programación*. (http://programacion.jias.es/2012/12/php-diferencias-entre-require-include-require_once-include_once/, consultado 10/03/2015)
- B. Guaschino Rojas (2014). *Tipos de cifrados en PHP (MD5, SHA1 y Salt)*. (http://www.codejobs.biz/es/blog/2014/02/18/tipos-de-cifrados-en-php-md5-sha1-y-salt#sthash.vGuoUNDz.dpbs_ consultado 12/04/2015)
- M. Pratt (2012). *Seguridad en el almacenamiento de Passwords/Contraseñas*. (<http://www.michael-pratt.com/blog/8/Seguridad-en-el-almacenamiento-de-PasswordsContrasenay/>, consultado 12/04/2015)
- Entornos. *¿Qué es Moodle?* (<http://www.entornos.com.ar/moodle/> consultado 2/05/2015)
- D. Sánchez (2014). *Moodle VS Claroline*. (<http://unirelearningmaster.blogspot.com.es/2014/02/moodle-vs-claroline.html>, consultado 2/05/2015)
- Big Blue Button. (<http://bigbluebutton.org/>, consultado 2/06/2015)
- StackOverFlow (2015). *WebRTC VS Websockets*. (http://stackoverflow.com/questions/18799364/webrtc-vs-websockets-if-webrtc-can-do-video-audio-and-data-why-do-i-need-web_ consultado 7/05/2015)
- Kundan Singh (2011). *WebRTC VS Flash Player*. (<http://blog.kundansingh.com/2011/06/webrtc-vs-flash-player.html> consultado 7/05/2015)
- M. Khan (2015). *WebRTC- Experiment*. (https://github.com/muaz-khan/WebRTC-Experiment/tree/master/MultiRTC_ consultado 9/05/2015)

- S. Dutton (2014). *Getting Started with WebRTC*. (<http://www.html5rocks.com/en/tutorials/webrtc/basics/>, consultado 10/05/2015)
- Bitbucket (2015). *WebRTC codelab*. (<https://bitbucket.org/webrtc/codelab/>, consultado 10/05/2015)
- H. Joreteg (2013). *Simplest WebRTC ever*. (<https://gitter.im/HenrikJoreteg/SimpleWebRTC>, consultado 20/05/2015)
- H. Mubaireek (2013). *Video Conferencing using WebRTC*. (<http://www.codeproject.com/Articles/515192/Video-Conferencing-using-WebRTC/>, consultado 25/05/2015)
- R. J. Millan Tejedor (2015). *WebRTC: comunicaciones en tiempo real en el navegador Web*. (<http://www.ramonmillan.com/tutoriales/webrealtimecommunications.php/>, consultado 2/07/2015)
- O. Campos (2011). *Introducción a la programación asíncrona con Node.js: Desarrollo web con express.js*. (<http://www.genbetadev.com/frameworks/introduccion-a-la-programacion-asincrona-con-nodejs-desarrollo-web-con-expressjs>, consultado 15/07/2015)
- Wikipedia (2015). ([https://en.wikipedia.org/wiki/Npm_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Npm_(software)), consultado 16/07/2015)
- R. Key (2013). *Node.js and Express - Sessions*. (<http://blog.modulus.io/nodejs-and-express-sessions/>, consultado 18/07/2015)
- (2013). (https://developer.mozilla.org/es/docs/WebRTC/MediaStream_API, consultado 25/07/2015)
- J.M. Hernandez (2011). *Generando Vistas con Jade*. (<http://blog.koalite.com/2011/11/tutorial-nodejs-express-jquery-ii-generando-vistas-con-jade/>, consultado 25/07/2015)
- ApacheFriends. (<https://www.apachefriends.org/>, consultado 5/08/2015)
- Wikipedia (2015). (<https://es.wikipedia.org/wiki/Memcached>, consultado 6/08/2015)
- Onsip (2015). *VP8: The WebRTC Video Codec*. (<http://www.onsip.com/webrtc-sip-network/webrtc-video/webrtc-video-codec/>, consultado 6/08/2015)
- (2014). *Advantages and disadvantages of WebRTC*. (<http://thmsglchrst.hubpages.com/hub/Advantages-and-disadvantages-of-WebRTC>, consultado 10/08/2015)
- T. Root (2014). *WebRTC: Not Ready For The Enterprise*. (<http://www.networkcomputing.com/unified-communications/webrtc-not-ready-for-the-enterprise/a/d-id/1318008>, consultado 15/08/2015)
- (2009). *Costear software con COCOMO*. (<http://desasof2004.blogspot.com.es/2009/06/costear-software-con-cocomo.html>, consultado 16/08/2015)
- J. Nunez (2013). *Express.js, un framework para node.js*. (<http://blog.solucionex.com/javascript/expressjs-un-framework-para-nodejs>, consultado 18/08/2015)

ANEXO I: Manual de instalación

En cuanto a nuestro proyecto, se ha llevado a cabo en un servidor local, instalado en una máquina virtual con una distribución Ubuntu 14.04 LTS. No se descarta una futura emigración a un servidor remoto.

Instalación del servidor web NodeJS

Una vez que estamos dentro del servidor, debemos acudir a la terminal y realizar los siguientes pasos:

Primero instalamos el servidor de Node, para ello utilizaremos el siguiente comando:

```
sudo apt-get install nodejs
```

A continuación vamos a instalar el gestor de paquetes de Node, el NPM (Node Package Manager). Es necesario para publicar, instalar y desarrollar aplicaciones en Node.

```
sudo apt-get install npm
```

Para conseguir ejecutar el NodeJS, es necesario instalar el NodeJS-Legacy, que es un paquete para conseguir dicha función.

```
sudo apt-get install nodejs-legacy
```

Posteriormente vamos a instalar la librería cURL. cURL es un elemento necesario para ejecutar algunas aplicaciones web. Esta librería permite entrar en nuestra aplicación web mediante los protocolos estándar (ftp,http,https,etc).

```
sudo apt-get install curl
```

A continuación realizaremos una limpieza a la cache del NPM mediante estos comandos:

```
sudo npm cache clean -f
```

```
sudo npm install -g n
```

Ahora realizaremos la instalación del Build-essential. Build-essential es un paquete que contiene las instrucciones para instalar los paquetes esenciales para programar en C/C++.

```
sudo apt-get install build-essential
```

Por ultimo instalamos GIT, que es una aplicación para el control de versiones, tiene la misma funcionalidad que Subversion.

```
sudo apt-get install git
```

Instalación del servidor web Apache

Para la instalación del servidor web Apache, deberemos descargar la aplicación XAMPP desde su página oficial: <https://www.apachefriends.org/es/download.html>

Deberemos descargar aquel software que se ajuste a la arquitectura del Ubuntu, ya sea 32-bits o 64-bits.

Una vez descargado, deberemos cambiar los permisos al instalador de la siguiente forma:

```
chmod 755 xampp-linux-*-installer.run
```

Y a continuación, ejecutamos el instalador

```
sudo ./xampp-linux-*-installer.run
```

Para iniciar el Apache, deberemos ejecutar el siguiente comando:

```
sudo /opt/lampp/lampp start
```

Para parar el Apache, deberemos ejecutar el siguiente comando:

```
sudo /opt/lampp/lampp stop
```

Para que se nos abra la interfaz gráfica del XAMPP, deberemos utilizar los siguientes comandos:

```
cd /opt/lampp  
sudo ./manager-linux.run (o manager-linux-x64.run dependiendo de  
la arquitectura)
```

Es necesario abrir la interfaz gráfica, ya que será necesario realizar una modificación en la ruta raíz del servidor apache.

Para ello podemos hacerlo mediante la interfaz gráfica, acudiendo a la pestaña “Manage Servers” y a continuación seleccionando el servidor Apache. Posteriormente, deberemos pulsar sobre el botón de “Configure” y por ultimo deberemos clicar sobre “Open conf file”. Así lograremos abrir el archivo de configuración del Apache.

En la ilustración que se muestra a continuación, podemos ver la interfaz de XAMPP con los botones que se han de pulsar para llegar hasta el archivo de configuración.

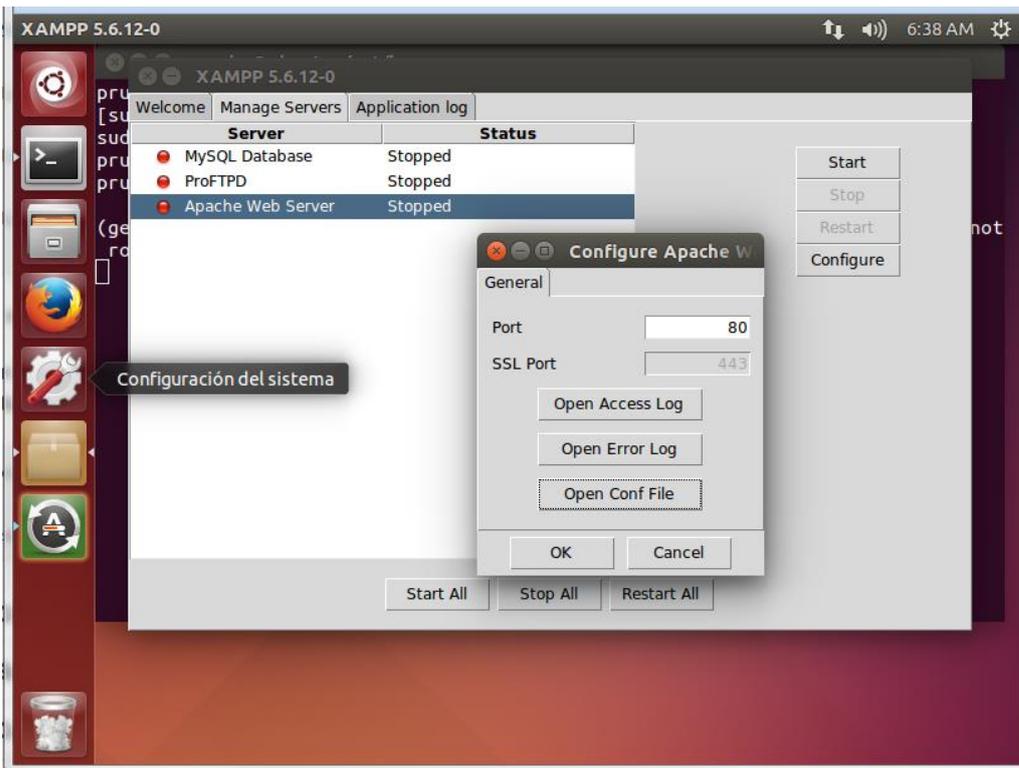


Ilustración 27: Configuración XAMPP

Por último, deberemos modificar la ruta raíz del servidor Apache reescribiendo lo siguiente en el archivo de configuración:

```
DocumentRoot "/opt/lampp/htdocs/public"
<Directory "/opt/lampp/htdocs/public">
```

Por lo tanto, la próxima vez que accedamos a la dirección del servidor, conseguiremos que automáticamente se muestre nuestro campus virtual.

También podremos modificarlo sin la interfaz gráfica, simplemente deberemos sobrescribir el fichero llamado “httpd.conf” situado en la ruta /opt/lampp/etc.

Instalación de Memcached

Memcached es un sistema distribuido de propósito general para cache basado en memoria. Es empleado para el almacenamiento en cache de datos u objetos en la memoria RAM. En nuestro proyecto se utilizara como vía para compartir los datos entre los servidores, es decir, los datos almacenados en el servidor apache (como por ejemplo las sesiones) podrán transmitirse al servidor Node para su posterior utilización.

Para comenzar, descargaremos memcached y lo extraeremos, para ello utilizaremos los siguientes comandos:

```
sudo wget http://pecl.php.net/get/memcache-3.0.8.tgz
```

```
sudo tar xf memcache-3.0.8.tgz

cd memcache-3.0.8
```

Posteriormente pasamos a configurar memcached

```
sudo /opt/lampp/bin/phpize
```

Si las últimas líneas de código que aparecen se asemejan las líneas de código de a continuación, significa que se ha configurado bien.

```
Configuring for:
PHP Api Version:      20100412
Zend Module Api No:  20100525
Zend Extension Api No: 220100525
```

En caso del siguiente error

```
Configuring for:
PHP Api Version:      20100412
Zend Module Api No:  20100525
Zend Extension Api No: 220100525
Cannot find autoconf. Please check your autoconf installation and the
$PHP_AUTOCONF environment variable. Then, rerun this script.
```

deberemos realizar lo siguiente:

```
cd /usr/src

sudo wget http://ftp.gnu.org/gnu/m4/m4-1.4.9.tar.gz

tar -zvxf m4-1.4.9.tar.gz

cd m4-1.4.9/

./configure && make && make install

cd ../

sudo wget http://ftp.gnu.org/gnu/autoconf/autoconf-2.62.tar.gz

sudo tar -zvxf autoconf-2.62.tar.gz
```

```
cd autoconf-2.62/

sudo ./configure && sudo make && sudo make install

memcached -d
```

y en caso de este error

```
grep: /opt/lampp/include/php/main/php.h: No such file or
directory
grep: /opt/lampp/include/php/Zend/zend_modules.h: No such file
or directory
grep: /opt/lampp/include/php/Zend/zend_extensions.h: No such
file or directory
Configuring for:
PHP Api Version:
Zend Module Api No:
Zend Extension Api No:
```

deberemos utilizar las siguientes instrucciones:

```
cd /opt

sudo wget
http://sourceforge.net/projects/xampp/files/XAMPP%20Linux/1.6.6/
xampp-linux-devel-1.6.6.tar.gz

sudo tar -xf xampp-linux-devel-1.6.6.tar.gz

sudo /opt/lampp/bin/phpize
```

Posteriormente deberemos usar el siguiente comando de configuración:

```
sudo ./configure --enable-memcache --with-php-
config=/opt/lampp/bin/php-config
```

En caso de que se produzca el siguiente error

```
....
checking for the location of ZLIB... no
```

```
checking for the location of zlib... configure: error: memcache
support requires ZLIB. Use --with-zlib-dir=
to specify prefix where ZLIB include and library are located
```

deberemos utilizar los siguientes comandos:

```
sudo apt-get install libgcrypt11-dev
sudo apt-get install zlib1g-dev
```

Por ultimo deberemos utilizar el siguiente comando

```
sudo make && sudo make install
```

Una vez que hemos realizado las siguientes ordenes, ya habremos instalado una parte del memcached, ahora solo necesitaremos configurarlo con Apache. Para ello, deberemos ir al archivo php.ini, que se encuentra en la ruta /opt/lampp/etc y agregar la siguiente extensión:

```
extension="memcache.so"
```

Por último, instalaremos el propio memcached en nuestro sistema escribiendo lo siguiente en la terminal:

```
apt-get install memcached
```

Para comprobar que memcached se ha instalado y configurado correctamente, crearemos un archivo .php que contenga lo siguiente:

```
<?php
echo phpinfo();
?>
```

Con ese simple código, obtendremos toda la información acerca de php y del servidor apache.

Si encontramos el módulo de memcached, significara que se ha instalado correctamente.

memcache

memcache support	enabled
Active persistent connections	0
Version	2.2.5
Revision	\$Revision: 1.111 \$

Directive	Local Value	Master Value
memcache.allow_failover	1	1
memcache.chunk_size	8192	8192
memcache.default_port	11211	11211
memcache.default_timeout_ms	1000	1000
memcache.hash_function	crc32	crc32
memcache.hash_strategy	standard	standard
memcache.max_failover_attempts	20	20

Ilustración 28: Muestra Memcached Activado

Una vez hecho estas instalaciones, sería necesario reiniciar el servidor.

Subida de la aplicación web al servidor

Una vez que están todas las instalaciones y configuraciones realizadas, deberemos subir todos nuestros archivos de la aplicación web a la carpeta “htdocs”, que es la carpeta raíz del servidor.

Por último, también deberemos importar la base de datos a MySQL.

Puesta en marcha

Para que nuestro campus funcione correctamente, deberemos poner las siguientes instrucciones en la terminal:

```
memcached -d  
  
sudo /opt/lampp/lampp start  
  
cd /opt/lampp/htdocs/controlador/videostreaming  
  
node server.js
```

- Con la primera instrucción anterior, iniciaremos el memcached.
- Con la segunda instrucción anterior iniciaremos el apache.
- Con la tercera instrucción anterior nos cambiaremos a la ruta donde se encuentre nuestro servidor de señalización.
- Con la última instrucción anterior arrancaremos el servidor de señalización con Node.

ANEXO II: Manual de usuario

La siguiente ilustración nos muestra la página de bienvenida que aparecerá al acceder a la aplicación web. La página de bienvenida será la misma para todos los usuarios.



Ilustración 29: Manual de usuario: Página de Bienvenida

Manual de Administrador

El administrador al introducir sus credenciales se le mostrara su página personalizada de inicio.



Ilustración 30: Manual de administrador: Index Admin

Como podemos observar, nos encontraremos con un menú en la parte izquierda de la

pantalla. Desde ahí el administrador podrá realizar todas las operaciones.

El menú se encontrara dividido en tres secciones principales:

- Perfil de usuario: donde podrá modificar su perfil.
- Gestionar usuarios: ahí se encontraran todas las operaciones relacionadas con los usuarios.
- Gestionar Asignaturas: ahí se encontraran todas las operaciones relacionadas con las asignaturas y sus respectivos temas, recursos y tutorías.

Editar perfil de usuario

Si el administrador pulsa sobre “Editar”, el sistema mostrara los datos personales del usuario y le permitirá modificarlos.

The screenshot displays the 'Modo Admin' interface. At the top right, it shows 'Usuario: admin' and 'Nombre: admin' with a 'Salir' button. The main content area is titled 'Editar Perfil' and 'Perfil de admin'. It contains a form with the following fields: 'Nombre' (admin), 'Email' (admin@admin1), 'Contraseña Actual', 'Contraseña Nueva', and 'Repita la Contraseña'. A 'Guardar' button is located at the bottom right of the form. On the left side, there is a sidebar menu with options: 'Perfil de usuario' (Edit), 'Gestionar Usuarios' (Modify user, Create new user), and 'Gestionar Asignaturas' (Create Assignments, Manage Assignments). The footer includes 'About' information, contact details for 'Campus "Maria Zambrano"', and a copyright notice for 2015.

Ilustración 31: Manual de administrador: Editar perfil Admin

Para modificar su perfil, será necesario que escriba su contraseña. En cambio, si desea modificar su contraseña actual, deberá introducirla además de introducir la nueva contraseña y repetirla. Si coinciden ambas contraseñas, automáticamente se modificara su contraseña. En caso contrario se mostrara un error.

Modificación y eliminación de usuarios

Si el usuario pulsa sobre “Modificar usuario”, el sistema mostrara los datos de todos los usuarios del sistema y permitirá al administrador su modificación y su eliminación.

La lista de usuario aparecerá en forma de acordeón, es decir, todos los usuarios estarán plegados al principio, y será el administrador quien despliegue al usuario que desee modificar o eliminar.

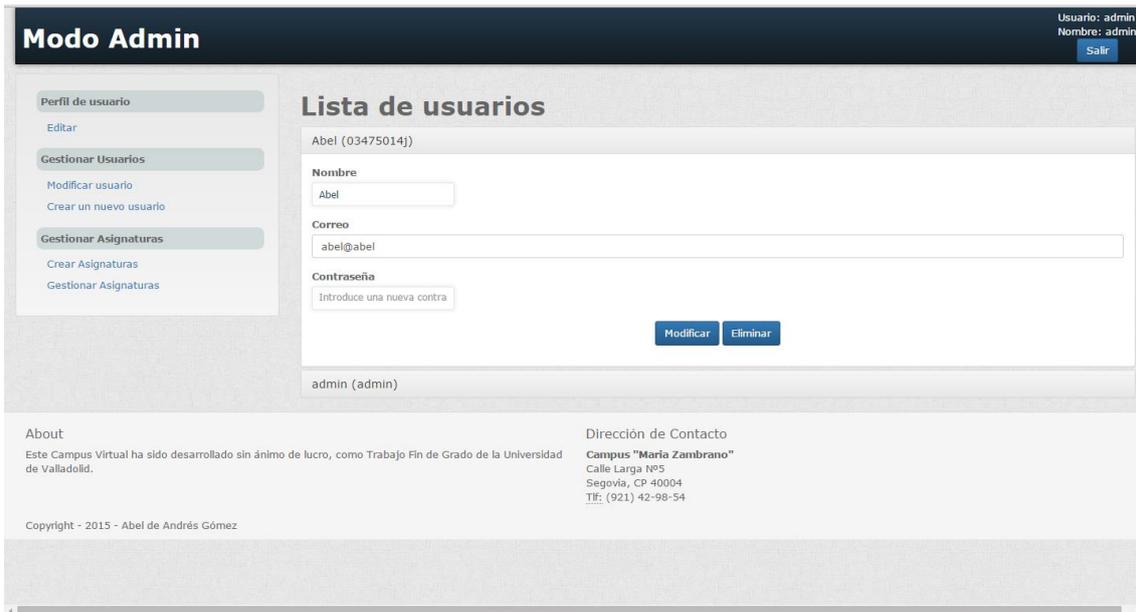


Ilustración 32: Manual de administrador: Modificar-Eliminar usuarios

Si el administrador presiona sobre el botón “Eliminar”, el usuario será eliminado del sistema. Para modificar a un usuario, el administrador deberá rellenar los datos que desee y presionar sobre el botón “Modificar”.

Crear usuario

Para crear un usuario, el administrador deberá pulsar sobre “Crear un nuevo usuario”. A continuación el sistema mostrara un formulario para rellenar los campos respectivos a un usuario.

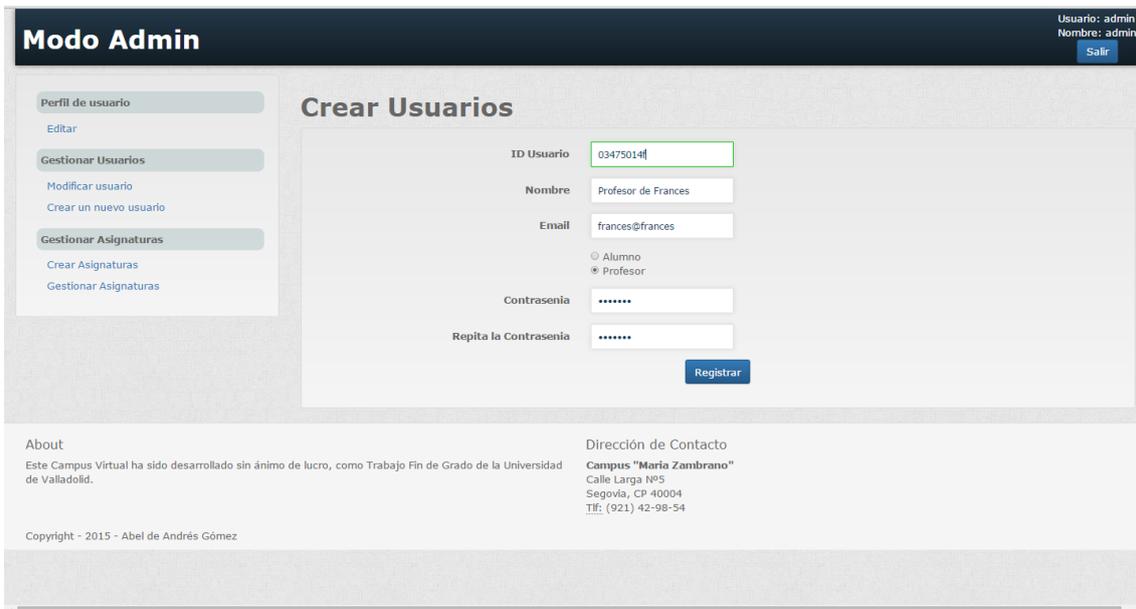


Ilustración 33: Manual de administrador: Crear usuario

El administrador deberá rellenar todos los datos, teniendo cuidado en no repetir la ID del usuario, seleccionando si desea que ese usuario tenga el rol de profesor o

de alumno. Además deberá introducir una contraseña y verificarla. Posteriormente deberá presionar sobre el botón “Registrar”.

En caso de que el usuario introduzca una ID ya registrada, el sistema mostrara un mensaje de aviso. Por otro lado, si el sistema detecta que las contraseñas no coinciden se mostrara un mensaje de error.

Crear asignatura

En caso de que el administrador desee crear una asignatura, deberá pulsar sobre “Crear Asignaturas”. A continuación, el sistema le mostrara un formulario, que deberá rellenar con los datos respectivos a la asignatura que desee crear.

También deberá seleccionar el profesor que desee que sea el responsable de la asignatura.



The screenshot shows the 'Registrar Asignaturas' form in the 'Modo Admin' interface. The form is titled 'Registrar Asignaturas' and is located in the center of the page. It has a dark header with 'Modo Admin' on the left and 'Usuario: admin Nombre: admin Salir' on the right. The form itself has a light gray background and contains the following elements:

- A sidebar on the left with the following menu items: 'Perfil de usuario' (with 'Editar' below it), 'Gestionar Usuarios' (with 'Modificar usuario' and 'Crear un nuevo usuario' below it), and 'Gestionar Asignaturas' (with 'Crear Asignaturas' and 'Gestionar Asignaturas' below it).
- The main form area with the following fields and controls:
 - 'Nombre de la Asignatura' with a text input field containing 'Introduce el Nombre'.
 - 'Descripcion de la Asignatura' with a large text area.
 - 'Elija una Profesor' with a dropdown menu.
 - 'Registrar Asignatura' with a blue button.
- Footer information on the left: 'About' (Este Campus Virtual ha sido desarrollado sin ánimo de lucro, como Trabajo Fin de Grado de la Universidad de Valladolid.) and 'Copyright - 2015 - Abel de Andrés Gómez'.
- Footer information on the right: 'Dirección de Contacto' (Campus "María Zambrano", Calle Larga #5, Segovia, CP 40004, Tlf: (921) 42-98-54).

Ilustración 34: Manual de administrador: Crear asignatura

El sistema mostrara un error en caso de que el administrador no haya rellenado el campo del nombre de la asignatura o si el usuario no ha seleccionado a ningún profesor responsable de esta.

Gestionar asignaturas

Esta es la opción sin duda alguna más completa para el administrador, ya que dentro de la gestión de asignaturas, nos encontramos también con la gestión de temas, recursos y tutorías.

Para acceder, el administrador deberá pulsar sobre “Gestionar Asignaturas”.



Ilustración 35: Manual de administrador: Gestionar asignaturas

A continuación, el administrador visualizará un desplegable con todas las asignaturas existentes en el sistema.

Una vez que el administrador ha seleccionado la asignatura, este deberá pulsar sobre el botón “Ver Asignaturas”.



Ilustración 36: Manual de administrador: Gestionar asignaturas información

Como se puede ver en la ilustración anterior, el administrador obtendrá la información general de la asignatura, incluido sus temas, quien es el responsable y los alumnos de esta.

Si pulsa sobre los temas, accederá directamente a la información del tema (que contiene sus respectivos recursos).

Posteriormente aparecerán las opciones de:

- Modificar datos de la asignatura
- Gestionar temas
- Cambiar profesor
- Cambiar Alumnos Matriculados

Para facilitar la navegación, se ha incluido un *breadcrumb* que permita al administrador, la vuelta a la opción anterior. El *breadcrumb* actúa como un mapa del sistema.

Modificar datos de la asignatura

Accediendo a esta opción, el administrador podrá modificar la información respectiva a la asignatura en la que se encuentre en dicho momento, además también podrá eliminarla. Para ello deberá sobrescribir los datos y pulsar en el botón “Modificar” si desea modificar la asignatura o en el botón “Eliminar” si desea eliminarla.



The screenshot shows the 'Modo Admin' interface. At the top right, it displays 'Usuario: admin' and 'Nombre: admin' with a 'Salir' button. The breadcrumb trail is 'Listado de Asignaturas / Modificar Asignatura'. The main heading is 'Modificar Asignatura'. Below this, the current subject is identified as 'Frances'. The form contains two sections: 'Nombre:' with the value 'Frances' and 'Descripción:' with the value 'Frances'. There are two input fields: 'Nombre de la Asignatura' containing 'Frances' and 'Descripción de la Asignatura' containing 'Frances'. At the bottom right of the form are two buttons: 'Modificar' and 'Eliminar'. A sidebar on the left contains navigation options under 'Perfil de usuario', 'Gestionar Usuarios', and 'Gestionar Asignaturas'.

Ilustración 37: Manual de administrador: Modificar datos de la asignatura

Cambiar profesor

El administrador podrá modificar el responsable de la asignatura en la que se encuentra. Para ello dispone de un desplegable donde podrá elegir un profesor, de todos los que se encuentren registrados en el sistema.



Ilustración 38: Manual de administrador: Cambiar profesor

Posteriormente, el administrador deberá pulsar sobre el botón “Elegir Profesor”.

Cambiar alumnos matriculados

El administrador podrá seleccionar a los alumnos de una determinada asignatura, como también podrá eliminarlos de esta.



Ilustración 39: Manual de administrador: Cambiar alumnos matriculados

Para ello, el administrador deberá seleccionar a uno de los usuarios de las listas y pulsar sobre las flechas. Si pulsa sobre las flechas que apuntan a la izquierda, conseguirá eliminar al usuario de la asignatura y si pulsa sobre las flechas que apuntan a la derecha, conseguirá agregar un usuario a la asignatura.

Para guardar los cambios, el administrador deberá pulsar sobre el botón “Guardar

Alumnos”.

[Gestionar temas](#)

Para gestionar los temas, el administrador deberá pulsar sobre “Gestionar Temas” en el apartado de Listado de Asignaturas.

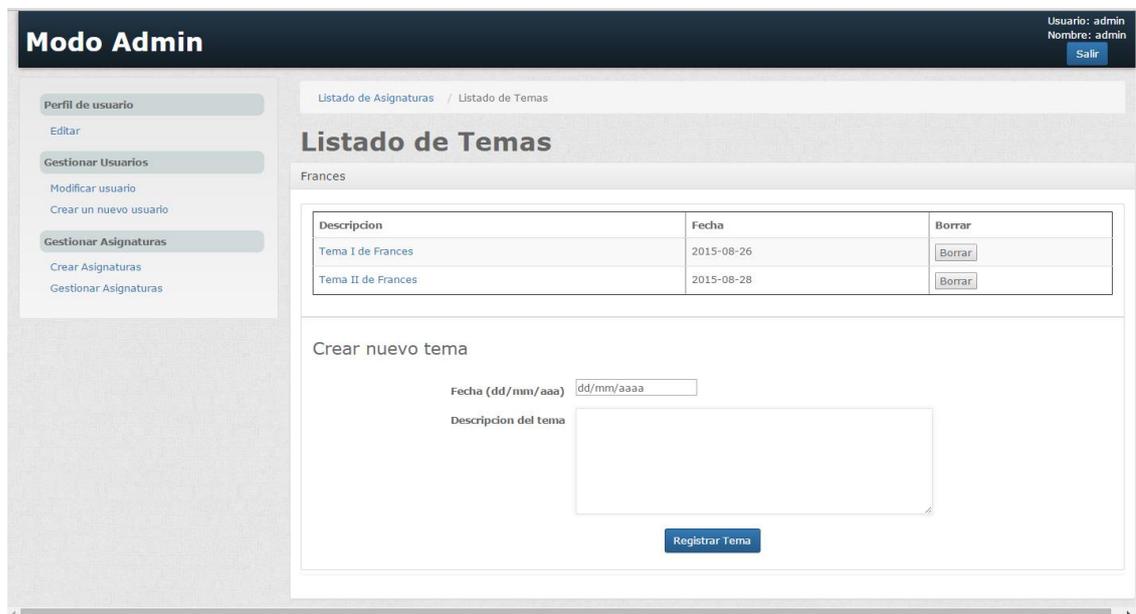


Ilustración 40: Manual de administrador: Gestionar temas

En la ilustración anterior, se mostraran todos los temas pertenecientes a la asignatura seleccionada anteriormente. Además, el sistema mostrara un formulario para crear temas.

Para crear un tema, el usuario deberá introducir la fecha y la descripción de este (en caso de que no inserte la descripción, se mostrara un mensaje de aviso por pantalla) y posteriormente deberá pulsar sobre el botón “Registrar Tema” para guardar los cambios.

En caso de que el usuario desee eliminar un tema, el usuario también podrá realizar la modificación desde esta interfaz, simplemente deberá pulsar sobre el botón “Borrar”.

Para acceder a la información relativa al tema, el administrador deberá pulsar sobre la descripción de este.

[Ver información sobre el tema](#)

Una vez que se ha pulsado sobre la descripción del tema en la interfaz anterior, el sistema mostrara la información relativa a este. Mostrará también los recursos públicos, privados y tutorías contenidos en el tema.

The screenshot shows a web application interface in 'Modo Admin'. At the top right, it displays 'Usuario: admin' and 'Nombre: admin' with a 'Salir' button. The main navigation bar includes 'Listado de Asignaturas', 'Listado de Temas', and 'Información sobre el Tema'. The left sidebar contains two main sections: 'Perfil de usuario' with 'Editar' and 'Gestionar Usuarios' (with sub-links 'Modificar usuario' and 'Crear un nuevo usuario'), and 'Gestionar Asignaturas' with 'Crear Asignaturas' and 'Gestionar Asignaturas'. The main content area is titled 'Información sobre el tema' and shows details for 'Tema I de Frances':
- Fecha: 2015-08-26
- Recursos Públicos: Nombre: Recurso de Frances
- Recursos Privados:
- Tutorías: Nombre: Tutoría de Frances
At the bottom of the main content area, there are three links: 'Modificar datos del tema', 'Añadir Recurso', and 'Gestionar recursos'. The footer contains 'About' information and 'Dirección de Contacto' for 'Campus "María Zambrano" Calle Larga Nº5'.

Ilustración 41: Manual de administrador: Ver información sobre el tema

Por ultimo también se mostraran otras opciones que el administrador podrá seleccionar como:

- Modificar datos del tema
- Añadir Recurso
- Gestionar recursos

Modificar datos del tema

En esta opción, el administrador podrá realizar modificaciones sobre el tema. Para ello, el administrador deberá sobrescribir los campos que desee modificar. Posteriormente, el administrador deberá pulsar sobre el botón “Modificar”.

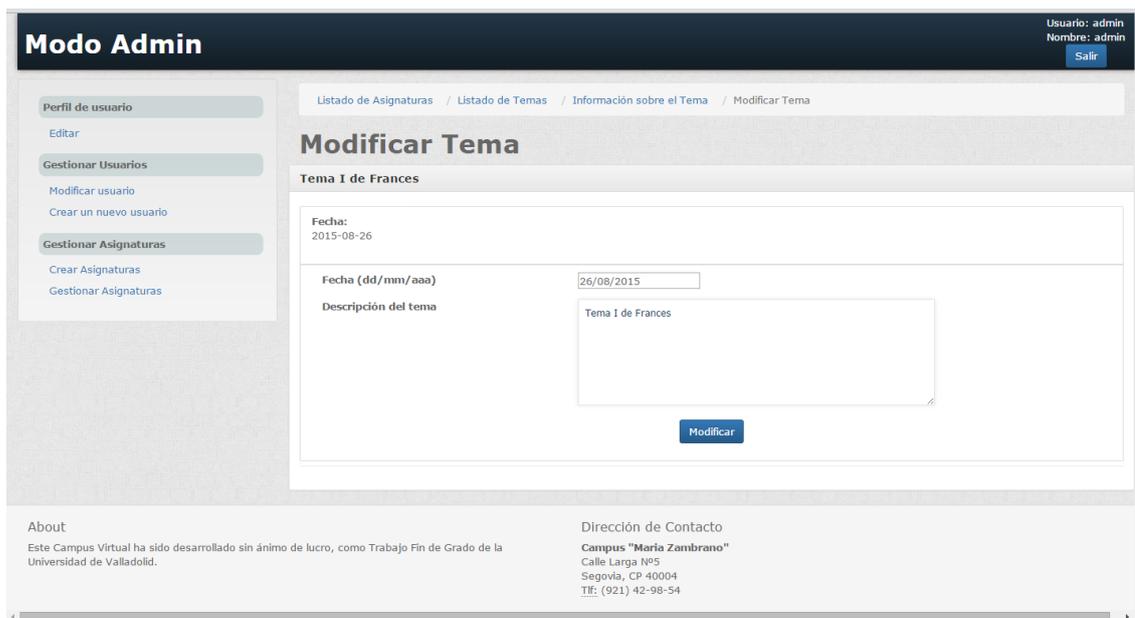


Ilustración 42: Manual de administrador: Modificar datos del tema

Si el administrador no ha rellenado el campo de descripción, el sistema mostrará un mensaje de aviso.

Añadir recurso

En esta opción, el administrador podrá registrar un recurso. Para ello, deberá rellenar los campos solicitados por el sistema. Entre estos campos nos encontramos el nombre, la descripción, la visibilidad (si desea que el recurso sea público o privado) y la ruta del archivo (en caso de que se desee subir un archivo).



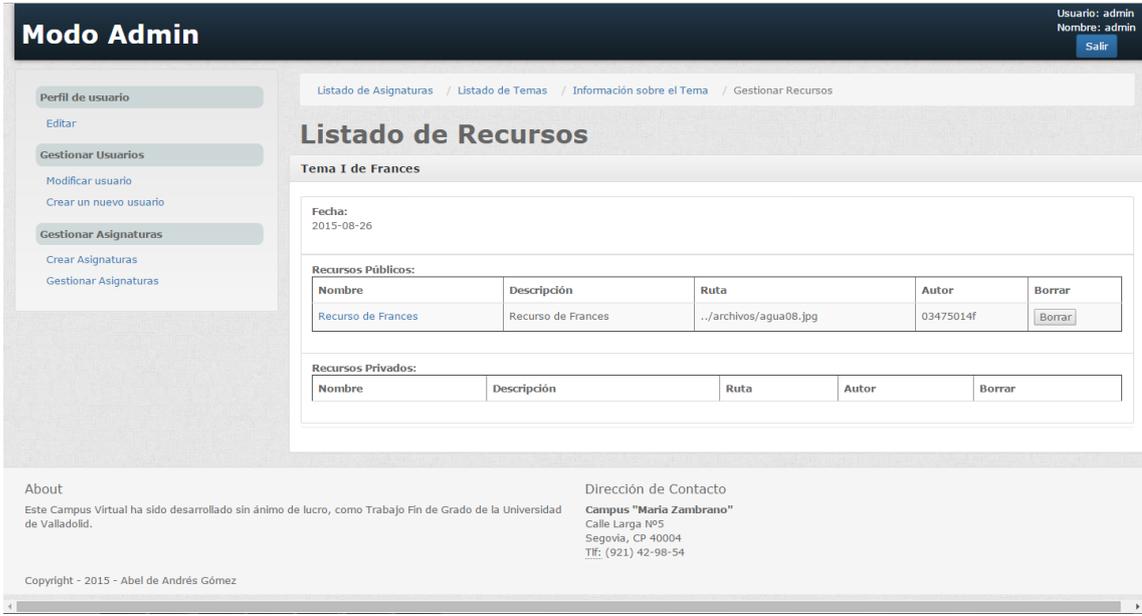
Ilustración 43: Manual de administrador: Añadir recurso

Como se puede apreciar en la ilustración anterior, el sistema mostrara un aviso en caso de que no se rellene el campo del nombre.

Gestionar recursos

Con esta opción, el administrador podrá obtener un listado con los recursos públicos, y otro con los recursos privados. En la tabla de los recursos, el campo “nombre” será un enlace que lleve a la modificación de estos (en caso de que se desee).

Además, en la tabla también se mostrara un botón “Borrar”, dándole al administrador la posibilidad de eliminar el tema que desee.



Modo Admin Usuario: admin
Nombre: admin
[Salir](#)

[Listado de Asignaturas](#) / [Listado de Temas](#) / [Información sobre el Tema](#) / [Gestionar Recursos](#)

Listado de Recursos

Tema I de Frances

Fecha:
2015-08-26

Recursos Públicos:

Nombre	Descripción	Ruta	Autor	Borrar
Recurso de Frances	Recurso de Frances	../archivos/agua08.jpg	03475014f	<input type="button" value="Borrar"/>

Recursos Privados:

Nombre	Descripción	Ruta	Autor	Borrar
--------	-------------	------	-------	--------

About
Este Campus Virtual ha sido desarrollado sin ánimo de lucro, como Trabajo Fin de Grado de la Universidad de Valladolid.

Dirección de Contacto
Campus "María Zambrano"
Calle Larga Nº5
Segovia, CP 40004
Tlf: (921) 42-98-54

Copyright - 2015 - Abel de Andrés Gómez

Ilustración 44: Manual de administrador: Gestionar recursos

Modificar recurso

Cuando el administrador pulsa sobre el enlace del nombre del recurso, el sistema mostrara un formulario para modificar los campos que se desee. Teniendo la posibilidad de subir un nuevo archivo e incluso cambiar la visibilidad de este.



Ilustración 45: Manual de administrador: Modificar recurso

Manual del Profesor

El profesor al introducir sus credenciales se le mostrara su página personalizada de inicio.

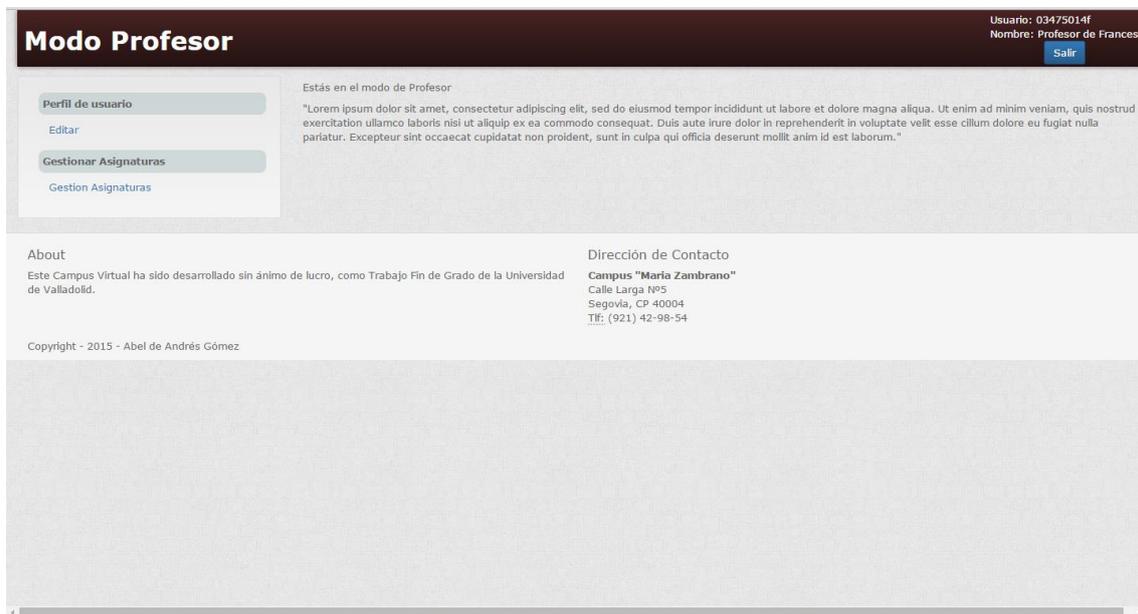


Ilustración 46: Manual del profesor: Index profesor

Como podemos observar, nos encontraremos también con un menú en la parte izquierda de la pantalla. Desde ahí el profesor podrá realizar todas las operaciones.

El menú se encontrara dividido en dos secciones principales:

- Perfil de usuario: donde podrá modificar su perfil.
- Gestionar Asignaturas: ahí se encontraran todas las operaciones relacionadas con las asignaturas y sus respectivos temas, recursos y tutorías.

Editar perfil de usuario

Al igual que el administrador, si el docente pulsa sobre “Editar”, el sistema mostrara los datos personales de este y le permitirá modificarlos.

The screenshot shows the 'Modo Profesor' interface. At the top right, it displays 'Usuario: 03475014f' and 'Nombre: Profesor de Frances' with a 'Salir' button. The main content area is titled 'Editar Perfil' and shows the profile for 'Perfil de 03475014f'. The form contains the following fields:

- Nombre: Profesor de Frances
- Email: frances@frances
- Contraseña Actual: Contraseña Actual
- Contraseña Nueva: Contraseña Nueva
- Repita la Contraseña: Repita la Contraseña

A 'Guardar' button is located at the bottom right of the form. Below the form, there is an 'About' section and a 'Dirección de Contacto' section. The footer includes 'Copyright - 2015 - Abel de Andrés Gómez'.

Ilustración 47: Manual del profesor: Editar perfil

Para modificar su perfil, será necesario que escriba su contraseña. En cambio, si desea modificar su contraseña actual, deberá introducirla además de introducir la nueva contraseña y repetirla. Si coinciden ambas contraseñas, automáticamente se modificara su contraseña. En caso contrario se mostrara un error.

Gestionar asignaturas

Con esta opción, el docente obtendrá un listado con todas las asignaturas que imparte. Además, se mostrara la información de dicha asignatura y unos enlaces para poder ver sus temas e incluso obtener la información completa de la asignatura.

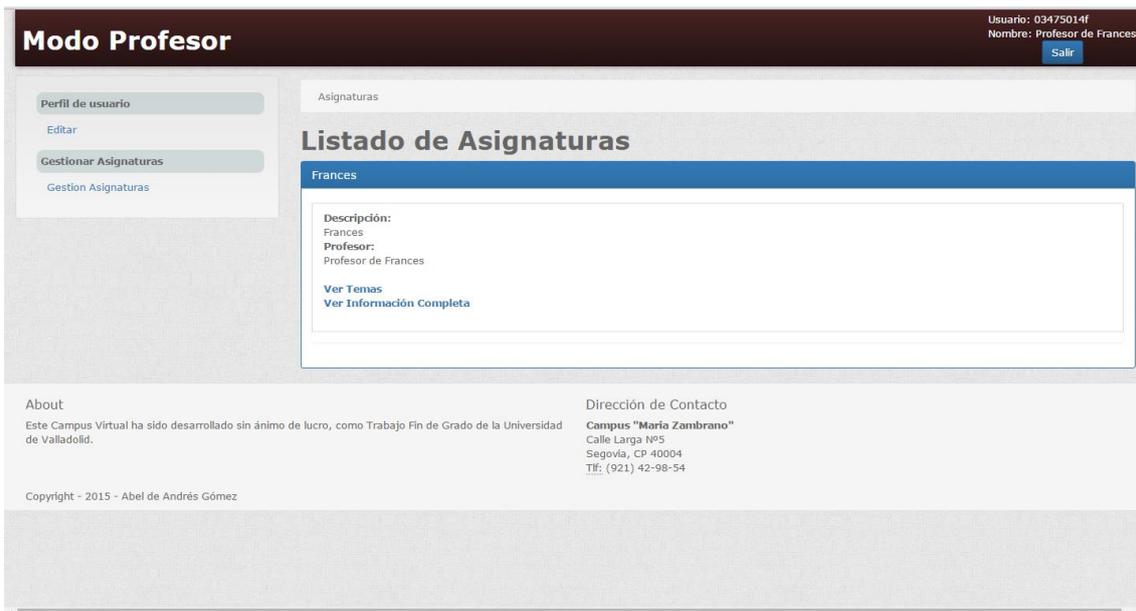


Ilustración 48: Manual del profesor: Gestionar asignaturas

Ver Información Asignatura

En esta opción, el docente podrá obtener la información completa acerca de la asignatura seleccionada. El sistema mostrara la información propia de la asignatura, incluyendo los temas, el profesor responsable de esta y un listado de alumnos.

Si el profesor pincha sobre los temas, podrá acceder directamente a la información de estos.



Ilustración 49: Manual del profesor: Ver información asignatura

Ver Temas

Si el usuario pulsa sobre el enlace de “Ver temas” de la pantalla anterior, podrá

obtener una tabla con los temas existentes y un formulario para la creación de nuevos temas.

La interfaz es idéntica a la que usa el administrador, por lo tanto las reglas a la hora de crear un tema serán las mismas.

Al igual que el administrador, el profesor también podrá eliminar los temas que desee.

The screenshot shows the 'Modo Profesor' interface. At the top right, it displays 'Usuario: 03475014f' and 'Nombre: Profesor de Frances' with a 'Salir' button. The main header is 'Modo Profesor'. On the left sidebar, there are buttons for 'Perfil de usuario', 'Editar', 'Gestionar Asignaturas', and 'Gestion Asignaturas'. The main content area is titled 'Listado de Temas' and shows a breadcrumb 'Listado de Asignaturas / Listado de Temas'. Below this, it says 'Frances' and displays a table with two rows of topics. Each row has a 'Borrar' button. Below the table is a 'Crear nuevo tema' section with a date input field and a description text area, followed by a 'Registrar Tema' button.

Descripción	Fecha	Borrar
Tema I de Frances	2015-08-26	Borrar
Tema II de Frances	2015-08-28	Borrar

Ilustración 50: Manual del profesor: Ver temas

Se recuerda que para obtener la información de un tema, el profesor deberá pulsar sobre la descripción de este.

[Ver información tema](#)

Desde esta interfaz, el docente podrá obtener un listado con los recursos del tema (públicos y privados), además también podrá obtener un listado de tutorías e incluso acceder a estas. Desde esta interfaz, también se podrán borrar las tutorías que se deseen.

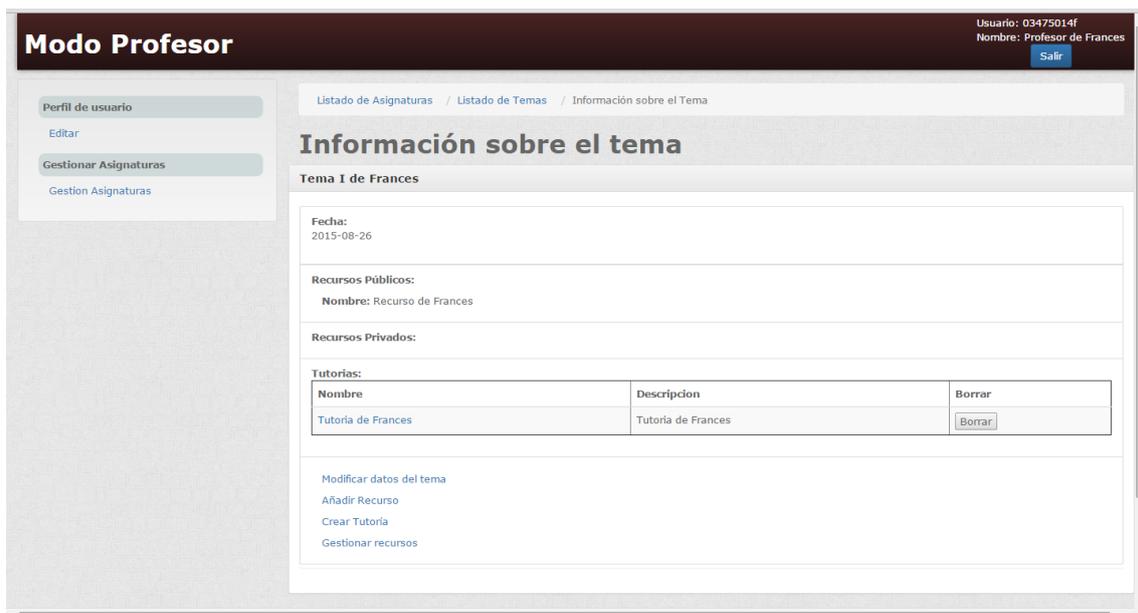


Ilustración 51: Manual del profesor: Ver información tema

Otras opciones que el usuario podrá realizar son:

- Modificar datos del tema
- Añadir Recurso
- Crear Tutoría
- Gestionar recursos

Acceder a tutoría

Para acceder a la tutoría, el profesor deberá pulsar sobre el nombre de la tutoría que se encuentra en el listado.

Streaming de la tutoría: "Tutoría de Frances"

Usuario: "Profesor de Frances"

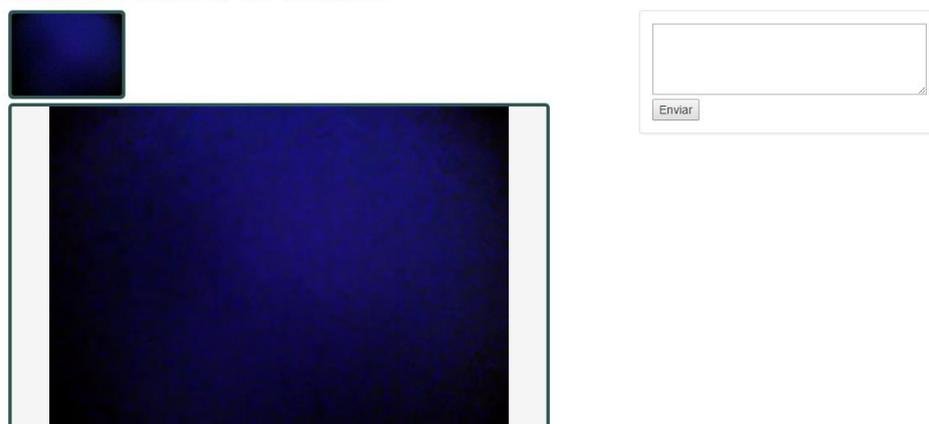


Ilustración 52: Manual del profesor: Acceder a tutoría

Además, el profesor tendrá un chat para comunicarse con el alumno vía escrita.

Modificar datos del tema

En esta opción, el profesor podrá realizar modificaciones sobre el tema. Para ello, el administrador deberá sobrescribir los campos que desee modificar. Posteriormente, el administrador deberá pulsar sobre el botón “Modificar”.

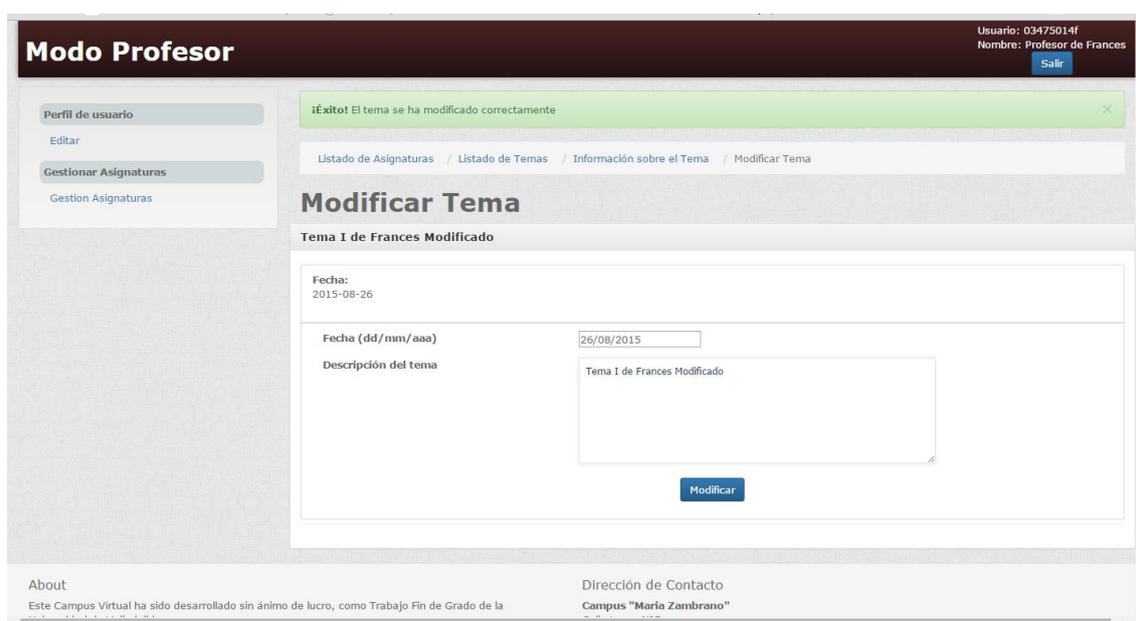


Ilustración 53: Manual del profesor: Modificar datos del tema

Si el administrador no ha rellenado el campo de descripción, el sistema mostrará un mensaje de aviso.

Añadir recurso

En esta opción, el docente podrá dar de alta un recurso. Para ello, deberá rellenar los campos solicitados por el sistema. Entre estos campos nos encontramos el nombre, la descripción, la visibilidad (si desea que el recurso sea público o privado) y la ruta del archivo (en caso de que se desee subir un archivo).

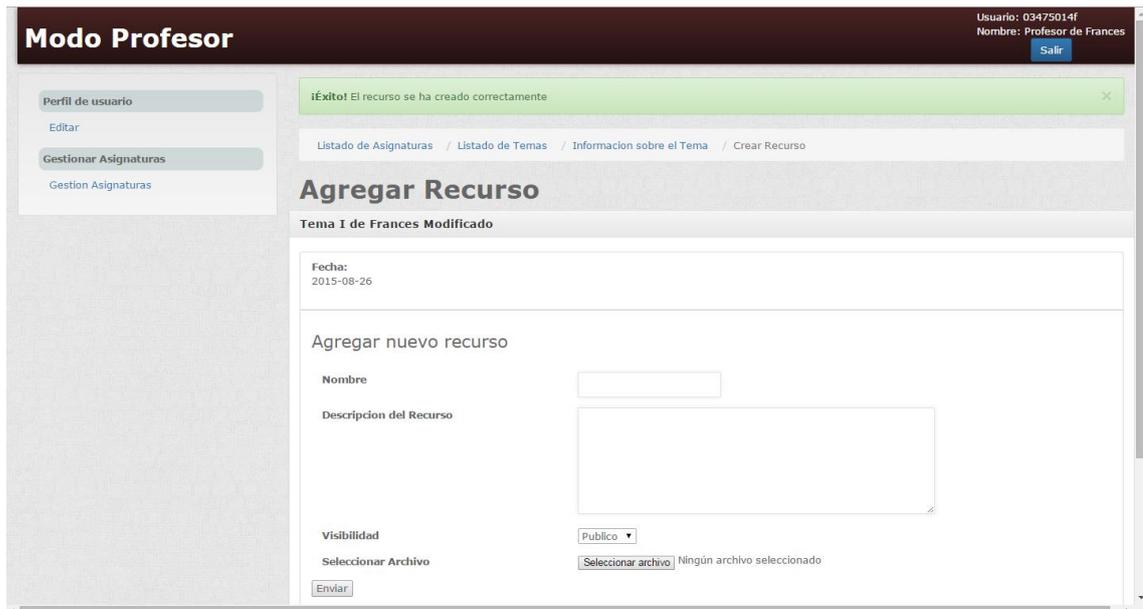


Ilustración 54: Manual del profesor: Añadir recurso

Como se puede apreciar en la ilustración anterior, el sistema mostrara un mensaje satisfactorio en caso de que no exista ningún problema.

Crear Tutoría

Desde esta opción, el usuario podrá crear una tutoría. Para ello deberá indicar el nombre y la descripción de esta. Además también deberá elegir que usuario podrá visualizar dicha tutoría. Para finalizar, el docente deberá pulsar sobre el botón de “Crear”.

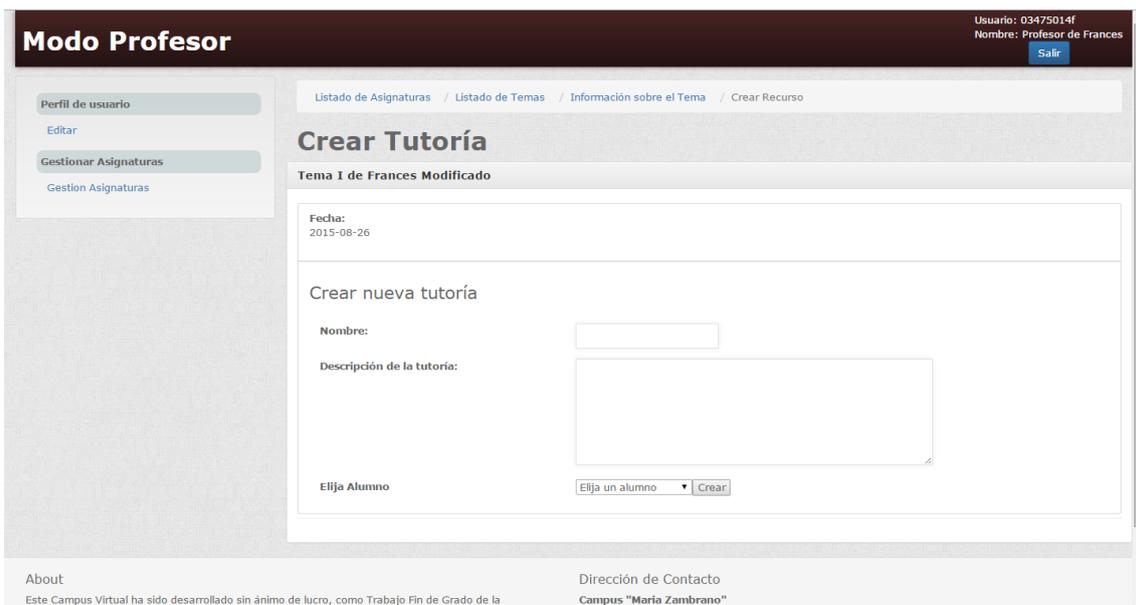


Ilustración 55: Manual del profesor: Crear tutoría

Gestionar recursos

En esta opción, el docente podrá listar todos los recursos relativos a un tema, ya sean propios o de otros alumnos.

The screenshot shows the 'Modo Profesor' interface. At the top right, the user is identified as 'Usuario: 03475014f' and 'Nombre: Profesor de Frances'. The main content area is titled 'Listado de Recursos' and shows details for 'Tema I de Frances Modificado'. The date is '2015-08-26'. There are two tables: 'Recursos Públicos' and 'Recursos Privados'. The 'Recursos Públicos' table has two rows: one for 'Recurso de Frances' (author: 03475014f, path: ../archivos/agua08.jpg) and one for 'Recurso del alumno' (author: 03475014p, path: No tiene archivo). The 'Recursos Privados' table has one row: 'Recurso de los verbos' (author: 03475014f, path: No tiene archivo). Each row has a 'Borrar' button. The footer contains 'About' information and 'Dirección de Contacto' for 'Campus "María Zambrano"'. The footer text is: 'Este Campus Virtual ha sido desarrollado sin ánimo de lucro, como Trabajo Fin de Grado de la Universidad de Valladolid.' and 'Dirección de Contacto: Campus "María Zambrano", Calle Larga Nº5, Segovia, CP 40004'.

Ilustración 56: Manual del profesor: Gestionar recursos

Como se puede ver en la ilustración anterior, todos aquellos recursos cuyo nombre está en azul, son aquellos que el docente ha creado, y por lo tanto podrá modificar.

Esta interfaz también nos va a permitir la eliminación de recursos ya sean creados por el alumno o por el profesor.

Modificar recurso

Cuando el administrador pulsa sobre el enlace del nombre del recurso en la interfaz anterior, el sistema mostrara un formulario para modificar los campos que se desee. Teniendo la posibilidad de subir un nuevo archivo e incluso cambiar la visibilidad de este.



Ilustración 57: Manual del profesor: Modificar recurso

Manual Alumno

El alumno al introducir sus credenciales se le mostrara su página personalizada de inicio.



Ilustración 58: Manual del alumno: Index alumno

Como podemos observar, nos encontraremos también con un menú en la parte izquierda de la pantalla. Desde ahí el alumno podrá realizar todas las operaciones.

El menú se encontrara dividido en dos secciones principales:

- Perfil de usuario: donde podrá modificar su perfil.

- **Gestionar Asignaturas:** ahí se encontraran todas las operaciones relacionadas con las asignaturas y sus respectivos temas, recursos y tutorías.

Editar perfil de usuario

Al igual que el administrador y el docente, si el alumno pulsa sobre “Editar”, el sistema mostrara los datos personales de este y le permitirá modificarlos.

The screenshot displays the 'Modo Alumno' (Student Mode) interface. At the top right, it shows the user's ID '03475014p' and name 'AlumnoFrances', with a 'Salir' (Logout) button. The main content area is titled 'Editar Perfil' (Edit Profile) for user '03475014p'. The form contains the following fields:

- Nombre:** AlumnoFrances
- Email:** 03475014p@03475014p
- Contraseña Actual:** Contraseña Actual
- Contraseña Nueva:** Contraseña Nueva
- Repita la Contraseña:** Repita la Contraseña

A 'Guardar' (Save) button is located at the bottom right of the form. On the left sidebar, there are two main menu items: 'Perfil de usuario' (with a sub-item 'Editar') and 'Gestionar Asignaturas' (with a sub-item 'Gestión Asignaturas'). The footer contains 'About' information for the virtual campus and contact details for 'Campus "Maria Zambrano"' in Segovia, including the address, postal code, and phone number.

Ilustración 59: Manual del alumno: Editar perfil

Para modificar su perfil, será necesario que escriba su contraseña. En cambio, si desea modificar su contraseña actual, deberá introducirla además de introducir la nueva contraseña y repetirla. Si coinciden ambas contraseñas, automáticamente se modificara su contraseña. En caso contrario se mostrara un error.

Gestionar asignaturas

Con esta opción, el docente obtendrá un listado con todas las asignaturas que imparte. Además, se mostrara la información de dicha asignatura y uno enlace para poder ver sus temas.

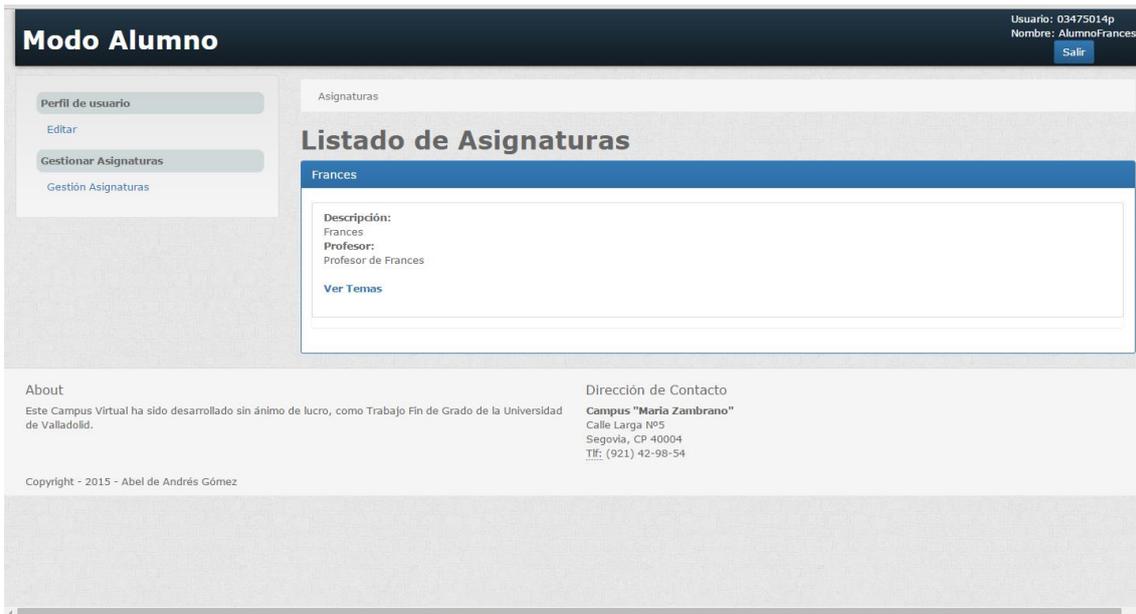


Ilustración 60: Manual del alumno: Gestionar asignaturas

Ver temas

Si el alumno pulsa sobre el enlace de “Ver temas” de la pantalla anterior, podrá obtener un listado con los temas existentes en dicha asignatura.

Dentro de cada tema, el alumno podrá visualizar todos los recursos públicos disponibles. Además, también tendrá un listado con las respectivas tutorías existentes en dicho tema. Si el usuario pulsa sobre el nombre de la tutoría, podrá acceder a esta.

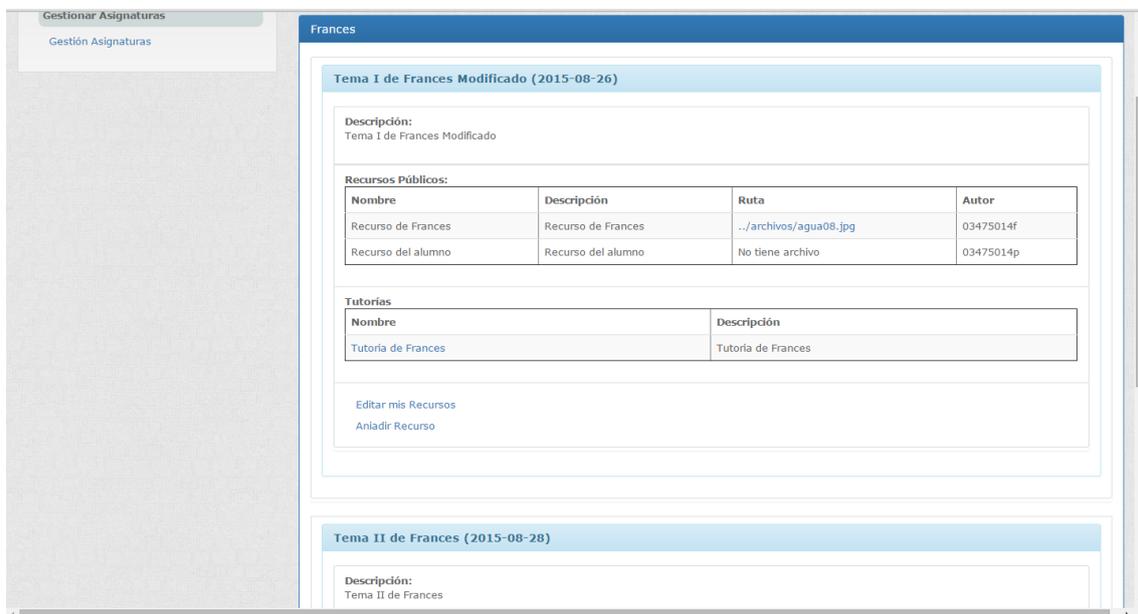


Ilustración 61: Manual del alumno: Ver temas

Junto con las tablas de los recursos y las tutorías, podemos ver unos enlaces que dan al alumno las opciones de:

- Editar mis recursos
- Añadir Recurso

Acceder a tutoría

Para acceder a la tutoría, el alumno deberá pulsar sobre el nombre de la tutoría que se encuentra en el listado.

Streaming de la tutoría: "Tutoria de Frances"

Usuario: "AlumnoFrances"

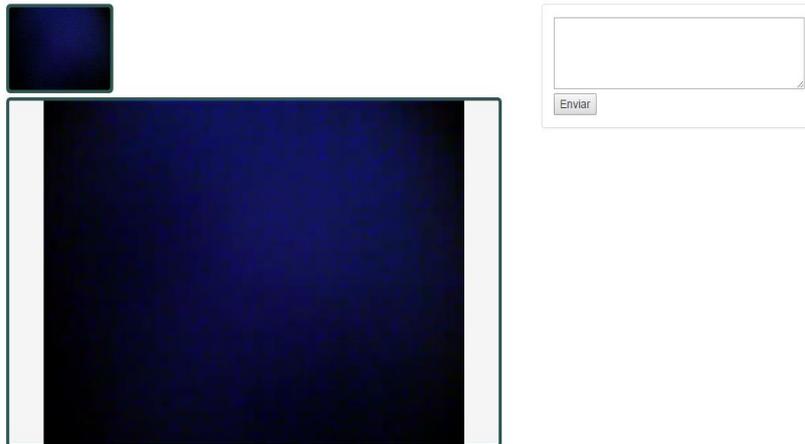


Ilustración 62: Manual del alumno: Acceder a tutoría

Además, el alumno tendrá un chat para comunicarse con el docente vía escrita.

Editar mis recursos

Si el alumno accede a esta opción, se mostrara un listado con todos los recursos propios del alumno, ya sean públicos o privados.

Modo Alumno Usuario: 03475014p
Nombre: AlumnoFrances
[Salir](#)

[Perfil de usuario](#)
Editar

[Gestionar Asignaturas](#)
Gestión Asignaturas

[Listado de Asignaturas](#) / [Listado de Temas](#) / [Listado de Recursos](#)

Listado de Recursos

Tema I de Frances Modificado

Fecha:
2015-08-26

Recursos Publicos:

Nombre	Descripcion	Ruta	Autor
Recurso del alumno	Recurso del alumno	../archivos/	03475014p

Recursos Privados:

Nombre	Descripcion	Ruta	Autor
--------	-------------	------	-------

About
Este Campus Virtual ha sido desarrollado sin ánimo de lucro, como Trabajo Fin de Grado de la Universidad de Valladolid.

Dirección de Contacto
Campus "Maria Zambrano"
Calle Larga Nº5
Segovia, CP 40004
Tlf: (921) 42-98-54

Copyright - 2015 - Abel de Andrés Gómez

Ilustración 63: Manual del alumno: Editar mis recursos

Como se puede apreciar en la ilustración anterior, los nombres de los recursos serán un enlace que permita al alumno modificarlos.

Añadir recurso

En esta opción, el docente podrá dar de alta un recurso. Para ello, deberá rellenar los campos solicitados por el sistema. Entre estos campos nos encontramos el nombre, la descripción, la visibilidad (si desea que el recurso sea público o privado) y la ruta del archivo (en caso de que se desee subir un archivo).



The screenshot shows a web interface titled 'Modo Alumno'. In the top right corner, it displays 'Usuario: 03479014p' and 'Nombre: AlumnoFrances' with a 'Salir' button. The main navigation bar includes 'Listado de Asignaturas', 'Listado de Temas', and 'Crear Recurso'. A left sidebar contains 'Perfil de usuario' (with 'Editar' below it) and 'Gestionar Asignaturas' (with 'Gestión Asignaturas' below it). The main content area is titled 'Agregar Recurso' and shows 'Tema I de Frances Modificado'. Below this, it displays 'Fecha: 2015-08-26'. The form section is titled 'Agregar nuevo recurso' and contains the following fields: 'Nombre' (a text input field), 'Descripción del Recurso' (a larger text area), 'Visibilidad' (a dropdown menu currently set to 'Publico'), and 'Seleccionar Archivo' (a button labeled 'Seleccionar archivo' followed by the text 'Ningún archivo seleccionado'). An 'Enviar' button is located at the bottom left of the form.

Ilustración 64: Manual del alumno: Añadir recurso

Modificar recurso

Dentro de la opción “Editar mis recursos” y habiendo pulsado sobre el nombre algún recurso que apareciera en la tabla, el sistema nos lleva a la opción de modificación del recurso. El sistema mostrara un formulario para modificar los campos que se desee. Teniendo la posibilidad de subir un nuevo archivo e incluso cambiar la visibilidad de este.



Ilustración 65: Manual del alumno: Modificar recurso