



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**SISTEMA GESTOR DE CONGRESOS ESTUDIANTILES (SGCE) DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Yadder Joshua Aceituno González

Elmer Brian Joab Ruano Illescas

Asesorado por el Ing. William Estuardo Escobar Argueta

Guatemala, marzo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA GESTOR DE CONGRESOS ESTUDIANTILES (SGCE) DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

YADDER JOSHUA ACEITUNO GONZÁLEZ

ELMER BRIAN JOAB RUANO ILLESCAS

ASESORADO POR EL ING. WILLIAM ESTUARDO ESCOBAR ARGUETA

AL CONFERÍRSELES EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, MARZO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. César Rolando Batz Saquimuy
EXAMINADOR	Ing. Marlon Francisco Orellana López
EXAMINADOR	Ing. José Alfredo González Díaz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presentamos a su consideración nuestro trabajo de graduación titulado:

SISTEMA GESTOR DE CONGRESOS ESTUDIANTILES (SGCE) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que nos fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha agosto de 2018.



Yadder Joshua Aceituno González



Elmer Brian Joab Ruano Illescas



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS
FACULTAD DE INGENIERIA USAC.

Guatemala, febrero de 2019.

Ingeniero
Marlon Antonio Pérez Türk
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación de los estudiantes Elmer Brian Joab Ruano Illescas con código estudiantil 201113895 y CUI 2137 60258 0101, y Yadder Joshua Aceituno González con código estudiantil 201021209 y CUI 2139 03636 0114, titulado: "SISTEMA GESTOR DE CONGRESOS ESTUDIANTILES (SGCE) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA", el cual a mi criterio cumple con los objetivos propuestos.

Sin otro particular:

F: _____

Ing. William Estuardo Escobar Argueta
Colegiado 11,529

Ing. William Estuardo Escobar Argueta



Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 14 de febrero del 2019

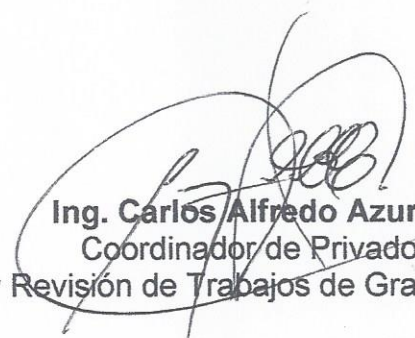
Ingeniero
Marlon Antonio Pérez Türk
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación de los estudiantes **ELMER BRIAN JOAB RUANO ILLESCAS** con carné 201113895 y CUI 2137 60258 0101, y **YADDER JOSHUA ACEITUNO GONZÁLEZ** con carné 201021209 y CUI 2139 03636 0114, titulado: "**SISTEMA GESTOR DE CONGRESOS ESTUDIANTILES (SGCE) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**", y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,


Ing. Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados
y Revisión de Trabajos de Graduación



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS Y SISTEMAS
TEL: 24767644

*El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, del trabajo de graduación **"SISTEMA GESTOR DE CONGRESOS ESTUDIANTILES (SGCE) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**, realizado por los estudiantes, YADDER JOSHUA ACEITUNO GONZÁLEZ y ELMER BRIAN JOAB RUANO ILLESCAS aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Marlon Antonio Pérez Turck
Director

Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



Guatemala, 26 de marzo de 2019

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.165.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del trabajo de graduación titulado: **"SISTEMA GESTOR DE CONGRESOS ESTUDIANTILES (SGCE) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"** presentado por los estudiantes: **Yadder Joshua Aceituno González y Elmer Brian Joab Ruano** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Marzo de 2019

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Porque se lo debo todo a Él, dador de mi vida, a Él sea toda honra y toda gloria.
Mis padres	Elmer Ruano y Azalia Illescas, por su apoyo y amor incondicional.
Mi abuelo	Miguel Ángel Illescas, por haber sido un ejemplo de superación y fortaleza.
Mi abuela	Gregoria de Ruano, por haber sido un ejemplo de amor y temor a Dios.
Mi abuelo	Rubén Ruano, por ser un ejemplo de sabiduría, amor y temor a Dios, siempre será mi inspiración.
Mi abuela	Juanita Vásquez, por su amor incondicional y su ejemplo de fortaleza.
Mi tío	Allan Illescas, por su apoyo incondicional y ser un ejemplo de superación.
Mis hermanos	Michael y Kenneth Ruano, por ser mis motivaciones para ser mejor cada día.

Elmer Brian Joab Ruano Illescas

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Porque he tenido muchos planes en mi vida, pero ha sido Él quien ha tenido la última palabra.

Mi madre

Blanca González, porque sus oraciones siempre me han acompañado. No sería el mismo sin la presencia de ella.

Mi padre

Elmer Aceituno, porque ha sido un ejemplo de esfuerzo y convicción. No hay otra persona a quien me quisiera parecer más que él.

Mi familia

Hermanos, tíos, abuelos y primos, porque con ellos he crecido y aprendido que la bondad y generosidad nunca deben faltar.

Mis catedráticos

Porque ellos han dedicado su tiempo en mi enseñanza. Su profesión contribuye más al futuro de la sociedad que cualquier otra profesión.

Yadder Joshua Aceituno González

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Alma mater, mi casa de estudios, donde me he formado académicamente.

Facultad de Ingeniería

Por brindarme las herramientas necesarias que me ayudaron a prepararme como un profesional que se debe a la sociedad guatemalteca.

**Instituto Profesional
de Computación**

Por guiar mis primeros pasos en la educación.

Brian Ruano

Por ser el de mil batallas en mi etapa universitaria durante muchos proyectos.

Ing. William Escobar

Por su conocimiento, asesoramiento y tiempo dedicado en el proyecto de tesis.

Ing. Pablo Mendoza

Por creer en mis capacidades y, sobre todo, por ser un excelente ejemplo de liderazgo.

Mis amigos

Porque me han acompañado en mi etapa universitaria, siempre animándome a continuar el camino.

José Manuel Zet Rodríguez

Porque más que un maestro, ha sido un amigo y una fuente inagotable de consejos y conocimiento.

Yadder Joshua Aceituno González

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la sabiduría, entendimiento y fortaleza para culminar mi carrera.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de estudiar en tan prestigiosa casa de estudios.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme el conocimiento necesario para desenvolverme en la vida y en el ámbito laboral.
Mis padres	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Karina Corado	Por estar ahí en los momentos en que necesité de su ayuda académica.
Alex Gutiérrez	Por su amistad y apoyo académico.
Yadder Aceituno	Por su amistad y apoyo académico durante la carrera.
Erick Vidbaz	Por haber sido una importante influencia en mi formación académica.
Carlos Rodas	Por ser mi amigo desde la infancia y siempre apoyarme en los momentos difíciles.

**Mis amigos de la
Facultad**

Por haberme acompañado durante esta etapa
de mi vida.

Elmer Brian Joab Ruano Illescas

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. APLICACIONES MÓVILES Y SU IMPACTO EN GUATEMALA	1
1.1. Modelo de aceptación de tecnología (TAM)	2
1.2. TAM y las aplicaciones móviles.....	5
1.3. TAM aplicado al sistema ExpoApp	9
1.3.1. Intención de uso (aceptación).....	9
1.3.2. Percepción de facilidad de uso	9
1.3.3. Percepción de utilidad	9
2. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA	11
2.1. Antecedentes.....	11
2.2. Análisis del sistema actual.....	11
2.3. Análisis de requerimientos.....	13
2.3.1. Diagrama de casos de uso de alto nivel	14
2.3.2. Definición de casos de uso del sistema.....	15
2.4. Mercado objetivo	17
2.5. <i>Benchmarking</i> de aplicación.....	18
2.5.1. Empresas con sistemas similares.....	18
2.5.2. Cuadro comparativo entre sistemas	19
2.5.3. Arquitectura de la solución.....	20

2.5.4.	Diseño de la aplicación de configuración	20
2.5.4.1.	Arquitectura de la aplicación de configuración	25
2.5.5.	Diseño de la aplicación móvil	26
3.	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA	31
3.1.	Metodología de desarrollo incremental	31
3.1.1.	Definición de tareas.....	31
3.2.	Implementación de base de datos	34
3.3.	Implementación de servicio web	35
3.4.	Implementación de aplicación Android.....	38
4.	EVALUACIÓN DE MÉTRICAS	43
4.1.	Métricas de aplicación móvil	44
4.1.1.	Usuarios activos de aplicación	44
4.1.2.	Retención de usuarios.....	46
4.1.3.	Interacción de usuario	47
4.2.	Métricas de rendimiento de aplicación web.....	48
4.2.1.	Análisis de métricas con Google Analytics	49
4.2.2.	Pruebas de <i>stress</i> de carga de imágenes	54
4.2.3.	Pruebas de <i>stress</i> simulando un ataque DOS.....	59
	CONCLUSIONES.....	63
	RECOMENDACIONES	65
	BIBLIOGRAFÍA.....	67
	APÉNDICES.....	69
	ANEXO	91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de modelo de aceptación y uso de la tecnología	2
2.	Modelo conceptual de aceptación de la tecnología.....	4
3.	Diagrama original de TAM por Fred Davis	4
4.	Estudio realizado por COMSCORE de la cantidad de usuarios que utilizan dispositivos móviles	7
5.	Porcentaje de uso de aplicaciones móviles.....	8
6.	Diagrama de casos de uso del sistema.....	14
7.	Arquitectura de la solución	20
8.	Página principal.....	21
9.	Registro.....	22
10.	Inicio de sesión	22
11.	Gestión de actividades	23
12.	Envío de mensajes.....	24
13.	Estadísticas	24
14.	Arquitectura ExpoApp (Web App)	26
15.	Menú principal de aplicación COECYS	27
16.	Programa de congreso.....	27
17.	Actividades de congreso	28
18.	Detalle de actividad	28
19.	Lugares de actividades	29
20.	Diagrama de esquema de base de datos.....	35
21.	Pantalla de ingreso (LoginActivity)	39
22.	Pantalla principal (XPOBaseActivity).....	39

23.	Pantalla de detalle de evento (EventDetailActivity).....	40
24.	Pantalla de detalle de actividad (XPOActivityDetailActivity).....	40
25.	Pantalla de ubicación con Google Maps (MapActivity)	41
26.	Usuarios activos de aplicación móvil ExpoApp.....	45
27.	Retención de usuarios de aplicación ExpoApp.....	46
28.	Interacción de usuario con aplicación móvil.....	47
29.	Usuarios conectados en tiempo real, I.....	50
30.	Usuarios conectados en tiempo real, II.....	50
31.	Información demográfica de usuarios activos, I.....	51
32.	Información demográfica de usuarios activos, II.....	51
33.	Visión general de la audiencia	52
34.	Usuarios activos y retención de usuarios.....	52
35.	Usuarios por hora del día.....	53
36.	Sesiones por país	53
37.	Sesiones por dispositivo	54
38.	Gráfica de rendimiento con 100 iteraciones.....	55
39.	Gráfica y resumen de resultados de la primera prueba	56
40.	Gráfica de rendimiento con 5000 iteraciones.....	57
41.	Gráfica y resumen de resultados de la segunda prueba.....	58

TABLAS

I.	Organizar actividad	15
II.	Revisar actividad.....	15
III.	Asistir actividad	16
IV.	Calificar actividad.....	16
V.	Revisar estadísticas.....	16
VI.	Factores del segmento de mercado.....	17
VII.	Cuadro comparativo entre sistemas	19

VIII.	Tareas estimadas por iteración	32
IX.	Servicios de la capa de servicios REST	37
X.	Pantallas principales de aplicación móvil Android	38
XI.	Resultados con 100 iteraciones, primera prueba	55
XII.	Resultados con 5000 iteraciones, segunda prueba	57
XIII.	URI's utilizadas para las pruebas de stress	59
XIV.	Muestra de resultados de una concurrencia de 2000 usuarios	60
XV.	Resumen de resultados con concurrencia de 2000 usuarios	61

GLOSARIO

Agular	Framework para aplicaciones web desarrollado en TypeScript.
Android	Sistema operativo basado en el núcleo Linux. Diseñado principalmente para dispositivos móviles.
API	Interfaz de programación de aplicaciones
<i>Backend</i>	Capa del sistema de acceso de datos.
DB	Base de datos
<i>Frontend</i>	Capa del sistema que interactúa con el cliente.
<i>Framework</i>	Marco de trabajo.
GA	Google Analytics.
HTTP	Protocolo de transferencia de hipertexto
JSON	Notación de Objetos JavaScript
Node JS	Entorno de ejecución para JavaScript.
REST	Transferencia de estado representacional

<i>RESTful</i>	Servicio web que implementa la arquitectura REST.
TAM	Modelo de aceptación de tecnología
TypeScript	Lenguaje de programación desarrollado por Microsoft, básicamente es un superconjunto de JavaScript que se compila a un JavaScript simple.
URI	Identificador de recursos uniformes
W3C	Consorcio World Wide Web
WWW	World Wide Web.
XML	Lenguaje de Marcado Extensible

RESUMEN

Los congresos estudiantiles son eventos planificados por estudiantes de las diferentes escuelas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en estos se pretende fomentar alianzas y colaboraciones interuniversitarias en Guatemala y Centroamérica. Por la magnitud e importancia de tales eventos, son invitadas muchas instituciones, empresas, catedráticos, ingenieros y demás profesionales.

A través de este trabajo de graduación se crea un sistema de control de información para dichos congresos, su objetivo principal es facilitar la gestión de las actividades dentro de los mismos, haciendo uso de las tecnologías más actuales dentro del mercado.

Para la implementación de este sistema se utiliza una arquitectura basada en microservicios. Se crea una capa de servicios API REST, utilizando tecnologías como NodeJS y MongoDB para su construcción, dicha capa de servicios es consumida por dos aplicaciones, una web creada en Angular y otra móvil creada en Android, dichas aplicaciones brindan al organizador y al usuario final una interfaz para interactuar con el sistema de una manera sencilla, rápida y eficiente.

Para el desarrollo del sistema se implementó una metodología ágil: SCRUM. La infraestructura de la solución fue creada utilizando *dockers* para una implementación rápida y eficiente del sistema, dichos *dockers* están alojados en un servidor en la nube de Amazon AWS, siendo esta la empresa con mayor experiencia en *cloud computing* del mercado en la actualidad.

OBJETIVOS

General

Crear un sistema de control de información para los Congresos Estudiantiles de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicos

1. Diseñar y crear una base de datos para almacenar la información de las diferentes actividades a realizarse antes y durante la semana oficial de congresos estudiantiles.
2. Crear una capa de servicios REST que facilite la interacción entre la base de datos y las aplicaciones que el usuario necesite para utilizar el sistema.
3. Diseñar, crear e implementar una aplicación web que consuma un servicio REST para registrar todas las actividades a realizarse antes y durante la semana oficial de congresos estudiantiles.
4. Implementar una aplicación móvil que brinde toda la información detallada de cada una de las actividades a realizarse antes y durante la semana de congresos estudiantiles.

INTRODUCCIÓN

Los congresos estudiantiles son eventos planificados por estudiantes de las diferentes escuelas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la duración de estos abarca seis días, comenzando lunes y terminando con la fiesta de clausura el sábado.

Estos congresos pretenden ser los eventos en que se fomentan alianzas y colaboraciones interuniversitarias, para promover el desarrollo de las diferentes áreas académicas en Guatemala y Centroamérica. Es por ello que a estos son invitados muchas instituciones, empresas, estudiantes, catedráticos, ingenieros, y demás profesionales.

Los asistentes al congreso tienen la posibilidad de realizar distintas actividades, entre las que destacan la posibilidad de asistir a conferencias, la realización de talleres de estudio y la participación de visitas técnicas. Estas actividades poseen independientemente una logística diferente una de la otra.

A pesar de la gran cantidad de elementos involucrados dentro de los congresos, estos no poseen un sistema que facilite la administración y control de cada uno de sus elementos. Con este proyecto de investigación se pretende dar el primer paso para la implementación de un sistema que automatice y facilite el control de ciertos procesos, como el registro de asistentes, notificaciones de actividades, etc., proveyendo así un sistema a los administradores y asistentes que les permita estar enterados del desarrollo del evento y de cada una de sus actividades.

1. APLICACIONES MÓVILES Y SU IMPACTO EN GUATEMALA

El desarrollo y avance tecnológico es parte de la sociedad desde que el ser humano hizo uso de herramientas para satisfacer sus necesidades. El avance tecnológico está ligado con el avance social. Con el pasar de los tiempos la humanidad presenta nuevas necesidades que provocan el desarrollo de nuevas tecnologías para satisfacerlas.

La tecnología repercute en los beneficios económicos que pueda tener un sector social como lo puede ser un país. Cuando un país desarrolla tecnología que cumple las necesidades de uno o varios sectores sociales, este se convierte en una oportunidad de crecimiento económico, y si es bien aprovechado y explotado, se vuelve parte de los ingresos netos del país.

Guatemala, como cualquier país, debe aprovechar las oportunidades que la época contemporánea presenta. Una época en que la herramienta para el desarrollo de nueva tecnología se encuentra al alcance de cualquier persona. Computadoras, teléfonos, televisores y hasta relojes se han convertido en herramientas de uso diario, y como consecuencia se han convertido en un medio ideal para el desarrollo y uso de nueva tecnología.

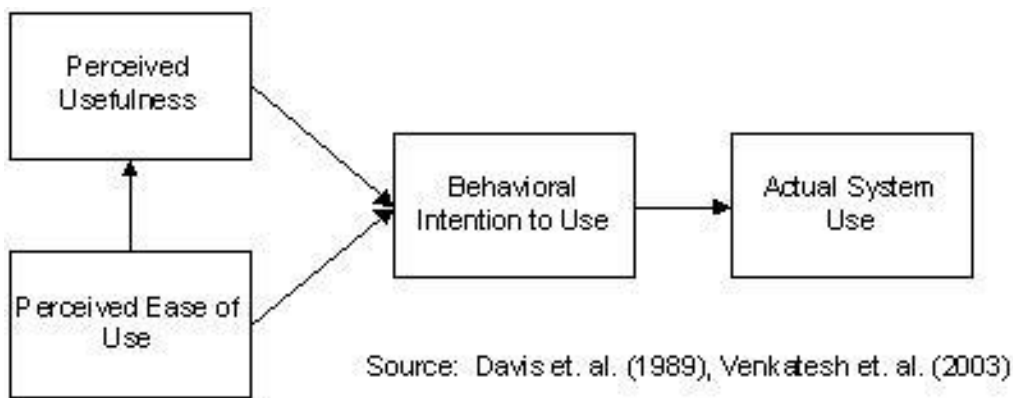
Pero el desarrollo y la creación de una nueva tecnología requiere de un paso previo, el estudio y análisis de cómo la tecnología a desarrollar puede impactar en las actividades de la sociedad, es una etapa determinante para detectar la viabilidad del desarrollo.

Para este análisis es importante comprender por qué el usuario llega a utilizar, o bien, aceptar la tecnología a desarrollar. Una de las formas que existen para entender por qué las personas utilizan la tecnología es a través del modelo de aceptación de tecnología (TAM). TAM es una teoría que intenta explicar por qué cierta tecnología es elegida para ser utilizada por las personas en el entorno en que estas se desenvuelven.

1.1. Modelo de aceptación de tecnología (TAM)

La teoría mantiene que las personas hacen uso de cierta tecnología dado que perciben que esta es útil en su entorno y se les facilita el uso de esta, como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Diagrama de modelo de aceptación y uso de la tecnología



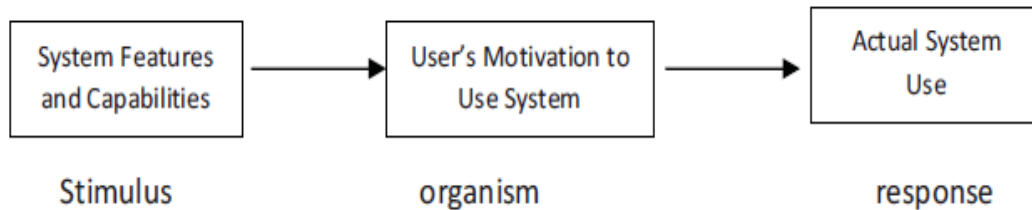
Fuente: *Uso de tecnología*. http://is.theorizeit.org/wiki/Technology_acceptance_model. Consulta: 11 de octubre de 2018.

Para entender esta teoría se debe considerar cuándo esta fue creada. TAM fue creada a finales de los años 80's, cuando los primeros sistemas de procesamiento de texto y otros, empezaban a reemplazar los sistemas que anteriormente se hacían a mano, como el envío de cartas, que fue reemplazado por el sistema de correo electrónico.

Durante la década de los años 70's se incrementó la necesidad de la tecnología, esto llevó a las organizaciones a crear diferentes sistemas que pretendían satisfacer las necesidades de las personas, sin embargo, durante la misma década, la adopción de estos no fue la esperada, por lo que los sistemas de predicción se convirtieron en un área de interés para muchos investigadores. Muchos estudios realizados no fueron lo suficientemente capaces de poder entregar resultados concretos que pudieran ser de utilidad para poder predecir y explicar el por qué de la aceptación o rechazo de dichos sistemas.

Fue en 1985 que Fred Davis propuso el modelo de aceptación de tecnología, en su tesis de doctorado en MIT Sloan School of Management (Davis, 1985). Davis propuso que el uso de un sistema es una respuesta que puede ser explicada o precedida por la motivación del usuario, quien, a su vez, es directamente influenciada por estímulos externos que consisten en las características y capacidades del sistema actual con el cual estos interactúan (ver la figura 2).

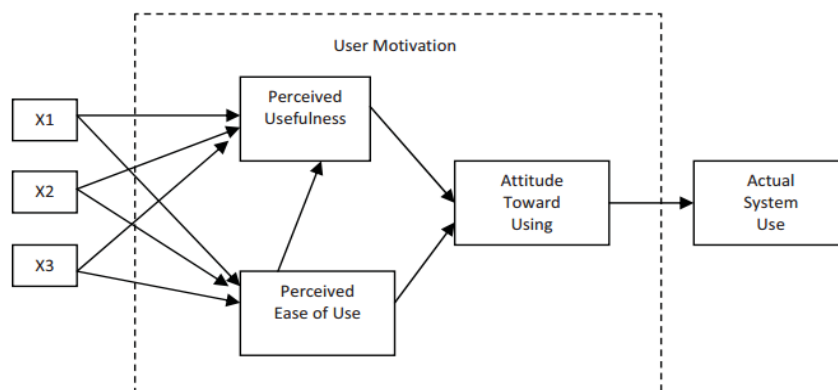
Figura 2. **Modelo conceptual de aceptación de la tecnología**



Fuente: *Aceptación de la tecnología*. http://is.theorizeit.org/wiki/Technology_acceptance_model.
Consulta: 11 de octubre de 2018.

Davis, para lograr redefinir su modelo conceptual y proponer entonces el modelo de aceptación de la tecnología, como se muestra en la figura 3, se basó en varias investigaciones que se relacionaban con la aceptación de nuevos sistemas y en el trabajo previamente realizado por Fishbein y Ajzen (1975), quienes formularon la teoría de la acción razonada.

Figura 3. **Diagrama original de TAM por Fred Davis**



Fuente: *Diagrama de Fred Davis*. http://is.theorizeit.org/wiki/Technology_acceptance_model.
Consulta: 11 de octubre de 2018.

La teoría expone muy poco sobre la tecnología en sí, sin embargo, presenta suficiente información sobre cómo se percibe. En otras palabras, lo que indica esta teoría es que la facilidad de uso y la percepción de utilidad de una tecnología en particular no depende explícitamente de dicha tecnología, sino de la percepción de cada persona que interactúe con la misma, esta percepción puede en algún momento cambiar debido a las diferentes características de cada persona, como la edad, la experiencia o el género. Este cambio de percepción ocurre no porque la tecnología sea diferente, sino porque cada persona es diferente una de la otra.

Algunas de las limitaciones que se presentan al utilizar esta teoría se exponen a continuación:

- Asume que las personas son racionales al momento de ejecutar sus acciones.
- No expresa ninguna recomendación de diseño, con el cual se pueda empezar a crear una tecnología que sea útil y de fácil uso, ya que solo indica que se debe asegurar que la tecnología creada sea útil y de fácil uso.

1.2. TAM y las aplicaciones móviles

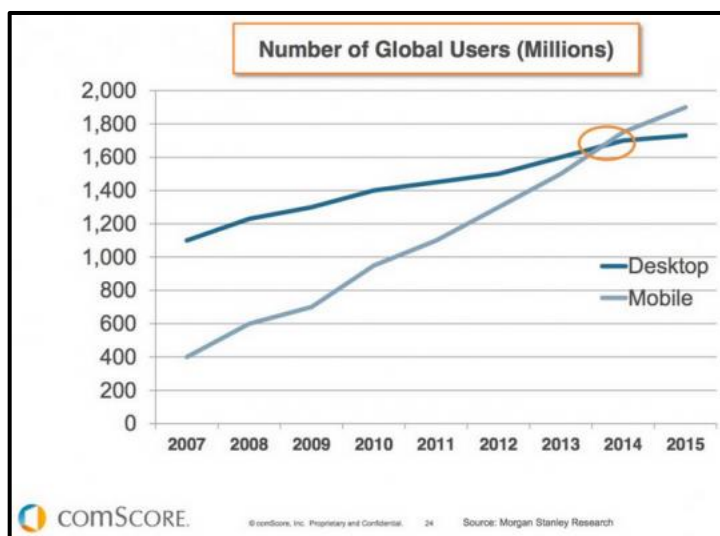
Los dispositivos móviles han irrumpido en la vida de las personas en los últimos 15 años, convirtiéndose hoy en día en una herramienta indispensable para el hombre que le permite múltiples funciones como: mejorar la productividad de trabajo, administrar proyectos, organizar eventos, entre muchas otras labores que realiza cotidianamente.

Estas funcionalidades solo son posibles con la instalación de las aplicaciones móviles (conocidas como apps), que en esencia son programas instalados para un dispositivo móvil. Las aplicaciones pueden tener cualquier enfoque, ya sea entretenimiento, administración, comunicación, finanzas; lo importante es suplir una necesidad del hombre.

La aparición de las aplicaciones tuvo importancia con la llegada de iPhone al mercado junto a su modelo de negocio, haciendo que la creación de aplicaciones móviles fuera algo rentable tanto para el desarrollador como para las empresas que ponían a disposición estas aplicaciones (App Store, Google Play y Windows Phone Store). Esta rentabilidad solo podía ser tangible en el momento en el que el usuario sustituyera una máquina de escritorio o *laptop*, por un dispositivo que pudiera aceptar debido a la facilidad y comodidad de uso.

Según un estudio realizado por COMSCORE (compañía especializada en la investigación del mercado en Internet), la cantidad de usuarios que utilizan dispositivos móviles superó a la cantidad de usuarios que utilizan una computadora de escritorio o *laptop* desde el año 2014, como se puede ver en la figura 4.

Figura 4. **Estudio realizado por COMSCORE de la cantidad de usuarios que utilizan dispositivos móviles**

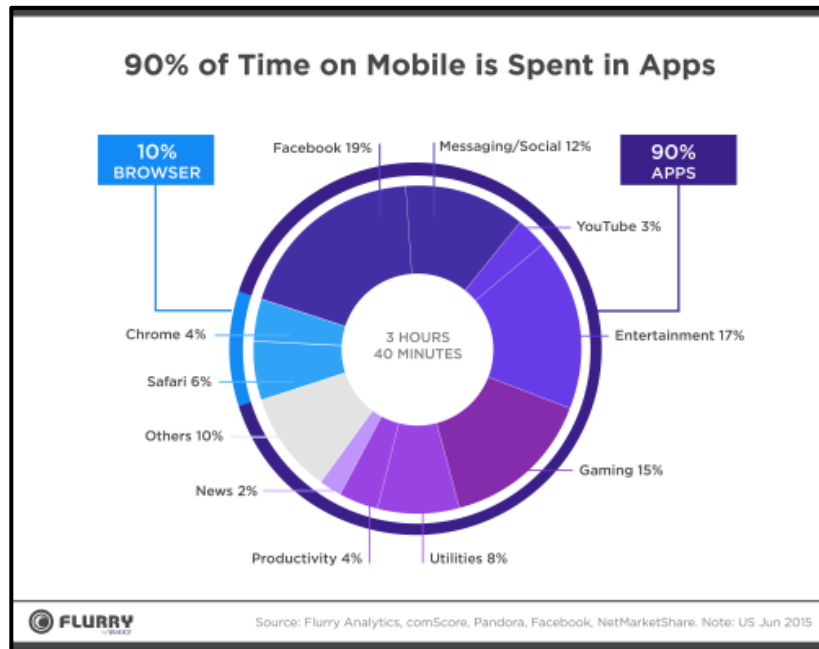


Fuente: *Estudio de COMSCORE*. <http://www.smartinsights.com/mobile-marketing/mobile-marketing-analytics/mobile-marketing-statistics/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

Muchos estudios concuerdan que esta tendencia tiene un alza debido a dos factores: la portabilidad, ya que es más fácil para un usuario llevar un dispositivo móvil que una *laptop*; y la potencia de los nuevos dispositivos, ya que estos permiten realizar muchas de las cosas que en tiempos anteriores no se podían realizar debido a las limitaciones del hardware.

Según un análisis realizado por Yahoo Flurry (compañía que analiza la interacción de los usuarios con los sistemas), los usuarios pasan el 90 % del total de tiempo que utilizan su dispositivo en aplicaciones. Esta métrica representa un factor determinante al momento de decidir si realizar una aplicación web o una móvil. Además es importante analizar el tipo de uso en el cual los usuarios tienen mayor actividad. Esto puede visualizarse en la figura 5.

Figura 5. **Porcentaje de uso de aplicaciones móviles**



Fuente: *Uso de aplicaciones*. <http://www.smartinsights.com/mobile-marketing/mobile-marketing-analytics/mobile-marketing-statistics/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

Los dispositivos móviles han tomado importancia en las tareas diarias, y las grandes empresas están aprovechando esta tendencia para generar ganancias, ya sea por medio de una aplicación web que ofrezca un servicio por medio de Internet, o una aplicación instalada en el dispositivo que le permita al usuario realizar actividades (sin ni siquiera tener una conexión a Internet). Lo importante a destacar es que esta tecnología ha sido aceptada por la sociedad ya que día con día satisface las necesidades para la que fue creada.

1.3. TAM aplicado al sistema ExpoApp

El sistema ExpoApp debe adaptarse a las variables que se toman en cuenta en la teoría TAM, estas son la aceptación, facilidad de uso y la utilidad. Estas representan las variables críticas entre la interacción del usuario y el sistema.

1.3.1. Intención de uso (aceptación)

Cuando el usuario haga uso de la aplicación móvil percibirá las ventajas de tener un conjunto de actividades y eventos con su información detallada. Entre las ventajas que podrá percibir están el ahorro de tiempo para buscar eventos, estar al tanto de cualquier cambio, verificar la ubicación donde se realiza la actividad y tener la información disponible sin conexión a Internet.

1.3.2. Percepción de facilidad de uso

Un usuario interesado en asistir a cualquier evento debe buscar entre las diferentes páginas web, o por medio de periódicos, para encontrar alguna actividad o evento que pueda ser de interés. Con el sistema ExpoApp se pueden visualizar los eventos próximos a realizarse sin realizar laboriosas y tardadas búsquedas a través de los diferentes medios de comunicación.

1.3.3. Percepción de utilidad

Desde el punto de vista del usuario espectador le resulta útil tener una herramienta que agrupa los eventos y actividades que están por realizarse, incluso ver cuáles son los eventos y actividades que se realizan en el día. Desde el punto de vista del usuario organizador le resulta útil tener un sistema

donde controlar los comentarios y calificaciones por parte de los espectadores, lo que a su vez le sirve como retroalimentación para futuros eventos y actividades.

2. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA

A continuación se da a conocer el método por el cual actualmente se administran todas las actividades que componen un congreso estudiantil dentro de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se pretende identificar las necesidades de los organizadores para definir funcionalidades que provean a estos un método más eficiente y organizado de llevar el control de todas las actividades a realizarse dentro del congreso.

2.1. Antecedentes

Actualmente la forma de llevar el control de las actividades y dar a conocer las mismas se realiza de manera arcaica, dado que se lleva el control de todas las actividades en una hoja de Excel, siendo esta administrada por una sola persona. La publicidad del evento es delegada a otro integrante del equipo de trabajo, este hace uso de las redes sociales (siendo esta la principal herramienta) para comunicarse con los participantes del evento.

2.2. Análisis del sistema actual

Los congresos estudiantiles en la actualidad tienen una duración aproximada de 5 a 6 días. En este tiempo se desarrollan un conjunto de actividades para los asistentes. Cada congreso maneja distintos tipos de actividades, entre las más comunes es posible mencionar: reunión de inauguración, conferencias, talleres, visitas técnicas y fiesta de clausura.

Previo al evento, para seleccionar a los conferencistas y los temas que serán impartidos por los mismos se eligen profesionales que tengan experiencia en algún tema que sea de interés para los organizadores. Luego de establecer un tema y una fecha para la realización de conferencia, esta es registrada y calendarizada por los organizadores. Ya teniendo confirmada la conferencia, pasa a las personas designadas de la publicidad del congreso, para que ellos puedan darla a conocer al público.

Para definir las visitas técnicas, los organizadores deben comunicarse con algún miembro de la empresa de interés, que tenga la autorización de poder proveer un permiso para la visita. Habiendo establecido un mutuo acuerdo para la fecha y el horario para dicha visita, esta es registrada y calendarizada por los organizadores. Nuevamente, luego de confirmar la actividad, los encargados de publicidad utilizarán diferentes medios para darla a conocer al público.

Actualmente, los usuarios interesados en asistir a los congresos pueden enterarse del cronograma del evento a través de las redes sociales. Para que un usuario pueda registrarse al evento o a una actividad en específico, este debe realizar un pago en el salón de congresos; este salón está ubicado en el tercer nivel del edificio T1 del campus universitario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Así mismo, es posible realizar el pago a través de los *stands* colocados en el área de columnas de la Facultad de Ingeniería.

Una vez llegada la semana de congresos, los organizadores han establecido un lugar, fecha y hora para la actividad de inauguración, que normalmente es la primera actividad del evento. En esta actividad se presentan a los organizadores de los congresos de las distintas Facultades de Ingeniería,

así mismo se da información general sobre las actividades durante la semana oficial.

Durante el transcurso del evento, cada día existen diferentes tipos de actividades, que son realizadas en diferentes lugares. Los asistentes llegan a cada actividad por sus propios medios, en ocasiones los organizadores coordinan el traslado dependiendo el tipo de actividad.

2.3. Análisis de requerimientos

Para poder determinar el alcance del proyecto, se hizo uso de técnicas y herramientas para el análisis de las necesidades del usuario. Esto con el fin de poder determinar los requerimientos funcionales y no funcionales a incorporar e implementar en el sistema.

De la entrevista realizada con el presidente del congreso de la Escuela de Ciencias y Sistemas, se determinó que las necesidades básicas para el sistema deben ser:

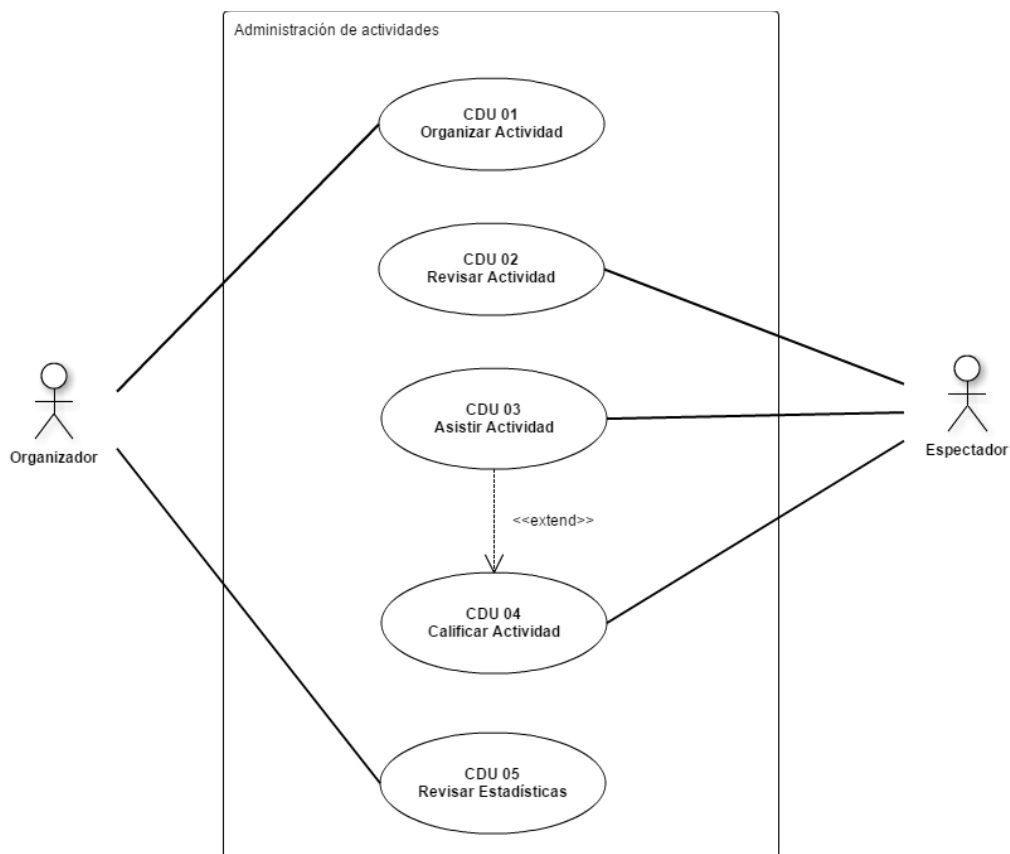
- Un sistema de datos en el cual se pueda llevar registro de las actividades y su respectiva información: nombre, fecha de actividad, hora de inicio, duración, nombre de encargado (conferencista), dirección de la actividad.
- Una aplicación web para poder administrar las actividades del evento. Esta interfaz debe incorporar las funcionalidades de ingresar, modificar y eliminar actividades, además de poder visualizar métricas con respecto a la actividad.

- Una aplicación móvil para sistema operativo Android para los asistentes y espectadores. Esta aplicación debe ser una interfaz de interacción entre el espectador y los organizadores.

2.3.1. Diagrama de casos de uso de alto nivel

A continuación se muestra la representación gráfica para el sistema. Se utiliza un diagrama de casos de uso para representar los actores y su respectiva interacción con el sistema.

Figura 6. Diagrama de casos de uso del sistema



Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Definición de casos de uso del sistema

A continuación se definen los casos de uso que se cubrirán para el sistema de congresos con el sistema ExpoApp.

Tabla I. **Organizar actividad**

Caso de uso	Organizar actividad	CDU 01
Actores	Organizador	
Tipo	Primario	
Descripción	El organizador del congreso puede registrar, modificar o eliminar una actividad. Esto implica el registro de todos los datos relacionados con la actividad.	
Precondiciones	Previo al registro de la actividad, el organizador debe conocer el lugar a realizarse la actividad, el encargado de la actividad, la fecha/hora de inicio y su duración.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Revisar actividad**

Caso de uso	Revisar actividad	CDU 02
Actores	Espectador	
Tipo	Primario	
Descripción	Un espectador debe estar enterado de cada una de las actividades próximas a realizarse. Puede conocer el tema, el tipo de actividad, el lugar, la fecha y hora de inicio.	
Precondiciones	La actividad previamente debió ser registrada por un organizador con sus respectivos detalles.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Asistir actividad**

Caso de uso	Asistir actividad	CDU 03
Actores	Espectador	
Tipo	Primario	
Descripción	El espectador puede participar en la actividad realizada por el congreso.	
Precondiciones	La actividad previamente debió ser registrada por un organizador con sus respectivos detalles.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Calificar actividad**

Caso de uso	Calificar actividad	CDU 04
Actores	Espectador	
Tipo	Secundario	
Descripción	El espectador luego de asistir e interactuar en la actividad puede dar una calificación de satisfacción para ser registrada en el sistema.	
Precondiciones	El organizador de actividad debe habilitar la calificación de esta para que el usuario espectador tenga la posibilidad de dar su respectivo comentario y calificación.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Revisar estadísticas**

Caso de uso	Revisar estadísticas	CDU 05
Actores	Organizador	
Tipo	Primario	
Descripción	El espectador puede ingresar al módulo de estadísticas dentro de la página web. En ella podrá encontrar las calificaciones y comentarios con respecto a las actividades organizadas.	
Precondiciones	La actividad ya fue realizada y calificada por los espectadores que asistieron a la actividad.	

Fuente: elaboración propia.

2.4. Mercado objetivo

El mercado objetivo de la aplicación son los usuarios a los cuales se enfoca el desarrollo del sistema. Para ello se toma distintos factores del entorno del sistema actual y la interacción de los actores con este. A continuación se muestran los factores considerados y el segmento de mercado elegido para cada uno de estos.

Tabla VI. Factores del segmento de mercado

Factor	Segmento de mercado
Geográfico	Guatemala
Región	Urbana
Idioma	Español
Edad	Mayores de 18 años
Sexo	Masculino, femenino
Educación	Diversificado. Es necesario que el usuario pueda leer, escribir, y hacer uso de un teléfono o computadora.
Industria	Empresas que desarrollan capacitaciones.
Ocupación	Indiferente
Beneficiarios directos	Organizadores de capacitaciones, conferencias, talleres, o cualquier tipo de actividad con un enfoque educativo.
Beneficiarios indirectos	Los usuarios interesados por conocer las actividades próximas a realizarse.
Otros	Se debe tener acceso a Internet por parte del organizador. Para el usuario espectador es necesario tener un dispositivo móvil con sistema operativo Android.

Fuente: elaboración propia.

2.5. *Benchmarking* de aplicación

La aplicación de *benchmarking* tiene como finalidad el estudio, análisis y comparación de procesos y servicios con otros sistemas similares. La finalidad de este es evidenciar las mejores prácticas que deben ser implementadas para el sistema ExpoApp.

2.5.1. Empresas con sistemas similares

En Guatemala existen empresas que poseen un servicio similar al que se proveerá con ExpoApp. A continuación se muestra el listado de empresas con una descripción general de sus características:

- TodoTicket: es un sistema que posee una página web para interactuar con el usuario, exclusivamente para la venta de boletos para los eventos a realizarse. Las empresas o promotores organizadores de estos eventos solicitan los servicios de Todoticket para vender sus entradas. Todoticket únicamente funciona como un intermediario que comercializa los *tickets* y brinda solo la información más general del evento y no de las actividades a realizarse durante todo el evento.
- Guate Eventos: es una página que se dedica a la publicidad de los eventos a realizarse. Cuando existe un evento de gran trascendencia en el país es anunciado por medio de la página web.
- Eventbrite: es un sistema que permite la gestión de eventos por medio de un portal web o también por medio de una aplicación móvil. Los usuarios pueden hacer uso de la aplicación móvil para conocer los eventos que están próximos a realizarse.

2.5.2. Cuadro comparativo entre sistemas

A continuación se muestra el cuadro comparativo entre sistemas.

Tabla VII. Cuadro comparativo entre sistemas

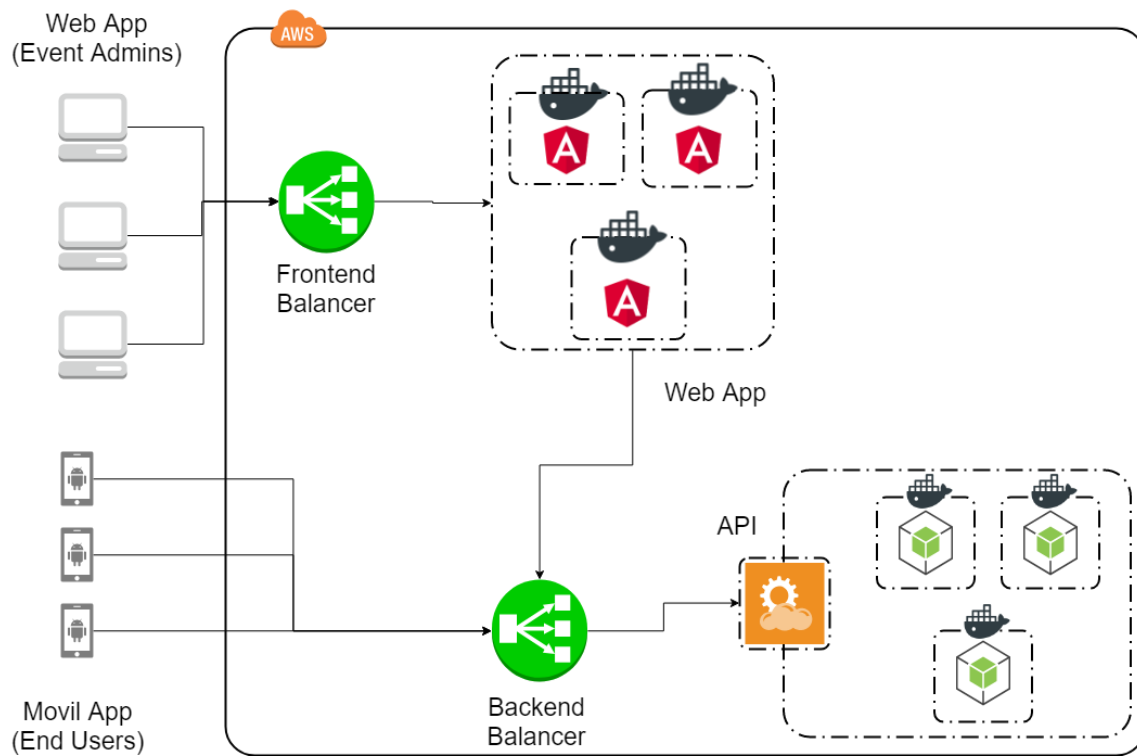
Sistema	Fortalezas	Debilidades
ExpoApp	<ul style="list-style-type: none">• Funciona offline, ya que guarda datos de la última actualización.• El organizador puede interactuar con el usuario por medio del portal web.• Los usuarios utilizan una aplicación móvil para poder visualizar los eventos y actividades próximos a realizarse.• Los usuarios pueden calificar los eventos y actividades.	<ul style="list-style-type: none">• No maneja un sistema de cobros.• La aplicación móvil solo está disponible para sistema operativo Android.
TodoTicket	<ul style="list-style-type: none">• Promociona los eventos más importantes del país de Guatemala por su experiencia y seguridad en los cobros.• Utiliza las redes sociales para promocionar sus eventos y actividades	<ul style="list-style-type: none">• No posee una aplicación móvil para los usuarios.• Los usuarios no interactúan con los organizadores.
GuateEventos	<ul style="list-style-type: none">• Utiliza las redes sociales para promocionar sus eventos.	<ul style="list-style-type: none">• Su página web no es estable, por momentos no está disponible.
Eventbrite	<ul style="list-style-type: none">• Utiliza una página web para la administración de eventos y actividades, además, utiliza una aplicación móvil para usuarios y organizadores.• Muestra que eventos y actividades están cercanos utilizando sistema GPS.• Posee un sistema de cobros y registro de admisión (utilizando QR) a los eventos.	<ul style="list-style-type: none">• No trabaja de forma <i>offline</i>.• Es poco conocido en el país.

Fuente: elaboración propia.

2.5.3. Arquitectura de la solución

A continuación se muestra el diagrama de la arquitectura implementada para el sistema.

Figura 7. **Arquitectura de la solución**



Fuente: elaboración propia.

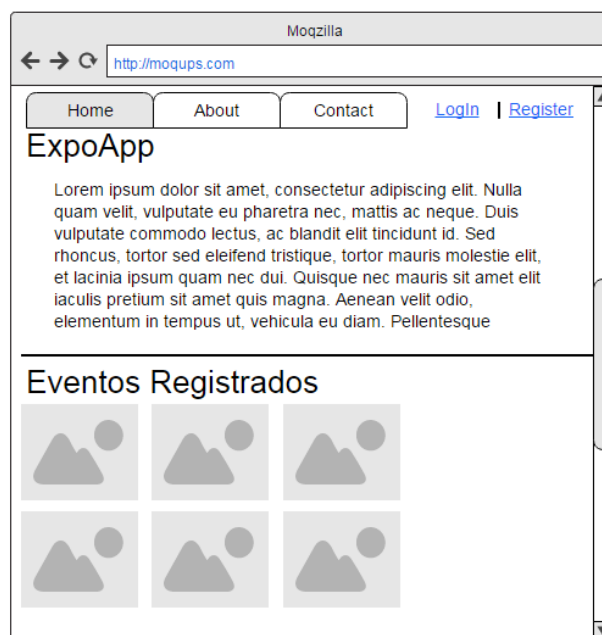
2.5.4. Diseño de la aplicación de configuración

La aplicación web permite al organizador del evento registrar y administrar el mismo. La aplicación cuenta con un *dashboard* que permite gestionar todas las actividades que se estarán llevando a cabo durante el evento, y contiene una sección donde se podrán visualizar estadísticas de cada una de las

actividades del evento en tiempo real, esto para poder tener datos que indiquen a los organizadores en qué actividades se debe mejorar o cuáles han sido de mayor aceptación por parte de la audiencia.

Entre las opciones que el sistema ofrece se encuentran: registro de eventos, inicio de sesión, agregar, actualizar y eliminar actividades, envío de mensajes y estadísticas.

Figura 8. **Página principal**



Fuente: elaboración propia.

- Registro: en esta sección se podrá registrar un evento, así como un encargado que se dedique a la gestión de las diferentes actividades a realizarse durante la realización del mismo.

Figura 9. **Registro**

The screenshot shows a Mozilla browser window with the address bar displaying <http://moqups.com>. The page has a navigation bar with links for Home, About, Contact, Login, and Register. The Register page is titled "Register" and contains two main sections: "Evento" and "Organizador". The "Evento" section has a text input for "Event" (containing "Email Address") and a date picker for "Date" (set to 4/22/2012). The "Organizador" section has text inputs for "Nombre" (containing "brian ruano"), "E-mail" (containing "brian@expoapp.com"), "Username" (containing "br7"), "Password" (containing "password"), and "Telephone" (containing "1234-7777"). At the bottom of the form are three buttons: "New Organizer" (green), "Submit" (blue), and "Clear" (red).

Fuente: elaboración propia.

- Inicio de sesión: en esta sección el organizador del evento ingresa sus credenciales para poder acceder a su *dashboard*.

Figura 10. **Inicio de sesión**

The screenshot shows a Mozilla browser window with the address bar displaying <http://moqups.com>. The page has a navigation bar with links for Home, About, Contact, Login, and Register. The Login page is titled "Login" and contains two text inputs: "UserName" (containing "Email Address") and "Password" (containing "Password"). Below the inputs are two buttons: "Login" (blue) and "Clear" (orange).

Fuente: elaboración propia.

- Agregar, actualizar o eliminar actividades: esta es una sección en la que se gestionan las actividades a realizarse durante el evento, el organizador puede elegir modificar una actividad, crearla o eliminarla según sea la necesidad.

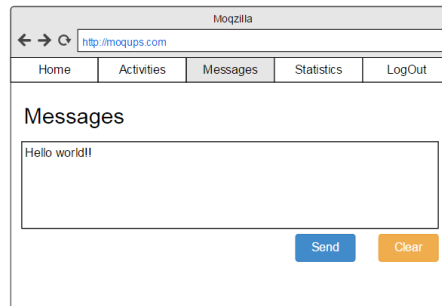
Figura 11. **Gestión de actividades**

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'http://moqups.com'. The browser's menu bar includes 'Home', 'Activities', 'Messages', 'Statistics', and 'LogOut'. The main content area is titled 'Activity Manager' and features three buttons: 'Add', 'Update', and 'Delete'. Below these buttons are five input fields, each with a label and a text box: 'Date' (with a calendar icon), 'Title', 'Location', 'Latitud', and 'Longitud'. At the bottom of the form are three buttons: a red 'Button', a blue 'Button', and a green 'Button'.

Fuente: elaboración propia.

- Envío de mensajes: esta es una sección en la cual el organizador puede enviar algún mensaje con información adicional o alguna noticia que desee comunicar a todos los usuarios registrados al evento, específicamente quienes tengan instalada la aplicación móvil.

Figura 12. Envío de mensajes



Fuente: elaboración propia.

- Estadísticas: esta es una sección que muestra una serie de gráficas indicando el nivel de aceptación que muestran los usuarios a cada una de las actividades que se estén realizando durante el evento en tiempo real.

Figura 13. Estadísticas



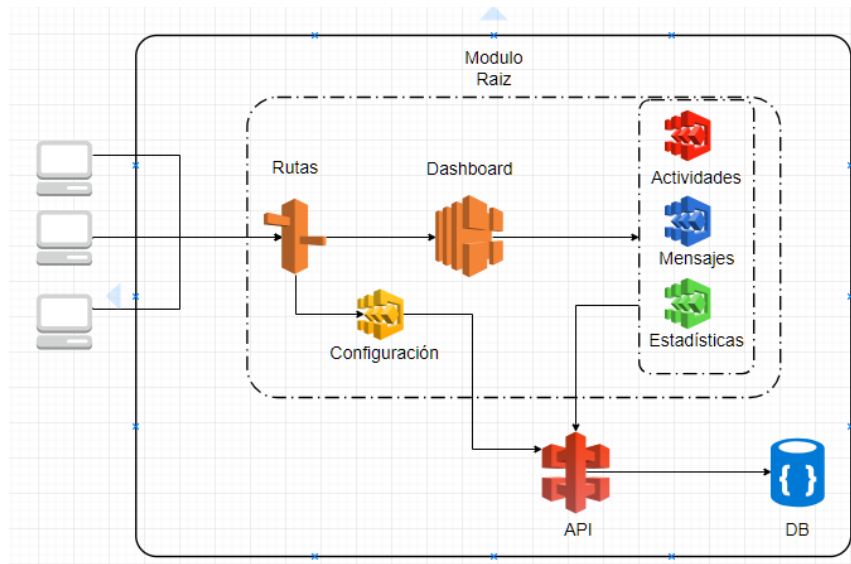
Fuente: elaboración propia.

2.5.4.1. Arquitectura de la aplicación de configuración

ExpoApp se compone básicamente de tres módulos, los cuales se describen a continuación:

- Módulo de raíz: esta es la raíz de la aplicación, la cual importa los otros módulos para que en conjunto brinden al organizador una plataforma en la cual gestionar su evento. En este módulo se encuentra el componente que sirve para poder crear eventos.
- Módulo de rutas: es el encargado de administrar todas las rutas que existen en la aplicación, en este se definen las reglas de navegación entre vistas. En este se encuentra la lógica necesaria para poder desplegar el módulo de *dashboard* y el componente de configuración del evento, en caso el organizador ingrese a la aplicación con sus credenciales.
- Módulo de *dashboard*: es el módulo más importante, ya que contiene tres componentes que ayudan al organizador a administrar su evento:
 - Actividades: encargado de administrar todas las actividades del evento.
 - Mensajes: con este componente se envían mensajes *broadcast* a todos los participantes del evento.
 - Estadísticas: proporcionan indicadores a los organizadores con los cuales pueden validar cuál de todas sus actividades fue la más exitosa.

Figura 14. **Arquitectura ExpoApp (Web App)**

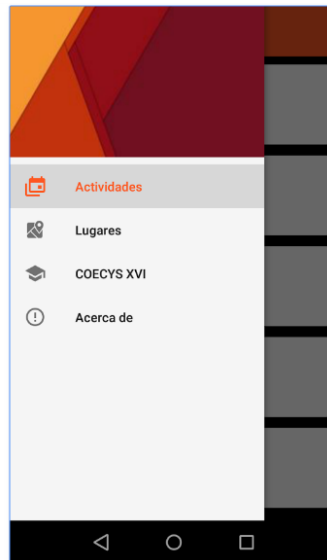


Fuente: elaboración propia.

2.5.5. Diseño de la aplicación móvil

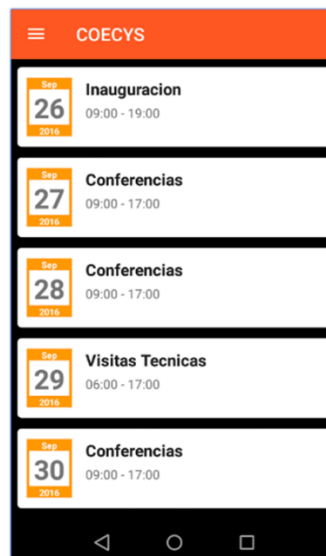
Para establecer un diseño base de la aplicación, se desarrolló una versión inicial que contenía datos estáticos. Esta aplicación, llamada COECYS, represento el diseño base de la aplicación ExpoApp.

Figura 15. **Menú principal de aplicación COECYS**



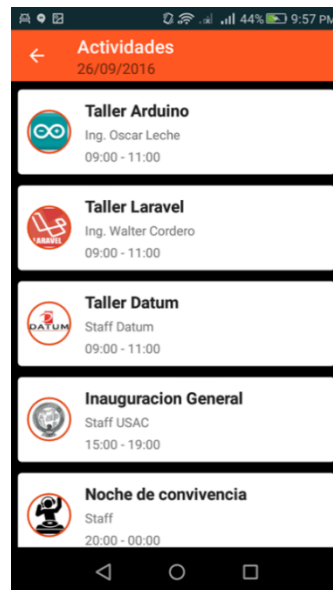
Fuente: elaboración propia

Figura 16. **Programa de congreso**



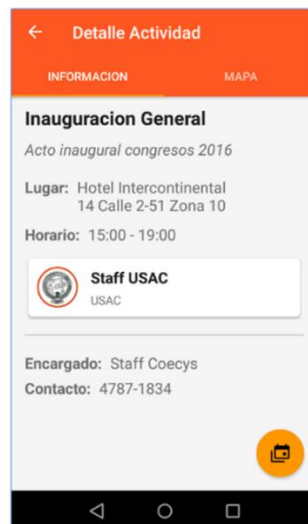
Fuente: elaboración propia

Figura 17. **Actividades de congreso**



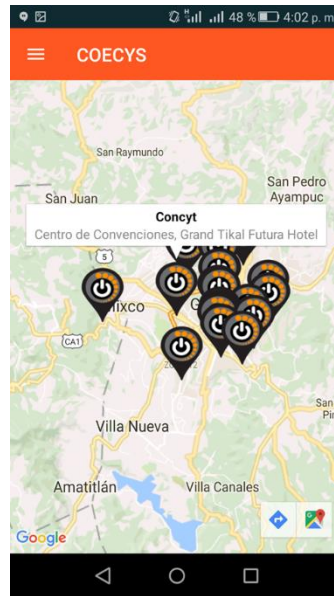
Fuente: elaboración propia

Figura 18. **Detalle de actividad**



Fuente: elaboración propia

Figura 19. **Lugares de actividades**



Fuente: elaboración propia

3. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

Previo al comienzo de la fase de desarrollo del sistema, es necesario definir una metodología de desarrollo que permita estimar el tiempo necesario para completar el sistema en su totalidad. Adicionalmente es necesario definir las tareas que serán requeridas en la fase de desarrollo del sistema.

3.1. Metodología de desarrollo incremental

Para cumplir con el modelo de desarrollo iterativo incremental, es necesario descomponer el conjunto de actividades en pequeños subconjuntos. Estas porciones de tareas deben proporcionar parte de la funcionalidad total del sistema.

3.1.1. Definición de tareas

Se definirán en la tabla siguiente las tareas necesarias, incluyendo el número de iteración al que pertenecerán y la estimación de tiempo (puede variar) que será necesario para completar la tarea.

Tabla VIII. **Tareas estimadas por iteración**

Núm.	Iteración	Descripción	Estimación
1	1	Diseño de la estructura de base de datos.	0.5 días
2	1	Implementación de la estructura de base de datos en MongoDB.	0.5 días
3	1	Desarrollo de servicio para registrar evento.	1 día
4	1	Desarrollo de opción para crear evento en aplicación web.	1 día
5	1	Desarrollo de servicio REST para consulta de actividades.	2 días
6	1	Desarrollo de servicio REST para ingreso al sistema desde aplicación móvil.	2 días
7	1	Desarrollo de servicio REST para ingreso al sistema desde aplicación web.	1 día
8	1	Desarrollo de visualización de actividades desde aplicación móvil.	3 días
9	1	Desarrollo de visualización de actividades desde aplicación web.	3 días
10	2	Desarrollo de servicio REST para consulta de información de actividad.	2 días
11	2	Desarrollo de servicio REST para actualizar información de actividad.	2 días
12	2	Desarrollo de servicio REST para eliminación de actividad.	2 días
13	2	Desarrollo de opción de eliminación de actividad desde aplicación web.	2 días
14	2	Desarrollo de visualización de información de actividad desde aplicación móvil.	2 días
15	2	Desarrollo de servicio REST para registrar mensaje de evento.	1 día
16	2	Desarrollo de opción para creación de mensaje para evento desde aplicación web.	2 días
17	2	Desarrollo de visualización de mensajes para evento desde aplicación móvil.	2 días
18	3	Desarrollo de servicio REST para visualización de ubicación de actividades de un evento	2 días
19	3	Desarrollo de opción para visualizar ubicación de actividad desde aplicación móvil.	3 días
20	3	Desarrollo de servicio REST para agregar favorito por espectador.	2 días

Continuación de la tabla VIII.

21	3	Desarrollo de opción de agregar a favorito desde aplicación móvil.	2 días
22	3	Desarrollo de servicio REST para obtener actividades favoritas para usuarios.	2 días
23	3	Desarrollo de opción de visualización de actividades favoritas desde aplicación móvil.	2 días
24	3	Desarrollo de servicio REST para eliminar un mensaje de evento	1 día
25	4	Desarrollo de opción para eliminar mensaje en aplicación web.	2 días
26	4	Desarrollo de envío de notificación para aplicación móvil.	3 días
27	4	Desarrollo de servicio REST para registrar calificaciones para actividad.	2 días
28	4	Desarrollo de servicio REST para obtener calificaciones y comentarios de actividad	1 día
29	4	Desarrollo para visualización de estadísticas y comentarios desde aplicación web.	3 días
30	4	Desarrollo de opción de calificación de una actividad.	3 días

Fuente: elaboración propia.

Como lo menciona la teoría del modelo de desarrollo iterativo incremental, al final de cada iteración se tiene un prototipo del sistema con las funcionalidades requeridas en la iteración ya implementadas.

La ventaja que proporciona usar esta metodología radica en la versatilidad a cambios o nuevos requerimientos que puedan ser esenciales para los usuarios del sistema, en este caso los organizadores de congresos.

3.2. Implementación de base de datos

El sistema gestor de base de datos utilizado para el sistema es MongoDB. Es importante señalar que este sistema fue elegido debido a que se identificaron las siguientes ventajas:

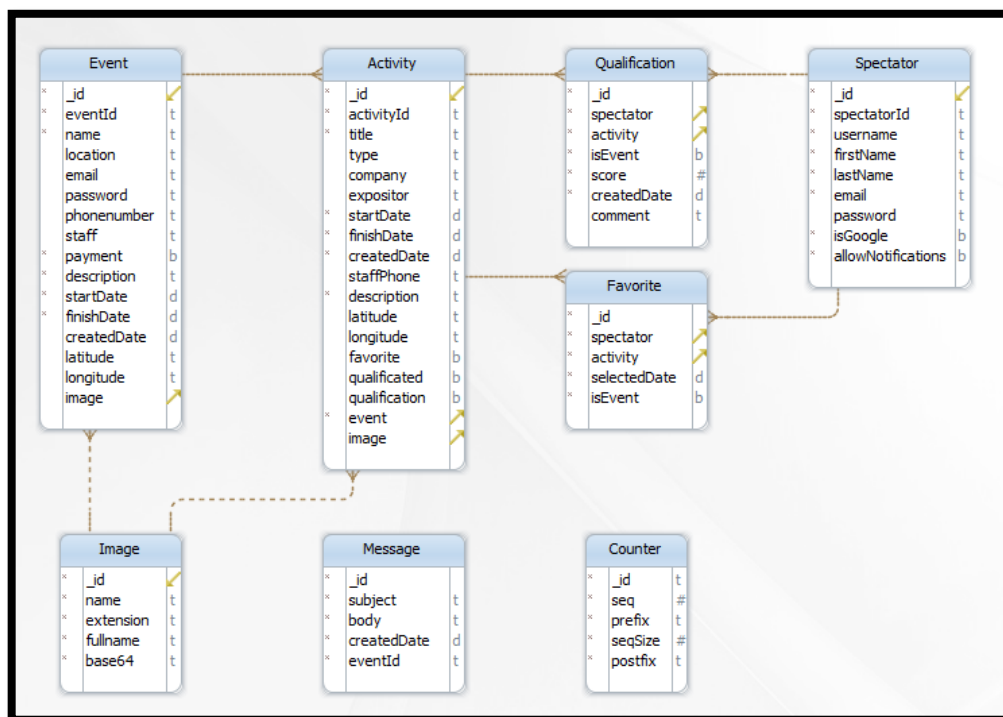
- La base de datos se puede obtener de forma gratuita bajo licencia pública generar AGPL.
- Se integra fácilmente con Nodejs ya que MongoDB utiliza BSON para almacenar sus estructuras de datos. BSON está basado en el término JSON y significa JSON binario (Binary JSON).
- La librería llamada Mongoose integra fácilmente la conexión entre un sistema MongoDB y Nodejs.
- La implementación de los servicios web utilizando una arquitectura REST (explicado más adelante) obligaba a la utilización de JSON o XML para el traspaso de parámetros. Al implementar MongoDB se omite el proceso de mapeo en caso de haber utilizado un sistema gestor de base de datos relacional.

La creación de la estructura de datos debe permitir cubrir las siguientes necesidades listadas a continuación:

- Almacenamiento de eventos, actividades y espectadores (usuarios).
- Registrar las actividades a un evento.
- Registrar las actividades favoritas de los usuarios.
- Registrar los mensajes de los eventos.
- Registrar las estadísticas generadas por los espectadores a cada una de las actividades.
- Registrar imágenes para las actividades o eventos registrados.

Se puede evidenciar al tener estas pocas características que el resultado final de la estructura de datos no será complejo. Se presenta a continuación el esquema de datos necesario que pueda cubrir las necesidades previamente descritas.

Figura 20. Diagrama de esquema de base de datos



Fuente: elaboración propia.

3.3. Implementación de servicio web

El World Wide Web (W3C) define un servicio web como un sistema de software designado para dar soporte a la interacción de servidor a cliente a través de una red.

La arquitectura utilizada para implementar los servicios web es REST. REST (transferencia de estado representacional por sus siglas en inglés) establece un conjunto de principios para la creación de servicios web, entre los más fundamentales están:

- Utilización de métodos HTTP de manera explícita
- No almacenar estado entre peticiones (son totalmente independientes)
- Expone URIs con forma de directorios
- Transfiere XML, JSON o ambos como parámetros

Estos cuatro principios ayudan en gran medida a la creación de un sistema escalable y adaptable a nuevas necesidades.

La utilización de métodos HTTP de manera explícita ayuda a los servidores web a comprender los procesos necesarios a realizar cuando un cliente ejecuta peticiones. Un ejemplo claro es la petición utilizando el método GET, el servidor web sabe que se están consultando datos, por lo tanto, estos datos posiblemente sean guardados en caché si se llega a detectar que el recurso es requerido frecuentemente.

La tabla siguiente muestra los servicios web requeridos para el desarrollo del sistema; poseen información detallada para comprender el manejo de los recursos, siempre respetando los principios de la arquitectura REST.

Tabla IX. **Servicios de la capa de servicios REST**

Núm.	Nombre	Descripción	Método	URI
1	Actividades por evento	Obtiene las actividades de un evento.	GET	/activity/event/:eventId
2	Informacion por evento	Obtiene información del evento.	GET	/event/:eventId
3	Informacion por actividad	Obtiene información de la actividad.	GET	/activity/:activityId
4	Informacion de usuario	Obtiene información de un usuario registrado en el sistema.	POST	/user/:userId
5	Informacion de mensajes	Obtiene los mensajes registrados del evento	GET	/event/:eventId/messages
6	Informacion de estadísticas	Obtiene información de las estadísticas de un evento	GET	/evento/:eventId/statics
7	Crear evento	Crea un nuevo evento en el sistema.	POST	/evento
8	Crear actividad	Crea una nueva actividad.	POST	/activity
9	Crear usuario	Crea un nuevo usuario en el sistema.	POST	/user
10	Crear estadística	Crea una estadística para una actividad	POST	/activity/:activityId/statics
11	Crear favorito	Asocia una actividad como favorito al usuario	POST	/activity/:activityId/favorite
12	Actualizar evento	Actualiza la información de un evento	PUT	/event
13	Actualizar actividad	Actualiza la información de una actividad	PUT	/activity
14	Eliminar actividad	Elimina una actividad específica	DELETE	/activity/:activityId
15	Eliminar mensaje	Elimina un mensaje del evento	DELETE	/message/:messageId
16	Eliminar evento	Elimina un evento registrado	DELETE	/event/:eventId
17	Eliminar favorito	Desasocia una actividad como favorito de un usuario	DELETE	/activity/:activityId/favorite

Fuente: elaboración propia.

3.4. Implementación de aplicación Android

El desarrollo del proyecto en Android tenía que cubrir las necesidades del usuario cliente que desea obtener información de los congresos. En la tabla siguiente se describen las pantallas elaboradas y descripción de las necesidades que se cubrían.

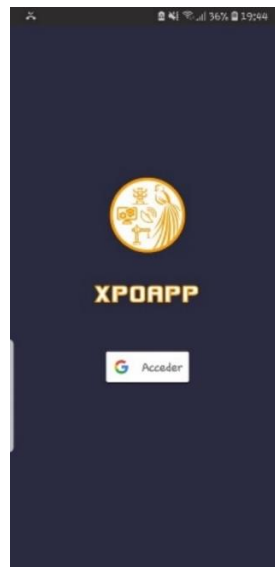
Tabla X. **Pantallas principales de aplicación móvil Android**

Pantalla	Descripción
Ingreso (LoginActivity)	Un usuario registrado puede ingresar al sistema. El usuario puede registrarse por medio de su correo electrónico de Gmail.
Principal (XPOBaseActivity)	Se muestra un panel de los eventos (congresos) próximos a realizarse. Se muestra un panel de las actividades próximas a realizarse. Se muestra un panel de las actividades favoritas por el usuario ingresado. Se puede calificar una actividad. Se puede agregar una actividad como favorita. Se puede desplazar entre los paneles de Favoritos, Eventos y Actividades.
Detalle Evento (EventDetailActivity)	Al seleccionar un evento se puede ingresar a esta pantalla. Se muestra un panel de la descripción del evento. Se muestra un panel de las actividades asociadas al evento. Se muestra un panel de los mensajes creados para el evento.
Detalle Actividad (XPOActivityDetailActivity)	Al seleccionar una actividad se puede ingresar a esta pantalla. Se muestra la descripción de la actividad.
Ubicación Google Maps (MapActivity)	Al seleccionar la opción de ubicación para una actividad se visualiza con la API de Google Maps la ubicación registrada para la actividad. Al seleccionar la opción de ubicación para un evento se visualiza con la API de Google Maps la ubicación registrada para cada una de las actividades asociadas al evento.

Fuente: elaboración propia.

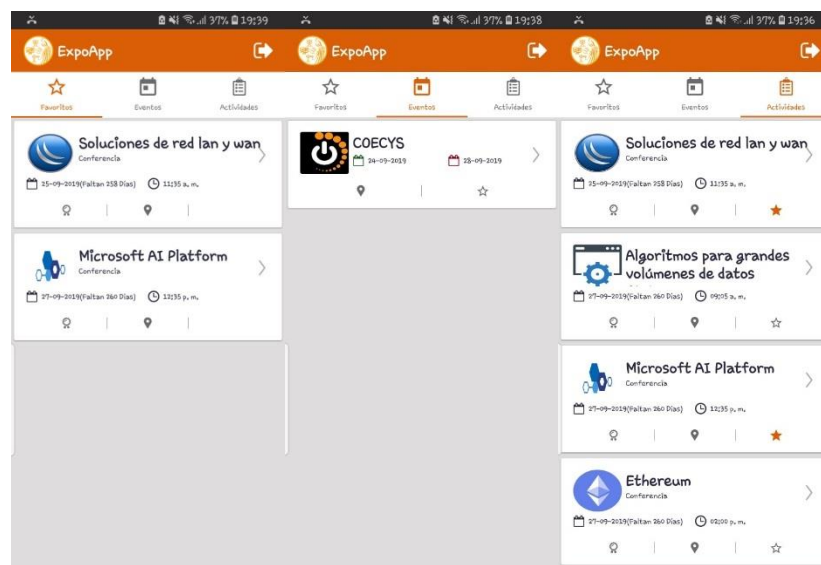
Se muestra a continuación el resultado final de la aplicación móvil. Las siguientes figuras son pantallas de la aplicación puestas en producción.

Figura 21. **Pantalla de ingreso (LoginActivity)**



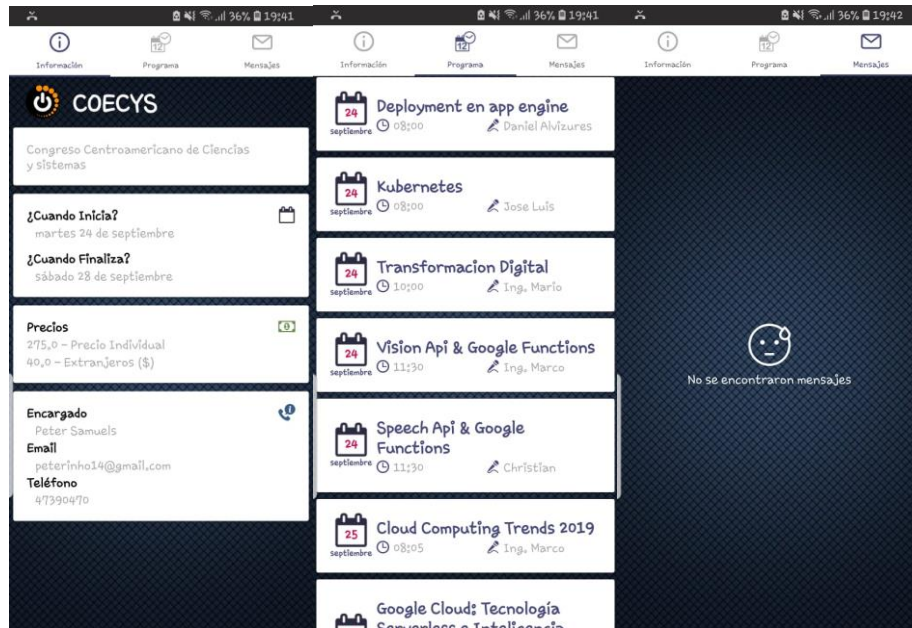
Fuente: elaboración propia

Figura 22. **Pantalla principal (XPOBaseActivity)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Pantalla de detalle de evento (EventDetailActivity)



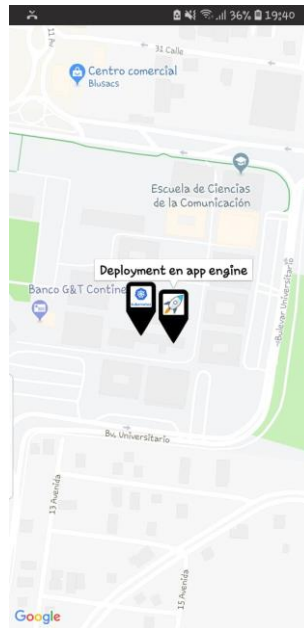
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Pantalla de detalle de actividad (XPOActivityDetailActivity)



Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Pantalla de ubicación con Google Maps (MapActivity)**



Fuente: elaboración propia.

4. EVALUACIÓN DE MÉTRICAS

Habiendo cumplido con las fases de análisis, diseño e implementación del sistema, es importante realizar ciertas pruebas sobre los módulos creados en el mismo, la aplicación web administrativa y la aplicación móvil para espectadores. Con las pruebas realizadas se obtendrán métricas que indicarán parcialmente el éxito de la implementación del sistema.

A continuación se muestran los resultados del análisis de rendimiento al que fue expuesto el sistema para asegurar la robustez y confiabilidad de este. El objetivo primordial de estas pruebas es saturar al sistema hasta un punto de quiebre en el cual se puedan detectar ciertos errores que pongan en peligro el rendimiento y estabilidad del sistema.

Debido a que el sistema estará alojado en los servidores de la Universidad de San Carlos de Guatemala, fue necesario realizar estas pruebas de rendimiento para garantizar que este fuera escalable, fiable en cuanto al manejo de la información y eficiente al manejar los recursos asignados.

Las pruebas de estrés fueron más enfocadas tanto a la capa de servicios como a la ampliación web, ya que estos dos componentes son los más importantes del sistema y deben garantizar tanto la disponibilidad como el menor tiempo de respuesta a las peticiones de los usuarios.

Para la aplicación móvil se realizaron pruebas de aceptación utilizando la tecnología proporcionada por Google Analytics, las cuales permiten medir la

cantidad de usuarios conectados entre otras métricas que se estarán dando a conocer con mayor detalle en las siguientes secciones del documento.

4.1. Métricas de aplicación móvil

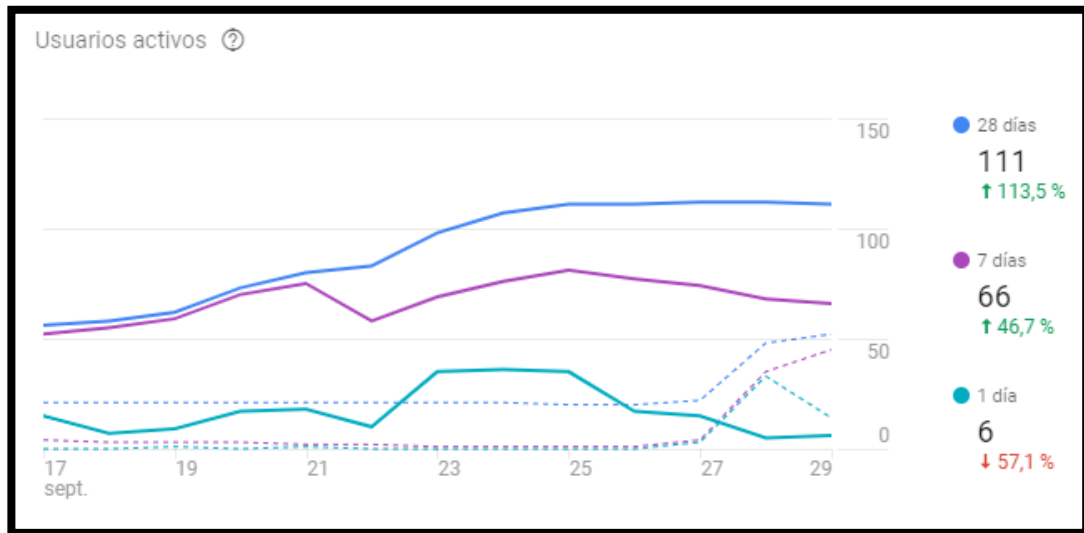
Para obtener los resultados del uso de la aplicación móvil se hizo uso de la herramienta desarrollada por Google llamada Firebase Analytics. Las métricas obtenidas de esta herramienta son:

- Usuarios activos de aplicación
- Retención de usuarios
- Interacción de usuario

4.1.1. Usuarios activos de aplicación

La gráfica que se muestra a continuación muestra la cantidad de usuarios que utilizaron la aplicación en tres períodos de tiempo (28 días, 7 días y 1 día):

Figura 26. **Usuarios activos de aplicación móvil ExpoApp**



Fuente: Google Firebase Analytics ExpoApp.

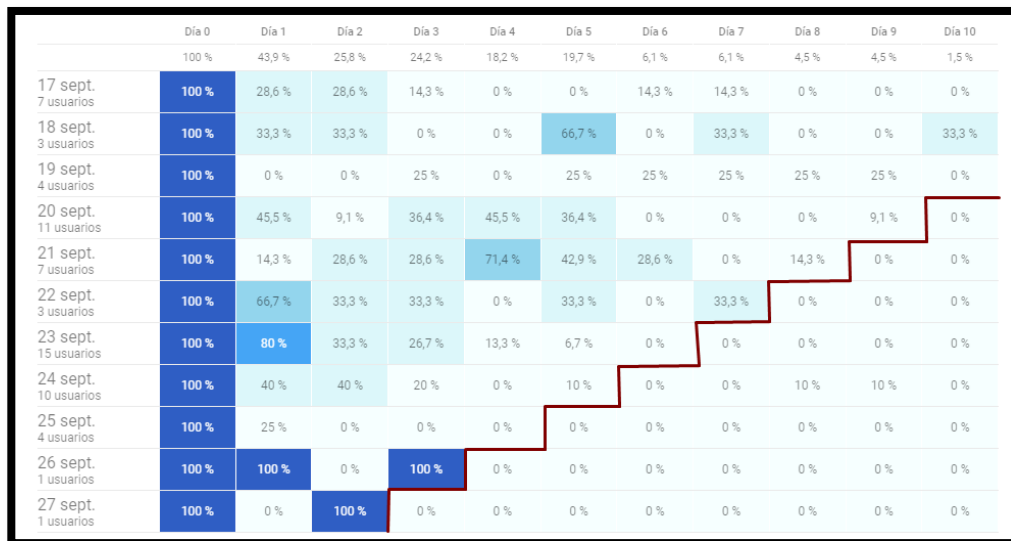
Como se puede ver, se hizo uso de un período de tiempo de 13 días (del 17 de septiembre al 29 del mismo mes del año 2018). Esto abarca una semana antes de la fecha de inicio de las actividades del congreso (24 de septiembre) y la propia semana de actividades.

Según los datos, 66 usuarios fueron los que utilizaron la aplicación durante el transcurso de la semana. Además, durante el mes de septiembre se puede visualizar que 111 usuarios hicieron uso de la aplicación. Tomando en cuenta que la cantidad de usuarios que tuvo participación en el congreso fue de aproximadamente 150 personas, el porcentaje de usuarios que hicieron uso de la aplicación es de aproximadamente 74 %. Un porcentaje aceptable para ser la primera aparición de una aplicación móvil en este evento.

4.1.2. Retención de usuarios

La gráfica de retención de usuarios mostrada a continuación muestra la cantidad de usuarios que instalaron la aplicación y el porcentaje de usuarios que siguieron utilizándola en días posteriores.

Figura 27. Retención de usuarios de aplicación ExpoApp



Fuente: Google Firebase Analytics ExpoApp.

La gráfica demuestra que los 4 días previos a la fecha de inicio del congreso (del 20 al 23 de septiembre) existió una gran cantidad de instalaciones de aplicación (36 instalaciones). Es resaltable que el porcentaje de retención de usuarios de estos días estuvo aproximadamente alrededor del 30 %. Un 30 % es un porcentaje alto si se considera que no todos los usuarios estaban inscritos a las actividades diarias del congreso.

En los últimos días del congreso se obtuvieron menor cantidad de instalaciones (6 instalaciones del 25 al 27 de septiembre) y menor porcentaje de retención del usuario.

4.1.3. Interacción de usuario

La gráfica de interacción de usuario demuestra la cantidad de tiempo que el usuario en promedio permanece en cada una de las pantallas de la aplicación. Esta gráfica ayuda a visualizar posibles mejoras a realizar en la aplicación o características que pueden ser de aprovechamiento para futuros desarrollos.

Figura 28. Interacción de usuario con aplicación móvil



Clase de pantalla	% del total	Tiempo medio
XPOBaseActivity	52,5 % ↑ 16,6 %	0 mi...16 s ↑ 6,5 %
EventDetailActivity	32,11 % ↑ 6 %	0 mi...32 s ↓ 2,5 %
XPOActivit...ilActivity	10,95 % ↑ 77,4 %	0 mi...09 s ↑ 43,1 %
LoginActivity	3,15 % ↓ 78 %	0 mi...04 s ↓ 46,8 %
MapActivity	1,26 % ↓ 69 %	0 mi...14 s ↓ 54,8 %

Fuente: Google Firebase Analytics ExpoApp.

Como punto a favor a destacar, la pantalla donde el usuario permanecía la mayor cantidad de tiempo es la de Detalle de Evento (XPOEventDetailActivity). Esta pantalla poseía información del congreso, así como del programa de cada

una de sus actividades; esta información era valiosa para el usuario, ya que mostraba el orden de las actividades.

La segunda pantalla donde más tiempo permanecía el usuario era la Principal (XPOBaseActivity). En ella se podía ver las actividades futuras a realizar, además de que se podía acceder al detalle de eventos y actividades, así como también ver en mapa las ubicaciones de estos. Este estilo es relativamente útil para centrar figuras y tablas, escribir dentro de tablas, centrar ecuaciones, entre otros. Un ejemplo se muestra a continuación.

Como se observa es mucho mejor colocar los textos sin sangría dentro de tablas.

4.2. Métricas de rendimiento de aplicación web

Para el análisis de métricas de la aplicación web se utilizó Google Analytics (GA), siendo esta una herramienta gratuita que provee Google.

Google Analytics brinda información en tiempo real, así como un extenso conjunto de métricas que es posible utilizar para ir mejorando el sitio web continuamente a modo de ofrecer al usuario final un mejor servicio, entre estas se puede mencionar el análisis del comportamiento que los usuarios tienen al momento de utilizar el sitio web, esto se puede evaluar gracias a que GA brinda información sobre las páginas que han sido más visitadas del sitio, así como la información demográfica de los usuarios y si los usuarios utilizan ordenadores o dispositivos móviles para hacer uso del sitio web, entre otras métricas.

Así mismo, se implementaron dos pruebas de rendimiento (carga de imágenes y estrés), las cuales se estarán dando a conocer a mayor detalle en las siguientes secciones, esto para garantizar que la experiencia del usuario administrador sea la óptima al momento de estar organizando las distintas actividades que conforman su evento.

4.2.1. Análisis de métricas con Google Analytics

Para implementar GA en el sitio administrativo de ExpoApp se escribieron líneas de código de seguimiento proporcionadas por la herramienta. GA a través del código incrustado en el sitio registra diversas actividades de los usuarios que lo visitan, toda esta información es enviada a los servidores de GA una vez que los usuarios salen del sitio.

Google Analytics presenta los datos recopilados del sitio web de varias maneras, principalmente en cuatro niveles:

- A nivel de usuario (relacionado con las acciones de cada usuario)
- A nivel de sesión (cada visita individual)
- A nivel de vista de página (cada página individual visitada)
- A nivel de evento (*clicks* de botón, vistas de video, entre otros)

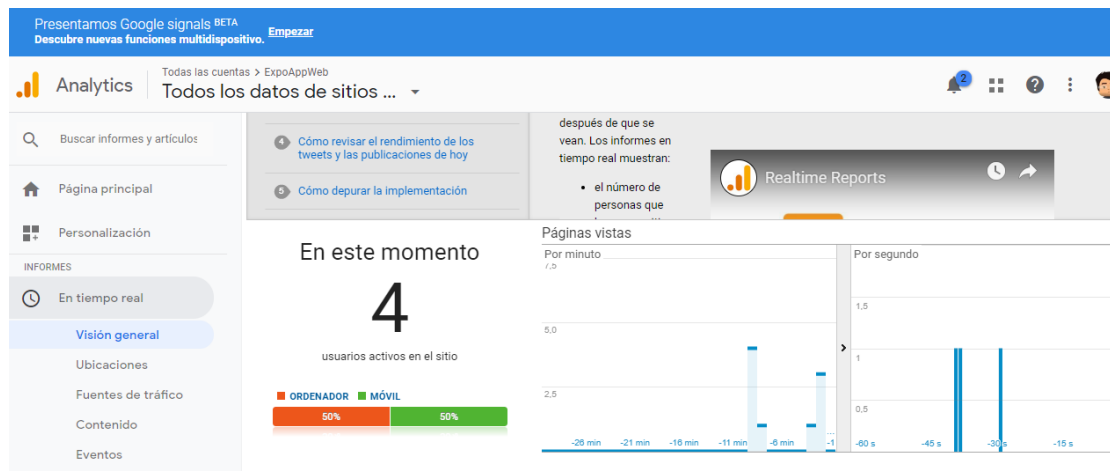
A continuación se muestran métricas de ejemplo que fueron obtenidas durante la fase de pruebas del sitio web.

Figura 29. Usuarios conectados en tiempo real, I



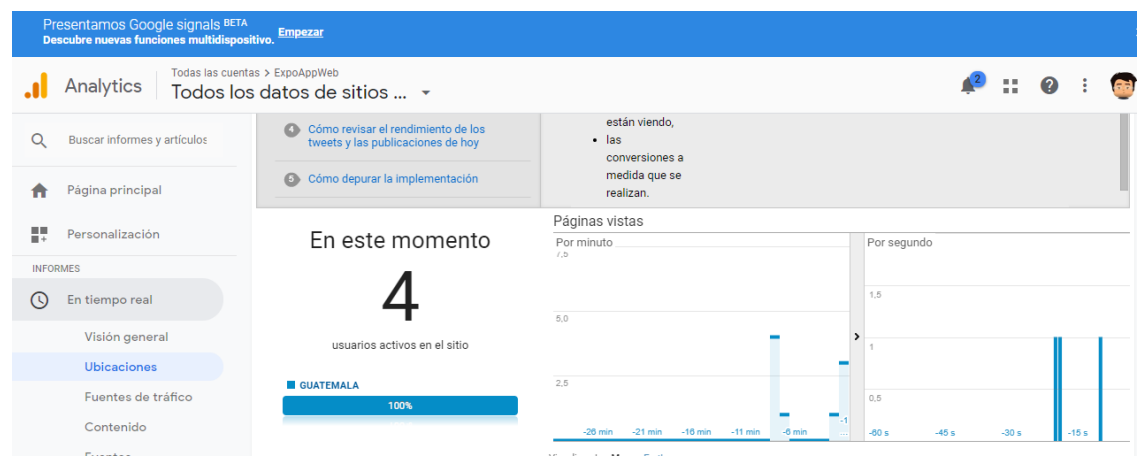
Fuente: elaboración propia, empleando Google Analytics.

Figura 30. Usuarios conectados en tiempo real, II



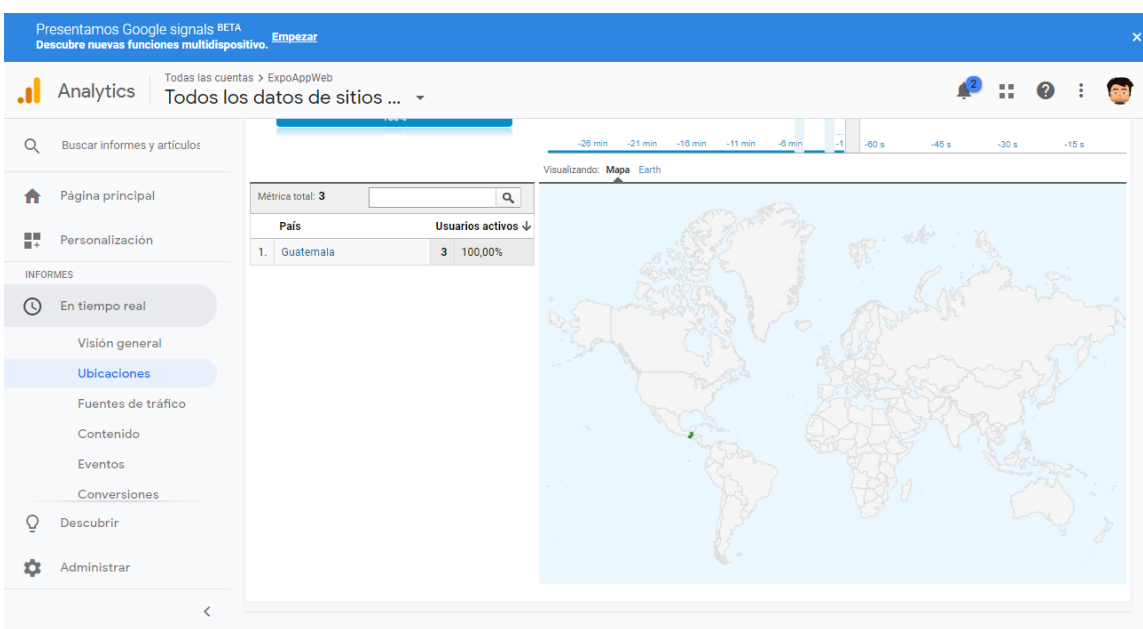
Fuente: elaboración propia, empleando Google Analytics.

Figura 31. Información demográfica de usuarios activos, I



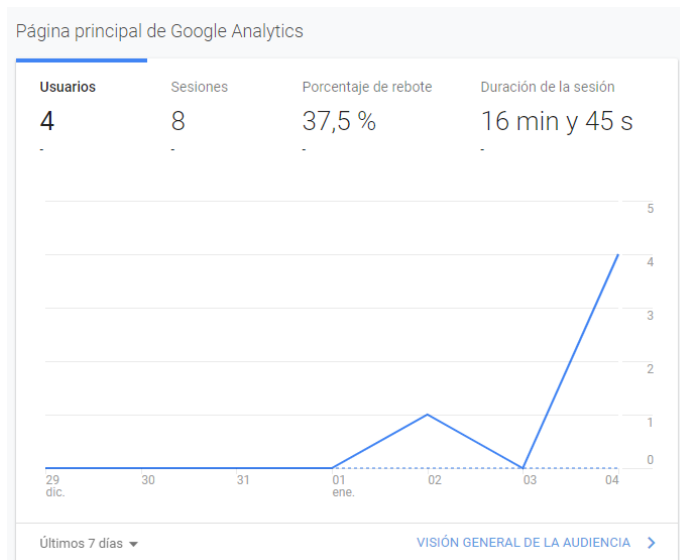
Fuente: elaboración propia, empleando Google Analytics.

Figura 32. Información demográfica de usuarios activos, II



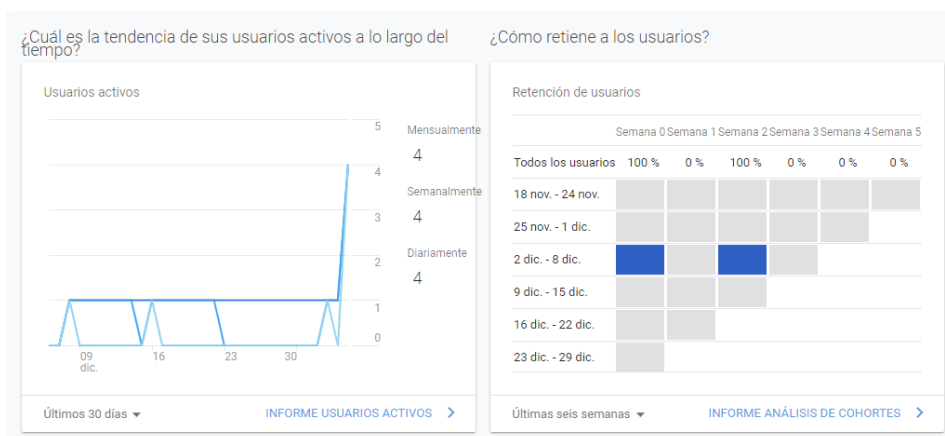
Fuente: elaboración propia, empleando Google Analytics.

Figura 33. **Visión general de la audiencia**



Fuente: elaboración propia, empleando Google Analytics.

Figura 34. **Usuarios activos y retención de usuarios**



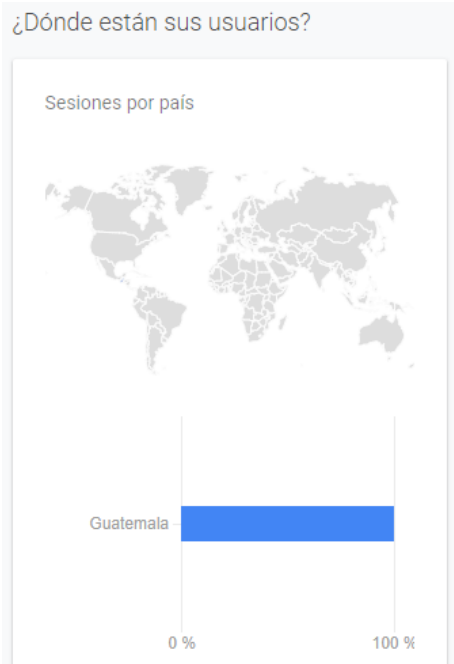
Fuente: elaboración propia, empleando Google Analytics.

Figura 35. **Usuarios por hora del día**



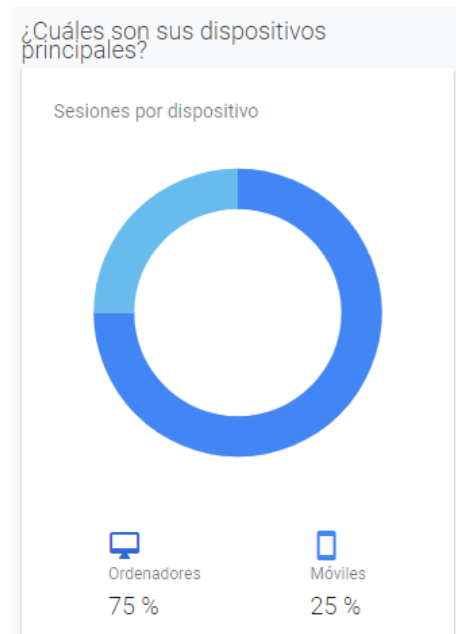
Fuente: elaboración propia, empleando Google Analytics.

Figura 36. **Sesiones por país**



Fuente: elaboración propia, empleando Google Analytics.

Figura 37. **Sesiones por dispositivo**



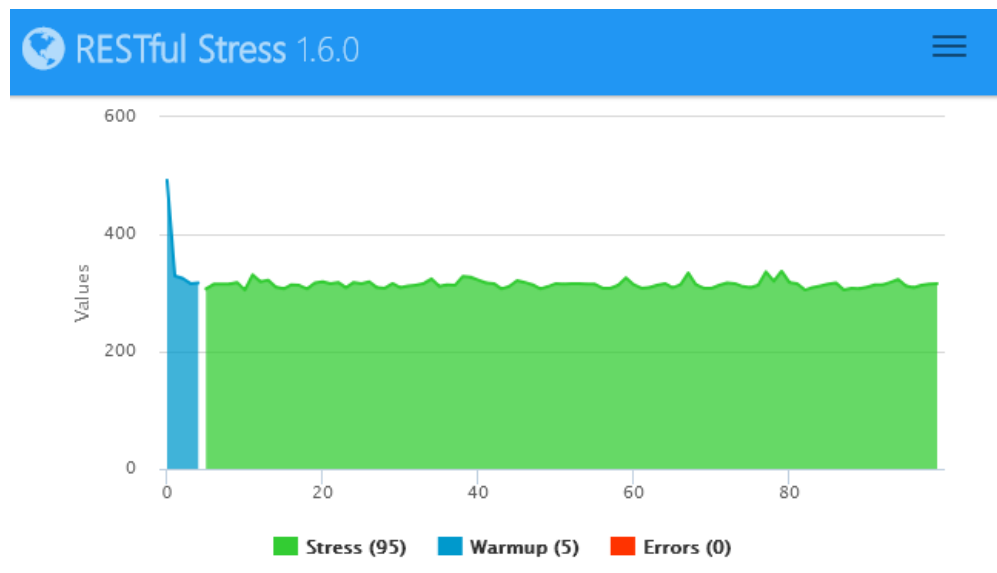
Fuente: elaboración propia, empleando Google Analytics.

4.2.2. **Pruebas de *stress* de carga de imágenes**

Debido a que la herramienta administrativa permite al usuario administrador cargar imágenes para posteriormente ser mostradas en la aplicación móvil, se diseñaron dos pruebas que permiten conocer el tiempo de carga y respuesta de la aplicación web, siendo este el menor posible para que la experiencia del usuario sea la mejor posible y pueda organizar de la mejor manera y en el menor tiempo posible su evento. Esta prueba fue realizada utilizando la herramienta RESTful Stress 1.6.0, siendo esta una aplicación de Google Chrome.

En la primera prueba se realizaron 100 iteraciones al servidor para evaluar y analizar el tiempo de respuesta y carga de las imágenes, el resultado de esta se puede apreciar a continuación:

Figura 38. **Gráfica de rendimiento con 100 iteraciones**



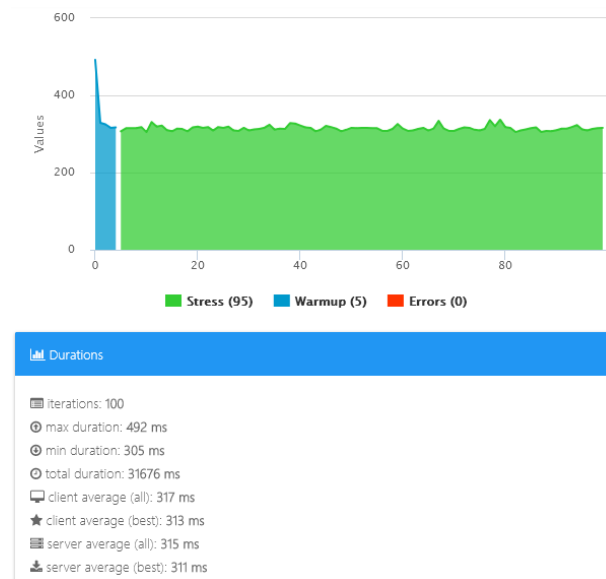
Fuente: elaboración propia, empleando software RESTful Stress v1.6.4.

Tabla XI. **Resultados con 100 iteraciones, primera prueba**

Descripción	Resultados
No. Iteraciones	100
Duración máxima	492 ms
Duración mínima	305 ms
Duración total	31676 ms
Tiempo de carga	317 ms
Mejor tiempo de carga	313 ms
Tiempo de respuesta	315 ms
Tiempo de respuesta	311 ms

Fuente: elaboración propia, empleando software RESTful Stress v1.6.4.

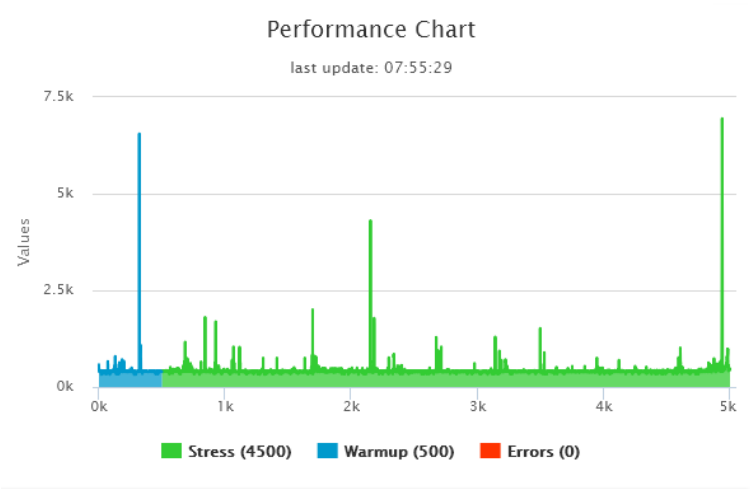
Figura 39. **Gráfica y resumen de resultados de la primera prueba**



Fuente: elaboración propia, empleando software RESTful Stress v1.6.4.

Para la segunda prueba se realizaron 5000 iteraciones para evaluar el comportamiento del sistema bajo una cantidad considerable de peticiones, evaluando el tiempo de carga y respuesta de este, el resultado de esta prueba se muestra a continuación:

Figura 40. Gráfica de rendimiento con 5000 iteraciones



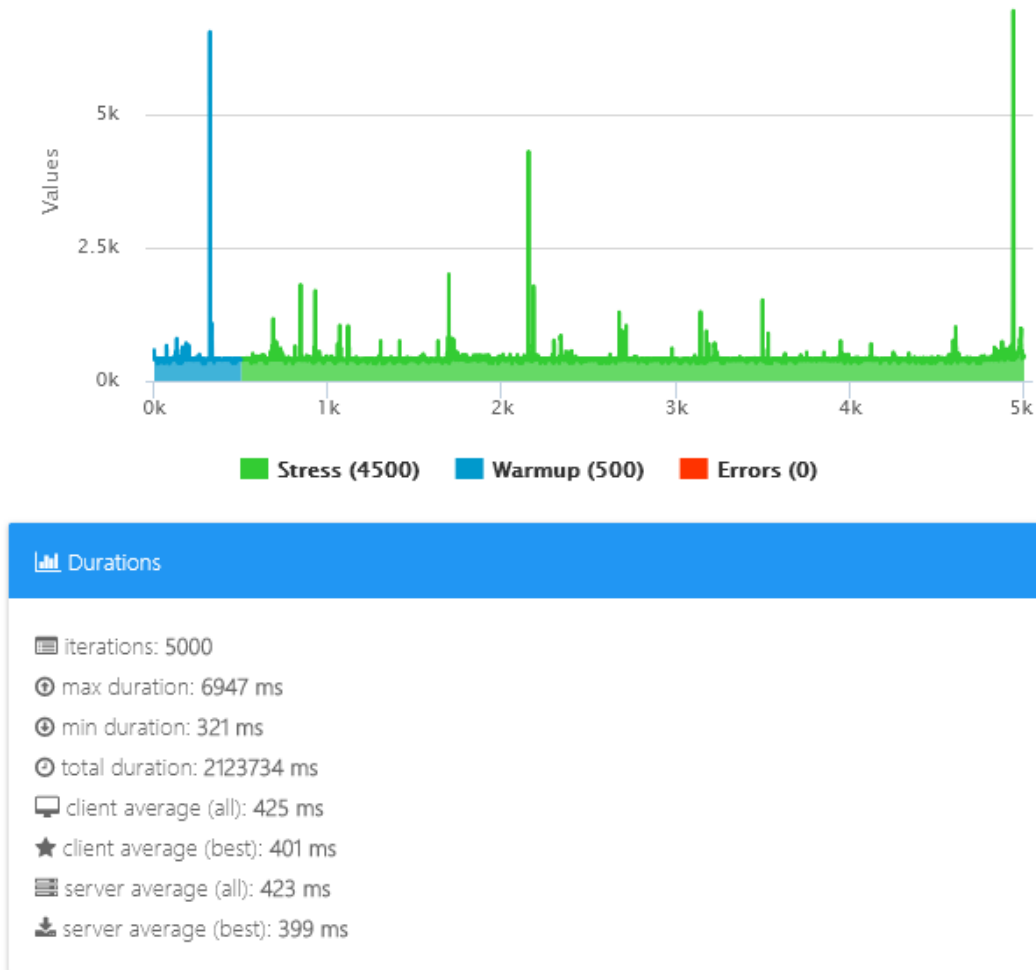
Fuente: elaboración propia, empleando software RESTful Stress v1.6.4.

Tabla XII. Resultados con 5000 iteraciones, segunda prueba

Descripción	Resultados
No. Iteraciones	5000
Duración máxima	6947 ms
Duración mínima	321 ms
Duración total	2123734 ms
Tiempo de carga	425 ms
Mejor tiempo de carga	401 ms
Tiempo de respuesta	423 ms
Tiempo de respuesta	399 ms

Fuente: elaboración propia, empleando software RESTful Stress v1.6.4.

Figura 41. **Gráfica y resumen de resultados de la segunda prueba**



Fuente: elaboración propia, empleando software RESTful Stress v1.6.4.

Las pruebas anteriores fueron realizadas sobre un servidor REST desarrollado en Node JS alojado en una instancia EC2 de Amazon AWS. Todas las pruebas fueron realizadas utilizando la herramienta RESTful Stress v1.6.0, siendo la misma una extensión de Google Chrome. Las uri's utilizadas para las pruebas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XIII. **URI's utilizadas para las pruebas de stress**

No.	URI
1	http://34.219.120.53:3000/api/image/5b93f853aadf54130fd0b01a
2	http://34.219.120.53:3000/api/image/5b940549c3c91a181dada992
3	http://34.219.120.53:3000/api/image/5b8873c12540687930ab1ec5
4	http://34.219.120.53:3000/api/image/5bab08825b025374bd2eedf0
5	http://34.219.120.53:3000/api/image/5bab08765b025374bd2eedef

Fuente: elaboración propia.

4.2.3. Pruebas de stress simulando un ataque DOS

En esta sección se valida el comportamiento de la aplicación web al momento de que existan una gran cantidad de peticiones de logueo, permitiendo conocer los límites de la misma y detectar si existe algún fallo que pueda poner en riesgo el rendimiento y usabilidad de esta.

Para esta prueba se realizó un ataque de denegación de servicio (DoS), esto para poder evaluar el comportamiento del sistema en caso de un intento de acceso considerable de usuarios en poco tiempo. JMeter fue la herramienta utilizada para poder simular la concurrencia y la carga hacia el servicio REST en NodeJS simulando un ataque DoS.

A continuación se muestran los resultados de la prueba realizada:

Tabla XIV. **Muestra de resultados de una concurrencia de 2000 usuarios**

Núm.	Http Request	Status	Bytes	Sent Bytes	Latency	Connection (ms)
1	POST	Success	1159	241	1059	739
2	POST	Success	1159	241	703	316
3	POST	Success	1159	241	868	542
4	POST	Warning	2564	0	0	876
5	POST	Success	1159	241	2200	1039
6	POST	Success	1159	241	2176	1959
7	POST	Success	1159	241	326	109
8	POST	Success	1159	241	2181	1964
9	POST	Warning	2593	0	0	116
10	POST	Success	1159	241	318	113
11	POST	Success	1159	241	384	113
12	POST	Warning	2564	0	0	109
13	POST	Success	1159	241	2094	1811
14	POST	Warning	2564	0	0	9201
15	POST	Success	1159	241	568	175
16	POST	Success	1159	241	2253	148
17	POST	Success	1159	241	650	111
18	POST	Success	1159	241	770	206
19	POST	Success	1159	241	1403	114
20	POST	Success	1159	241	811	128
21	POST	Success	1159	241	621	412
22	POST	Success	1159	241	709	117
23	POST	Success	1159	241	707	111
24	POST	Warning	2717	0	0	22203
25	POST	Success	1159	241	737	112

Fuente: elaboración propia, empleando software JMeter.

Tabla XV. **Resumen de resultados con concurrencia de 2000 usuarios**

Label	Samples	Average	Min.	Max.	Error %	Avg. Bytes
HTTP Resquest	16367	20037	292	421532	12,65 %	739

Fuente: elaboración propia, empleando software JMeter.

La tabla XV contiene una muestra de 25 peticiones http de las 16367 que fueron realizadas a la capa de servicios, simulando un ataque DoS. En esta se observa que algunas peticiones fueron fallidas, debido a un error 'Time Out'.

En la tabla XVI es posible observar el resumen de los resultados, siendo el indicador más importante el de porcentaje de error, ya que este indica que de un 100 % de las peticiones realizadas, existe un 12,65 % de peticiones fallidas, con esto se llega a la conclusión de que la capa de servicios es capaz de soportar una gran cantidad de peticiones y carga.

CONCLUSIONES

1. El almacenamiento de información es un proceso de gran importancia en cualquier sistema que se desarrolla. Con ExpoApp, los organizadores de congresos tienen la seguridad de poseer información que es durable, consistente y persistente.
2. Utilizar una capa de servicios REST dentro de la arquitectura del proyecto le provee flexibilidad al momento de adaptar nuevos sistemas. La creación de nuevos proyectos para ExpoApp pueden adaptarse sin tener complicaciones.
3. Las métricas evaluadas para la aplicación móvil demuestran la aceptación de la aplicación móvil para Android ExpoApp. Un aproximado de 74 % de usuarios activos en la aplicación y un 30 % de retención de usuarios en la semana del congreso demuestran que los usuarios espectadores del evento estuvieron interesados en el uso de la herramienta. Estas métricas pueden ser mejoradas si se agregan otros módulos de interés para el usuario, o bien, la creación de la misma aplicación para un sistema operativo iOS.
4. Brindar a los asistentes de los diferentes congresos estudiantiles de la Universidad de San Carlos de Guatemala una herramienta de fácil uso y de rápido acceso, para mantenerse informados sobre las diferentes actividades que se realizarán durante la semana de congresos.

5. Proveer a los organizadores de los distintos congresos estudiantiles de una herramienta interactiva y de fácil uso, para poder crear, administrar e informar sobre las distintas actividades a realizarse previamente y durante la semana de congresos.
6. Crear, diseñar e implementar un sistema que permita a los organizadores de los distintos congresos estudiantiles comunicar y administrar las distintas actividades a realizarse previas a la semana de congresos o durante la misma, aplicando nuevas tecnologías.

RECOMENDACIONES

1. La arquitectura establecida para el sistema ExpoApp permite que este sea escalable tanto horizontal como verticalmente. Si se pretende incluir los demás congresos de la Facultad de Ingeniería, se debería agregar recursos de hardware como memoria RAM para que las solicitudes sean atendidas de forma rápida. En caso de querer incluir congresos de otras facultades o escuelas de la universidad (e incluso otras universidades) se debería escalar el sistema de forma horizontal, creando servidores y balanceadores de carga que se encarguen de repartir las solicitudes.
2. La aplicación móvil para los usuarios espectadores está desarrollada utilizando el entorno de desarrollo Android. Se debería tener un desarrollo en paralelo utilizando un entorno de desarrollo para iOS, o bien, utilizar una tecnología de desarrollo para aplicaciones móviles híbridas. Esto permitiría abarcar los dos sistemas operativos que más son utilizados por los usuarios finales.
3. La aplicación de tecnología e innovación en este tipo de eventos universitarios permite que los mismos tengan la oportunidad de crecer tanto a nivel local como a nivel interuniversitario. Con este sistema se puede lanzar una campaña de publicidad que vaya enfocada no solo a los universitarios locales (USAC) sino también a los de universidades privadas, generando más audiencia a los eventos y transmitiendo más conocimiento a los estudiantes del país.

BIBLIOGRAFÍA

1. Adding analytics.js to Your Site. *Google Analytics para sitio web*. [en línea]. <<https://developers.google.com/analytics/devguides/collection/analyticsjs/>>. [Consulta: mayo 2018].
2. Angular. *Documentación Angular io*. [en línea] <<https://angular.io/docs>>. [Consulta: marzo 2018].
3. Creación de una API. *Arquitectura API REST*. [en línea]. <<https://juanda.gitbooks.io/webapps/content/api/arquitectura-api-rest.html>>. [Consulta: mayo de 2018].
4. Developers. *SDK Google Maps para Android*. [en línea]. <<https://developers.google.com/maps/documentation/android-sdk/intro>>. [Consulta: mayo de 2018].
5. Firebase. *Google Firebase para Android*. [en línea]. <<https://firebase.google.com/docs/android/setup>>. [Consulta: junio de 2018].
6. Getting Started. *Documentación Framework Mongoosejs*. [en línea]. <<https://mongoosejs.com/docs/index.html>>. [Consulta: febrero de 2018].
7. _____. *Documentación MongoDB*. [en línea]. <<https://docs.mongodb.com/manual/tutorial/getting-started/>>. [Consulta: abril de 2018].

8. Node. *Documentación Nodejs*. [en línea]. <<https://nodejs.org/es/docs/>>. [Consulta: febrero de 2018].
9. TypeScript. *Documentación TypeScript*. [en línea]. <<http://www.typescriptlang.org/docs/home.html>>. [Consulta: junio de 2018].

APÉNDICES

Apéndice 1. **Manual de usuario**

El siguiente manual tiene como finalidad dar a conocer tanto al usuario final como al usuario técnico la funcionalidad del sistema. A continuación se describen dos tipos de manuales, uno que describe el flujo completo de la aplicación a nivel del usuario final y el otro orientado a desarrolladores, ya que describe la funcionalidad interna del sistema.

- Aplicación web (administradores de eventos)
 - Requerimientos técnicos

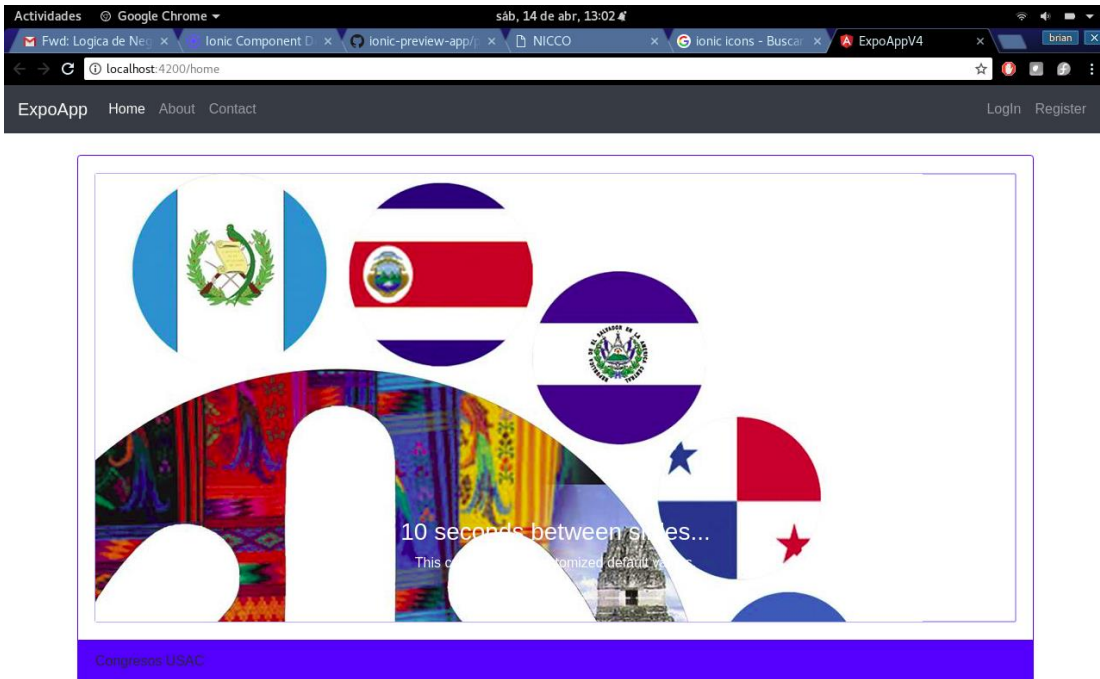
Para tener acceso a la aplicación web se recomienda tener en cuenta las siguientes especificaciones técnicas:

- Sistema operativo Windows/Linux/OSX 64,32 bits
 - RAM 2gb
 - Explorador: Chrome, IE9, Fire Fox, Opera, Safari
- Acceso al sistema

Para acceder al sistema se abre el explorador favorito, se coloca la dirección en la cual se encuentra la aplicación (para esta prueba se colocó la IP del servidor donde se encuentra alojada la aplicación), esto se puede apreciar con mayor detalle en las siguientes figuras.

Continuación del apéndice 1.

Figura A1. Acceso al sistema (página principal)



Fuente: elaboración propia.

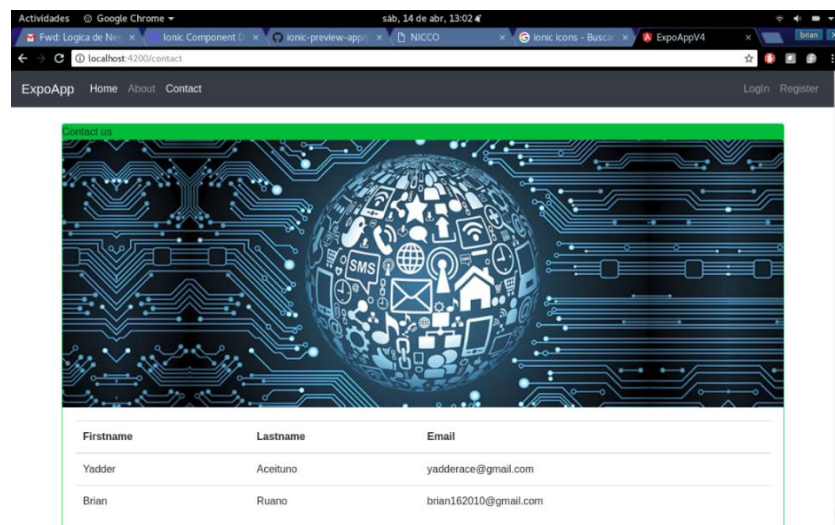
Continuación del apéndice 1.

Figura A 2. Acceso al sistema (página acerca de)



Fuente: elaboración propia.

Figura A 3. Acceso al sistema (página de contacto)

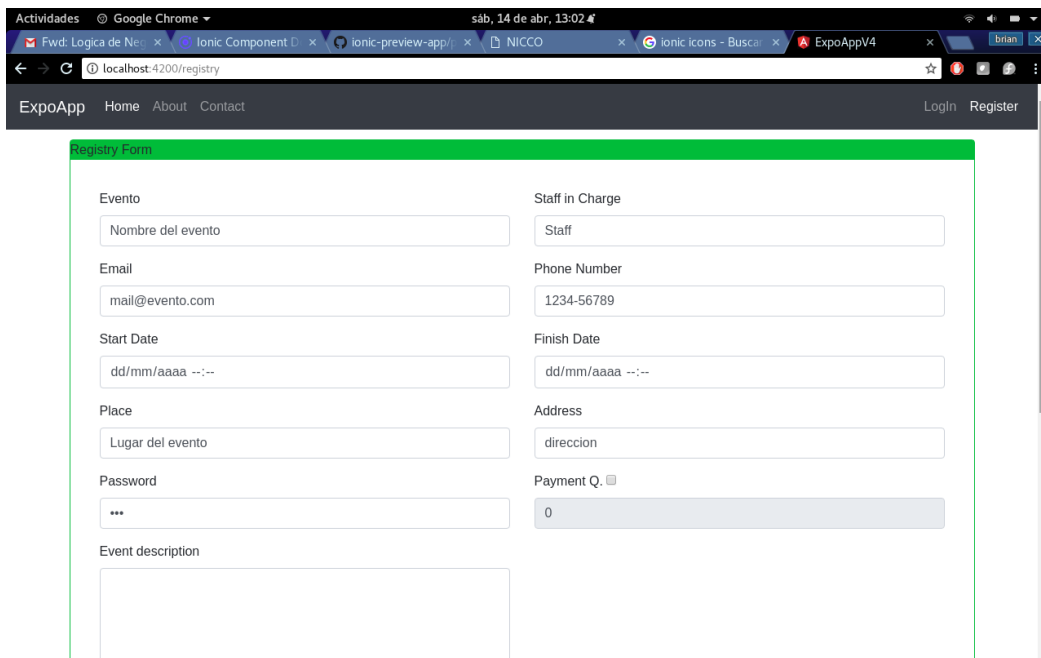


Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Registro de eventos

Para el registro de un evento se hace *clic* sobre el botón “Register” ubicado en la parte superior derecha de la aplicación al lado derecho del botón “Login”, y se procede a llenar los campos requeridos. El proceso se describe con mayor detalle en las siguientes figuras:

Figura A 4. Registro de eventos



The screenshot displays a web browser window with the URL `localhost:4200/registry`. The page features a dark navigation bar at the top with the text "ExpoApp" and links for "Home", "About", and "Contact". On the right side of the navigation bar are the "Login" and "Register" buttons. The main content area is titled "Registry Form" and contains a registration form with the following fields:

Registry Form	
Evento <input type="text" value="Nombre del evento"/>	Staff in Charge <input type="text" value="Staff"/>
Email <input type="text" value="mail@evento.com"/>	Phone Number <input type="text" value="1234-56789"/>
Start Date <input type="text" value="dd/mm/aaaa --:--"/>	Finish Date <input type="text" value="dd/mm/aaaa --:--"/>
Place <input type="text" value="Lugar del evento"/>	Address <input type="text" value="direccion"/>
Password <input type="password" value="***"/>	Payment Q. <input type="checkbox"/> <input type="text" value="0"/>
Event description <input type="text"/>	

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 2.

Figura A 5. Registro de eventos

The screenshot shows a web browser window with the URL 'localhost:4200/registry'. The page has a dark header with 'ExpoApp' and navigation links 'Home', 'About', 'Contact', 'Login', and 'Register'. The main content area is a registration form titled 'Registry form' with a green border. The form is divided into two columns. The left column contains fields for 'Evento' (Nombre del evento), 'Email' (mail@evento.com), 'Start Date' (dd/mm/aaaa), 'Place' (Lugar del evento), 'Password' (***), 'General Price Mode' (Choose Mode), and 'Moneda' (Moneda (Q/\$)). The right column contains fields for 'Staff in Charge' (Staff), 'Phone Number' (1234-56789), 'Finish Date' (dd/mm/aaaa), 'Address' (direccion), 'Payment Q' (checked), and 'Event description'. A 'Register' button is at the bottom right of the form.

Fuente: elaboración propia.

Figura A 6. Registro de eventos

This screenshot shows the same registration form as Figure A 5, but with an additional map section at the bottom. The map is titled 'Choose the location of the event' and shows a geographical area with a red pin indicating a selected location. Below the map are two buttons: 'Register' (green) and 'Clear' (red).

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 2.

Figura A 7. **Registro de eventos**

The screenshot shows a web browser window with the URL 'localhost:4200/registry'. The page has a dark header with 'ExpoApp' and navigation links 'Home', 'About', and 'Contact'. On the right of the header are 'Login' and 'Register' links. The main form area is white and contains the following elements:

- A search bar at the top with a magnifying glass icon and a value of '0'.
- Two dropdown menus: 'General Price Mode' with a 'Choose Mode' button, and 'Moneda' with a 'Moneda (Q/S)' button.
- A text input field for 'Event description'.
- A section titled 'Choose the location of the event' featuring a Google Map of Guatemala with a red pin on Guatemala City.
- At the bottom, two large buttons: a green 'Register' button and a red 'Clear' button.

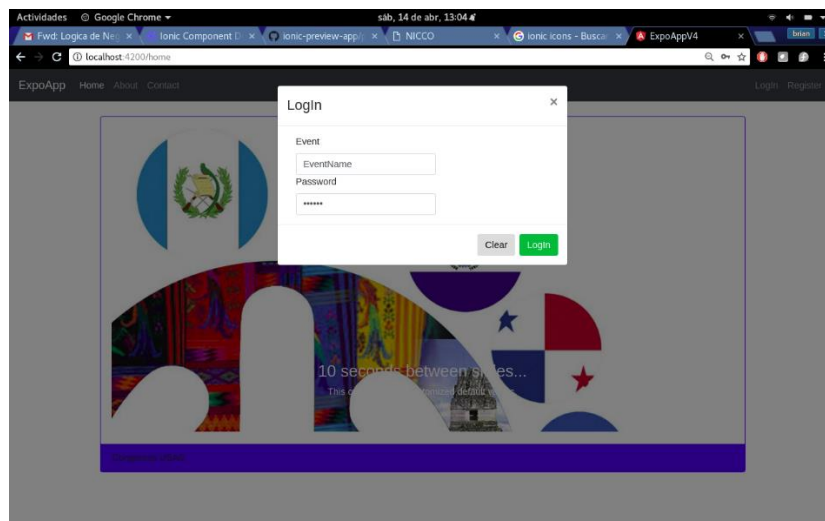
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Login**

El botón de “Login” se encuentra en la parte superior derecha de la pantalla al lado izquierdo del botón de registro. El proceso consiste básicamente en ingresar las credenciales del evento, se coloca el nombre del evento y la contraseña registrada previamente al momento de la creación del mismo, esto se puede ver con mayor detalle en la siguiente figura.

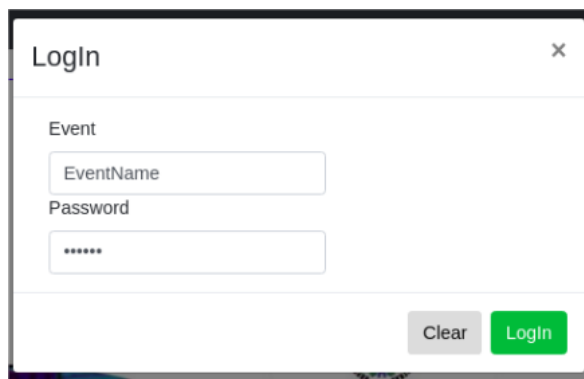
Continuación del apéndice 3.

Figura A 8. **Log In**



Fuente: elaboración propia.

Figura A 9. **Log In**

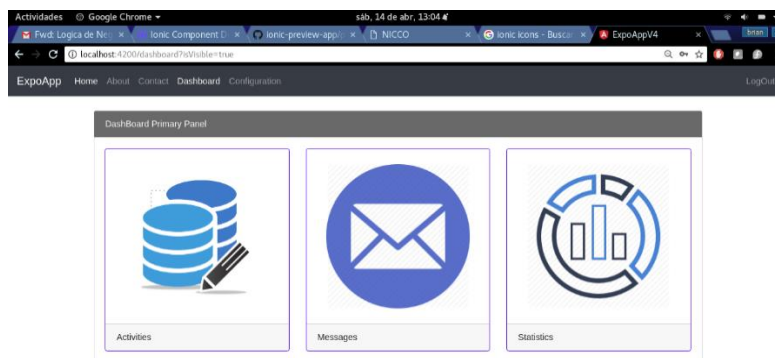


Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Dashboard (actividades, mensajes, estadísticas)**

A través de esta pestaña se tiene acceso a los módulos de que el organizador puede hacer uso para poder llevar el control de las actividades, mensajes y estadísticas del evento, como se muestra en la siguiente figura:

Figura A 10. **Dashboard**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Administración (creación, modificación, eliminación) de actividades**

En este módulo se crean todas las actividades que se realizarán durante el evento, el organizador tiene la posibilidad de crear, editar o eliminar las mismas, una vez estas son creadas, el organizador tiene la posibilidad de habilitar un módulo de calificación para que, una vez la actividad finalice, esta pueda ser calificada por los asistentes al evento desde la aplicación móvil. Esto se puede ver con mayor detalle en las siguientes figuras.

Continuación del apéndice 5.

Figura A 11. **Actividades**

The screenshot shows a web browser window with the URL `localhost:4200/dashboard/activities`. The page title is 'Actividades'. The navigation bar includes 'ExpoApp', 'Home', 'About', 'Contact', 'Dashboard', and 'Configuration'. A 'LogOut' link is in the top right. The form contains the following fields:

- Date:** A date input field with the placeholder 'dd/mm/aaaa'.
- Init:** An input field with a dropdown arrow.
- End:** An input field with a dropdown arrow.
- Title:** An input field with the placeholder 'Activity title'.
- Type:** An input field with the placeholder 'Activity type'.
- Expositor:** An input field with the placeholder 'Expositor's Name'.
- Company:** An input field with the placeholder 'Sponsoring compan'.
- Address:** An input field with the placeholder 'Activity Address'.
- Description:** An input field with the placeholder 'Activity Descriptio'.
- Staff:** An input field with the placeholder 'Staff in charge'.
- Staff Phone:** An input field with the placeholder 'Staff phone numb'.

Below the form fields, there is a section titled 'Choose the location of the activity' with a sub-header 'Choose the location of the event'. It features a map of Mexico with a red pin indicating the location. The map shows various states including Quintana Roo, Yucatán, and Chiapas.

Fuente: elaboración propia.

Figura A 12. **Actividades**

This screenshot is similar to the previous one, showing the 'Actividades' form. The 'Choose the location of the activity' section is more prominent, showing a map of Mexico with a red pin indicating the location. The map includes labels for various states and cities, such as Quintana Roo, Yucatán, Chiapas, and Oaxaca. Below the map, there are 'Save' and 'Clear' buttons.

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 5.

Figura A 13. Actividades

The screenshot shows a web browser window displaying the 'Actividades' form in the ExpoApp dashboard. The form is titled 'Choose the location of the event' and contains several input fields for event details. The browser's address bar shows 'localhost:4200/dashboard/activities'. The form fields include:

- Date:** 10/04/2018
- Habilitar Calificación:** A toggle switch that is currently turned on.
- Init:** 08:00
- End:** 09:00
- Title:** Que es PMI
- Type:** Conferencia
- Expositor:** Ing. Gerson Ramirez
- Company:** Banco GYT
- Address:** Diagonal 6, 10-50 zon
- Description:** Intro a PMI
- Staff:** Gerson Ramirez
- Staff Phone:** 59384938
- Logo Upload:** A 'Browse' button with a file selection interface showing 'icon_pmi'.

At the bottom of the form, there is a section titled 'Choose the location of the activity' with a map preview.

Fuente: elaboración propia.

Figura A 14. Actividades

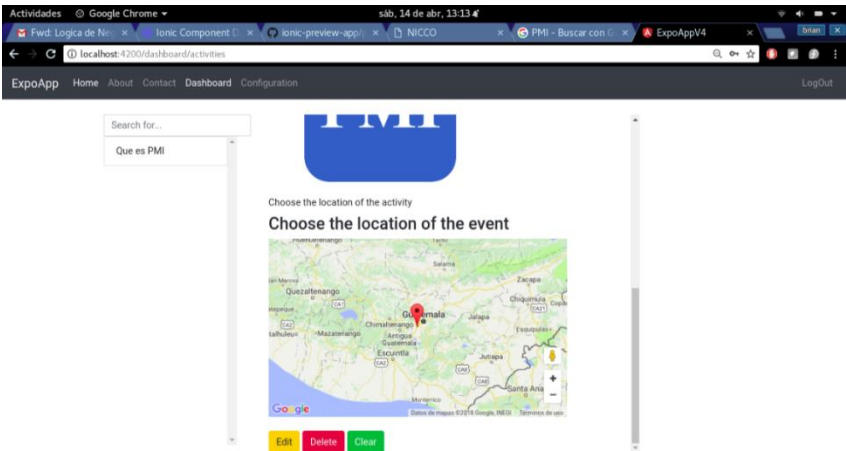
This screenshot shows the same 'Actividades' form as Figure A 13, but with the logo upload section completed. The 'Browse' button is now disabled, and a preview of the uploaded logo is shown. The logo is a blue square with the white text 'PMI'.

The form fields are the same as in Figure A 13, but the 'Logo Upload' section now includes a 'Preview' label and the uploaded logo image. The 'Choose the location of the activity' section is still visible at the bottom.

Fuente: elaboración propia.

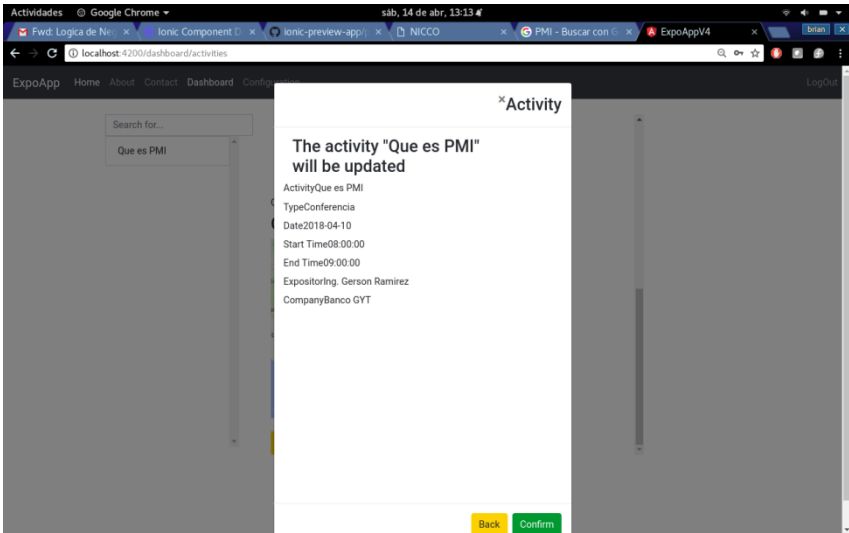
Continuación del apéndice 5.

Figura A 15. **Actividades**



Fuente: elaboración propia.

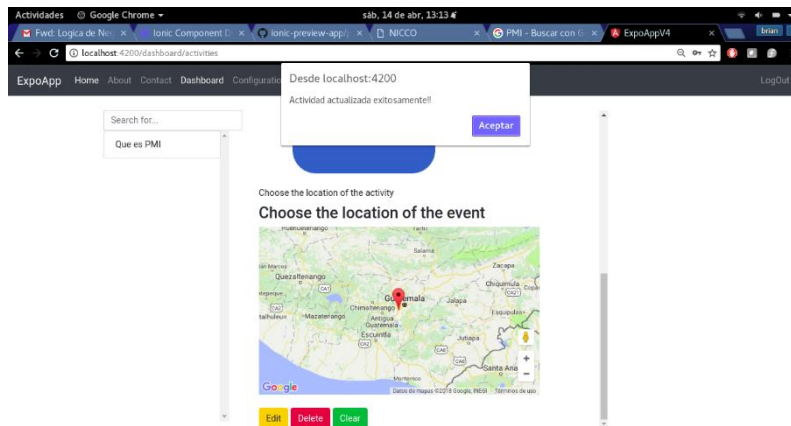
Figura A 16. **Actividades**



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 5.

Figura 17. **Actividades**



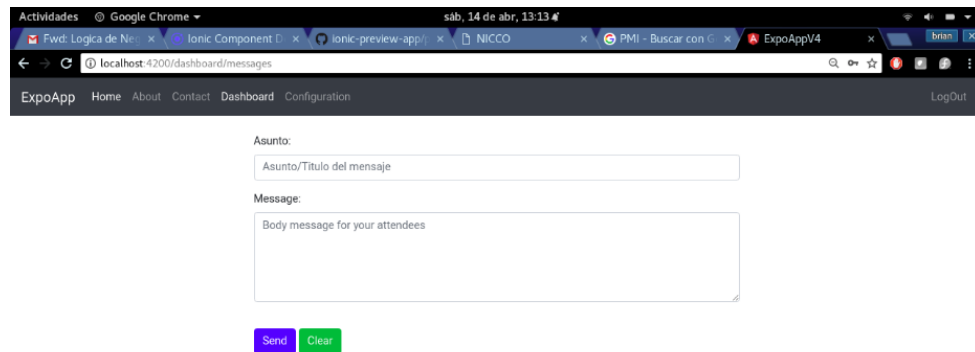
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Envío de mensajes**

A través de este módulo se envían mensajes a todos los asistentes del evento para poder transmitir alguna información extra, estos mensajes son dirigidos únicamente a aquellos usuarios que estén registrados al mismo. Esto se puede ver con mayor detalle en la siguiente figura.

Continuación del apéndice 6.

Figura A 18. **Actividades**



The screenshot shows a web browser window with the URL `localhost:4200/dashboard/messages`. The page has a dark header with navigation links: `ExpoApp`, `Home`, `About`, `Contact`, `Dashboard`, and `Configuration`. A `LogOut` link is in the top right. The main content area is titled `Asunto:` and contains a text input field with the placeholder `Asunto/Título del mensaje`. Below this is a section titled `Message:` with a larger text area containing the placeholder `Body message for your attendees`. At the bottom of the form are two buttons: a purple `Send` button and a green `Clear` button.

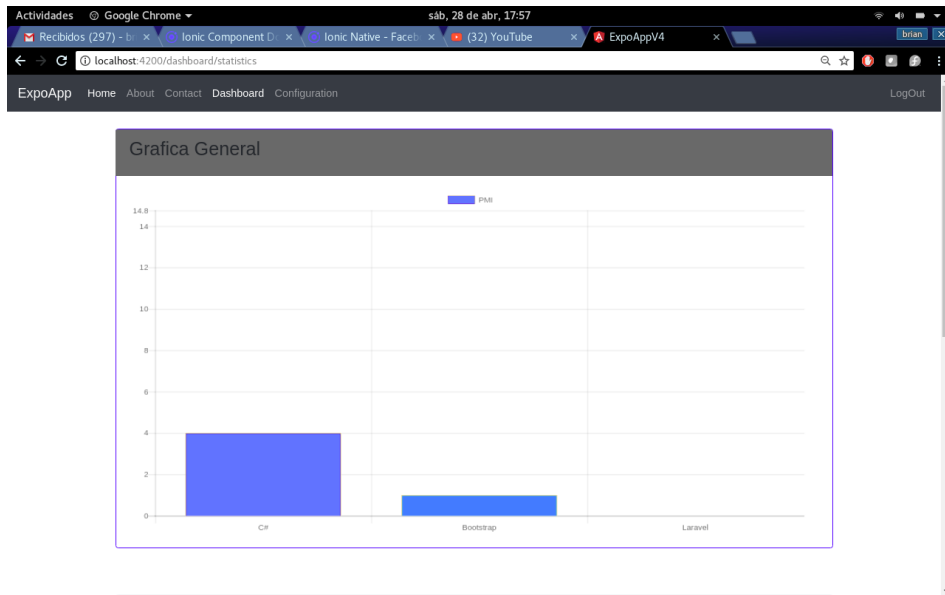
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Estadísticas del evento**

En este módulo se pueden observar estadísticas que proporcionan un indicador a los organizadores del evento para poder saber qué actividades generaron mayor impacto durante el mismo. Esto se puede ver con mayor detalle en las siguientes figuras.

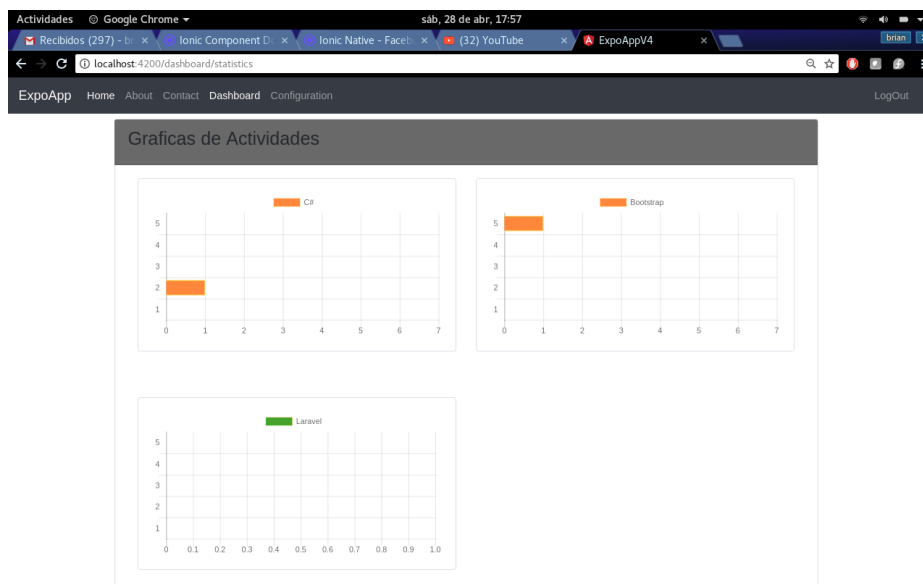
Continuación del apéndice 7.

Figura A 19. **Gráfica general**



Fuente: elaboración propia.

Figura A 20. **Gráfica por actividad**



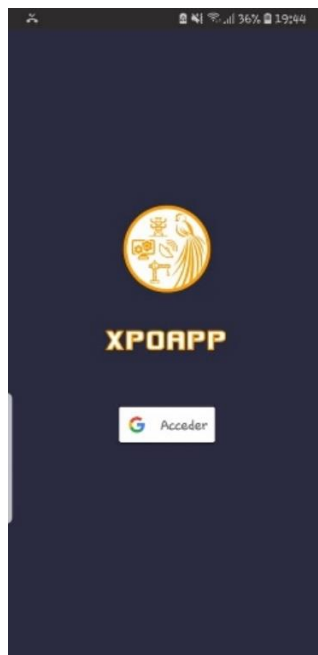
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Manual de usuario ExpoApp (espectador)**

- Ingreso a la aplicación

Para el proceso de ingreso a la aplicación se requiere tener una cuenta de Gmail. Se debe presionar el botón 'Acceder' de la página inicial. Al presionar el botón se solicita la cuenta a utilizar para el registro y posterior ingreso al sistema.

Figura A 26. **Ingreso a ExpoApp**



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 8.

- Visualizar eventos

Al ingresar a la pantalla principal de ExpoApp se visualizan tres paneles. Estos paneles son: Favoritos, Eventos y Actividades. El panel de eventos (segunda pestaña de la página inicial) se visualizan los eventos creados por organizadores. Lo ideal es que un congreso sea registrado como un evento. La siguiente figura muestra el panel de eventos:

Figura A 27. **Visualizar eventos**



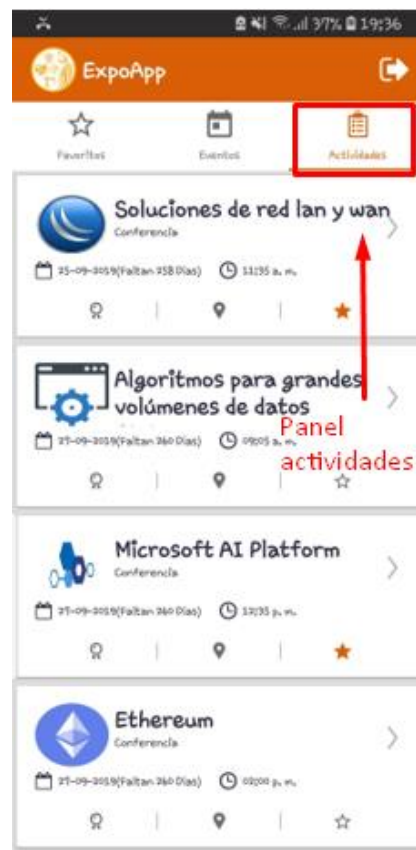
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 8.

- Visualizar actividades

Para visualizar las actividades registradas para un evento se entra al panel de actividades dentro de la pantalla principal (tercer panel de la pantalla). Estas actividades están asociadas a un evento y poseen información básica como título, fecha y hora de inicio/final.

Figura A 28. **Visualizar actividades**



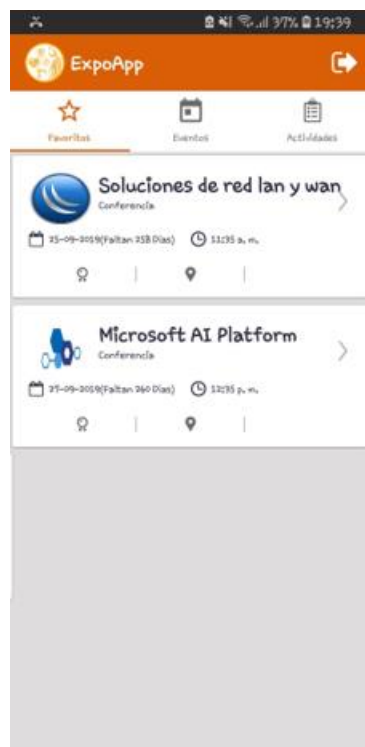
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 8.

- Agregar eventos/actividades como favoritos

Cada *ítem* de evento o actividad posee el icono de una estrella para poder agregar el ítem como favorito. Los ítems seleccionados como favoritos, ya sea evento o actividad, se pueden visualizar dentro del panel de favoritos (primera pestaña de la página principal).

Figura A 29. **Visualizar favoritos**



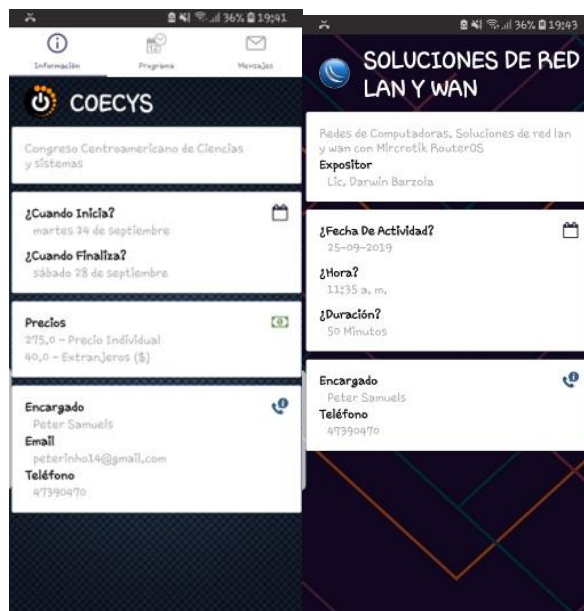
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 8.

- Visualizar descripción de eventos/actividades

Para visualizar información detallada de una actividad o evento se puede presionar el *ítem* y este abrirá una pantalla con información detallada. Para eventos, la pantalla nueva posee tres paneles con información básica del evento (fechas, precios, encargado, etc.), su programa y mensajes del evento. Para actividades se visualiza información básica (título, descripción, fechas, entre otros)

Figura 30. **Pantalla de información de eventos/actividades**



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 8.

- Visualizar mapa de actividades


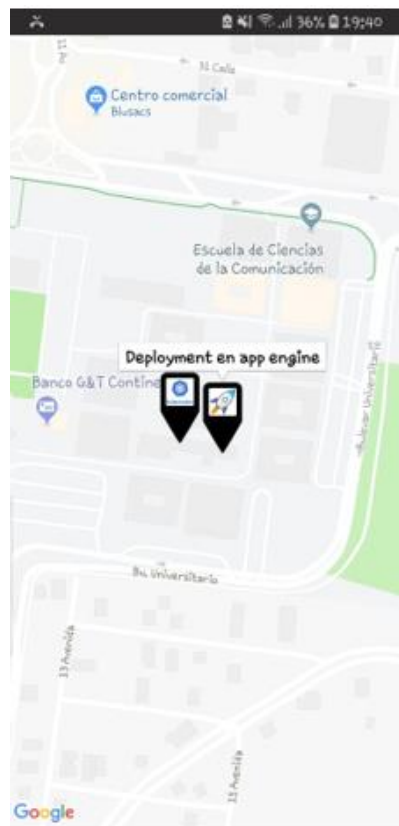
Si se desea visualizar la ubicación de una actividad o las actividades de un evento se debe seleccionar el icono . Al seleccionar este icono se abrirá un mapa con la ubicación de la actividad seleccionada (en caso de ser evento, se muestran todas las actividades asociadas a este).

Figura A 31. **Pantalla de ubicación de actividades**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. Salir del sistema

Para salir de la aplicación (esto implica eliminación de datos temporales de la aplicación con respecto al usuario) se selecciona el botón de la esquina superior derecha de la pantalla principal. Al presionarlo se visualizará un mensaje de confirmación para salir de la aplicación.

Figura A 45. Salida de aplicación ExpoApp



Fuente: elaboración propia.

ANEXO

Anexo 1. **Manual de técnico**

- Aplicación web (desarrolladores)
 - Angular 4

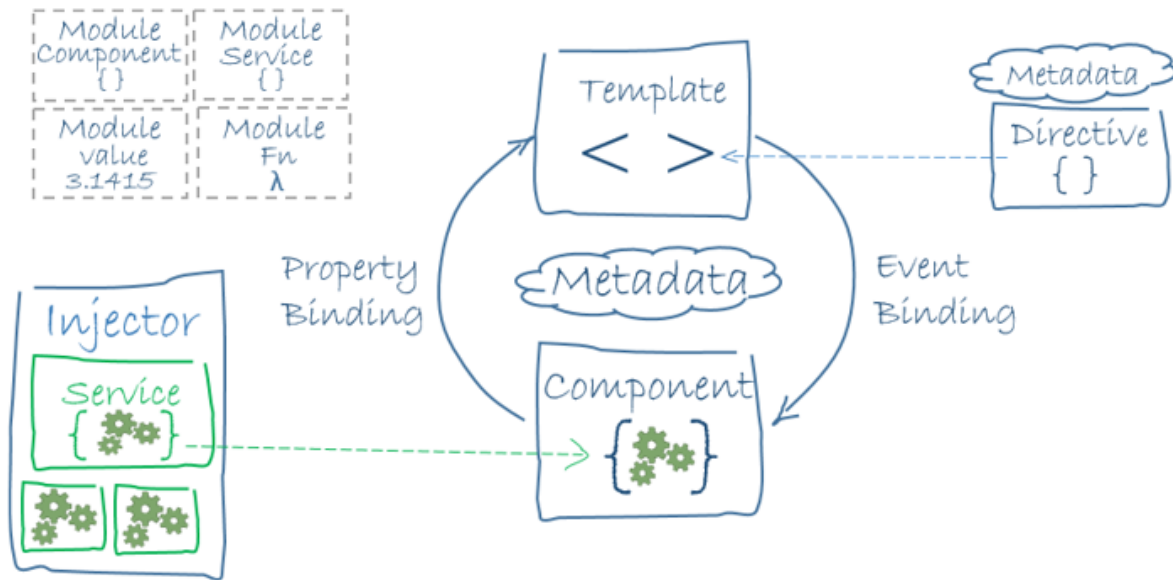
Angular es una plataforma y marco de trabajo para el desarrollo de aplicaciones web (*frontend*) utilizando HTML y TypeScript.

Los bloques de desarrollo más básicos de una aplicación Angular son los “NgModules”, estos proveen un contexto de compilación para los componentes.

Una aplicación Angular siempre debe contener al menos un módulo (módulo raíz), este permite que la aplicación pueda ser mostrada utilizando algún explorador web, generalmente una aplicación se compone de varios módulos.

Una aplicación Angular se compone de los siguientes objetos:

Figura A 1. **Arquitectura angular**



Fuente: *Arquitectura Angular*. <https://angular.io/guide/architecture>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

- TypeScript

Es un lenguaje de programación creado por Microsoft que optimiza el código y, al momento de este pasar por el compilador, se crea un código JavaScript limpio, legible y compatible con estándares, el código es reescrito a manera de que pueda ser admitido por navegadores mucho más antiguos.

Continuación del anexo 1.

Figura A 2. **TypeScript**



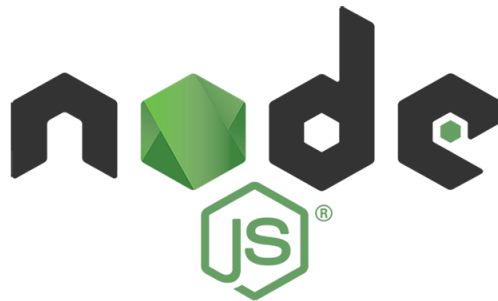
Fuente: *TypeScript*. <https://rynop.com/2016/09/22/headache-of-managing-typescript-declaration-files-solved/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

- Node JS LTS (8.11.1)

Es un entorno de ejecución para JavaScript construido con el motor de JavaScript V8 de Chrome, es multiplataforma y es útil para crear aplicaciones tanto de escritorio como para servidores.

Continuación del anexo 1.

Figura A 3. **NodeJS**

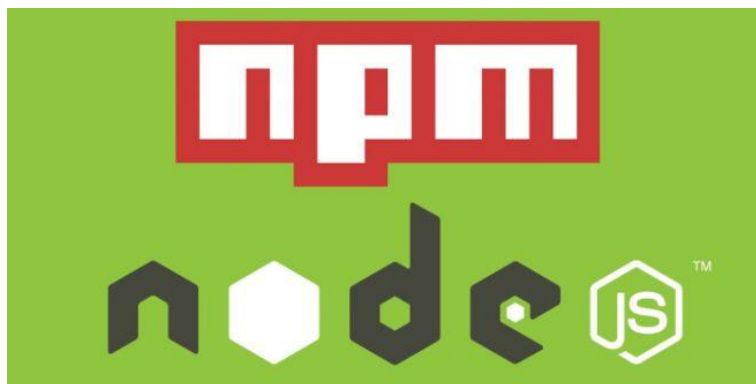


Fuente: *Node JS*. <https://www.lomasnuevo.net/otras/paginas-aprender-node-js-gratis/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

- Npm 5.6.1

Ecosistema de librerías más grande de código abierto del mundo. Y es un gestor de paquetes javascript de NodeJs por excelencia.

Figura A 4. **NodeJS**



Fuente: *Node JS*. <http://www.frikipandi.com/tecnologia/20170203/como-configurar-node-js-y-npm-con-un-proxy-web-corporativo/>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

Continuación del anexo 1.

- Arquitectura ExpoApp Web

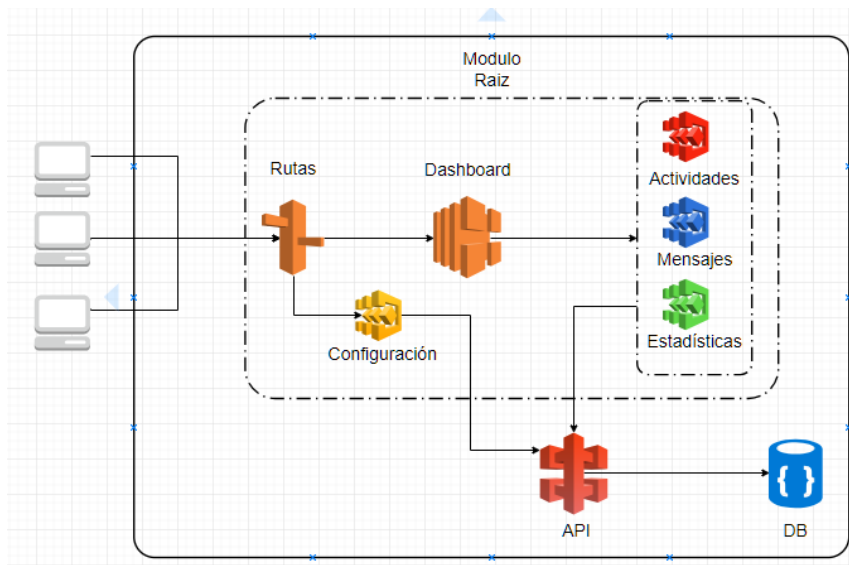
ExpoApp se compone básicamente de tres módulos que se describen a continuación:

- Módulo de raíz: esta es la raíz de la aplicación, la cual importa los otros módulos para que en conjunto brinden al organizador una plataforma en la cual gestione su evento. En este módulo se encuentra el componente que sirve para poder crear eventos.
- Módulo de rutas: es el encargado de administrar todas las rutas que existen en la aplicación, en este se definen las reglas de navegación entre vistas. En este se encuentra la lógica necesaria para poder desplegar el módulo de Dashboard y el componente de configuración del evento, en caso el organizador ingrese a la aplicación con sus credenciales.
- Módulo de *dashboard*: es el módulo más importante ya que contiene tres componentes que ayudan al organizador a administrar su evento, estos componentes son:
 - ✓ Actividades: encargado de administrar todas las actividades del evento.

Continuación del anexo 1.

- ✓ Mensajes: con este componente se envían mensajes *broadcast* a todos los participantes del evento.
- ✓ Estadísticas: proporcionan indicadores a los organizadores con los cuales pueden validar cuál de todas sus actividades fue la más exitosa.

Figura A 5. **Arquitectura ExpoApp (Web App)**



Fuente: ExpoApp. <https://angular.io/guide/architecture>. Consulta: 11 de octubre de 2018.

○ Instalación

Para poder instalar la aplicación se deben seguir los siguientes pasos:

Continuación del anexo 1.

1. Instalación NodeJS: en este caso se utilizó la herramienta 'NVM' que básicamente es un gestor de versiones de NodeJs. Se abre una terminal en la máquina y se escriben los siguientes comandos:

- a. Se actualiza el sistema:

```
$ sudo apt-get update
```

- b. Se instalan librerías necesarias:

```
$ sudo apt-get install build-essential libssl-dev
```

- c. Se descarga la herramienta utilizando *curl*:

```
$ curl -sLhttps://raw.githubusercontent.com/creationix/nvm/v0.31.0/install.sh -o  
install_nvm.sh
```

- d. Se inspecciona el *script* de instalación con *nano*:

```
$ nano install_nvm.sh
```

- e. Se ejecuta el *scrip*t con *bash*:

```
$ bash install_nvm.sh
```

- f. Se ejecuta el siguiente comando para que la sesión actual reconozca los cambios:

```
$ source ~/.profile
```

Continuación del anexo 1.

g. Se ejecuta el siguiente comando para instalar node js 8.11.1:

```
$ nvm install 8.11.1
```

2. Se instala Angular con el siguiente comando:

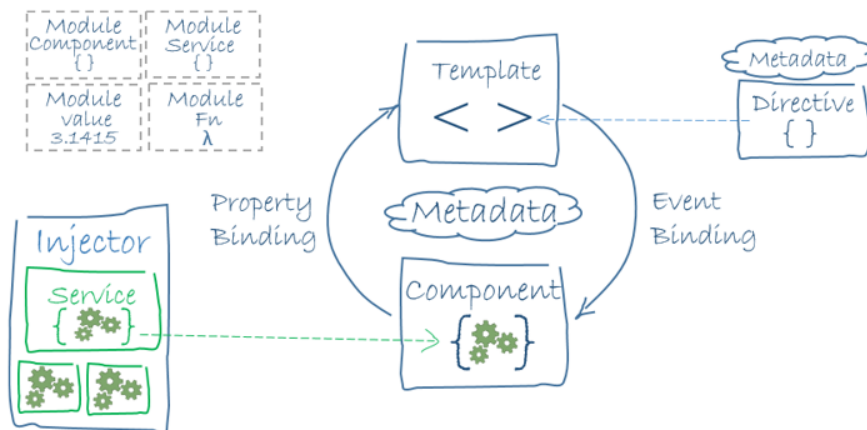
```
a. $ npm install -g @angular/cli
```

3. Se hace el traslado al directorio donde se encuentra el proyecto, en este caso la carpeta se llama ExpoApp, y se ejecuta el siguiente comando:

```
b. $ ng serve
```

4. Automáticamente se estará ejecutando la aplicación en el servidor.

Figura A 6. **Arquitectura angular**



Fuente: *Arquitectura Angular*. <https://angular.io/guide/architecture>. Consulta: 11 de octubre de 2018.