

TREBALL DE FINAL DE CARRERA

Àrea: Tecnologia .NET

Implementació de videoconferència en temps real utilitzant WebRTC



INTRODUCCIÓ	3
DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE.....	4
ESTUDI DE LA VIABILITAT DEL PROJECTE.....	4
EL PER QUÈ D'AQUEST PROJECTE?	8
OBJECTIUS DEL PROJECTE	8
REQUERIMENT DE LA SOLUCIÓ	9
FUNCIONALITATS A IMPLEMENTAR.....	9
RESULTATS ESPERATS.....	10
PRODUCTES OBTINGUTS	10
PLANIFICACIÓ INICIAL VS PLANIFICACIÓ FINAL.....	11
DIAGRAMA DE GANNT	12
ANÀLISI I DISSENY	14
DIAGRAMA DE CASOS D'ÚS	14
DIAGRAMA CASOS D'US ADMINISTRADOR	15
MODEL CONCEPTUAL.....	16
DIAGRAMA D' ARQUITECTURA DE L' APLICACIÓ.....	17
DISSENY DE LA BD / DIAGRAMA E-R	18
MODEL DE CLASSES	19
DISSENY DE LA INTERFÍCIE D'USUARI.....	20
PANTALLA DE COMUNICACIÓ DES D'UN DISPOSITIU MÒBIL	39
DESENVOLUPAMENT:	40
SW UTILITZAT	40
CAPES DE L' APLICACIÓ.....	42
AVALUACIÓ DE COSTOS.	43
TREBALL FUTUR.	43
CONCLUSIONS.....	44
BIBLIOGRAFIA.	45
AGRAÏMENTS	46

Introducció

L'evolució de les comunicacions telefòniques dels últims anys han generat un avenç important, arribant al que avui coneixem com VoIP.

Fent una mirada enrere i fins als anys 90, la tecnologia privada de les empreses gairebé estava basada en sistemes convencionals de telefonia, el que coneixíem com a sistemes telefònics digitals.

Va ser de l'any 1995 al 1997 quan això va canviar. Es va començar a treballar en l'encapsulació de petits fragments de veu sobre paquets en el Protocol IP.

Entre els anys 1998 i 1999, van aparèixer les primeres centraletes telefòniques amb hardware que permetia codificar veu en paquets IP.

Cap a l'any 2004 es va iniciar la segona fase d'aquest desenvolupament tecnològic emergint els primers sistemes purament de telefonia IP. No només connectaven delegacions per telefonia IP, sinó que també permetien connectar terminals IP fent-t'ho a través de la xarxa de dades directament com qualsevol PC o servidor.

Actualment, una gran majoria d'empreses tenen implantat VoIP, i cada vegada més, s'estan imposant els serveis d'assistència a clients a través de Videoconferència o Xat de veu o de text, i substituint al que fins ara es realitzava amb la instal·lació de plugins de Java al client, o bé, algun tipus de software client com Skype, IM, IRC, etc...

Amb els inconvenients que això comporta, som esclaus de la plataforma on estiguem i necessitem instal·lar components per a poder fer la Videoconferència o Xat en temps real. Cada sistema tindrà els seus plugins propis Windows, Linux, Mac.

Aleshores.... I si això no fos necessari? , I si ho poguéssim fer des del navegador sense més? I si no calgués instal·lar res a la màquina? I si no es tingués en compte i ens donés el mateix treball amb un o altre sistema operatiu?

Donar resposta a aquestes qüestions latents és justament l'objectiu d'aquest treball de fi de carrera.

Descripció del Projecte

El projecte es basarà en realitzar una aplicació web amb l'entorn .NET per implementar una aplicació de Xat i/o Videoconferència en temps real. Aquesta aplicació necessitarà únicament un navegador per funcionar, i utilitzarà els frameworks WebRTC o SignalR, els quals ambdós són frameworks Opensource especialitzats en Real Time Communications existents a la xarxa.

Hauré de treballar i aprofundir amb aquestes eines que avui en dia trobem al mercat.

La creació d'aquesta aplicació web haurà de possibilitar l'establiment d'una comunicació en temps real des del navegador de dos o més màquines. Haurà de permetre fer un xat o videoconferència sense cap mena d'instal·lació de plugins, només amb l'API de Google.

D'aquesta manera, aconseguiríem una aplicació de ràpida implantació i adaptació a qualsevol tipus de màquina i/o plataforma. Únicament es necessitaria un navegador per fer-la funcionar amb independència de la màquina que executi l'aplicació, ja sigui Windows, Linux o mac o dispositius mòbils Android o Apple.

Estudi de la viabilitat del projecte

"WebRTC i HTML5 poden transformar les comunicacions en temps Real com el navegador ho va fer amb la informació en el seu moment." Phil Edholm

Avui, les empreses estan presents a Internet i fins i tot moltes d'elles implementen Voip. No totes, però, tenen serveis de xat o videoconferència pels seus clients. És aquí a on volem enfocar el nostre treball.

Confeccionarem una aplicació web fàcilment adaptable a qualsevol empresa que doni el servei de xat o videoconferència, i ho farem utilitzant WebRTC o SignalR, els quals són frameworks OpenSource. El primer (WebRTC), està desenvolupat per la gent de Google per facilitar les comunicacions en temps real des dels navegadors, i el segon (SignalR) està produït per Microsoft. Això ens fa pensar que no serà difícil la integració amb ASP.Net., en principi.

Abans de decidir quin Framework ens convindrà utilitzar, hauríem de veure quins navegadors són els més utilitzats.

Per això consultem la web de w3schools, tota una comunitat de programadors a Internet, on podem veure estadístiques d'ús dels navegadors.



Browser Statistics and Trends



Statistics are important information.

From the statistics below (collected from W3Schools' log-files since 2002), you can read the long term trends of browser usage.







We see that Google Chrome, Firefox, and Internet Explorer are the most used browsers today.

Browser Statistics

2014	Internet Explorer	Firefox	Chrome	Safari	Opera
January	10.2 %	26.9 %	55.7 %	3.9 %	1.8 %
2013	Internet Explorer	Firefox	Chrome	Safari	Opera
December	9.0 %	26.8 %	55.8 %	3.8 %	1.9 %
November	10.5 %	26.8 %	54.8 %	4.0 %	1.8 %
October	11.7 %	27.2 %	54.1 %	3.8 %	1.7 %
September	12.1 %	27.8 %	53.2 %	3.9 %	1.7 %
August	11.8 %	28.2 %	52.9 %	3.9 %	1.8 %
July	11.8 %	28.9 %	52.8 %	3.6 %	1.6 %
June	12.0 %	28.9 %	52.1 %	3.9 %	1.7 %

Amb aquesta informació revisem la documentació tant de WebRTC com de SignalR per veure els seus punts forts i febles, i a partir d'aquests comparem amb la següent taula:

Taula Comparativa de Compatibilitat de Frameworks amb Navegadors.

	 WebRTC	 SignalR
	Estable	Testing, No Estable
	Estable	Testing, No Estable
	Estable	Testing, No Estable
	No Estable	Estable

Observem que el Framework WebRTC és molt més compatible i està força més avançat que SignalR, el qual està encara en fase Beta i no està del tot testejat. Per tant, mirarem de desenvolupar aquest projecte amb l'API de Google. El fet que siguin Open Source fa que aquest projecte sigui molt atractiu ja que no requerirà d'una gran inversió inicial.

Iniciem la composició del nostre projecte amb un entorn Visual.Net on utilitzarem el Framework i API's de Google. Per realitzar les proves de comunicació disposarem d'un entorn Virtualitzat on crearem les Màquines Virtuals que necessitem.

S'esdevé un projecte ambiciós i a la vegada molt rentable, doncs amb una petita inversió bàsicament en hores de programació i dedicació, obtindrem un complet benefici tecnològic i de gran valor comunicatiu, sigui quin sigui el tipus d'empresa on ho apliquem.

Entre els beneficis i valors que aporta podem destacar:

- Baix Cost ja que utilitza eines OpenSource.
- Alta Qualitat de Comunicacions tant d'Àudio, Vídeo, Dades.
- Comunicació en Temps Real des de la web de l'empresa.
- Desenvolupament d'una nova plataforma de comunicacions.
- Altament escalable.
- Seguretat.

El fet d'utilitzar aquests Frameworks ens atorga multitud d'avantatges envers altres.

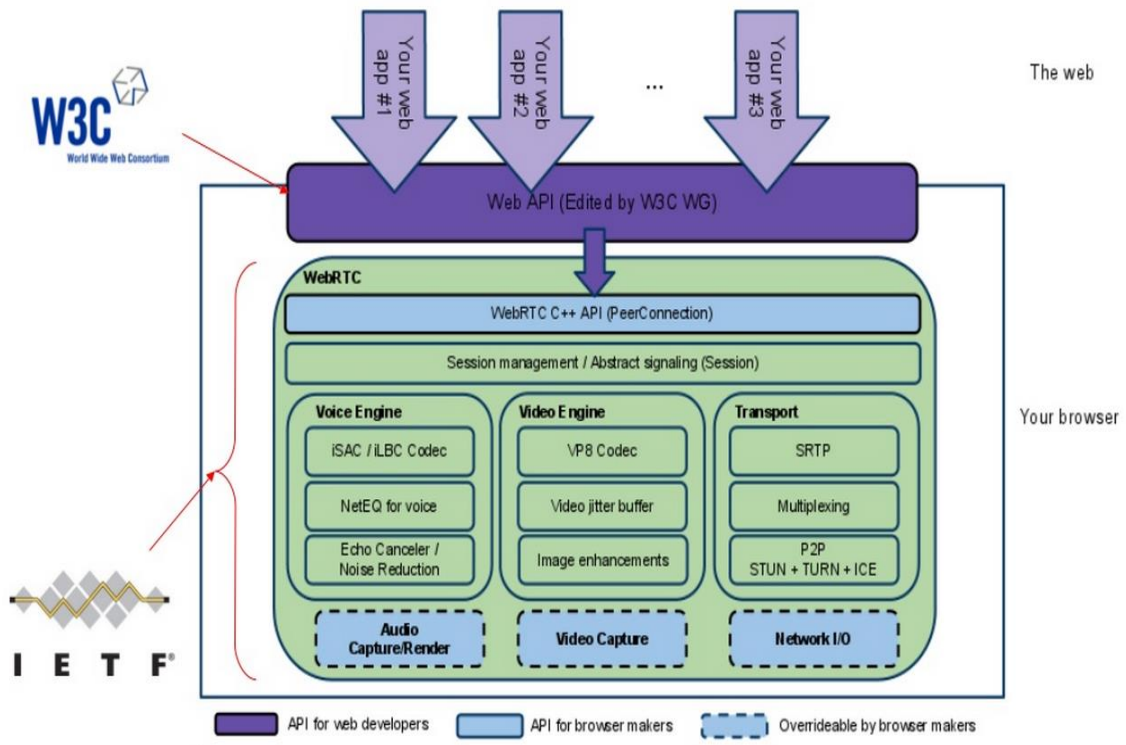
WebRTC és un framework multi plataforma i això ens proporciona un valor afegit i és que, amb la nostra aplicació podrem arribar a més de 1.000.000.000 d'usuaris. Arribarem a multitud de dispositius amb independència del navegador que facin servir, i a més ens facilita una àgil interacció amb navegadors de dispositius mòbils.

El WebRTC és una tecnologia que permet compartir dades d'àudio i vídeo entre navegadors en temps real. Comunicació en temps real. Com un conjunt d'estàndards, WebRTC proporciona a qualsevol navegador la capacitat de compartir àudio i vídeo o dades de parell a parell, sense la necessitat d'instal·lar connectors ni programari de tercers.

Els components WebRTC s'usen a través d'interfícies de programació en JavaScript (APIs).

Actualment s'estan desenvolupant les API's de streaming a través de la xarxa, que representen fluxos de dades de vídeo i àudio, així com la API PeerConnection, que permet a dos o més usuaris les connexions de navegador a navegador.

Veiem en un esquema el cor d'aquesta tecnologia:



A la il·lustració podem observar dues parts ben diferenciades:

- D'una banda tenim la part més visible que és l'API de WebRTC que ens aporta eines molt interessants amb les que treballarem per construir el nostre projecte.
- D'altra banda i per sota, tenim tota la tecnologia que hi ha implantada per a crear aquestes coses.

El millor de WebRTC és que ens abstraïem d'aquests còdecs i protocols i ens facilita la feina.

Si per exemple, volem establir una connexió amb un peer i no és possible amb el protocol SIP, nosaltres no haurem de fer res perquè ell canviarà de protocol i utilitzarà websockets o el que cregui convenient, allò que faci possible realitzar la connexió demanada. Per tant, és una avantatge afegida, fins ara els programadors havíem de tenir en compte multituds de factors alhora d'abordar un projecte i ara, utilitzar el WebRTC disminueix i agilitza molt la feina.

El per què d'aquest Projecte?

Hem fet una recerca a Internet de la nova tecnologia WebRTC emprada, i no hem trobat gaires llocs que ofereixin en l'actualitat aquest servei de manera gratuïta i sense la instal·lació de cap software.

El sentit d'aquest projecte és aquest, poder oferir un servei súper nou com és el de la comunicació de navegador a navegador, sense res més ni cap software fent d'intermediari entre les parts.

Objectius del Projecte

Generals

Adquirir coneixement sobre els productes i tecnologies emergents utilitzant l'entorn de programació Visual Studio 2013.

El nostre projecte consisteix en crear una aplicació web desenvolupada amb Visual Studio 2013 que faci ús de les tecnologies anteriorment citades com és la WebRTC. El projecte ens ha de permetre dur a terme una videoconferència de navegador a navegador sense la instal·lació de cap tipus de plugin.

Construirem una aplicació web usable i responsive, donat que no coneixem des de quin tipus de dispositiu es connectaran els nostres clients (si des d'un PC, Ipad o mòbil amb pantalla reduïda...), i haurèm de fer possible una videoconferència.

També dissenyarem un Webservice per donar servei a les peticions de dades, tant de consulta com d'inserció, actualització i/o eliminació. Aquest servei Web serà l'únic que és podrà connectar amb la base de dades, fent així d'intermediari entre el nostre aplicatiu i el servidor SQL. Això farà que l'aplicació sigui molt més forta davant d'atacs a Internet.

Específics

- Permetre que l'aplicació faci el registre d'usuaris.
- Permetre accedir a una sala i realitzar una videoconferència.
- Permetre crear i mantenir un log de connexions a la web.
- Permetre a l'usuari administrador portar un manteniment dels registres des de la pròpia aplicació web.
- Crear un Webservice pel projecte i la comunicació amb la base de dades.

Requeriment de la solució

Funcionals.

Necessitarem una aplicació per realitzar una videoconferència de navegador a navegador.

A nivell de hardware requerirem una webcam i/o micròfon. A nivell de software requerirem un navegador tant per l'emissor com pel receptor.

L'aplicació haurà de permetre registrar-se i/o logar-se amb credencials que emmagatzarem a la base de dades. També haurà de gestionar les sales que s'oferiran per fer la videoconferència. I finalment haurà de portar un dietari de les connexions/desconnexions de l'aplicació.

A més a més per realitzar aquesta videoconferència, el projecte desenvolupat haurà de permetre fer ús de la videocàmera i micròfon de l'usuari de manera fàcil i intuïtiva, i sense la instal·lació cap tipus de software.

No funcionals.

Per l'aplicació haurem de desenvolupar un Webservice que serà l'encarregat de donar connexió amb la base de dades.

L'aplicació farà peticions al Webservice i aquest es connectarà per capturar, insertar, actualitzar o eliminar les dades necessàries. Quan es desconnecti, si es requereix, retornarà les dades a l'aplicació.

Haurem de desenvolupar els manteniments de les taules implicades en l'aplicació, així com els mecanismes d'interacció amb els dispositius de càmera i micròfon.

Funcionalitats a implementar

Descriurem totes les funcionalitats del projecte a implementar:

- Base de dades de l'aplicatiu.
- Magatzem de les dades d'usuaris, sales i logs.
- Taules de l'aplicació.
- Definició de les claus primàries i claus forànies.
- Relacions.
- Web Service.
- Connexió i desconnexió de la base de dades.
- Mètodes per consulta d'informació.
- Mètodes públics i privats.
- Projecte Web.
- Manteniments de Taules.
- Opcions Usuari.

- Opcions Administrador.
- Connexió i videoconferència.
- Presentació.
- Interfícies d'usuari.
- Maquetació de l'aplicació a diferents pantalles. Mockups.
- Documentació del Projecte.

Resultats esperats

Esperem una web intuïtiva i estable, que permeti registrar-nos i logar-nos com a usuaris per poder entrar a una sala i fer una videoconferència de navegador a navegador, sense necessitat de cap software addicional, fent ús del framework WebRTC de Google.

Haurà de ser una web amigable, usable, que funcioni independentment del dispositiu on la fem servir i compatible amb la majoria de navegadors del mercat.

Productes obtinguts

Finalitzada l'elaboració del projecte, hem obtingut els següents productes:

-Memòria del projecte

On queda reflectit la descripció del projecte, la planificació, l'anàlisi i els comentaris referents a la implementació.

-El codi font del projecte que podem dividir en dues grans funcionalitats:

- La part de la web de videoconferència i gestió de taules de l'aplicació per l'usuari administrador, és el projecte MVC_TFC_XJC.
- La part de gestió de connexions a la base de dades, inserció i extracció de dades, és el projecte WcfService.

-Un arxiu de creació de la Base de Dades amb la que va associada el projecte

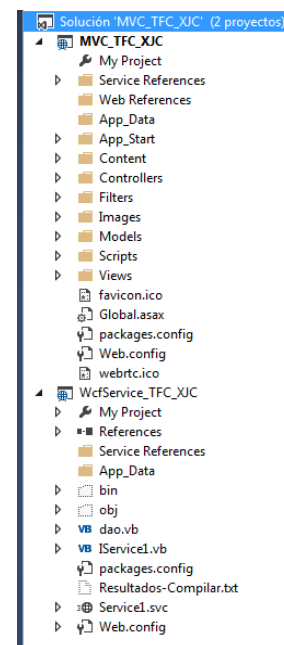
On hi trobarem totes les sentències transact-sql utilitzades per a crear les taules, claus primàries i claus foranies, i associacions utilitzats en aquest projecte.

- Manual d'usuari

-Presentació virtual on queda explicat el funcionament de l'aplicació

L'aplicació construïda aconsegueix les fites que ens vàrem imposar a l'inici d'aquest projecte.

Hem obtingut una aplicació web que ens permet dur a terme una videoconferència de navegador a navegador utilitzant WebRTC.



L'aplicació es comunica amb el servidor de dades mitjançant un Webservice, desenvolupat expressament en aquest projecte.

Planificació inicial vs planificació final

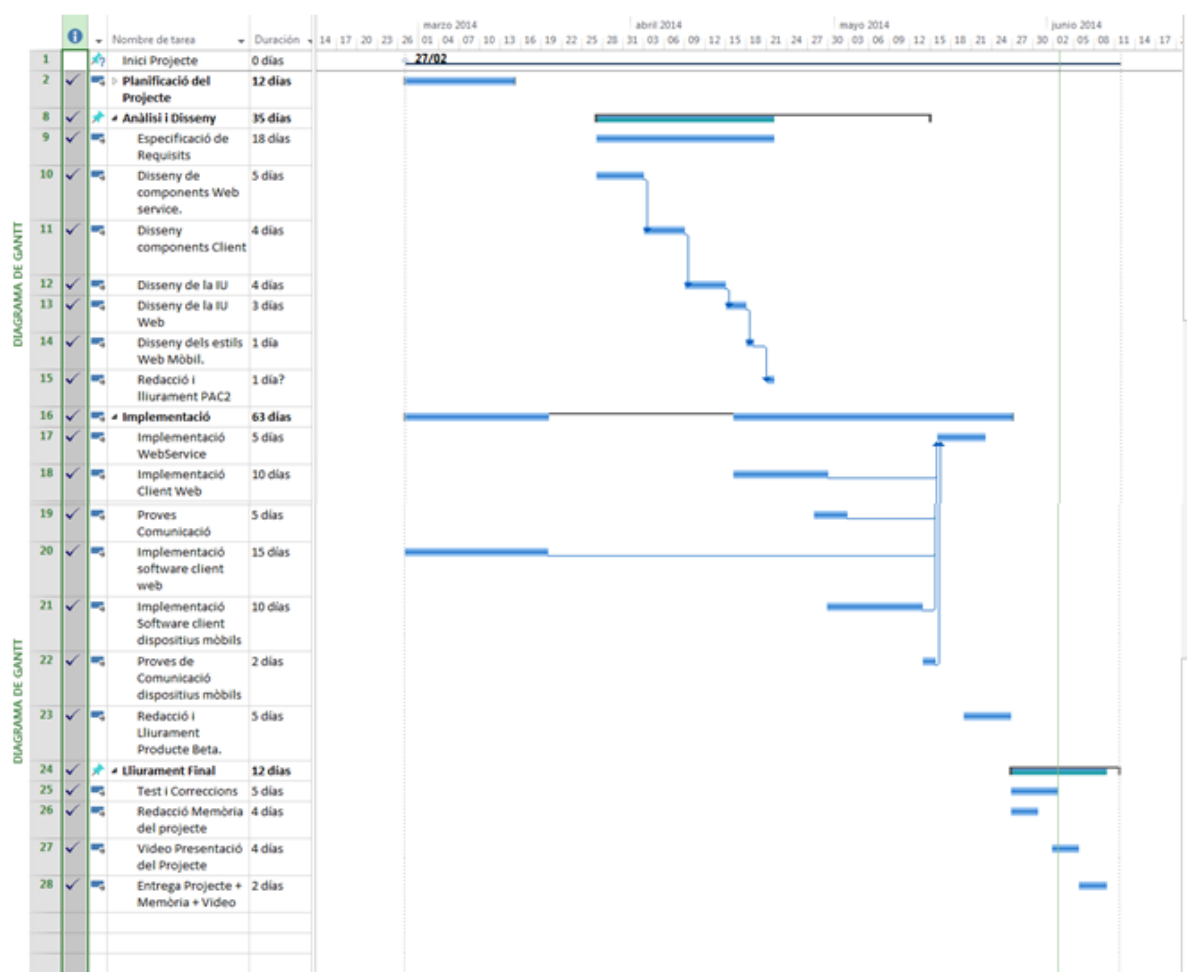
Xavier Jurado Del Corral

13/06/2014

TFC .NET Video Chat/ chat web RTC Communications.

% completado	Fase	Durada	Inci	Fi	Notes
TFC	Planificació del Projecte	103 dies	27-feb-14	11-Jun-14	
100%	Planificació del Projecte	12 dies	27-feb-14	3-Mar-14	
100%	Definició del Projecte	3 dies	28-feb-14	2-Mar-14	
100%	Proposta del Projecte	2 dies	2-mar-14	3-Mar-14	
100%	Instal·lació de l'entorn i programari.	2 dies	4-mar-14	5-Mar-14	
100%	Estimacions i anàlisi general.	4 dies	5-mar-14	8-Mar-14	
100%	redacció PAC1	3 dies	7-mar-14	9-Mar-14	
100%	Lliurament PAC1	1 dia	10-mar-14	10-Mar-14	
TFC	Anàlisi i Disseny	27 dies	11-mar-14	7-Apr-14	
100%	Especificació formal de requisits	2 dies	11-mar-14	13-Mar-14	
100%	Disseny de Components part servidor.	5 dies	13-mar-14	18-Mar-14	
100%	Disseny de Components part Client.	4 dies	18-mar-14	22-Mar-14	
100%	Disseny de Components Web.	4 dies.	22-mar-14	26-Mar-14	
TFC	Disseny de la IU	4 dies	26-mar-14	30-Mar-14	
100%	Disseny de la IU web.	3 dies	30-mar-14	2-Apr-14	
100%	Disseny de la IU Web mòbil.	1 dia	2-abr-14	3-Apr-14	
100%	redacció PAC2	4 dies	3-abr-14	6-Apr-14	
100%	Lliurament PAC2	1 dia	7-abr-14	7-Apr-14	
TFC	Implementació	48 dies	8-abr-14	26-May-13	
100%	Implementació de la part servidor.	5 dies	8-abr-14	18-abr-14	
100%	Implementació de la part Client.	5 dies	13-abr-14	18-abr-14	
100%	Proves de Comunicació client servidor.	5 dies	18-abr-14	23-Apr-14	
100%	Implementació software Client navegador.	15 dies	23-Apr-14	7-May-14	
100%	Implementació softwareClient dispositius mòbils.	15 dies	7-May-14	21-May-14	
100%	Proves de Comunicació en entorn de producció.	2dies	21-may-14	22-May-14	
100%	Correcció d'errors.	1 dies	23-may-14	23-May-14	
100%	Redacció Pac3	4 dies	23-may-14	26-May-14	
100%	Lliurament PAC3	1 dia	26-may-14	26-May-14	
TFC	Lliurament Final	16 dies	27-may-14	11-Jun-14	
100%	Test i Correccions	5 dies	27-May-14	31-May-14	
100%	Redacció de la memòria del projecte	7 dies	1-jun-14	5-Jun-14	
100%	Vídeo presentació del projecte.	5 dies	6-jun-14	10-Jun-14	
100%	Entrega del projecte. PAC4	1 dia	11-jun-14	11-Jun-14	

Diagrama de Gannt



Si contrastem amb l'horari previst, podem observar que hi ha hagut una desviació a la part d'implementació del projecte. La causa va ser l'haver de refer alguna part del projecte per existir alguna errata en l'etapa de disseny, però a base d'un esforç molt gran, es va aconseguir la fita.

Descripció d'aquestes incidències detectades:

Motius: Canvis al disseny d'estructura de la base de dades.

Desviació en dies: 8 dies

Fase on hi ha provocat la desviació: Anàlisi

Total Desviament en Fase de Anàlisi: 8 dies

Motius: Canvis en l'estructura de la base de dades, problemes derivats de la implementació i adaptació del projecte per a que utilitzi Entity Framework.

Desviació en dies: 20 dies

Fase on hi ha provocat la desviació: **Implementació.**

Motius: Canvis en les interfícies d'usuari, problemes derivats de la implementació i adaptació del projecte per a que utilitzi objectes amb JQuery.

Desviació en dies: 5 dies

Fase on hi ha provocat la desviació: **Implementació.**

Total Desviament en Fase Implementació: **25 dies.**

Total Desviament Projecte: 33 dies.

Els imprevistos van sorgir, sobretot a la fase d'implementació, en part, degut al fet de no conèixer en profunditat algun dels llenguatges emprats com el Razor o el JQuery, que tot i sent llenguatges i frameworks molt potents, si no es tenen coneixements previs implica més dedicació del previst en temps per formació.

Anàlisi i disseny

Diagrama de casos d'ús

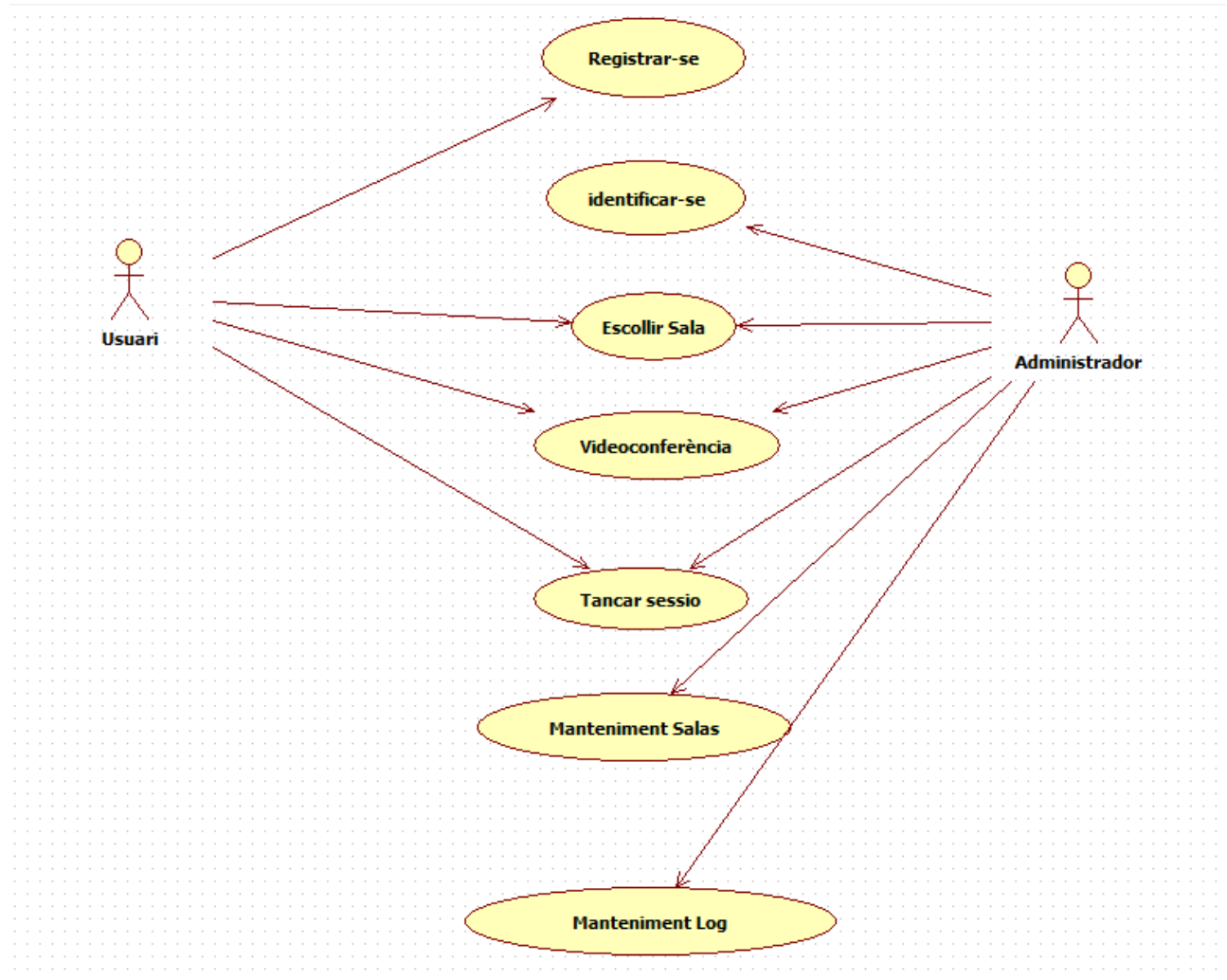
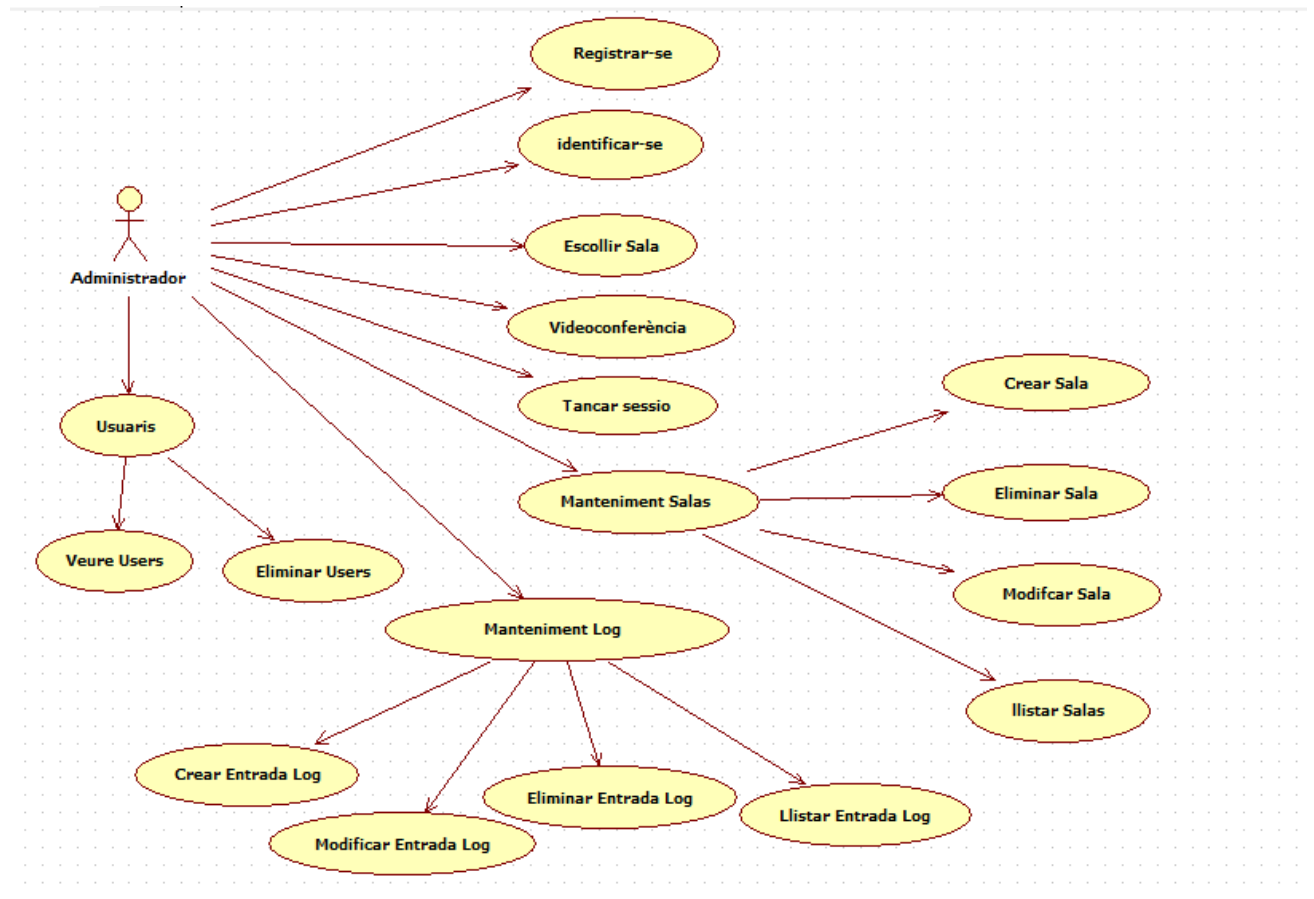


Diagrama casos d'us administrador



Model conceptual

Dibuixem l'esquema conceptual de la base de dades a implementar a partir de la llista descriptiva dels objectes i associacions identificades durant l'anàlisi previ.

Detallem l'arquitectura del sistema a implementar, l'esquema E-R de l'aplicació on s'identifica els objectes i propietats del projecte, i com es relacionen els uns amb els altres.

Definim el detall de classes de l'aplicació i packages que utilitzem en la realització del projecte.

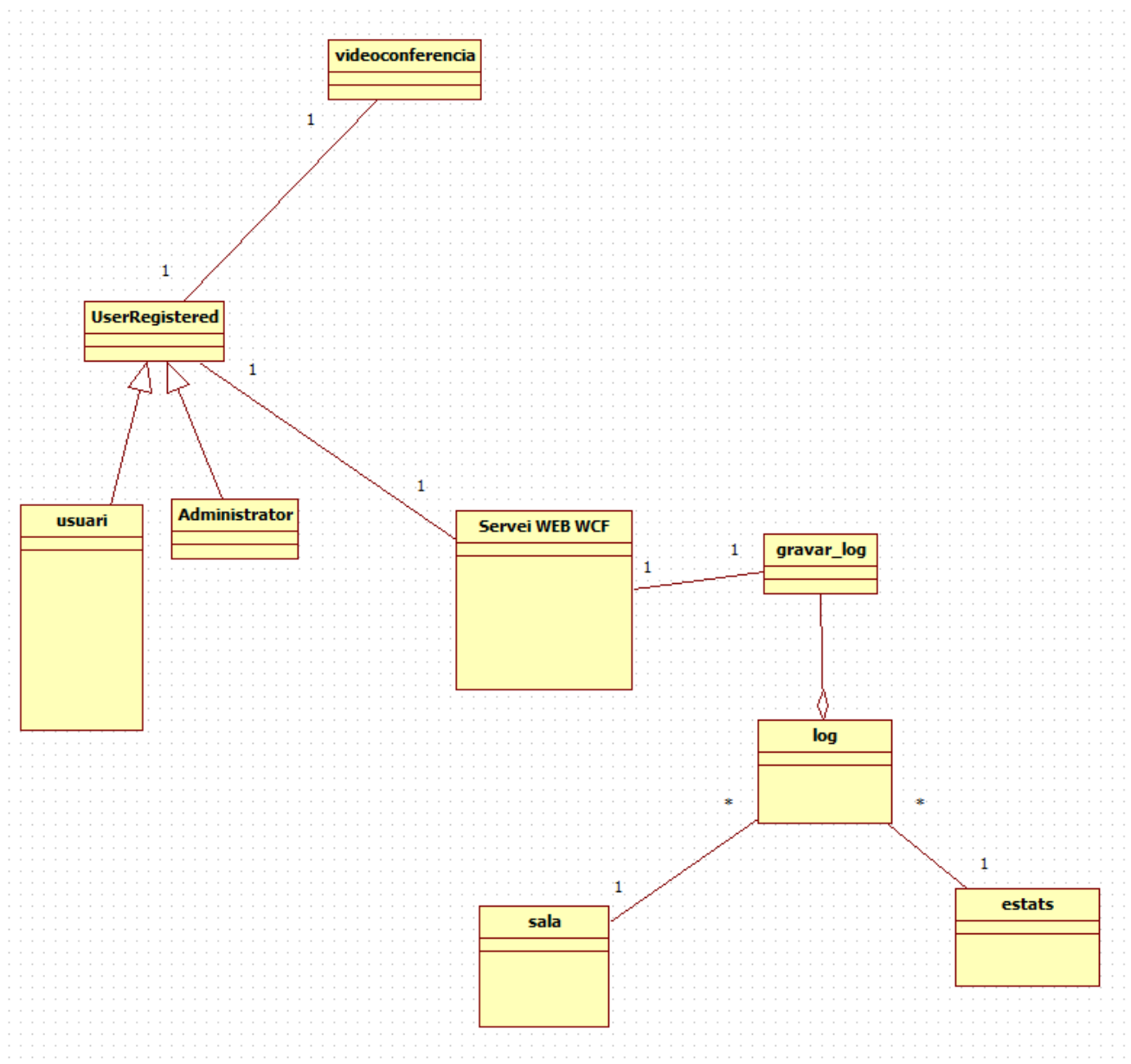
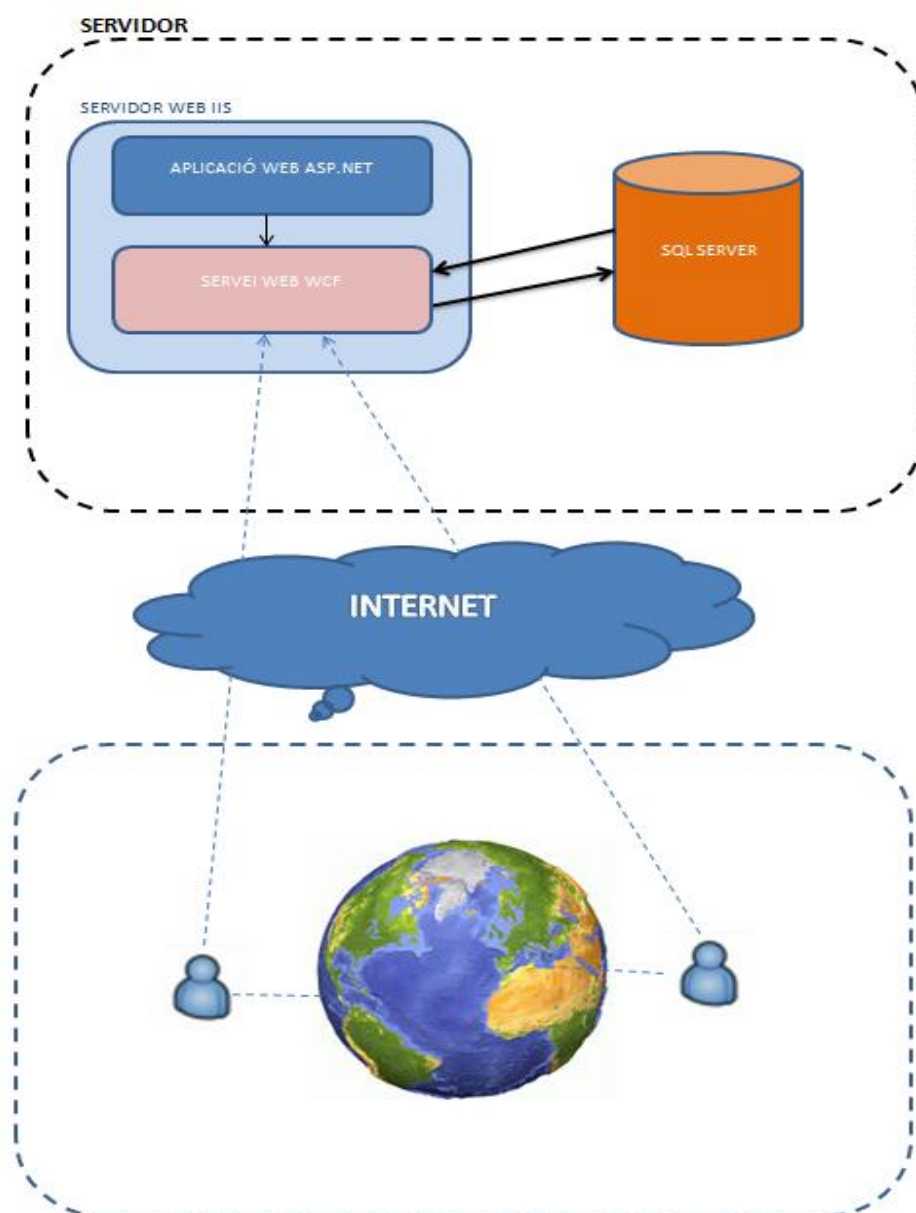


Diagrama d'arquitectura de l'aplicació

A continuació veurem l'arquitectura real del projecte. El servidor web allotjarà l'aplicació de videoconferència desenvolupada en visual Studio i un servei web que serà l'encarregat de fer d'intermediari entre l'aplicació i la base de dades. El servei web serà l'únic que tindrà accés a la base de dades i ens retornarà la informació que s'hagi autoritzat. Mitjançant aquest servei web garantim que cap usuari pugui accedir al servidor, únicament ho podrà fer el servei amb els mètodes públics i privats que definim en el servei. Al nostre projecte utilitzem SQL Server 2014 per emmagatzemar les dades dels usuaris, sales i accessos a l'aplicació



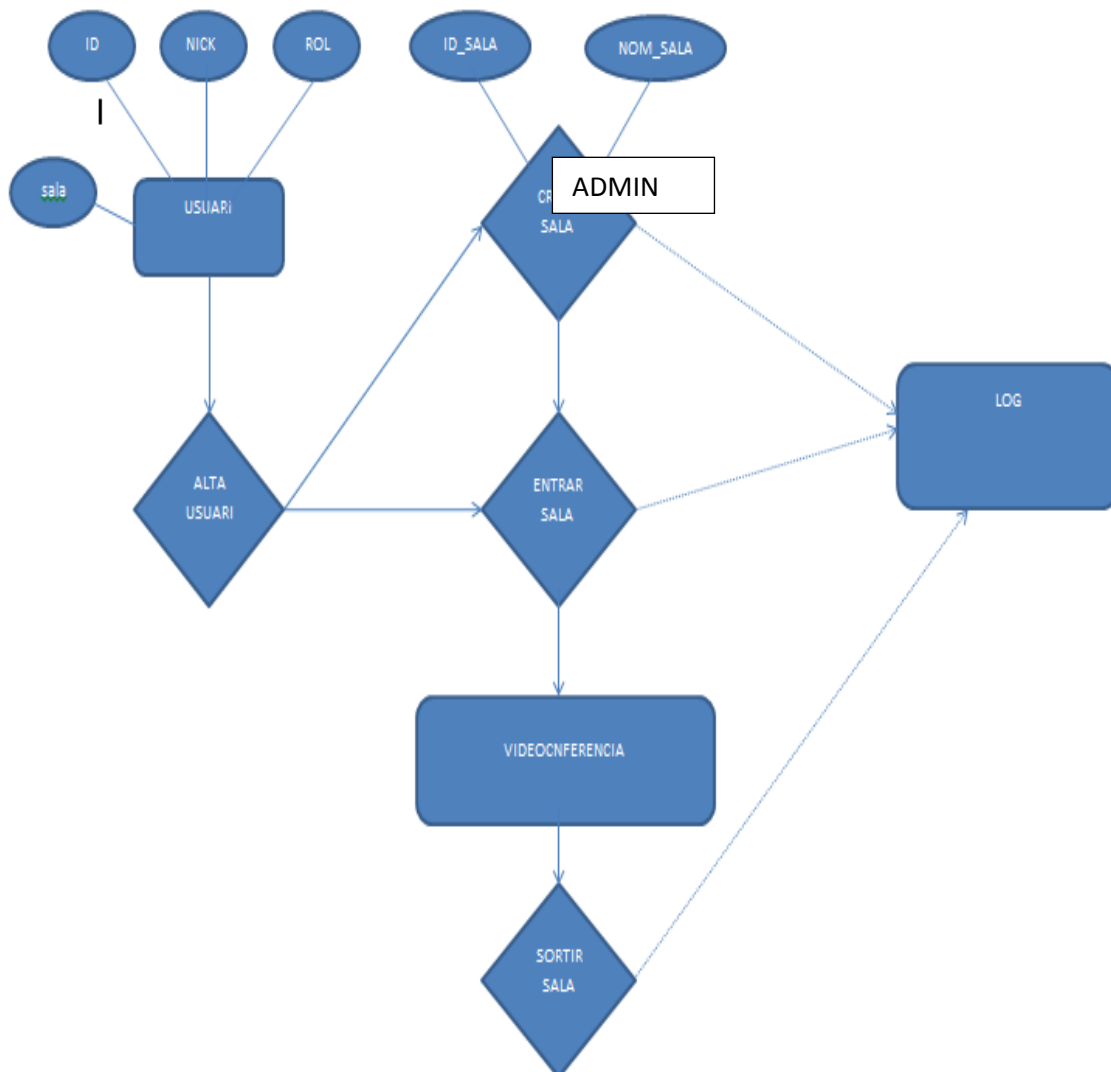
Disseny de la BD / Diagrama E-R

Al nostre projecte trobem 3 objectes principals: Usuaris, Sales i Figura del log.

A partir del Usuaris i Sales fem l'esquema E-R. El log o dietari és qui guarda la informació referent a les videoconferències tant en curs com finalitzades, connexions i tancaments.

El servei web no apareix en aquest diagrama adjunt però el veurem més tard, perquè no considerem que sigui un objecte amb propietats, tot i que inclou tota la lògica de l'aplicació i que gestiona les connexions i els logs. Més aviat és una package que conté els mètodes web que consumeixen els objectes de l'aplicació. Així doncs, ho veurem en el diagrama de classes.

Observem el E-R:



Model de classes

Pels objectes (usuari, sales, log i estats) utilitzarem diferents classes així com diferents packages per a realitzar diverses funcions que ara descriurem.

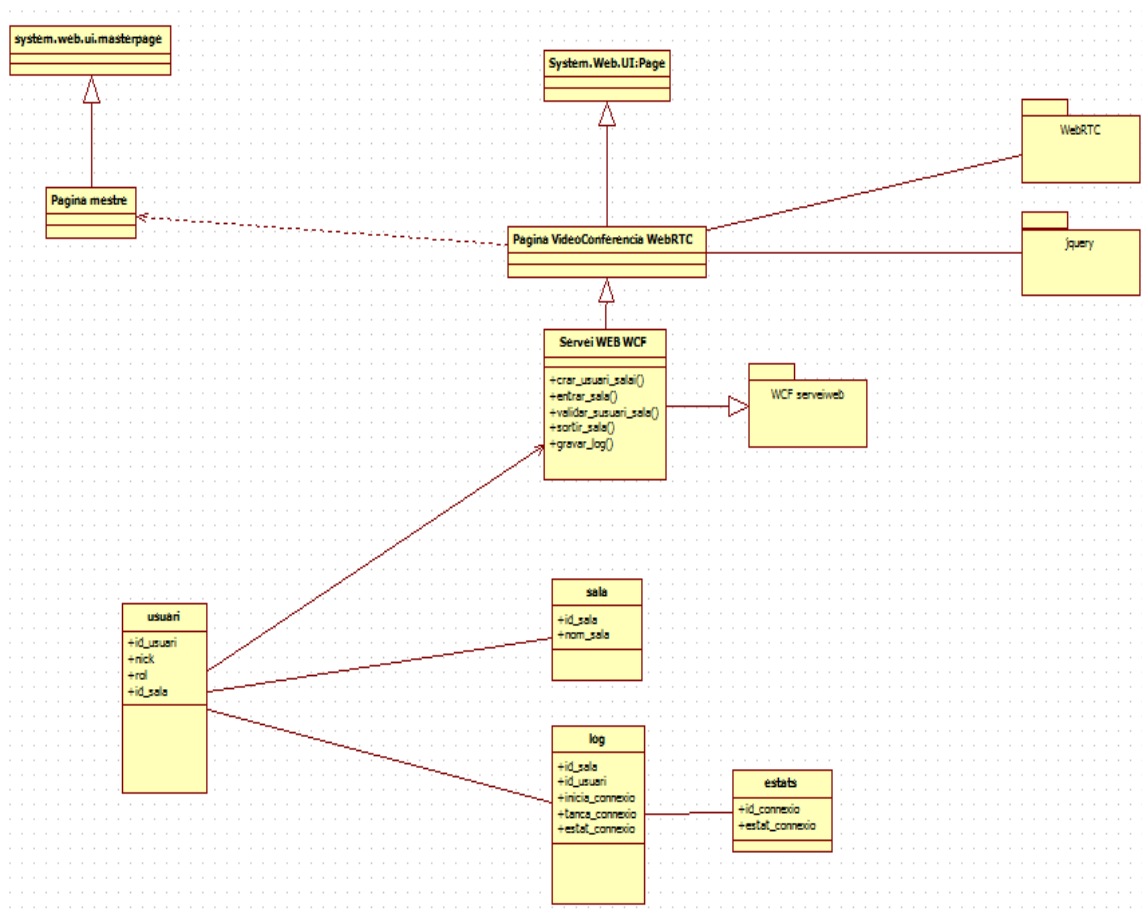
Per temes de connexions i comunicacions farem servir la package o framework de WEBRTC tant a nivell de transport com de multimèdia.

Per la interfície gràfica utilitzarem la package de JQuery, tot el que tingui relació tant amb els objectes de l'aplicació com els efectes de presentació.

Per la lògica de l'aplicació logins, logouts i control de sales i comunicacions obertes així com logs , prepararem un Webservice que gestionarà tots aquests processos. Ens subministrerà els recursos o dades mitjançant els mètodes definits en ell. L'aplicació web serà la consumidora web d'aquests mètodes, per tant, l'usuari no podrà accedir directament a les b.b.d.d sinó que ho haurà demanar al Webservice. Aquest connectarà amb la b.b.d.d. i prendrà la informació i ens retornarà allò que es requereixi en cada moment.

D'aquesta manera aconseguim una aplicació molt robusta, estable i reutilitzable, doncs aquest servei web també es podria reaprofitar per efectuar altres tasques que es puguin necessitar en un futur.

Gràficament:



Disseny de la interfície d'usuari

Pel que fa al disseny de la interfície d'usuari per les maquetes de les pàgines de l'aplicació web, s'utilitza un *plugin* de *Firefox* amb llicència *GPL* <http://pencil.evolus.vn/en-US/Home.aspx>

És una eina molt senzilla i pensada per a poder idear i presentar conceptualment quins elements s'han d'incloure a l'aplicació web.

Pel disseny de les pàgines web s'usa Visual Studio .Net 2013, tant per les pantalles de l'aplicació web com de l'aplicació mòbil. Per això, s'ha creat un projecte en Visual Studio 2013 amb els objectes, pàgines i codi necessari per a fer funcionar l'aplicació. També hem utilitzat plugins de .net, en aquest cas utilitzarem JQuery, on més endavant, en aquest mateix document, explicarem detalladament que ens aporta.

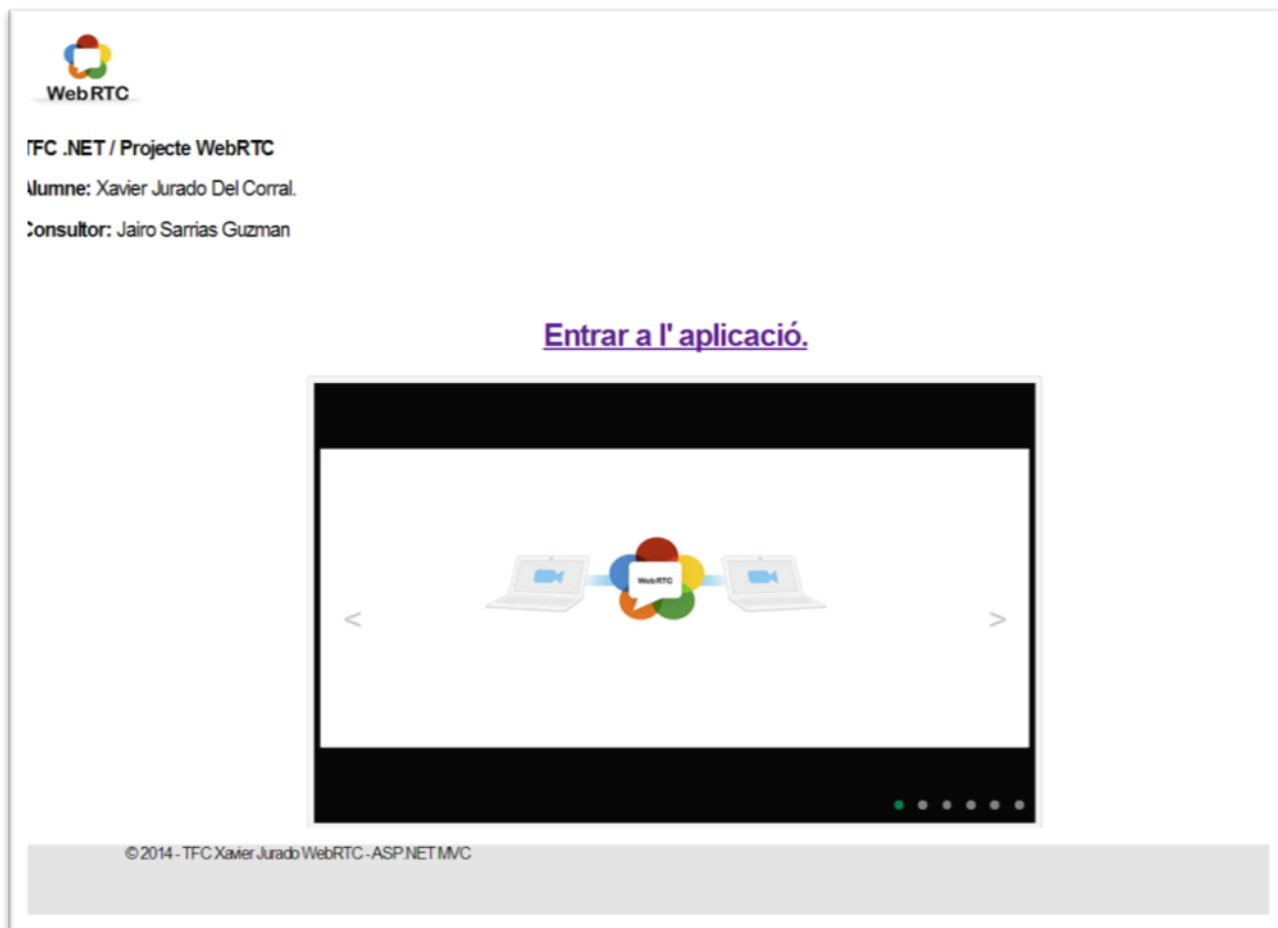
Els llenguatges utilitzats per dissenyar l'aplicació són Html5 per web, css3 per maquetar, i Javascript per JQuery, i altres com Visual basic.net o c#, els quals també podrem utilitzar des de l'entorn de programació Visual Studio.net ja que ens permet més llibertat alhora de programar el nostre projecte. A més a més, fem servir un plugin de JQuery que ens ajuda molt en el tema de connexions perquè ho fa tot ell mitjançant crides a Javascript.

En quant a la part Client desenvolupem la interfície d'usuari amb Html5 i css3 per la maquetació de les pàgines.

Cal mencionar que aquesta aplicació permet la connexió per vídeo xat a dos usuaris mitjançant el protocol SIP, utilitza un servidor SIP gratuït, però com el codi és fàcilment parametrizable, si volguéssim fer servir cap altre servidor de pagament només hauríem de canviar l'adreça de l'antic servidor pel nou i ja funcionaríem.

Per a realitzar el tractament dels usuaris que es registren a l'aplicació, hem aprofitat el sistema de login que ve per defecte amb el ASP.NET. Això implica que, cada usuari que es registri al sistema quedarà gravat tant a la base de dades d'usuaris de ASP.NET i a la nostra taula d'usuaris de la base de dades. Per defecte, tots els usuaris que es registren a la web seran de tipus "Usuari". Només l'usuari "Administrador" podrà canviar o eliminar a un altre usuari registrat, per tant, el primer usuari de tipus administrador es crearà des dels scripts de generació de base de dades.

Pantalla Benvinguda



En aquesta pantalla veurem una animació que ens avançarà el contingut del projecte.

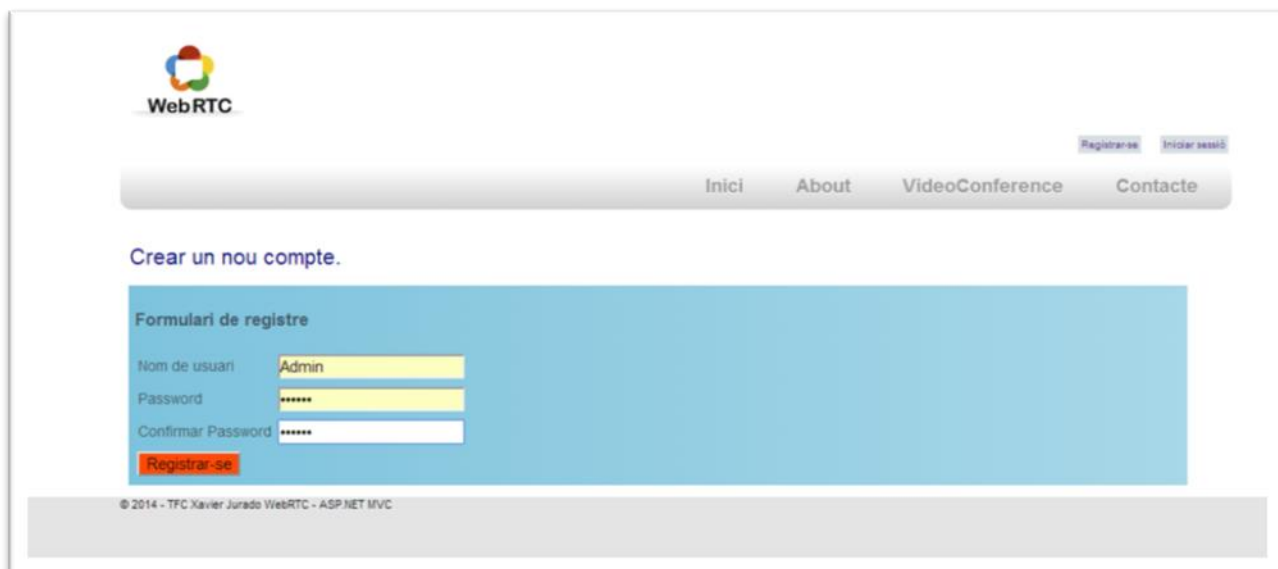
Haurem de fer click a l'enllaç [Entrar a l'aplicació](#) per entrar.

Pantalla Inicial



Aquesta és la vista principal de l'aplicació.

Pantalla de Registre d'Usuari



Podrem registrar-nos entrant un nom d'usuari i password o clau d'accés.

Pantalla d'Inici de sessió

WebRTC

[Registrar-se](#) [Iniciar sessió](#)

[Inici](#) [About](#) [VideoConference](#) [Contacte](#)

Per iniciar sessió escull una de les tres opcions:

1.- Utilitza un compte local.

Formulari d'inici de sessió

Nom d'usuari

Password


Recordar compte?

[Iniciar sessió](#)

2.- [Registra't](#) si no tens cap compte local.

3.- Utilitza el teu compte de Google per iniciar sessió.

Iniciar sessió amb Google

 [Google](#)

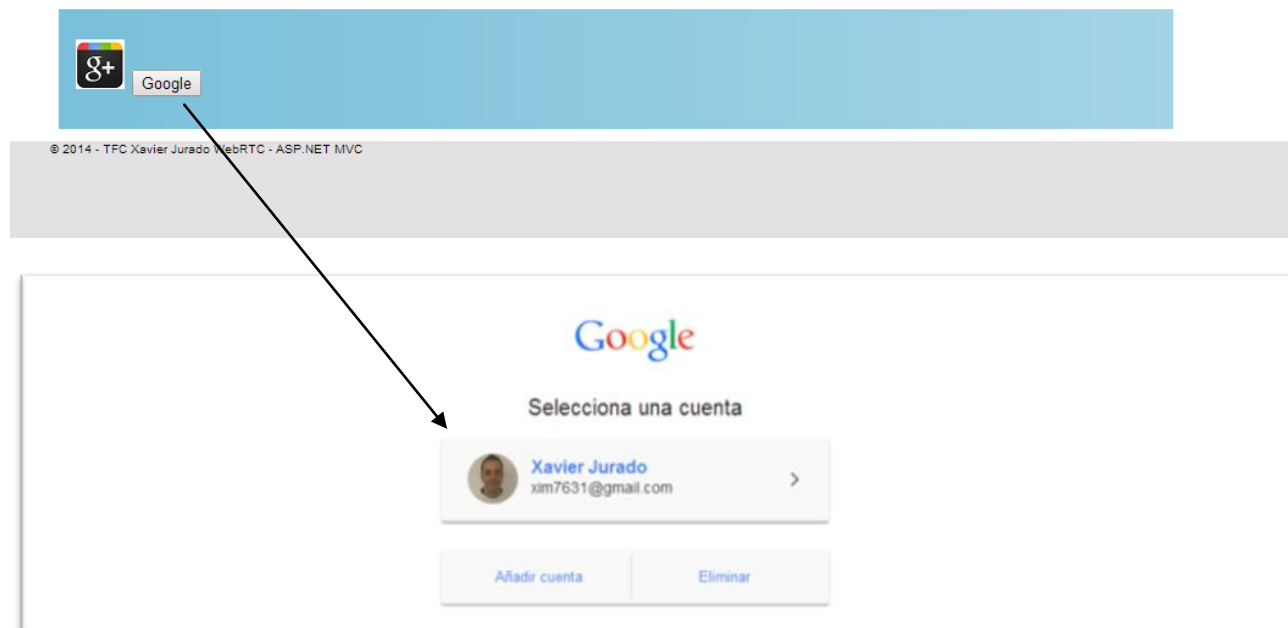
© 2014 - TFC Xavier Jurado WebRTC - ASP.NET MVC

Per començar la sessió s'haurà de tenir en compte si s'està registrat o no.

Es podrà iniciar si es posseeix un compte local en la que ja s'estigui registrat, o bé amb un compte de Google. Tot seguit veurem com es realitza l'autenticació mitjançant un compte de Google.

Pantalla de Login amb compte de Google

3.- Utilitza el teu compte de Google per iniciar sessió.

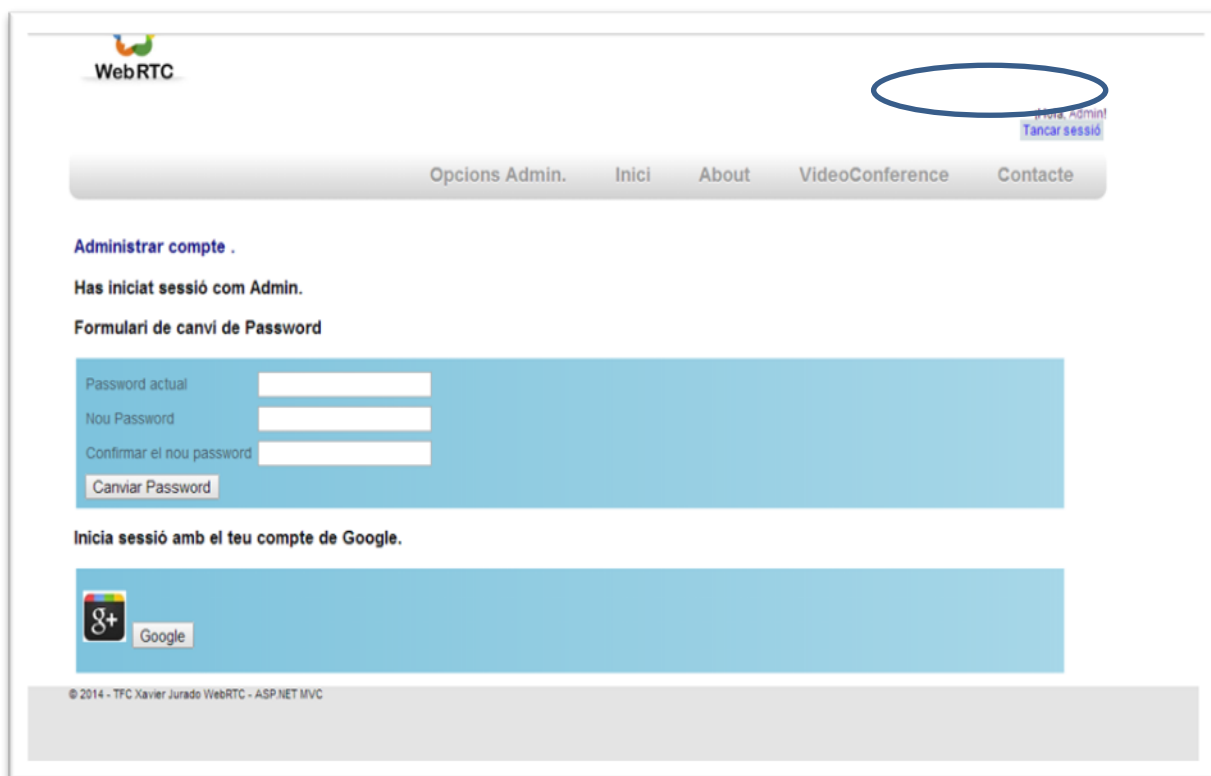


Al fer click al botó Google, l'aplicació ens redireccionarà a una pàgina on haurem de autenticar-nos.

Fet això amb èxit, ens deixarà entrar a l'aplicació:



Pantalla de modificació del compte local



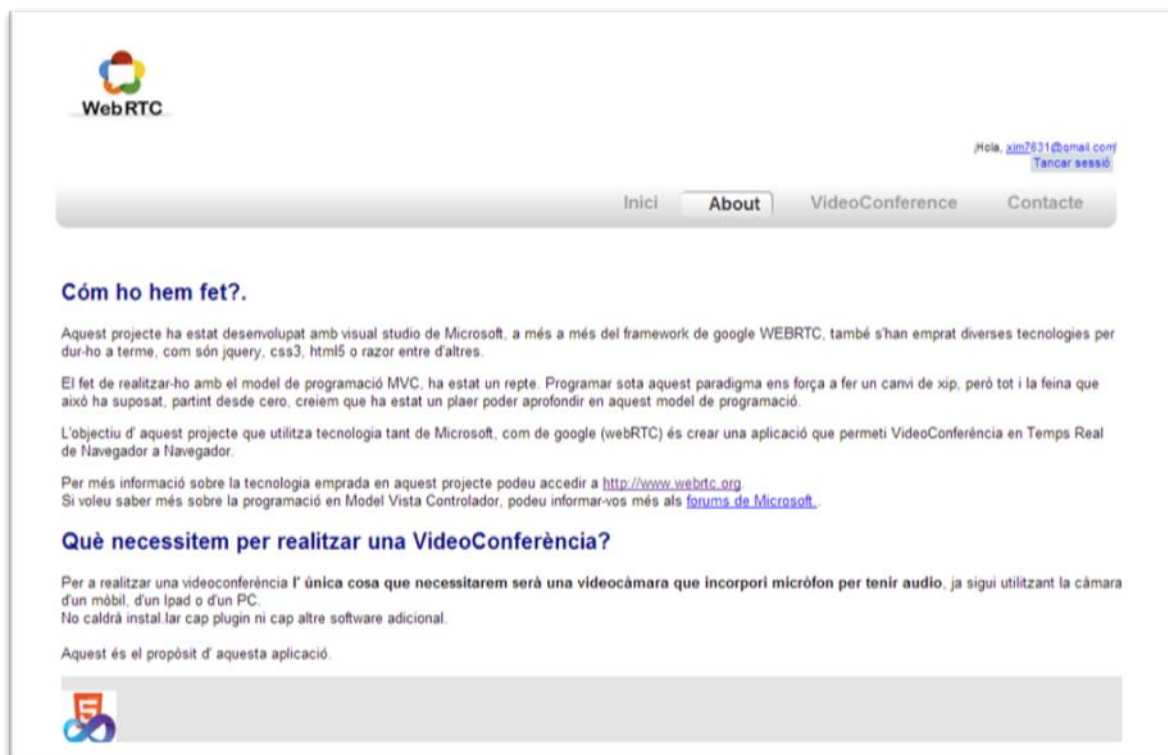
Si fem click a la part dreta de la pantalla, a sobre del nostre usuari, accedim a la pantalla de canvi de claus d'accés o password.

Pantalla Principal Menú Usuari

The screenshot displays the user interface for a WebRTC application. At the top left is the WebRTC logo. On the top right, there is a user greeting: "¡Hola, xim7631@gmail.com!" with a "Tancar sessió" link. Below this is a navigation menu with links for "Inici", "About", "Contacte", and "VideoConference". A light blue box contains the title "TFC Xavier Jurado." followed by a paragraph explaining the project's use of Microsoft and Google (WebRTC) technologies, and providing a link to "http://www.webrtc.org". Another paragraph mentions the MVC paradigm and a link to "forums de Microsoft". Below this is a list of three numbered instructions: 1. "Registrar-se i/o Iniciar Sessió" with details on registration and login. 2. "Fer click al Menu de VideoConference." with details on navigating the menu. 3. "Escull una Sala i Fes click a sobre de ella, per començar la sessió de VideoConferencia." with details on room selection. At the bottom, a footer contains the copyright notice: "© 2014 - TFC Xavier Jurado WebRTC - ASP.NET MVC".

Un usuari que no tingui compte de Google, s' haurà de registrar necessàriament a l'aplicació abans d'iniciar sessió.

Pantalla About



Aquesta pantalla és el medi informatiu de cómo hem fet aquesta aplicació i què necessitem per a dur a terme una videoconferència de navegador a navegador.

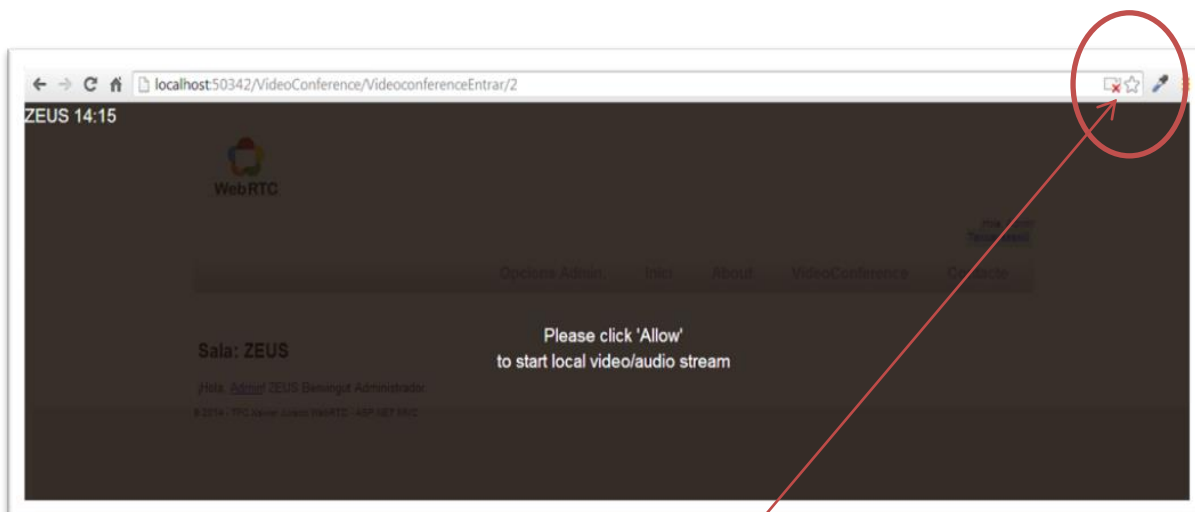
Pantalla VideoConference



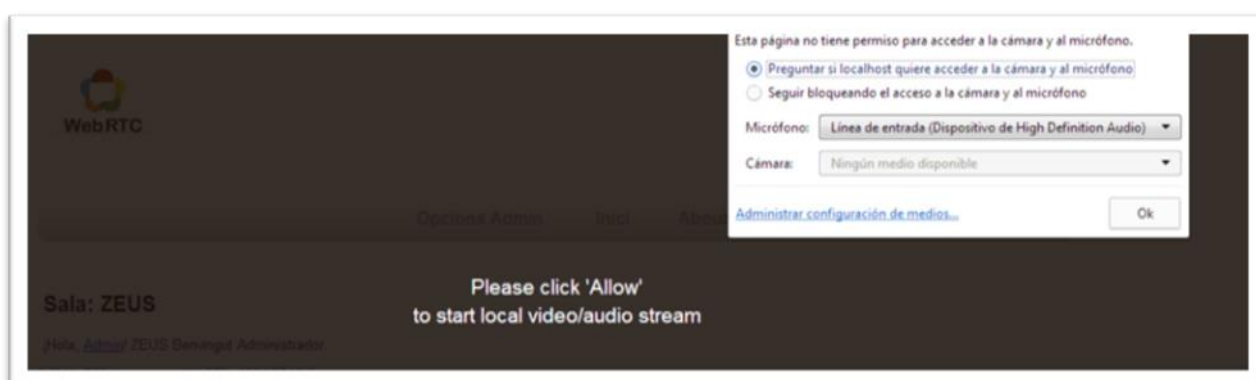
Aquesta pantalla mostra les sales actives que l'usuari administrador ens ha deixat habilitades. Així, per iniciar una nova videoconferència es podrà accedir a la sala desitjada fent un click a l'enllaç corresponent.

Pantalla d' entrada a Videoconferència

A l'entrar i realitzar una videoconferència, el nostre navegador ens mostrarà la següent icona en cas de no tenir habilitat el vídeo.



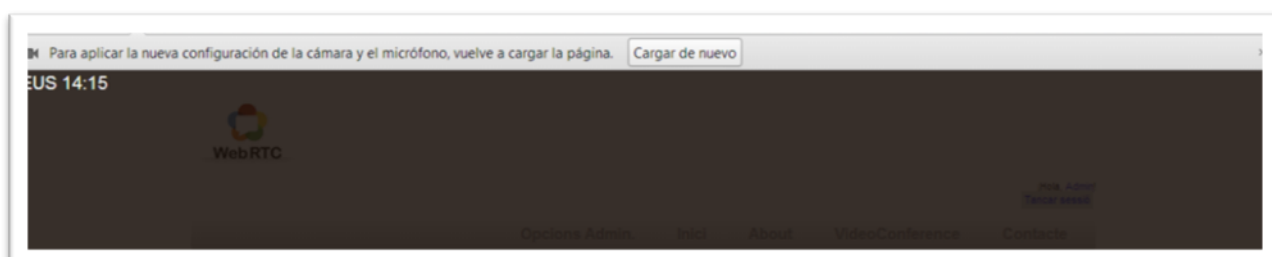
Així que si no el tenim habilitat en el navegador, farem click aquí per habilitar-ho



Si volem habilitar el vídeo, el navegador ens demanarà una confirmació, i nosaltres haurem de seleccionar la següent opció on diu:

“Preguntar si localhost quiere acceder ala camara y el microfono”

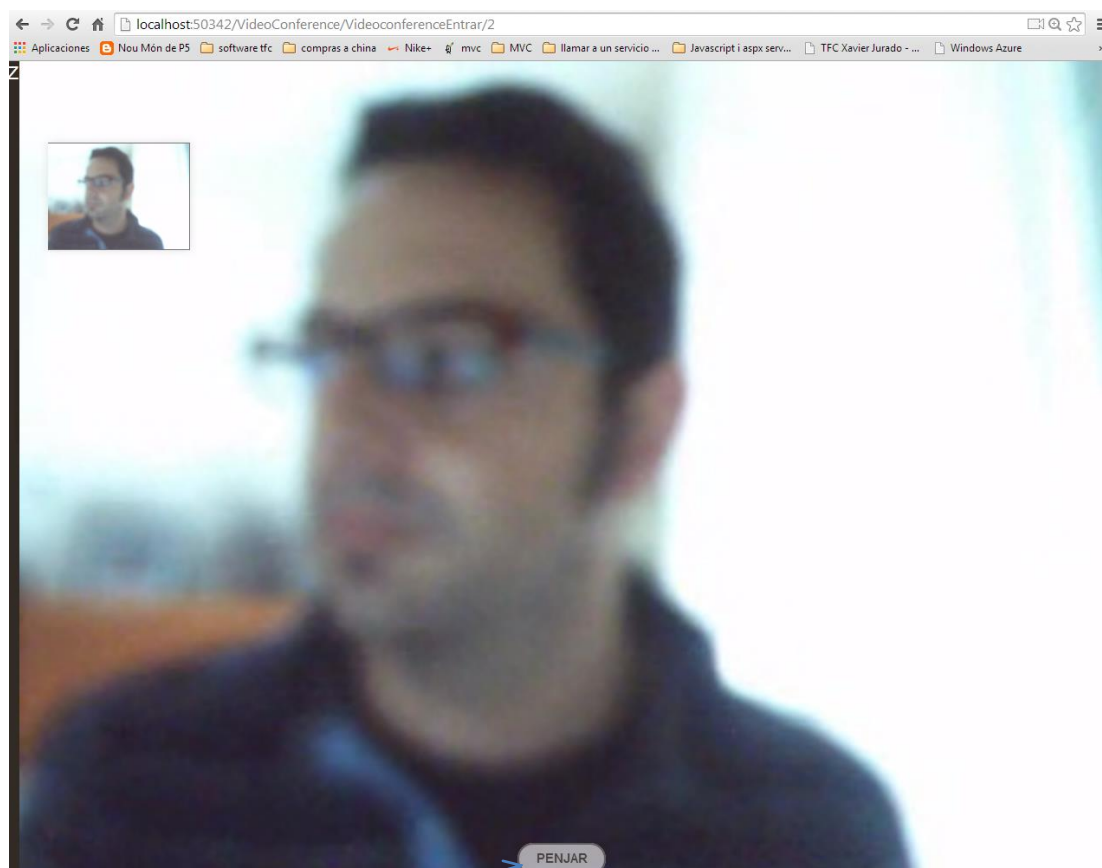
Acceptem i, seguidament el navegador ens demanarà per recarregar la pàgina com es mostra a la següent imatge:



Un cop fet això, ja tenim en marxa la sessió de Videoconferència.



Quan l'altre membre entri a la conversa, veurem la nostra imatge en petit i la remota ocupant tota la pantalla:



Per penjar:

A la part inferior de la imatge gran tenim un botó que indica PENJAR. El primer interlocutor que vulgui finalitzar la Vidiokonferència haurà de clicar a aquest botó dues vegades. La primera vegada es tancarà la videoconferència, i la segona vegada es tancarà la connexió i es tornarà al menú de l'aplicació.

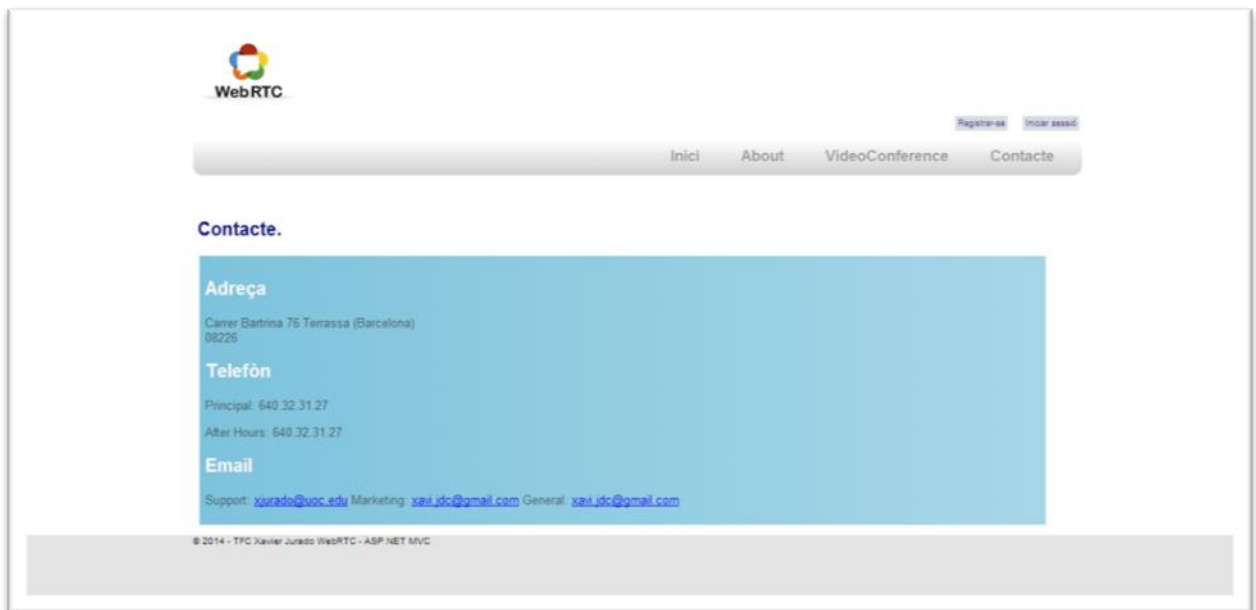
En el moment en que un dels dos interlocutors penja, l'altre membre veurà un link en pantalla informant del fi de la comunicació. Si fa click en aquest link, sortirà de la videoconferència tal i com veurem a la següent imatge:



Al sortir es torna a la pantalla de selecció de sala.

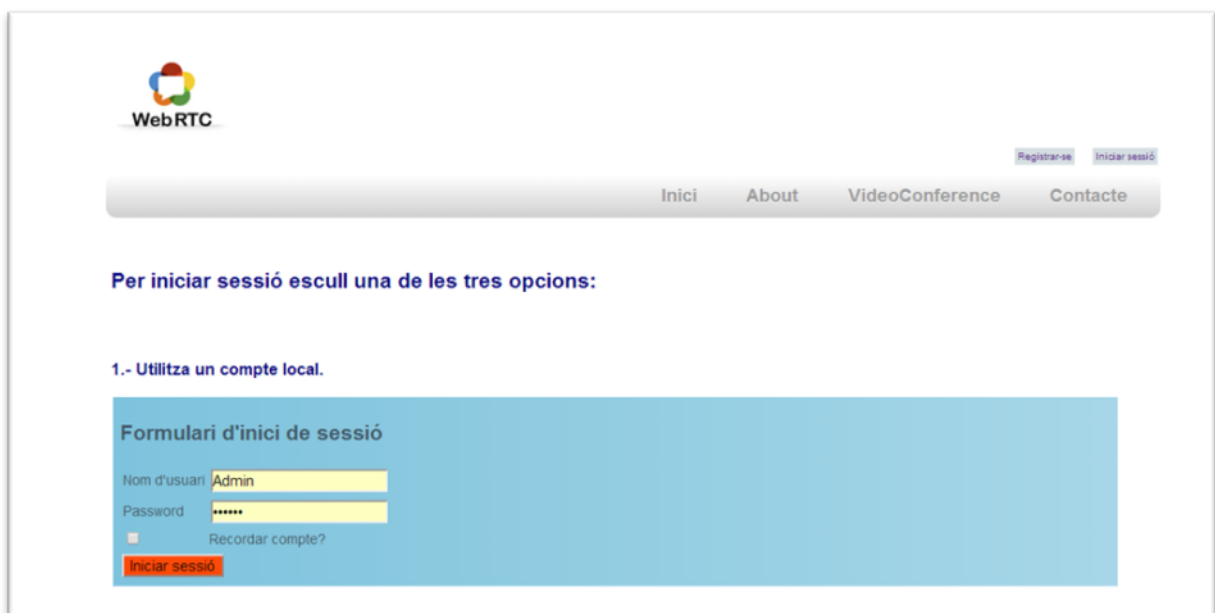
Pantalla contacte

Es mostren les dades de contacte del programador.



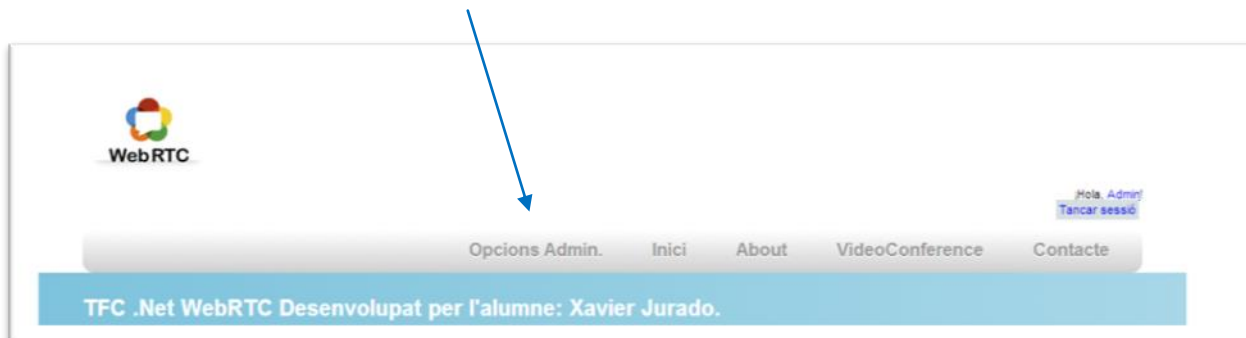
Pantalla Principal Opcions Administrador.

Important: Aquesta opció de menú només és visible si estem logats com a usuari Admin



Les credencials d'administrador són: Usuari: **Admin**, Password: **h2oh2o**

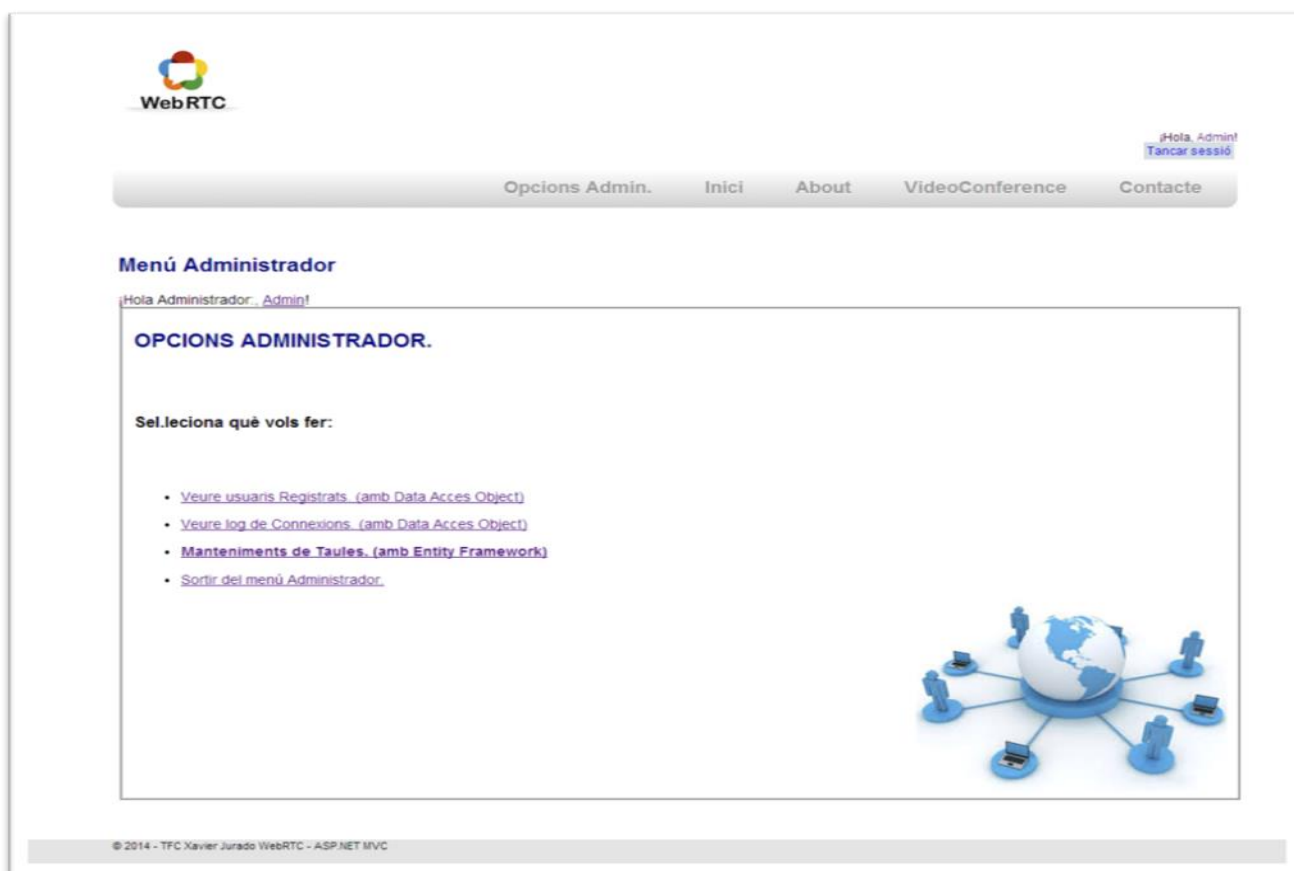
Un cop autenticat com a administrador, entrarem i veurem una opció més de menú, la qual només té accés l'administrador, com podem veure a la següent imatge.



Si la seleccionem, accedirem al menú d'administrador de la web, on podrem veure els usuaris registrats, el log de visites, així com fer un manteniment d'usuaris, sales i log de connexions de l'aplicació.

Pantalla de menú Opcions Administrador

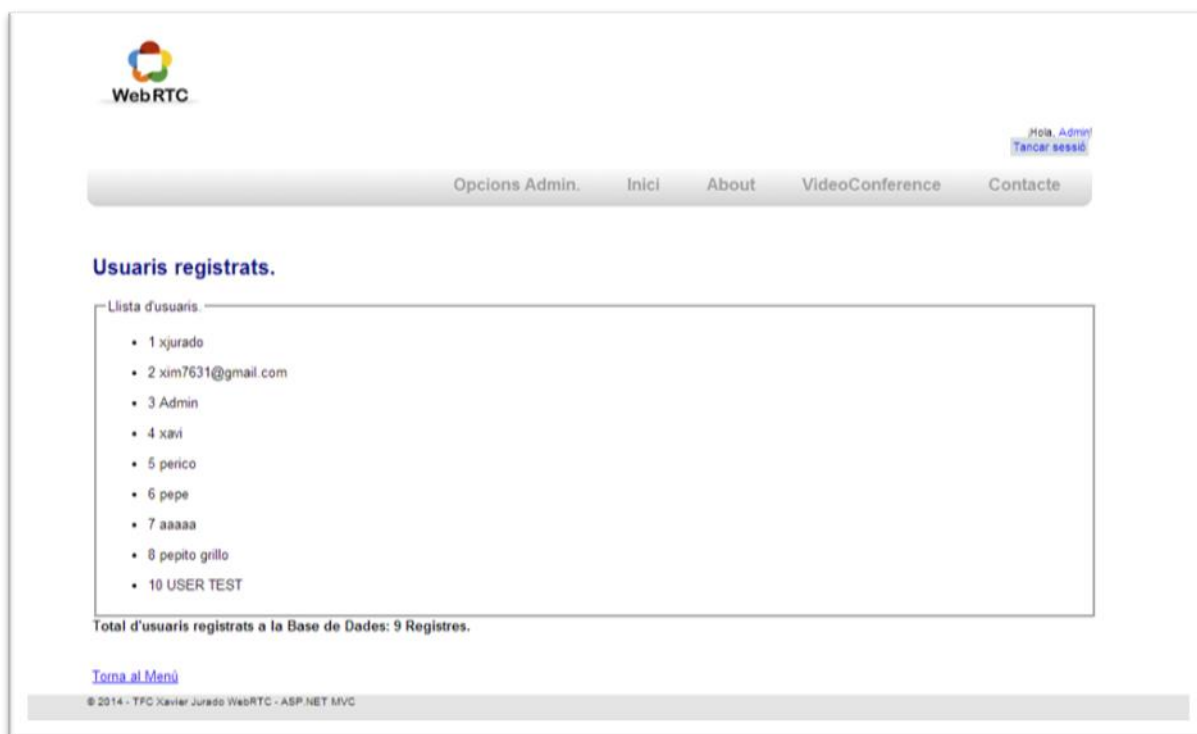
En aquest menú veurem les possibilitats d'accions per l'usuari Administrador:



A continuació detallem les alternatives d'operativa de l'Administrador:

Pantalla Veure usuaris registrats

Ens mostrarà una llista dels usuaris registrats a la web, és una opció de consulta.



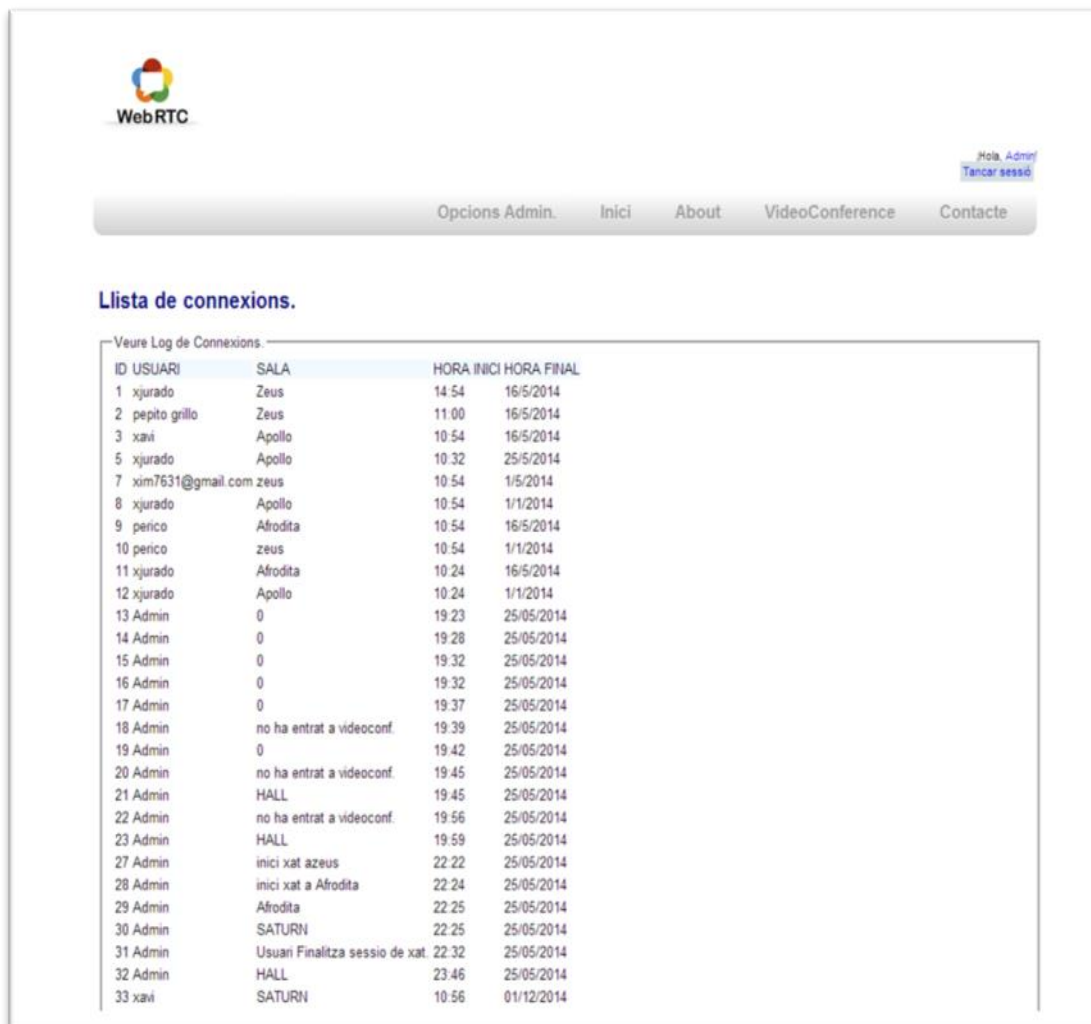
The screenshot shows the WebRTC administration interface. At the top left is the WebRTC logo. On the right, there is a user greeting 'Hola, Admin!' and a 'Tancar sessió' button. A navigation menu contains 'Opcions Admin.', 'Inici', 'About', 'VideoConference', and 'Contacte'. The main content area is titled 'Usuaris registrats.' and contains a box labeled 'Llista d'usuaris' with the following list:

- 1 xjurado
- 2 xim7631@gmail.com
- 3 Admin
- 4 xavi
- 5 perico
- 6 pepe
- 7 aaaaa
- 8 pepto grillo
- 10 USER TEST

Below the list, it states: 'Total d'usuaris registrats a la Base de Dades: 9 Registres.' At the bottom left, there is a 'Torna al Menú' link. The footer contains the copyright information: '© 2014 - TFC Xavier Jurado WebRTC - ASP.NET MVC'.

Pantalla Veure Log Connexions

Amb aquesta elecció veurem un repertori dels Log de connexions i xats a la web.



WebRTC

Hola, Admin!
[Tancar sessió](#)

Opcions Admin. Inici About VideoConference Contacte

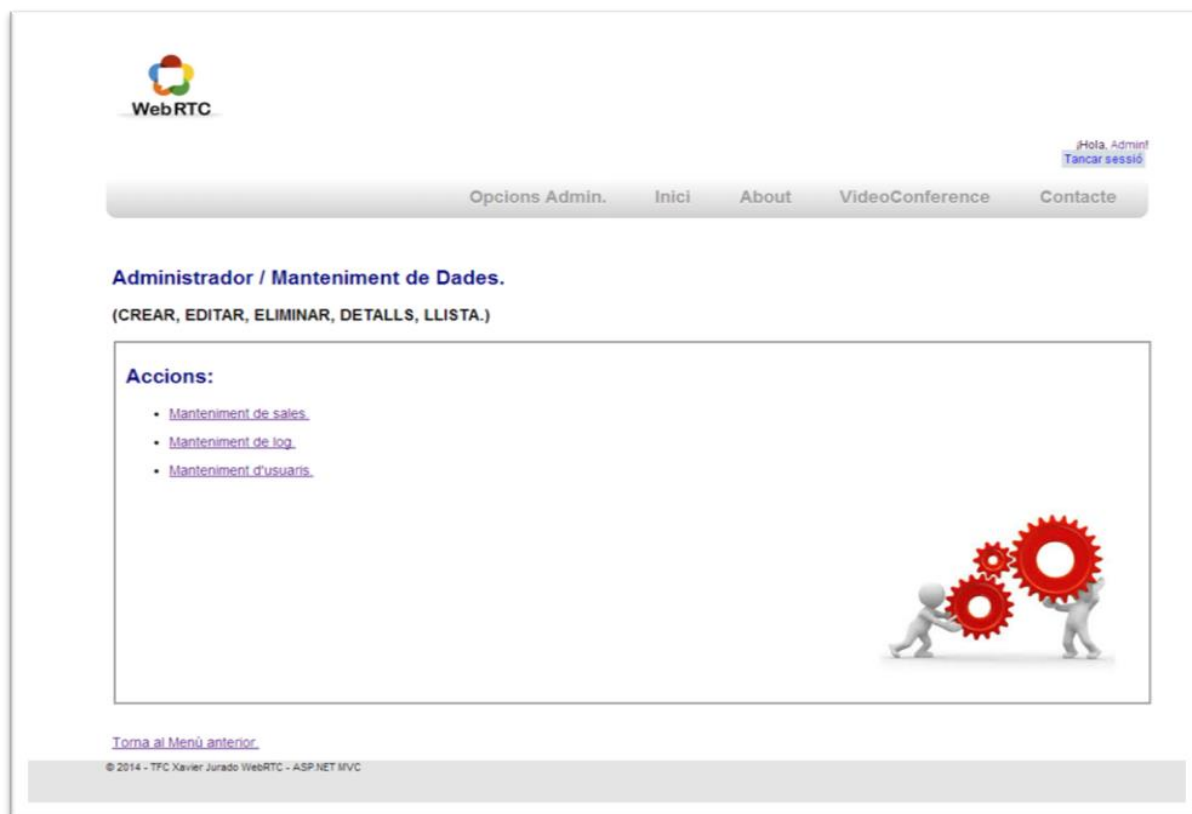
Llista de connexions.

Veure Log de Connexions.

ID	USUARI	SALA	HORA INICI	HORA FINAL
1	xjurado	Zeus	14:54	16/5/2014
2	pepito grillo	Zeus	11:00	16/5/2014
3	xavi	Apollo	10:54	16/5/2014
5	xjurado	Apollo	10:32	25/5/2014
7	xim7631@gmail.com	zeus	10:54	1/5/2014
8	xjurado	Apollo	10:54	1/1/2014
9	perico	Afrodita	10:54	16/5/2014
10	perico	zeus	10:54	1/1/2014
11	xjurado	Afrodita	10:24	16/5/2014
12	xjurado	Apollo	10:24	1/1/2014
13	Admin	0	19:23	25/05/2014
14	Admin	0	19:28	25/05/2014
15	Admin	0	19:32	25/05/2014
16	Admin	0	19:32	25/05/2014
17	Admin	0	19:37	25/05/2014
18	Admin	no ha entrat a videoconf.	19:39	25/05/2014
19	Admin	0	19:42	25/05/2014
20	Admin	no ha entrat a videoconf.	19:45	25/05/2014
21	Admin	HALL	19:45	25/05/2014
22	Admin	no ha entrat a videoconf.	19:56	25/05/2014
23	Admin	HALL	19:59	25/05/2014
27	Admin	inici xat azeus	22:22	25/05/2014
28	Admin	inici xat a Afrodita	22:24	25/05/2014
29	Admin	Afrodita	22:25	25/05/2014
30	Admin	SATURN	22:25	25/05/2014
31	Admin	Usuari Finalitza sessio de xat	22:32	25/05/2014
32	Admin	HALL	23:46	25/05/2014
33	xavi	SATURN	10:56	01/12/2014

Pantalla de manteniment de taules de l'aplicació

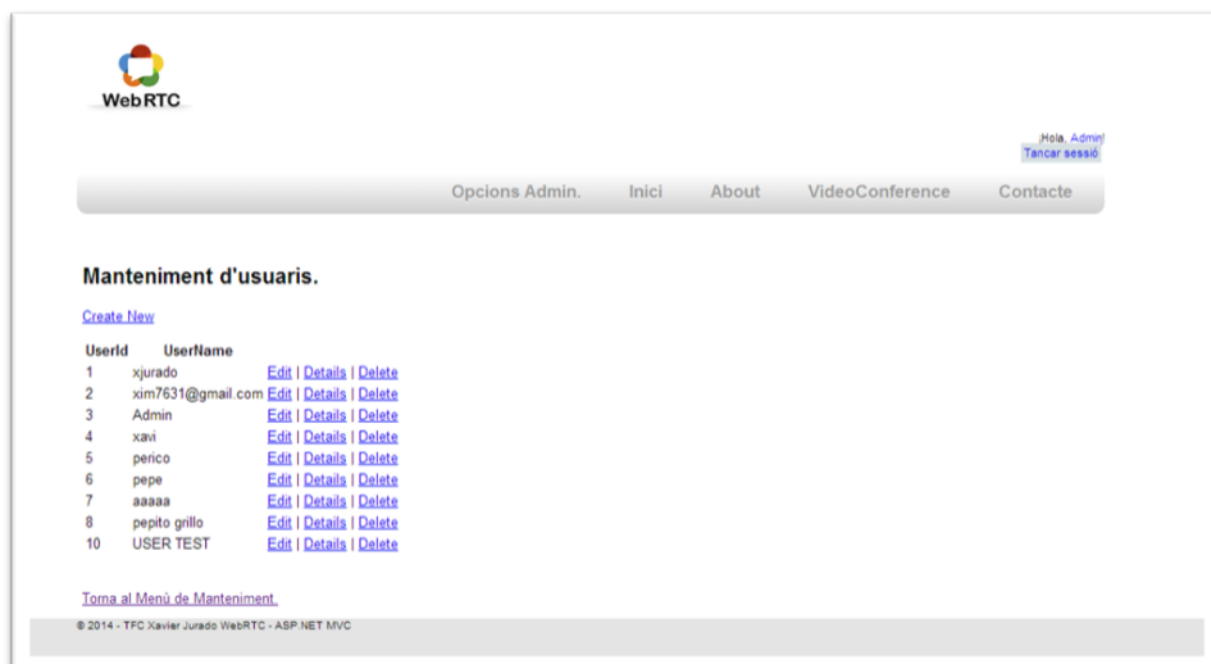
La tercera opció del menú ens mostrarà un altre submenú on podrem fer els manteniments de les taules de l'aplicació.



The screenshot shows the WebRTC application interface. At the top left is the WebRTC logo. At the top right, it says "Hola, Admin!" and "Tancar sessió". Below this is a navigation menu with "Opcions Admin.", "Inici", "About", "VideoConference", and "Contacte". The main content area is titled "Administrador / Manteniment de Dades." and "(CREAR, EDITAR, ELIMINAR, DETALLS, LLISTA.)". Under "Accions:", there are three links: "Manteniment de sales.", "Manteniment de log.", and "Manteniment d'usuaris.". To the right of the links is an illustration of two figures pushing red gears. At the bottom left, there is a link "Torna al Menú anterior." and a copyright notice "© 2014 - TFC Xavier Jurado WebRTC - ASP.NET MVC".

Pantalla de manteniment d'usuaris

Permet crear, editar, esborrar i llistar usuaris.



The screenshot shows the WebRTC application interface for user management. At the top left is the WebRTC logo. At the top right, it says "Hola, Admin!" and "Tancar sessió". Below this is a navigation menu with "Opcions Admin.", "Inici", "About", "VideoConference", and "Contacte". The main content area is titled "Manteniment d'usuaris." and has a link "Create New". Below this is a table of users:

UserId	Username	Edit	Details	Delete
1	xjurado	Edit	Details	Delete
2	xim7631@gmail.com	Edit	Details	Delete
3	Admin	Edit	Details	Delete
4	xavi	Edit	Details	Delete
5	perico	Edit	Details	Delete
6	pepe	Edit	Details	Delete
7	aaaaa	Edit	Details	Delete
8	pepito grillo	Edit	Details	Delete
10	USER TEST	Edit	Details	Delete

At the bottom left, there is a link "Torna al Menú de Manteniment." and a copyright notice "© 2014 - TFC Xavier Jurado WebRTC - ASP.NET MVC".

Pantalla de Manteniment de sales.

Permet crear, editar, esborrar i llistar sales.

The screenshot shows the WebRTC application interface. At the top left is the WebRTC logo. On the right, there is a user greeting 'Hola, Admin!' and a 'Tancar sessió' button. A navigation bar contains 'Opcions Admin.', 'Inici', 'About', 'VideoConference', and 'Contacte'. The main content area is titled 'Relació de sales de xat.' and includes a 'Create New' link. Below this is a table with columns for 'descripció estat' and a list of sales with their respective edit, detail, and delete links.

descripció estat	
ZEUS 1	Edit Detalls Delete
AFRODITA 1	Edit Detalls Delete
SATURN 1	Edit Detalls Delete
NEPTU 1	Edit Detalls Delete
PLUTO 1	Edit Detalls Delete
URA 1	Edit Detalls Delete
JUPITER 1	Edit Detalls Delete

[Torna al Menu de Manteniment.](#)

© 2014 - TFC Xavier Jurado WebRTC - ASP.NET MVC

Pantalla de Manteniment del Log.

Permet crear, editar, esborrar i llistar el log.

The screenshot shows the WebRTC application interface for the log management page. It features the same header and navigation as the previous page. The main content area is titled 'Manteniment de la taula de connexions al Log.' and includes a 'Create New' link. Below this is a table with columns for 'usuari', 'sala', 'hora_inici', 'data', and 'accio', listing various user actions and their corresponding details and delete links.

usuari	sala	hora_inici	data	accio	
Admin 0		19:28	25/05/2014	Login	Edit Detalls Delete
Admin 0		19:32	25/05/2014	Login	Edit Detalls Delete
Admin 0		19:32	25/05/2014	Login	Edit Detalls Delete
Admin 0		19:37	25/05/2014	Login	Edit Detalls Delete
Admin	no ha entrat a videoconf.	19:39	25/05/2014	Logout	Edit Detalls Delete
Admin 0		19:42	25/05/2014	Login	Edit Detalls Delete
Admin	no ha entrat a videoconf.	19:45	25/05/2014	Logout	Edit Detalls Delete
Admin	HALL	19:45	25/05/2014	Login	Edit Detalls Delete
Admin	no ha entrat a videoconf.	19:56	25/05/2014	Logout	Edit Detalls Delete
Admin	HALL	19:59	25/05/2014	Login	Edit Detalls Delete
Admin	inici xat azeus	22:22	25/05/2014	Logout	Edit Detalls Delete
Admin	inici xat a Afrodita	22:24	25/05/2014	Logout	Edit Detalls Delete
Admin	Afrodita	22:25	25/05/2014	XAT	Edit Detalls Delete
Admin	SATURN	22:25	25/05/2014	XAT	Edit Detalls Delete
Admin	Usuari Finalitza sessio de xat	22:32	25/05/2014	Logout	Edit Detalls Delete
Admin	HALL	23:46	25/05/2014	Login	Edit Detalls Delete
xavi	SATURN	10:56	01/12/2014	PROVES	Edit Detalls Delete
Admin	ZEUS	00:20	26/05/2014	XAT	Edit Detalls Delete
Admin	ZEUS	00:20	26/05/2014	XAT	Edit Detalls Delete
Admin	ZEUS	00:22	26/05/2014	XAT	Edit Detalls Delete
Admin	ZEUS	00:22	26/05/2014	XAT	Edit Detalls Delete
Admin	ZEUS	00:22	26/05/2014	XAT	Edit Detalls Delete
Admin	Usuari Finalitza sessio de xat	00:26	26/05/2014	Logout	Edit Detalls Delete
Admin	HALL	16:41	26/05/2014	Login	Edit Detalls Delete
Admin	Usuari Finalitza sessio de xat	16:41	26/05/2014	Logout	Edit Detalls Delete
Admin	HALL	16:42	26/05/2014	Login	Edit Detalls Delete
Admin	Usuari Finalitza sessio de xat	16:42	26/05/2014	Logout	Edit Detalls Delete
Admin	HALL	16:42	26/05/2014	Login	Edit Detalls Delete
Admin	Usuari Finalitza sessio de xat	16:43	26/05/2014	Logout	Edit Detalls Delete

Pantalla Create Log

WebRTC

¡Hola, Admin!
[Tancar sessió](#)

Opcions Admin. Inici About VideoConference Contacte

Create

Crear una nova entrada al Registre. (Admin)

usuari
userName

id_sala
Id

Data:

Junio 2014

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Ba
©20

En aquesta pantalla podrem fer una entrada manual al log de l'aplicació, disposem de dos llistes desplegable per seleccionar tant els usuaris registrats, com les sales actives.

També podrem entrar la data mitjançant el calendari implementat per l'aplicació.

Pantalla de Comunicació des d'un dispositiu mòbil



En el cas dels dispositius mòbils, no tenim tanta àrea de pantalla com quan es realitza una videoconferència des de pc's, així doncs s'ha d'aprofitar al màxim l'àrea.

La imatge més gran és la que rebrem de l'interlocutor, i en un requadre més petit veurem la nostra pròpia imatge capturada per la nostra càmera, que justament serà la imatge que veurà l'altre part interlocutora.

Desenvolupament:

Aquest projecte s'ha desenvolupat amb Visual Studio 2013, hem utilitzat MVC4 i llenguatge Web amb sintaxi Razor. També hem emprat codi en Javascript i JQuery per a implementar parts de la nostre aplicació.

SW utilitzat

A part de l'entorn de programació de **Visual Studio .NET 2013** formalment anomenat IDE, que és l'entorn de desenvolupament propietari de Microsoft, també hem usat per la creació del projecte el següent software:

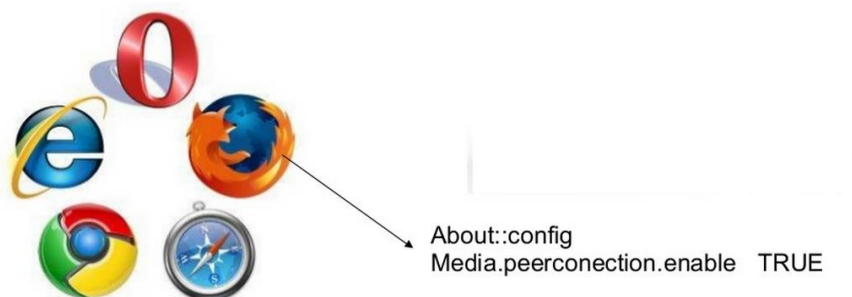
-**Internet InformationServer** per publicar el projecte i fer el testeig.

-**Sql Server** per emmagatzemar la base de dades.

-S.O. **Windows 7 64 bits** o **Linux** Distribució **Ubuntu**.

-Instal·lació i configuració del **Framework WebRTC**

-**Navegadors que suportin HTML5 :**



Tecnologies requerides per al desenvolupament del projecte:

AJAX

És l'abreviatura de *Asynchronous JavaScript And XML*. És una tècnica de desenvolupament web per crear aplicacions interactives o més conegudes com RIA Rich Internet Applications. AJAX és una tecnologia asíncrona en el sentit que les dades es demanen al servidor i es carreguen en segon pla sense que l'usuari vegi cap recàrrega de pàgina, afavorint l'experiència d'ús.

WEBRTC

És un projecte lliure i obert que permet Real-Time Communications (RTC) als navegadors web que interpretin HTML5. Aquestes característiques són possibles a través de senzills API de JavaScript. Els components WebRTC s'han optimitzat per a servir millor a aquest propòsit.

CSS

Fulls d'estil Cascading Style Sheets. És un simple mecanisme que descriu com mostrarà un document a la pantalla, o com serà imprès, o fins i tot, com ha de ser pronunciada la informació en aquest document a través d'un dispositiu de lectura. Aquesta tècnica proporciona als desenvolupadors un control total sobre estil i format en els seus documents. CSS s'utilitza per donar forma a documents HTML i XML, per separar el contingut de la presentació CSS. Els desenvolupadors Web poden controlar l'estil i el format de pàgines web múltiples al mateix temps. Qualsevol canvi en l'estil marcat per un element en el CSS, afectarà totes les pàgines vinculades a aquell CSS en el qual aquest element aparegui.

HTML5

HyperText Markup Language versió 5 és la cinquena revisió més importants de la llengua bàsica de la World Wide Web, HTML. HTML5 especifica dues variants de sintaxi HTML: un "clàssic" HTML (text/html) que és la variant coneguda com HTML5 i, la variant de XHTML, conegut com sintaxi XHTML5 que cal publicar-ho com XML. És la primera vegada que HTML i XHTML han evolucionat en paral·lel i encara està en mode experimental, tal com indica la mateixa W3C, tot i que ja és utilitzat per molts desenvolupadors web pels seus avanços, millores i beneficis. Els vells navegadors no podran executar moltes de les actuals característiques, per això, es recomana a l'usuari comú actualitzar a la versió més nova precisament per gaudir de tot el potencial que ofereix els HTML5. El desenvolupament d'aquest llenguatge està regulat pel Consorci W3C.

JQUERY

jQuery és una biblioteca JavaScript ràpida i plena de funcions. Agilitza les tasques bàsiques dels programadors amb el seu lema: "Escriu menys, fes més". Funciona en la gran majoria de navegadors, és versàtil i capaç de fer la web molt més enriquidora mitjançant els seus scripts. jQuery ha canviat la forma en que milions d'enginyers informàtics escriuen JavaScript.

Per a desenvolupar aquest projecte farem ús de diferents tecnologies del mercat, intentarem sempre que sigui possible fer ús de software GPL existent.

Passem a fer una descripció del software i de la tecnologia emprada en el desenvolupament de aquest projecte:

Entorn de Hardware de desenvolupament necessari:

- *Pc amb Windows o linux (amb windows virtualitzat.)*
- *Pc amb 2 GHz o un processador més ràpid 4 GB de RAM (32-bit) +*
- *Entorn Virtualitzat (2o més maquines) per fer el Testeig.*

Software utilitzat:

Software Propietari necessari per a desenvolupar el projecte:

- Microsoft Visual Studio 2013
- Microsoft. Net Framework 4.0 o 4.5
- Microsoft Silverlight 4 Tools para Visual Studio 2010
- Servidor Web Internet Information Server 7.0
- Ajax

Software GPL:

- Google Chrome.
- JavaScript, JQuery
- HTML5, CSS3

Per implementar la Videoconferencia/Chat:

- WebRTC , SimpleWebRTC, easyRTC, webRTC.io.

Capes de l'aplicació

Aquesta aplicació és composta de tres capes:

Una primera capa és la interfície gràfica, és la part més visual de l'aplicació, les webs o pàgines que l'usuari veu.

També tenim una segona capa per gestionar connexions i desconnexions, així com l'accés a les dades mitjançant el webservice. Aquest és l'encarregat de fer tota aquesta feina.

I per últim tenim una tercera capa que és la base de dades pròpiament. La base de dades està allotjada en un servidor SQL Server i conté les tuples, taules, claus primàries i forànies, així com les relacions entre les taules de la nostre aplicació.

Avaluació de costos.

Fem una estimació dels costos de desenvolupament d'aquest projecte:

Costos de Software :	SQL Server 2014 Express	Gratuït.
	Hosting Microsoft Azure (web)	45€/mes
	Hores Programació	N/D

Treball futur.

Com a properes millores de l'aplicació podem destacar les següents:

-En properes versions es podria treballar en augmentar la capacitat de realitzar gravacions totals o parcials de la videoconferència , i/o fins i tot, enviar-les a través de l' e-mail o, si més no, adjuntar l'enllaç al missatge per visualitzar-ho posteriorment.

-Es podria afegir un xat de text quan les condicions per a realitzar la videoconferència no fossin òptimes.

-Un altre punt important podria ser la integració amb més xarxes socials. Actualment l'aplicació ja permet loginar-se amb credencials de Google, però es podria ampliar a d'altres xarxes com poden ser LinkedIn, Tweeter o Facebook, entre d'altres.

Conclusions.

Vist tot l'anàlisi del projecte sostraiem algunes conclusions:

Aconseguir l'objectiu de producció i creació d'aquest projecte ha implicat l'adquisició de diversos coneixements. Les tasques han estat molt variades, doncs en aquest projecte hem treballat amb diferents tecnologies punteres com són els frameworks de google, a banda del Visual Studio. I també amb diferents llenguatges, uns per scripting com són Jquery i Javascript, d' altres per temes de maquetació web com poden ser Html5 i CSS3.

Un altre conclusió més tècnica treta de l'evolució del treball és que Visual Studio és un IDE ja madur i molt potent, molt obert que permet programar en diferents llenguatges i que possibilita integrar-ho tot a la perfecció.

Amb un volum de feina important, el projecte ha esdevingut un repte ambiciós i la recompensa ha estat enorme degut als grans coneixements adquirits que no tenen preu per un informàtic. No hi ha res que no es pugui fer amb ganes i empenta. L'actitud positiva ha estat el pensament constant durant el transcurs dels meus estudis que ara tot just estic finalitzant. El no rendir-se davant problemes i dificultats de les comeses, el buscar i trobar les solucions... aquest és l'eslògan i la bellesa de la nostra professió.

Davant una oportunitat de presentació com aquesta, només espero que hagi estat un projecte beneficiós i gratificant per tots, per alumnes, professors i consultors.

Bibliografia.

WebRTC

<http://www.chromium.org/developers/how-tos/build-instructions-windows>

[WebRTC Homepage](#)

[Google Chrome Canary + WebRTC support](#)

[WebRTC Draft IETF \(llista de distribució\)](#)

[Avencos de Mozilla amb el WebRTC](#)

[WebRTC en sistemes IOS de Apple](#)

Entity Framework

<http://msdn.microsoft.com/es-es/data/ef.aspx>

<http://msdn.microsoft.com/es-es/data/aa937721>

<http://msdn.microsoft.com/es-es/magazine/cc700340.aspx>

Web Services

<http://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb972248.aspx>

<http://www.w3.org/TR/ws-addr-core/>

Agraïments

Vull agrair a molta gent tot el recolzament que he rebut al llarg dels meus estudis d'aquesta enginyeria:

En primer lloc, al Sr. Jairo Sarrias Guzman, el meu consultor d'aquesta assignatura.

En segon lloc, al Sr. Joan Codina Banti, el meu tutor.

A tots els consultors i consultores de totes les assignatures cursades durant tots aquests semestres, em quedo amb un molt bon record de tots en ells, per l'ajuda rebuda, per les explicacions donades, per les alegries quan els seguiments i les notes eren bones i molt bones, i quan s'han esdevingut problemes i dificultats també, per que serveixen per mostrar-te el camí a seguir i tenir les idees molt més clares i afrontar els reptes amb més força i intensitat.

Per últim, a la meva família i amics, i molt, molt especialment, a la meva dona i fills que sense la seva paciència i sense la capacitat d'organització i gestió del temps, sense ells res d'això hagués estat possible.

Gràcies a tots!.