Universidad ORT Uruguay

Facultad de Ingeniería

Sistema de Gestión Integral – Instituto INC

Entregado como requisito para la obtención del título de Licenciado en Sistemas

Fabián Salamó – 150093

Julieta Irrazábal – 168547

Tutor: Helena Garbarino

2015

Declaración de autoría

Nosotros, Julieta Irrazábal y Fabián Salamó, declaramos que el trabajo que se presenta en esa obra es de nuestra propia mano. Podemos asegurar que:

- La obra fue producida en su totalidad mientras realizábamos el proyecto presentado como requisito para la obtención del título de Licenciado en Sistemas;
- Cuando hemos consultado el trabajo publicado por otros, lo hemos atribuido con claridad;
- Cuando hemos citado obras de otros, hemos indicado las fuentes. Con excepción de estas citas, la obra es enteramente nuestra;
- En la obra, hemos acusado recibo de las ayudas recibidas;
- Cuando la obra se basa en trabajo realizado conjuntamente con otros, hemos explicado claramente qué fue contribuido por otros, y qué fue contribuido por nosotros;
- Ninguna parte de este trabajo ha sido publicada previamente a su entrega, excepto donde se han realizado las aclaraciones correspondientes.

---	---
Julieta Irrazábal	Fabián Salamó
04/03/2015	04/03/2015

Agradecimientos

En primer lugar queremos agradecer a nuestra tutora Dra. Helena Garbarino, por el apoyo brindado a lo largo del proyecto, así como también su disposición, teniendo siempre la mejor voluntad para atender nuestras inquietudes.

Quisiéramos también expresar nuestra gratitud hacia un conjunto de docentes, quienes colaboraron con nosotros, tanto en actividades técnicas como respectivas al proyecto en general. En particular queremos agradecer a:

- Ing. Nicolás Fornaro: quien fue un referente en etapas tempranas del proyecto, aportando sus conocimientos en el área de desarrollo.
- MSc. Gastón Mousques: quien nos aconsejó en repetidas oportunidades sobre la tecnología utilizada y la arquitectura construida, siempre con gran disponibilidad y amabilidad.
- Ing. Ignacio Valle: quien nos brindó sus conocimientos respecto a la arquitectura y diseño del sistema.
- Ing. Rafael Bentancur: quien nos recibió de la mejor manera y nos aconsejó sobre la gestión del proyecto, y ciertos lineamientos relativos a la calidad.
- Dr. Pedro Salvetto: quien, con amabilidad y objetividad, realizó las revisiones formales del proyecto, marcando las mejoras a realizar.

Incluimos en los agradecimientos a Marco Moscardi y Mercedes Remedi, quienes en todo momento estuvieron disponibles para evacuar nuestras consultas del negocio.

Finalmente agradecemos a nuestras familias y amigos por la contención y apoyo brindado durante todo el período de proyecto.

A todos ellos, muchas gracias.

El equipo de proyecto.

Abstract

El Sistema de Gestión Integral para el Instituto INC surge de la necesidad de automatizar los procesos de gestión de la empresa.

Una vez comenzado el proyecto se detectaron debilidades en los procesos existentes, por lo que se rediseñó parte de los mismos con el objetivo de hacerlos efectivos y eficientes, aportando valor al negocio. El proceso anterior incluyó la información de la gestión de la empresa.

El alcance definido para el sistema informático abarca aquellas actividades que aporten mayor valor al negocio, permitiendo construir un prototipo funcional. En adición se incorporaron funcionalidades que permiten a la empresa mejorar la calidad del servicio brindado a clientes, así como también controlar todos los aspectos del negocio de forma óptima, integrada y segura.

Este documento incluye el análisis estratégico realizado del negocio y su entorno, el análisis y diseño de los procesos de gestión y las actividades involucradas en el desarrollo del producto informático que da soporte a dichos procesos.

Palabras clave

Universidad ORT Uruguay, Proyecto de tesis, educación, Scrum, Porter, Canvas, Sistema de Gestión, Instituto de enseñanza, Adaptación móvil, *Framework responsive,* ASP.NET, HTML, Boostrap, MVC, Entity Framework, SQL SERVER, Azure.

Índice

1. Introducción 14

1.1. Descripción de la empresa cliente 14
1.1.1. Descripción general 14
1.1.2. Tipo de cursos brindados 14

1.2. Descripción del proyecto 15
1.2.1. Objetivos del proyecto 15
1.2.2. Integrantes del equipo 16
1.2.3. Selección de la metodología del proyecto 17
1.2.4. Ciclo de vida 17
1.2.5. Características tecnológicas 18
1.2.6. Arquitectura del Sistema 18
1.2.7. Experiencia del equipo con la tecnología 19
1.2.8. Recursos 19

2. Análisis estratégico de la empresa y su entorno 20

2.1. Introducción 20

2.2. Análisis del entorno 20
2.2.1. Sector industrial 20
2.2.2. Análisis de las 5 fuerzas de Porter 21

2.3. Análisis del modelo de negocio 22
2.3.1. Modelo Canvas de negocio 22

2.4. Conclusiones y lecciones aprendidas del análisis estratégico 23

3. Aporte de valor al negocio 24

3.1. Introducción 24

3.2. Problemática existente 24

3.3. Objetivos planteados 25
3.3.1. Optimización de procesos internos 25
3.3.2. Formalización de jerarquías 25
3.3.3. Implementación de un sistema integral 26

3.4. Solución planteada 26
3.4.1. Optimización de procesos internos 26

3.4.2. Formalización de jerarquías 29
3.4.3. Implementación de un Sistema Integral 31
3.5. Beneficios esperados a través del sistema 32
3.6. Conclusiones y lecciones aprendidas del aporte de valor al negocio 34
4. Especificación de requerimientos 35
4.1. Introducción 35
4.1.1. Identificación 35
4.1.2. Propósito del ESRE 35
4.1.3. Alcance del producto 36
4.1.4. Referencias del ESRE 36
4.2. Descripción General 37
4.2.1. Perspectiva del producto 37
4.2.2. Características de los usuarios 37
4.3. Requerimientos Funcionales 38
4.3.1. Componente web 38
4.3.2. Adaptación móvil 55
4.4. Requerimientos no funcionales 56
5. Descripción de la solución de software 58
5.1. Introducción 58
5.2. Descripción funcional del producto 58
5.2.1. Gestión de entidades principales 58
5.2.2. Gestión del calendario 59
5.2.3. Notificaciones automáticas 60
5.2.4. Consultas con información relevante para la toma de decisiones 60
5.3. Etapa de desarrollo 61
5.3.1. Introducción 61
5.3.2. Tecnología 61
5.3.3. Arquitectura 66
5.3.4. Iteraciones de desarrollo 71
5.4. Conclusiones y lecciones aprendidas de la solución de software 83
6. Gestión del Proyecto 84

6.1. Introducción 84
6.2. Metodología 84
6.2.1. Introducción 84
6.2.2. Gestión del proyecto 84
6.2.3. Desarrollo de software 85
6.3. Cronograma 90
6.3.1. Introducción 90
6.3.2. Calendario inicial 90
6.3.3. Calendario final 91
6.3.4. Conclusiones 92
6.4. Esfuerzo 93
6.4.1. Introducción 93
6.4.2. Estimación del producto 93
6.4.3. Estimación del proceso 102
6.4.4. Conclusiones del esfuerzo del proyecto 104
6.5. Métricas 105
6.5.1. Introducción 105
6.5.2. Métricas aplicadas al proyecto 106
6.5.3. Conclusiones 106
6.6. Gestión de los riesgos 107
6.6.1. Introducción 107
6.6.2. Enfoque para la gestión de riesgos 107
6.6.3. Planificación de la gestión de riesgos 109
6.6.4. Identificación de los riesgos 109
6.6.5. Análisis cualitativo de los riesgos 110
6.6.6. Análisis cuantitativo de los riesgos 110
6.6.7. Plan de respuesta a los riesgos 111
6.6.8. Monitoreo y control de los riesgos 111
6.6.9. Conclusiones 112
6.7. Gestión de la calidad 113
6.7.1. Introducción 113
6.7.2. Objetivos 113
6.7.3. Política de calidad 114
6.7.4. Aseguramiento de la calidad 114
6.7.5. Alcance 114

6.7.6. Gestión 115
6.7.7. Organización 115
6.7.8. Actividades 115
6.7.9. Métricas e indicadores del producto y del proceso 115
6.7.10. Criterios de Aceptación del producto 116
6.7.11. Pruebas 116
6.7.12. Conclusiones 116

6.8. Gestión de la comunicación 117
6.8.1. Introducción 117
6.8.2. Plan de comunicación 117
6.8.3. Conclusión 119

6.9. Gestión de la configuración 120
6.9.1. Introducción 120
6.9.2. Actividades de SCM 120
6.9.3. Conclusión 122

6.10. Gestión de las adquisiciones 122

6.11. Conclusiones y lecciones aprendidas 123

7. Conclusiones, lecciones aprendidas y trabajo a futuro 124

7.1. Conclusiones y lecciones aprendidas 124

7.2. Trabajo a futuro 125

8. Referencias bibliográficas 126

9. Anexos 129

9.1. Anexo 1: Análisis de las 5 fuerzas de Porter 129
9.1.1. Introducción 129
9.1.2. Sector industrial 129
9.1.3. 5 Fuerzas 130

9.2. Anexo 2: Análisis del modelo Canvas de negocio 136

9.3. Anexo 3: Diagramas de procesos iniciales 138

9.4. Anexo 4: Tiempos registrados en la ejecución de actividades de la empresa 139

9.5. Anexo 5: Encuesta de satisfacción a interesados de INC 139
9.5.1. Cuestionario a alumnos del instituto 140

9.5.2. Cuestionario a profesores del instituto 144
9.5.3. Consulta de re-captación de clientes a Directores 148
9.5.4. Consulta a administradora del instituto 149

9.6. Anexo 6: Casos de uso 149

9.7. Anexo 7: Principios de Jakob Nielsen aplicados al sistema 150
9.7.1. Visibilidad del estado del sistema 150
9.7.2. Relación entre el sistema y el mundo real 150
9.7.3. Libertad de los controles del usuario 151
9.7.4. Consistencia y estándares 151
9.7.5. Prevención de errores 152
9.7.6. Reconocimiento antes que memoria 152
9.7.7. Estética y diseño minimalista 153

9.8. Anexo 8: Descripción funcional del Sistema de software construido 154
9.8.1. Introducción 154
9.8.2. Gestión de entidades principales 154
9.8.3. Gestión del calendario 156
9.8.4. Notificaciones automáticas 158
9.8.5. Información relevante para la toma de decisiones 158

9.9. Anexo 9: Justificación de la tecnología utilizada 159
9.9.1. Programación 159
9.9.2. Interfaz gráfica 165
9.9.3. Base de datos 168

9.10. Anexo 10: Base de datos - Modelo entidad relación (MER) 175

9.11. Anexo 11: Detalle de diagramas arquitectónicos 176
9.11.1. Diagrama conceptual de elementos de alto nivel 176
9.11.2. Vistas de la arquitectura 177

9.12. Anexo 12: Estilos y patrones de arquitectura utilizados 184

9.13. Anexo 13: Diagramas de interacción 184

9.14. Anexo 14: Pruebas de eficiencia del sistema 186

9.15. Anexo 15: Análisis de iteraciones 188
9.15.1. Proceso de análisis 188
9.15.2. Sprint 1 190
9.15.3. Sprint 2 197

9.15.4. Sprint 3 204
9.15.5. Sprint 4 211
9.15.6. Sprint 5 220
9.15.7. Sprint 6 228
9.15.8. Sprint 7 236
9.15.9. Sprint 8 244

9.16. Anexo 16: Detalle de estimaciones del producto 251
9.16.1. Primera estimación 251
9.16.2. Segunda estimación 252

9.17. Anexo 17: Monitoreo y Control de Riesgos 255
9.17.1. Riesgos identificados 255
9.17.2. Riesgos por sprint 261
9.17.3. Sprint 2 262
9.17.4. Sprint 3 263
9.17.5. Sprint 4 263
9.17.6. Sprint 5 263
9.17.7. Sprint 6 264
9.17.8. Sprint 7 264
9.17.9. Sprint 8 264

9.18. Anexo 18: Gestión de la calidad 265
9.18.1. Políticas de calidad 265
9.18.2. Actividades de calidad 265
9.18.3. Métricas de calidad 269
9.18.4. Pruebas 273
9.18.5. Métricas de procesos internos de INC 273

9.19. Anexo 19: Plan de Comunicación 274

9.20. Anexo 20: Plan de SCM 276
9.20.1. Introducción 276
9.20.2. Gestión de SCM 277
9.20.3. Actividades de SCM 277
9.20.4. Recursos 282
9.20.5. Mantenimiento del Plan de SCM 283

9.21. Anexo 21: Pruebas del Sistema 283

Glorario

Frontend: palabra en inglés comúnmente utilizada para describir la capa de presentación.

SCM (Software Configuration Management): Gestión de la configuración del software.

SQA (Software Quality Assurance): Aseguramiento de la calidad del software.

CSS (Cascading Style Sheets): hoja de estilo en cascada; estándar para la construcción y elaboración de la interfaz de usuario en páginas HMTL.

Daily meeting: termino en inglés utilizado para representar las reuniones diarias de equipo en el marco de la metodología ágil Scrum.

Framework: marco de trabajo que define un conjunto de conceptos estandarizados para resolver un tipo de problema en particular.

HTML (HyperText Markup Languaje): estándar para la construcción y elaboración de páginas web.

JavaScript: lenguaje de programación que se utiliza del lado del cliente para mejorar la interfaz del usuario en las páginas web.

TFS (Team Foundation Server): herramienta de Microsoft para la gestión de proyectos y repositorio de archivos.

Google Drive: permite almacenar y acceder a los archivos personales desde cualquier lugar: en la Web o en la unidad de disco duro personal.

MVC (Model View Controller): patrón de arquitectura de software, que separa los datos de la lógica y la interfaz de usuario.

Interfaz de usuario (UI).

Scrum: marco de trabajo de metodología ágil.

Testing: palabra en inglés que hace referencia a las pruebas de software.

ESRE: Especificación de Requerimientos.

ABM: Alta, Baja y Modificación.

INC: es la empresa para la cual se desarrollará el sistema en cuestión.

Funcionario: empleado que trabaja en el Instituto INC.

Usuario final: es el funcionario de la empresa que utilizará la aplicación web.

Cliente: está conformado por la directiva de la empresa que solicita el desarrollo de la aplicación integral para INC.

1. Introducción

1.1. Descripción de la empresa cliente

1.1.1. Descripción general

INC es un centro de capacitación de inglés para adultos, con foco en personas y empresas de carácter profesional y emprendedor. Desde el año 2005 ha estado brindando capacitaciones a empresarios y trabajadores en sus lugares de trabajo.

El instituto ofrece cursos de inglés tanto en empresas como en su proprio local. Se realizan traducciones oficiales, corrección y traducción de páginas web, carpetas y subtitulados de material audiovisual.

1.1.2. Tipo de cursos brindados

INC ofrece cursos con un enfoque comunicacional, permitiendo la interacción de forma escrita e interpersonal, y haciendo hincapié en el conocimiento de las diferentes culturas que hablan inglés.

Se caracterizan por ser prácticos, con material didáctico y original, y todos ellos se dividen en módulos semestrales.

Alumno privado

Pensado para ejecutivos o cualquier persona con necesidades específicas y horarios muy demandantes.

Grupo privado

Pensado principalmente para empresas, tanto en la compañía como en la sucursal de INC.

Grupos abiertos

Dictados en INC, con un enfoque del idioma, tanto social como comercial.

Talleres

Los talleres son cursos diseñados para el perfeccionamiento de habilidades específicas:

- Pronunciación y acento
- Realizar presentaciones exitosas
- Trabajar internacionalmente: mails y llamadas telefónicas

Se busca continuar creando talleres según las necesidades de los alumnos.

1.2. Descripción del proyecto

En este capítulo se describen los objetivos del proyecto, así como también una breve introducción a las actividades y características del mismo.

1.2.1. Objetivos del proyecto

El proyecto persigue los siguientes objetivos:

- Brindar un producto de software que automatice las tareas rutinarias del instituto, y que permita el crecimiento de forma sustentable, optimizando el nivel de atención personalizada. Se espera construir un sistema que garantice total eficiencia en los procesos administrativos del instituto y permita a los funcionarios dedicar su tiempo y energías en las tareas centrales del negocio.
- Analizar los procesos internos de la organización y proponer posibles mejoras para que, en conjunto con el sistema desarrollado, se obtenga un óptimo nivel en el servicio brindado.

En lo que respecta a la primera etapa del proyecto, definido como Proyecto de Fin de Carrera, y con una duración fija de seis meses, también se pueden detallar algunos objetivos particulares:

- Construir un prototipo funcional que permita exponer las principales funcionalidades que el Instituto INC considera prioritarias, dentro del alcance definido.
- Dar inicio a las pruebas exhaustivas del prototipo en lo que respecta a las funcionalidades implementadas, para asegurar la posibilidad de implantación del mismo.
- Comenzar a desarrollar la totalidad de los requerimientos relevados, posterior a la finalización de esta primera etapa.
- Analizar los principales procesos internos de la organización, entregados por los directores de la empresa, con el fin de optimizarlos y hacer entrega de ellos como parte del aporte de valor.
- Obtener indicadores cuantitativos previos a la implantación del sistema, a partir de los procesos actualmente ejecutados por el instituto. Luego de la implantación se realizará una comparación para comprobar las hipótesis de mejoras planteadas.
- Utilizar nuevas herramientas tecnológicas que permitan al equipo conocer nuevas tendencias, al tiempo que represente un desafío como parte del objetivo del Proyecto de Fin de Carrera.
- Aprobar el Proyecto de Fin de Carrera, y recibir el título de Licenciado en Sistemas.

1.2.2. Integrantes del equipo

El equipo está compuesto por dos integrantes de la carrera de Licenciatura en Sistemas:

Integrante	Número de Estudiante
Julieta Irrazábal	168547
Fabián Salamó	150093

Tabla 1-1 Detalle de integrantes.

Debido a la reducida cantidad de integrantes que conforman el equipo, los roles establecidos para contemplar todos los ámbitos del proyecto fueron superpuestos. Si bien ambos integrantes realizaron actividades pertenecientes a todos los roles, hubo una división inicialmente pensada de acuerdo a las experiencias y capacidades de los miembros del equipo. Esto favoreció la eficiencia del proyecto, evitando el re-trabajo y favoreciendo la explotación de los diferentes recursos existentes.

Rol	Integrante
Project Manager	Julieta
Análisis de Requerimientos	Julieta
Desarrollo y *testing*	Fabián – Julieta
Documentación	Fabián – Julieta
SCM	Julieta
Control de riesgos	Fabián
SQA	Fabián

Tabla 1-2 División inicial de tareas.

1.2.3. Selección de la metodología del proyecto

El proyecto presenta un enfoque híbrido, utilizando una metodología ágil en lo que respecta al desarrollo, y una tradicional para la gestión del proyecto. Del conjunto de metodologías agiles conocidas, se seleccionó Scrum [1] como lineamiento base, dado el conocimiento del equipo sobre esta herramienta y su creciente utilización en los proyectos de software actuales. El detalle completo de la descripción y justificación de la metodología utilizada puede consultarse en Metodología.

1.2.4. Ciclo de vida

De acuerdo a las características del proyecto, se seleccionó un ciclo de vida incremental e iterativo [2]. El mismo permite una división del proyecto en un conjunto de iteraciones pequeñas, en donde en cada una se implementa un producto en funcionamiento.

También colabora en la mitigación de uno de los riesgos más importantes y presentes en el proyecto: la falta de experiencia en la tecnología de desarrollo; dado que permite una división del problema en otros más pequeños, y en cada etapa del ciclo se realiza un análisis previo a la implementación.

Por último, si bien el relevamiento de requerimientos se realizó antes de comenzado el proyecto, se consideró necesaria manejar la posibilidad de que sucedieran cambios inevitables en las necesidades del cliente o que hubiesen malos entendidos que resulten en cambios funcionales. A través del ciclo de vida seleccionado, y gracias al análisis realizado en cada iteración, esto no significó un problema mayor. El detalle completo del ciclo de vida se puede consultar en Ciclo de vida.

1.2.5. Características tecnológicas

A partir del objetivo planteado por el equipo en lo que respecta al desafío de utilizar una nueva herramienta de desarrollo, junto con el reconocimiento de la misma en el mercado de *software,* el equipo decidió utilizar la tecnología ASP.NET [3], y específicamente utilizando el *framework* MVC (Model View Controller) [4]. El mismo brinda características tecnológicas importantes, principalmente relacionadas a la arquitectura que implementa. El detalle de la tecnología puede consultarse en Plataforma web.

Por otro lado, se utilizaron lenguajes como JQuery, CSS y HTML para la implementación de la interfaz gráfica, junto con el *framework* Bootstrap [5] para brindar un diseño más amigable. El detalle de la interfaz gráfica puede consultarse en Interfaz.

Finalmente, el motor de base de datos utilizado fue SQL Server [6], debido al reconocimiento en el mercado, junto con la experiencia del equipo en la herramienta. Esta base de datos fue alojada en la nube, gracias a las ventajas de escalabilidad y seguridad brindadas. El detalle de la base de datos utilizada puede consultarse en Base de datos.

1.2.6. Arquitectura del Sistema

El sistema está basado en el patrón Model View Controller (MVC) [4]; con el objetivo de separar las responsabilidades de cada módulo, se realizó una división por capas lógicas [7].

En lo que respecta a la base de datos, se utilizaron los patrones Object Relational Mapping (ORM) [7], que permite reducir el acoplamiento entre la aplicación y la base de datos, y Unit of Work [7], permitiendo el manejo como una unidad a todos los objetos nuevos.

El detalle de arquitectura puede consultarse en Arquitectura.

1.2.7. Experiencia del equipo con la tecnología

Tal como se mencionó en los objetivos del proyecto, el equipo se planteó un desafío tecnológico: usar una tecnología reconocida y utilizada actualmente en el mercado y que no haya sido manejada previamente por los integrantes. La decisión de innovar en la tecnología está relacionada principalmente al interés por conocer las tendencias del mercado, ya que ninguno se encuentra trabajando en el área de desarrollo; así como también aumentar el desafío del proyecto de fin de carrera.

1.2.8. Recursos

El equipo contó con recursos principalmente humanos que colaboraron en la ejecución del proyecto:

- Se contó con el apoyo del cliente, quien aportó sus conocimientos en el ámbito educativo, así como también resultó de gran ayuda para la comprensión de las necesidades del negocio, y aquellas actividades que aportan valor a la empresa.

- También es importante destacar la participación de docentes de la Universidad ORT Uruguay, a quienes se consultó en varias oportunidades, tanto para la validación de entregables técnicos, como en lo que respecta a la gestión del proyecto.

2. Análisis estratégico de la empresa y su entorno

2.1. Introducción

El objetivo de este capítulo es detallar el análisis estratégico realizado para poder entender el sector industrial en el que se posiciona la empresa cliente, y de esta forma tener una noción clara de cuáles son los factores a tener en cuenta con mayor rigurosidad al momento de plantear un nuevo proyecto.

También se planteó el análisis estratégico como un aporte adicional de valor a la empresa, ya que si bien la misma se encuentra consolidada en su sector, es importante conocer cuáles son los factores que inciden en la rentabilidad de la industria [8], así como también conocer el modelo de negocio.

Para esto se plantearon dos análisis estratégicos diferentes:

- Análisis de las 5 fuerzas de Porter [8], a efectos de conocer el sector industrial de la empresa, mediante el análisis de los cinco factores del sector: Compradores, Potenciales competidores, Proveedores, Sustitutos y Competidores establecidos.
- Análisis del modelo de negocio Canvas [9], que permite conocer en detalle el modelo de negocio establecido y seleccionado por la empresa cliente.

2.2. Análisis del entorno

2.2.1. Sector industrial

El sector industrial fue definido como: “Institutos de inglés que ofrecen cursos a empresas y a particulares en Uruguay”.

2.2.2. Análisis de las 5 fuerzas de Porter

A continuación se presenta un resumen del análisis de las cinco fuerzas de Porter [8]. El detalle completo de dicho análisis se encuentra en Anexo 1: Análisis de las 5 fuerzas de Porter.

2.2.2.1. Barreras de entrada y salida

Las barreras de entrada y salida de nuevos competidores en el sector analizado son **bajas**. No existen grandes limitantes para una empresa que quiera ingresar o desvincularse del sector industrial analizado.

2.2.2.2. Poder de negociación de los proveedores

Se puede concluir como parte del análisis de las cinco fuerzas de Porter [8] que el poder de negociación de los proveedores hacia las empresas compradoras es **medio**; no existe gran cantidad de competidores en el mercado uruguayo, permitiéndoles a los proveedores aumentar sus precios y negociar con ventaja. Sin embargo, estos proveedores no resultan gran amenaza para las empresas del sector, dado que no insumen materia prima, sino que venden un producto utilizado como parte del servicio brindado por los institutos.

2.2.2.3. Poder de negociación de los compradores

En el análisis del poder de negociación de los compradores para el sector industrial identificado, es importante destacar dos tipos de clientes:

- Alumno particular, que ingresa al instituto para tomar cursos de inglés.
- Empresas que contratan a un instituto de inglés para brindar cursos a los funcionarios en sus instalaciones.

Como conclusión del análisis del poder de negociación de los compradores se puede afirmar que es **alto**.

El tipo de cliente que presenta un mayor poder de negociación son las empresas que toman cursos en sus instalaciones, dado que éstos realizan compras en cantidades importantes en relación al resto de los alumnos del instituto.

2.2.2.4. Amenaza de productos sustitutos

Como productos sustitutos se identifican:

- Profesores particulares de inglés, que son contratados de forma independiente por una persona o empresa para que brinde cursos.
- Sitios en Internet que brindan cursos de inglés online.

Actualmente gracias a la expansión de la web y la confianza de los usuarios a las compras a través de Internet, resulta importante tener en cuenta que los cursos de inglés a distancia son un competidor importante para los institutos tradicionales. La fuerza de esta amenaza resulta **alta**.

2.2.2.5. Rivalidad entre competidores existentes

Si bien como en todo sector industrial las empresas buscan liderar el mercado en donde se posicionan, no se identifican factores importantes que demuestren una alta rivalidad entre los competidores del sector, por lo que la intensidad de esta fuerza resulta **baja.**

2.3. **Análisis del modelo de negocio**

2.3.1. Modelo Canvas de negocio

El modelo Canvas, propuesto por Aleander Osterwalder e Yves Pigneur [9] está basado en la simplificación y ordenación de las ideas de un negocio de manera visual. Se pueden representar nueve componentes del negocio en una sola página a través de una representación gráfica, que definen el modelo de negocios adoptado por la empresa para competir en el mercado.

Para completar cada bloque es necesario obtener información del mundo real; ningún estudio de mercado brindará información más certera que la propia realidad en donde suceden los hechos [10].

A partir de las ideas expuestas anteriormente, se construyó el modelo de negocio Canvas, en conjunto con el Instituto INC, quien brindó la información específica de su modelo de negocios. De esta forma se pudo extraer la información necesaria para plasmar dicho modelo y utilizarlo cuando se considere necesario. El detalle completo del modelo de negocios se puede visualizar en Anexo 2: Análisis del modelo Canvas de negocio.

2.4. Conclusiones y lecciones aprendidas del análisis estratégico

Como parte del análisis estratégico del Instituto INC, se realizó un estudio del macro entorno, con el fin de plasmar las características del sector en el que compite, permitiendo así conocer las fortalezas y debilidades del mismo, y las posibilidades de amenaza de nuevos entrantes.

De este análisis, se puede confirmar que el sector presenta algunas ventajas para nuevos entrantes (se transforman en desventajas para empresas que ya se encuentran en el sector), tales como: facilidad de ingreso al mismo gracias a los bajos costos a insumir; ausencia de grandes economías de escala, que permitirán a los nuevos ingresos competir con empresas ya establecidas en el mercado, entre otras.

Sin embargo, también existen otras ventajas importantes para las empresas que ya se encuentran establecidas en el rubro, tales como la experiencia y prestigio que se obtiene a través de la trayectoria en el sector, siendo una desventaja para los nuevos ingresos.

Del análisis del modelo Canvas de negocio [9], se lograron plasmar las ideas principales que componen al negocio de INC, permitiendo visualizar en forma de diagrama los principales factores que componen el modelo de la empresa, obteniendo una ventaja competitiva.

3. Aporte de valor al negocio

3.1. Introducción

En este capítulo se detallan las necesidades de la empresa, las cuales dieron motivo a la ejecución de este proyecto. En adición, se describen los objetivos a cumplir en la primera instancia y la solución planteada que se focaliza en solucionar la problemática existente.

3.2. Problemática existente

INC se encuentra en pleno crecimiento, aumentando significativamente la cartera de clientes. Esto hace prever una dificultad para poder mantener el mismo nivel de calidad de servicio en las tareas que los diferencian del resto de las empresas del mercado, de forma manual o a través de planillas Excel.

Estas tareas además de insumir mucho tiempo, hacen que el personal deba dedicar más horas de las deseadas en mantener actualizadas todas las bases de datos que administra la empresa.

Con el fin de sostener el nivel de atención personalizado brindado hasta el momento, resulta muy importante la incorporación de un sistema de soporte a las tareas y que permita gestionar las actividades realizadas diariamente en forma unificada y automatizada.

3.3. **Objetivos planteados**

3.3.1. Optimización de procesos internos

En el capítulo de introducción se detallaron los objetivos del proyecto (ver detalle en Objetivos del proyecto), dentro de los cuales se hizo referencia al análisis de los procesos internos de la organización.

Una de las actividades más importantes efectuadas por parte del equipo consistió en realizar numerosas reuniones funcionales con el cliente, con el objetivo de conocer en profundidad los procesos efectuados en la empresa.

Estas reuniones fueron realizadas en etapas tempranas del proyecto y permitieron conocer el negocio previo a su comienzo formal. En adición, la empresa proporcionó información sobre los procesos más importantes del negocio, los cuales fueron utilizados como puntapié para realizar optimizaciones. Estos procesos fueron construidos especialmente para la implementación del proyecto, lo que permitió un aprendizaje, no solo del lado del equipo de trabajo, sino también de la empresa, quienes tuvieron que plasmar el flujo de actividades realizadas a diario en la organización.

3.3.2. Formalización de jerarquías

Luego de relevadas las principales necesidades del negocio, el equipo de desarrollo comenzó a pensar una solución para satisfacer las necesidades del mismo. En este proceso se detectaron algunos inconvenientes para modelar la realidad, ya que no existían claras diferencias en las entidades del negocio. Estos conceptos son continuamente utilizados por los interesados; sin embargo hasta el momento no hubo necesidad de formalizarlos.

Debido a la naturaleza del proyecto, se consideró oportuno realizar un análisis previo al desarrollo que permitiera formalizar los procesos, y posteriormente utilizarlos en el diseño de la solución de software. Los procesos son entregados a la empresa cliente, quien podrá utilizarlos y modificarlos, facilitando el trabajo y optimizando la documentación del negocio.

3.3.3. Implementación de un sistema integral

Como primer objetivo del proyecto se planteó la construcción de un prototipo funcional, que permitiera automatizar las tareas rutinarias de la empresa, pudiendo así focalizarse en las actividades centrales del negocio. La empresa apuesta fuertemente a la producción del software, dado que considera que el mismo portará valor a su negocio y mejorará las tareas manuales. Si bien el proyecto inicialmente tiene una duración de seis meses, el mismo continuará con el fin de brindarle el producto que deseen y buscando satisfacer todas sus necesidades.

3.4. **Solución planteada**

En este capítulo se detallarán las soluciones planteadas para los tres objetivos descriptos anteriormente.

3.4.1. Mejora de procesos internos

En las primeras reuniones de relevamiento, los directores de la empresa proporcionaron información de los procesos principales del negocio: ingreso de un alumno al instituto, ingreso de una empresa y posterior asignación de ambos a un grupo.

Estos procesos fueron examinados por el equipo, que inicialmente no encontró mayores mejoras a realizar. Sin embargo, cuando se comenzó a pensar en una solución de software, el equipo notó que existían procesos con ciertas redundancias y que los mismos podían ser mejorados.

A continuación se detallarán los diagramas creados con el fin de formalizar los procesos y utilizarlos como referencia para posteriores optimizaciones o análisis. Estos diagramas reflejan parte de las funcionalidades incluidas en el sistema, así como también las principales actividades del negocio.

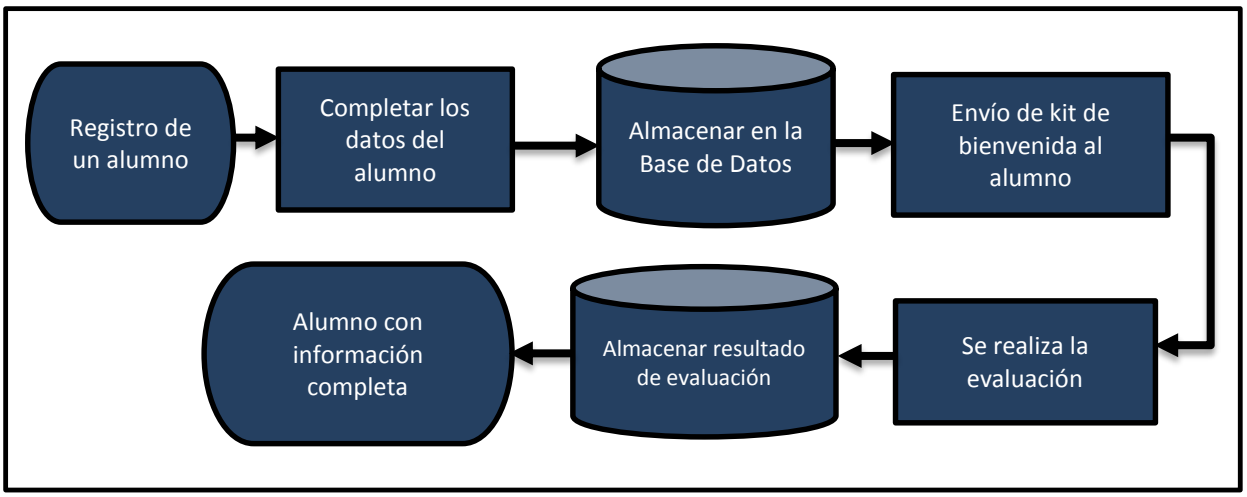


Ilustración 3-2 Proceso de registro de un alumno.

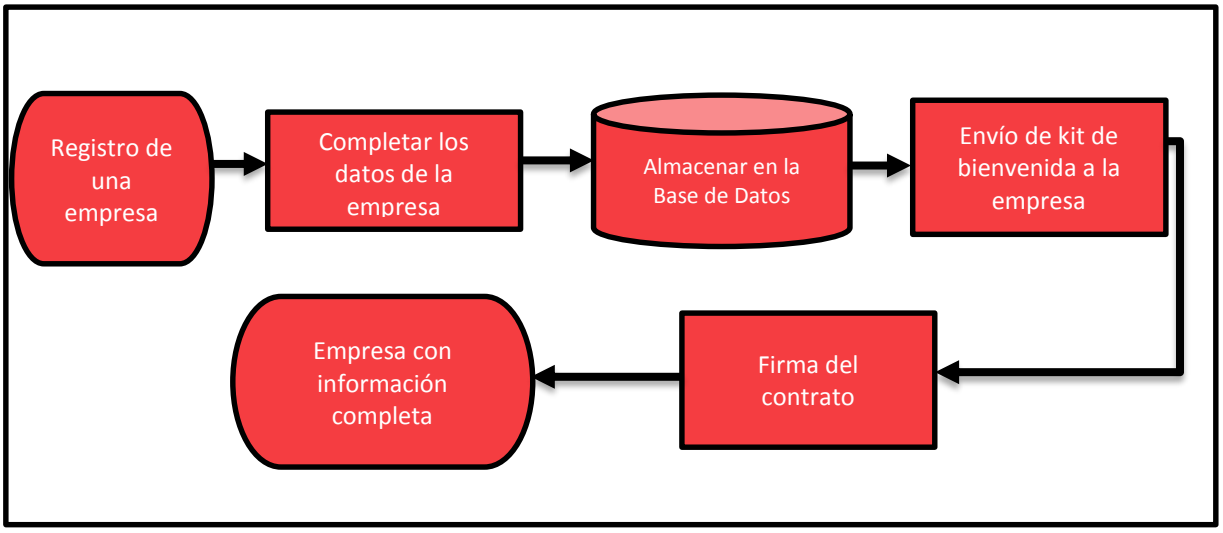


Ilustración 3-1 Proceso de registro de una empresa.

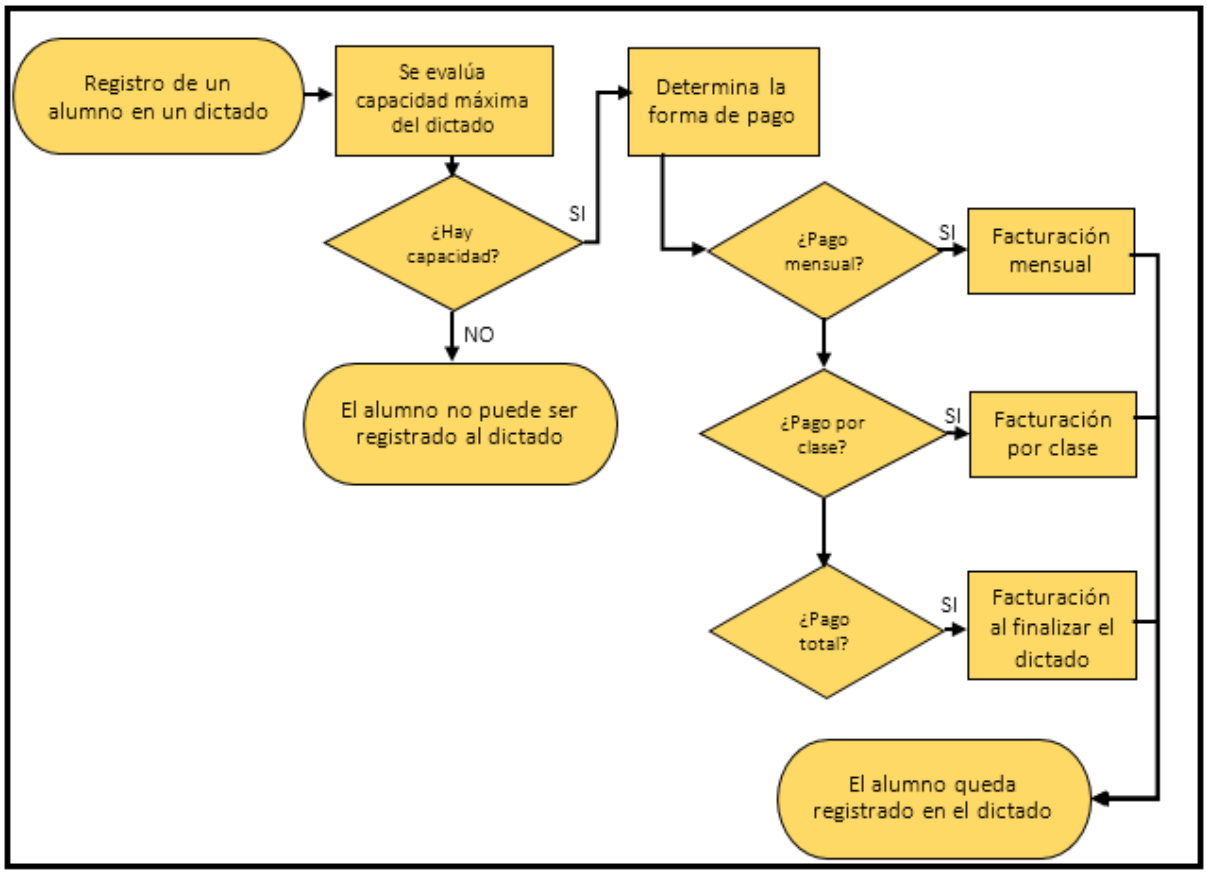


Ilustración 3-3 Proceso de registro de un alumno a un dictado.

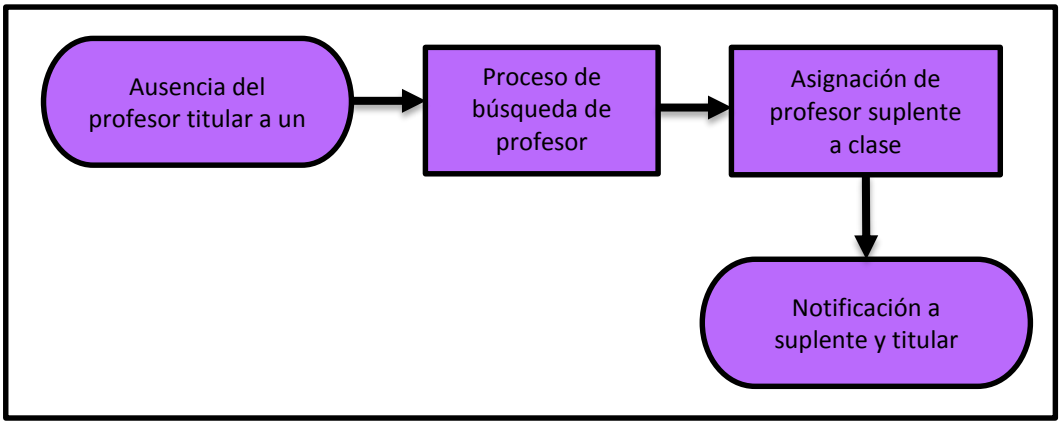


Ilustración 3-4 Proceso de ausencia de un profesor.

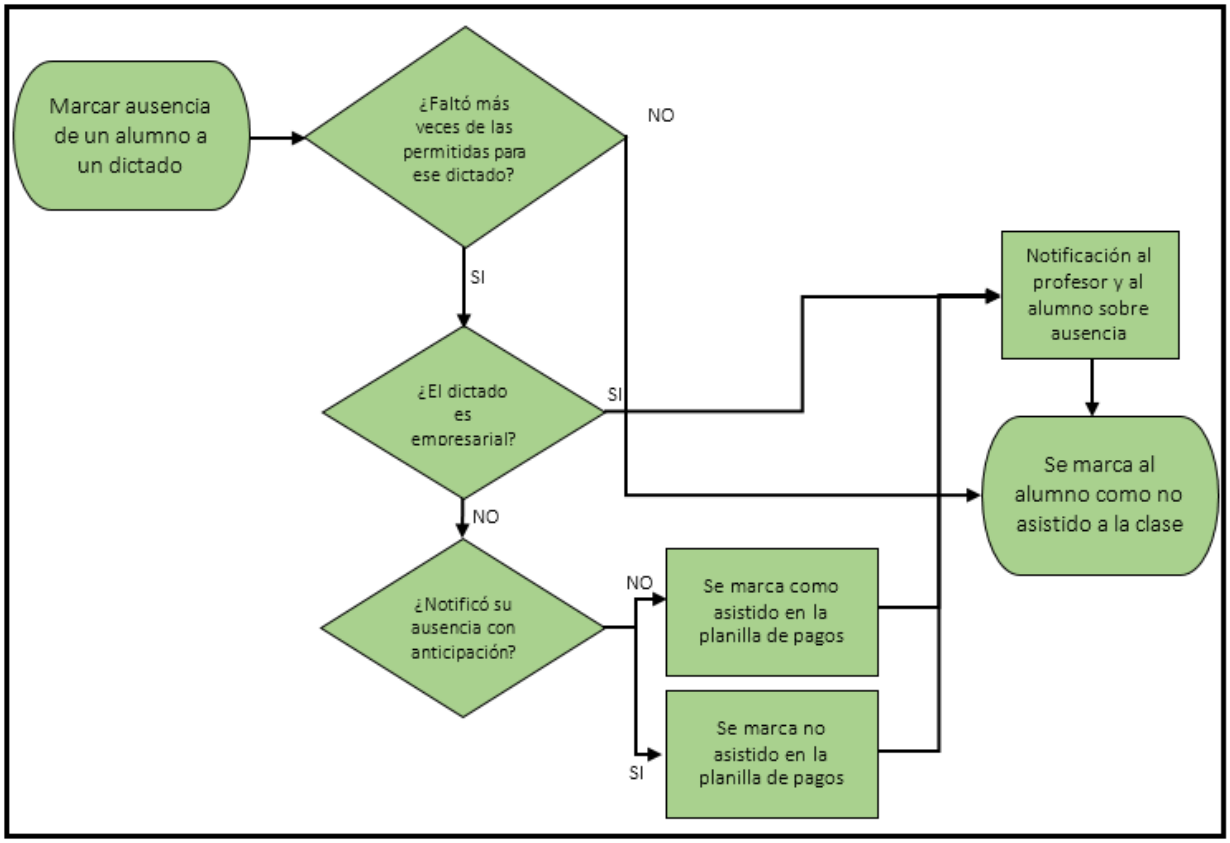


Ilustración 3-5 Proceso de asistencias de un alumno

Como factor de comparación, se podrán consultar los diagramas de procesos elaborados por la empresa, con el fin de ayudar al equipo al entendimiento de las actividades del proyecto (véase Anexo 3: Diagramas de procesos iniciales). Se puede apreciar que los mismos han sido mejorados y optimizados por el equipo de desarrollo, modificando parte del flujo actual de la empresa, con el fin de evitar redundancias.

3.4.2. Formalización de jerarquías

Debido al rubro del negocio y a los conocimientos del equipo sobre la gestión de los cursos en Universidad ORT Uruguay, se optó por realizar una analogía entre el Instituto INC y la universidad en cuestión. Similar a lo que sucede hoy en día con los cursos y dictados en la universidad, el equipo tomó esta estructura como base para la optimización y planteo del modelo final, solución que fue validada y aprobada por la empresa cliente.

En las reuniones de relevamiento con el cliente, se logró extraer información relativa a los distintos tipos de cursos y niveles que se dictan actualmente en el Instituto. Según la prueba de nivelación inicial y en conjunto con el particular interés del alumno en algún tipo de curso, se consideró necesaria la distinción de las siguientes entidades:

Curso: es el conjunto de lecciones que componen un programa determinado, y presenta una descripción que menciona el objetivo del mismo.

Categoría: de acuerdo a los objetivos y características de cada curso, los mismos se agrupan en categorías. Estas permiten gestionar las promociones de nuevos cursos a alumnos que ya hayan participado en otros similares.

Dictado: es una instancia particular de un curso, en la cual se determinan, entre otra información, los alumnos que asistirán, el profesor titular, una fecha de inicio y de fin, y un determinado horario. Es probable que para un mismo curso existan muchos dictados en diferentes horarios y con diferentes profesores y/o alumnos. Esta distinción permitió mantener numerosos dictados de un mismo curso, incluso en períodos de tiempo diferentes. También es posible gestionar un mismo curso que contenga diferentes dictados de acuerdo al nivel de sus alumnos.

Clase: el dictado está compuestos por numerosas clases, las cuales tienen una fecha y horario. El conjunto de todas las clases forman el dictado. La gestión de cada clase en particular, permite mantener información, tal como material utilizado, alumnos que asistieron a una clase en particular y el profesor que dictó la clase. Esta separación también aporta valor para brindar información a la empresa relativa al cálculo de sueldo de cada profesor, permitiendo generarlo a través de la información de las asistencias a las diferentes clases por parte del mismo. Esta consulta permite enviar información procesada a la empresa que lleva el estado contable del instituto, disminuyendo el esfuerzo en ambas partes.

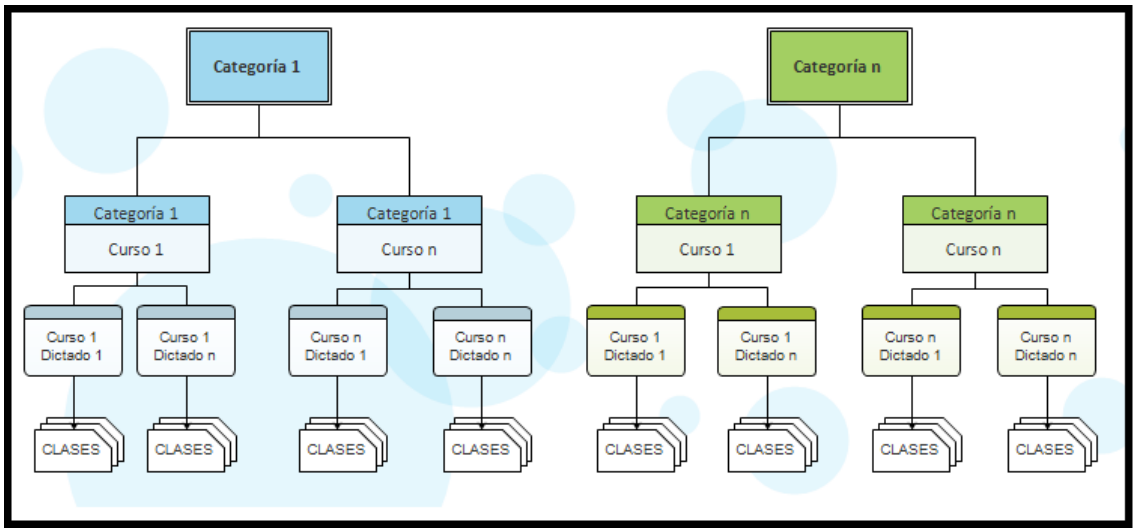


Ilustración 3-6 Modelo de Jerarquías.

3.4.3. Implementación de un Sistema Integral

El sistema planteado para solucionar la problemática existente y cumplir con el tercer objetivo planteado contiene los siguientes módulos:

Modulo administrativo - es el principal del sistema y contiene:

- Gestión de las principales entidades del instituto: permite mantener la información de profesores, alumnos, usuarios, empresas, evaluaciones, dictados, cursos, clases y salones que son registrados en el sistema.
- Gestión del calendario: permite gestionar el calendario del instituto, registrando clases, mostrando la disponibilidad de los profesores para dictar un curso, gestionar las suplencias de profesores, mantener un registro de las clases dictadas y los alumnos que asistieron, realizar el registro de las evaluaciones, entre otras tantas funcionalidades que pueden ser consultadas en Especificación de requerimientos.
- Obtener información resumida sobre entidades o sucesos que permita la toma de decisiones, apuntado principalmente a los Directivos y con el fin de controlar su negocio.

Módulo de notificaciones - permite gestionar la comunicación con los alumnos y profesores del instituto, informándolos de situaciones relacionadas a la empresa, y a su estadía en ella.

Componente/adaptación móvil - se desea poder tener acceso al sistema a través de una aplicación o componente móvil para simplificar el trabajo de los profesores al marcar las asistencias y consultar sus dictados.

La implementación de la solución de software planteada se describe en detalles en los capítulos posteriores. En el capítulo de Especificación de requerimientos se detallan los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema a construir.

3.5. Beneficios esperados del sistema

Como se mencionó anteriormente, la adquisición del software pretende facilitar y automatizar muchas de las tareas que actualmente están siendo efectuadas de forma manual, respondiendo a los procesos rediseñados (véase Solución planteada). Con el objetivo de corroborar los beneficios esperados, se seleccionaron ciertos indicadores medidos sin la utilización del sistema, y permitirán una posterior comparación cuando el sistema se encuentre en funcionamiento. El detalle de las actividades medidas puede consultarse en Anexo 4: Tiempos registrados en la ejecución actividades de la empresa.

Por otro lado, se realizaron encuestas de satisfacción a interesados del negocio, con el fin de obtener diferentes opiniones sobre el sistema. Estas encuestas pueden consultarse en Anexo 5: Encuesta de satisfacción a interesados de INC.

Entre los beneficios esperados se destacan los siguientes:

- **Mejora de la calidad del servicio brindado al alumno:** el sistema brinda un servicio personalizado a los alumnos, focalizado en mantener un vínculo estrecho con los mismos. A través de la recepción de notificaciones automáticas, el alumno recibirá información acerca de sus cursos, evaluaciones y modificaciones que afecten directamente su participación en el instituto.
  Un 57% de los alumnos contestaron que les interesaría recibir los resultados de las evaluaciones a través del correo electrónico. Con el servicio de notificaciones propuesto, se puede obtener este comportamiento, así como también brindar información a través del correo en otras ocasiones.

- **Mejora de la calidad del servicio brindado al docente:** además de focalizar la optimización en el cliente final (alumno), el sistema pretende facilitar la labor del docente dentro del instituto, permitiendo acceder y consultar sus cursos activos, horarios y posibles suplencias a realizar.
  Contará con la posibilidad de consultar esta información a través de una adaptación móvil para facilitar su trabajo. A través de las encuestas realizadas a los profesores, la mayoría afirma que todos los servicios comentados aumentarán la satisfacción de trabajar en el instituto, al tiempo que facilitarán trabajos que deben realizar a diario, como por ejemplo pasar la lista y completar resultados.
- **Mejora de la calidad del servicio brindado a clientes:** la empresa y sus funcionarios podrán gozar de una mayor disponibilidad de la información de la empresa.
- **Reducción de horas dedicadas a procesos administrativos:** gran parte de los procesos actualmente gestionados de forma manual serán manejados por el sistema, permitiendo una reducción en el tiempo dedicado a estas tareas, y la posibilidad de invertirlo en otras actividades que aporten valor al negocio. A través de la respuesta brindada por la administradora del instituto, se espera reducir los tiempos que se insumen en los procesos de gestión de alumnos y profesores, haciendo hincapié en la reducción del registro de las horas trabajadas por los docentes. Con el fin de obtener datos reales para medir este beneficio luego de implantado el sistema, se registraron los tiempos insumidos actualmente en las actividades principales del sistema, como lo son el cálculo de sueldos por clases dictadas, el registro de un profesor, la asignación de un alumno a un dictado.
- **Mejora de los procesos:** tal como se detalló anteriormente, los procesos han sido formalizados. Se espera facilitar la ejecución de los mismos y eliminar la repetición de procesos innecesarios.
- **Mecanismos de control:** a través del sistema, los directores del instituto poseen un mayor control de las actividades realizadas; brindando la capacidad de medición, corrección y optimización de los procesos a partir de la información extraída del sistema (por ejemplo, el porcentaje de asistencias de alumnos por profesor, el porcentaje de evaluaciones aprobadas por profesor, entre otras).
- **Seguridad de la información:** todo proceso manual presenta alto riesgo de pérdida y fuga de información. A través del sistema, se brinda la posibilidad de almacenamiento seguro de los datos, teniendo la certeza de que la misma se encontrará disponible la mayor parte del tiempo. La justificación de disponibilidad y seguridad de la información se encuentra disponible en Arquitectura.

- **Facilidad de uso:** el sistema fue construido para optimizar los procesos realizados en el instituto, unificando todos los documentos e identificando claramente todas las funcionalidades a desarrollar. La integración de la información en un único sistema facilita el trabajo y permite reducir el margen de error de las actividades.
- **Re captación de clientes:** el sistema mantiene almacenada la información de clientes inactivos (aquellos que no asisten al instituto por seis meses), permitiendo realizar políticas de re captación de clientes de forma sencilla y optimizada. A partir de la encuesta realizada a los directores se llega a la conclusión que el sistema mejorará la política de re captación de clientes.

3.6. Conclusiones y lecciones aprendidas del aporte de valor al negocio

Tal como se especificó a lo largo del capítulo, se espera que el proyecto aporte valor a la empresa, no solo en la incorporación del sistema integral, sino también en el análisis y optimización de los procesos que permitirán evitar inconsistencias y redundancias en su implementación. En adición, se elaboró una jerarquía conceptual que permite organizar las entidades del negocio (categoría, curso, dictado y clase), mejorando la claridad de los términos utilizados para referirse a cada objeto.

Por otra parte, el análisis estratégico elaborado, tanto del sector industrial en el que se encuentra la empresa (análisis de Porter [8]), como del modelo de negocio interno (análisis de Canvas [9]) es entregado a la empresa cliente, con el fin de que cuente con una documentación completa de los procesos de la empresa, que pueda ser utilizada cuando sea requerida y apoye en la toma de decisiones.

4. Especificación de requerimientos

4.1. Introducción

En el presente documento se describen y definen y priorizan los requerimientos funcionales y no funcionales que fueron identificados en el proceso de relevamiento.

En adición, se desarrollan los casos de uso asociados a cada requerimiento (véase en Anexo 6: Casos de uso), identificando los actores que interactuarán con el sistema con su correspondiente detalle de prioridad.

4.1.1. Identificación

El sistema a desarrollar llevará el nombre de "Sistema de Gestión Integral", que permitirá a la empresa, entre otros objetivos descriptos anteriormente (Objetivos del proyecto), mantener el crecimiento ascendente de forma óptima y responsable, liberando al capital humano de tareas rutinarias y focalizándose en actividades que aporten valor al negocio.

4.1.2. Propósito del ESRE

El presente documento tiene como propósito especificar los requerimientos funcionales y no funcionales del Sistema de Gestión para INC. Está elaborado para ser interpretado por el equipo de desarrollo, el cliente y el usuario final del sistema, teniendo en cuenta que el objetivo principal del mismo radica en la evacuación de las dudas respecto a la comprensión del problema, considerando las diferentes ópticas según el lector. Como segundo objetivo se destaca la facilidad que brinda al equipo de desarrollo para la implementación del sistema correcto.

Los casos de uso extraídos de los requerimientos se encuentran disponibles en Anexo 6: Casos de uso.

4.1.3. Alcance del producto

El producto a desarrollar es un sistema web para la gestión de las actividades administrativas del instituto pensado para facilitar el trabajo de los funcionarios. Sumado al producto web, se incorpora una adaptación para utilizar parte del sistema en dispositivos móviles, apuntado a los profesores, quienes podrán acceder a sus dictados, con la correspondiente lista de alumnos y marcar las asistencias de forma sencilla a través de un SmartPhone.

Debido a los escasos recursos humanos con que se cuenta para el proyecto (únicamente dos integrantes), algunas de las funcionalidades relevadas con el cliente quedarán para una futura instancia. Para hacer posible una posterior extensión del sistema, el equipo desarrollará la arquitectura correcta que permita soportar dicha expansión luego de finalizada la primera fase del Proyecto.

Con el soporte del equipo de directores de INC se pudieron identificar las funcionalidades de mayor prioridad, que se espera incorporar en este proyecto.

A modo de resumen se detallan a continuación las principales funcionalidades que se incluirán en esta primera etapa:

- Registrar Alumnos
- Registrar Profesores
- Registrar Cursos
- Registrar Dictados
- Gestionar el Calendario
- Gestionar las asistencias de los alumnos
- Enviar y recibir notificaciones automáticas
- Acceder a algunas funcionalidades desde un dispositivo móvil
- Plasmar información útil para la toma de decisiones y control de recursos

4.1.4. Referencias del ESRE

Documento extraído del grupo Taller de Ingeniería de Software del sitio Web de Aulas [11].

4.2. **Descripción General**

4.2.1. Perspectiva del producto

El objetivo principal del producto es brindar una solución de software que automatice las tareas rutinarias del instituto, y permita el crecimiento de forma sustentable, mejorando la atención personalizada. Se busca minimizar el trabajo manual de los funcionarios de la empresa, permitiendo invertir en tareas que aporten valor al negocio, al tiempo que el sistema se encargue de gestionar todas aquellas actividades de soporte para alcanzar el objetivo mencionado.

4.2.2. Características de los usuarios

En este capítulo se especificarán los diferentes usuarios que manejarán el sistema, diferenciándolos de acuerdo a los roles y permisos establecidos por INC e implementados como funcionalidades en el proyecto.

- **Administrador del sistema:** Poseerá potestades totales de ejecución de las funcionalidades del sistema. Mantendrá de forma exclusiva a los usuarios, asignándoles los roles correspondientes, que contienen distintos permisos para acceder a las diferentes funcionalidades propuestas.
- **Administrador de INC:** Tendrá acceso a las funcionalidades de gestión, tanto de alumnos, dictados, cursos, calendarios, profesores, y toda aquella información específica que forme parte del proceso de venta.
- **Profesor:** Podrá acceder con sus credenciales a la información relativa a los cursos y dictados disponibles en INC, así como también a la información específica de sus dictados.

4.3. Requerimientos Funcionales

4.3.1. Componente web

RF1 - Login de usuario

Descripción: el sistema deberá permitir a un usuario registrado ingresar a la aplicación, validando sus credenciales. De acuerdo al rol establecido para ese usuario, el mismo podrá acceder a diferentes funcionalidades.

Prioridad: Alta

Casos de uso:

- CU1.1 Login de usuario
- CU1.2 Gestión de autorización

RF2 - ABM de Usuarios

Descripción: el sistema deberá permitir el registro de usuarios que utilizarán la aplicación. A cada usuario se le deberá asignar un rol que contendrá permisos para poder ejecutar las diferentes funcionalidades. También se deberá permitir la modificación y eliminación de un usuario registrado.

Información de los usuarios

Email, contraseña, rol asociado.

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU2.1 Listado de usuarios
- CU2.2 Alta usuario
- CU2.3 Modificación usuario
- CU2.4 Baja usuario

RF3 - ABM de Alumnos

Descripción: el sistema deberá permitir el registro de un alumno, con la correspondiente información que lo identifica. Adicional al ingreso se deberá permitir la modificación y la eliminación de un alumno.

Información del alumno

Datos personales: nombre, apellido, cédula de identidad, domicilio, teléfono móvil, teléfono fijo, correo electrónico, fecha de nacimiento, nombre del responsable de factura, estado (activo/inactivo).

Evaluación inicial: fecha de evaluación, nivel asignado.

Dictados: listado de dictados en los que participa o participó.

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU3.1 Listado de alumnos
- CU3.2 Alta alumno
- CU3.3 Modificación alumno
- CU3.4 Baja alumno

RF4 - ABM de Profesores

Descripción: el sistema deberá permitir el registro de un nuevo profesor, con la correspondiente información que lo identifica. Adicional al ingreso se deberá permitir la modificación y la eliminación de un profesor.

Información del profesor

Datos personales: nombre, apellido, cédula de identidad, dirección, teléfono fijo, teléfono móvil, correo electrónico, fecha de nacimiento, estado (activo/inactivo).

Disponibilidad: disponibilidad horaria, tipo de Disponibilidad (completa, parcial).

Cursos: listado de dictados.

Remuneración: categoría, precio por hora.

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU4.1 Listado de profesores
- CU4.2 Alta profesor
- CU4.3 Modificación profesor
- CU4.4 Baja profesor

RF5 - ABM de Empresas

Descripción: el sistema deberá permitir el registro de una empresa en una ficha personalizada, con la correspondiente información que lo identifica. Adicional al ingreso se deberá permitir la modificación y la eliminación de una empresa.

Información de la empresa

Datos principales: nombre, Razón Social RUT, dirección, correo electrónico, teléfono de la empresa, estado (activa/inactiva).

Datos de Contacto: nombre completo de Funcionario de RRHH, correo electrónico de Funcionario de RRHH, nombre completo de Encargado de Pagos, correo electrónico de Encargado de Pagos.

Control de Asistencias: nombre completo del Encargado de Recepción de Asistencias, correo electrónico de Encargado de Recepción de Asistencias.

Alumnos: listado de alumnos de la empresa

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU5.1 Listado de empresas
- CU5.2 Alta empresa
- CU5.3 Modificación empresa
- CU5.4 Baja empresa

RF6 - ABM de Categorías

Descripción: el sistema deberá permitir el registro de una categoría, con la correspondiente información que lo identifica. Adicional al ingreso se deberá permitir la modificación y la eliminación de un tipo de una categoría.

Información de la categoría

Datos principales: nombre, estado (activa/inactiva).

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU6.1 Listado de categorías
- CU6.2 Alta categoría
- CU6.3 Modificación categoría
- CU6.4 Baja categoría

RF7 - ABM de Curso

Descripción: el sistema deberá permitir el registro de un curso, con la correspondiente información que lo identifica. Adicional al ingreso se deberá permitir la modificación y la eliminación de un tipo de curso.

Información del tipo de curso

Datos principales: nombre, descripción, cursos previos requeridos, categoría.

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU7.1 Listado de cursos
- CU7.2 Alta curso
- CU7.3 Modificación curso
- CU7.4 Baja curso

RF8 - ABM de Dictados

Descripción: el sistema deberá permitir el registro de un nuevo dictado, con la correspondiente información que lo identifica. Adicional al ingreso se deberá permitir la modificación y la eliminación de un dictado.

Información del dictado

Datos principales: curso, nombre, nivel requerido (Avanzado, intermedio, básico), estado (Activo o Inactivo), fecha de comienzo, fecha de fin, horas de dictado para cada Día, cantidad de clases, tipo de alumno (empresa, alumno), modalidad (individual o grupal), profesor titular, cupos, opciones de Pago (por clase, mensual, en una sola cuota), tipo de control de asistencias.

Lugar del Dictado: dirección (en caso de que sea una empresa) / salón (en caso de dictarse en el Instituto).

Alumnos: listado de alumnos inscriptos.

Evaluaciones: fecha estimada de evaluación, fecha real de evaluación, descripción.

Clases del dictado: listado de las clases con su información asociada.

Profesor titular: profesor asignado como titular para dar el dictado.

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU8.1 Listado de dictados
- CU8.2 Alta dictado
- CU8.3 Modificación dictado
- CU8.4 Baja dictado

RF9 - ABM de Evaluaciones

Descripción: el sistema deberá permitir el registro de una nueva evaluación, con la correspondiente información que lo identifica. Adicional al ingreso se deberá permitir la modificación y la eliminación de una evaluación.

Información de la evaluación

Estado (activa, inactiva), título de la evaluación, dictado asociado, fecha de la evaluación, fecha de la corrección, puntaje mínimo, puntaje máximo.

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU9.1 Listado de evaluaciones
- CU9.2 Alta de evaluaciones
- CU9.3 Modificación de evaluaciones
- CU9.4 Baja de evaluaciones

RF10 - ABM de dictados en calendario

Descripción: el sistema deberá permitir al administrador registrar el horario del dictado en el calendario. En ese momento se determinará la carga semanal del mismo, marcando la fecha de inicio como la fecha de la primera clase de la semana en que se encuentra posicionado el calendario y se procederá a crear las clases del dictado (***CU11.2 Alta clase***), de acuerdo a la cantidad de clases seleccionadas en la información general del dictado. Adicional al ingreso se deberá permitir la modificación y la eliminación de un dictado en el calendario.

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU10.1 Alta dictado empresarial a calendario
- CU10.2 Alta dictado a calendario
- CU10.3 Modificación dictado empresarial en calendario
- CU10.4 Modificación dictado en calendario

RF11 - ABM de clase

Descripción: el sistema deberá permitir al administrador agregar clases pertenecientes a un dictado a partir del calendario. Adicional al ingreso se deberá permitir la modificación y la eliminación de una clase.

Información de la clase

Dictado asociado, fecha de la clase, horario, profesor, listado de alumnos que asistieron a la clase, estado (activo/inactivo).

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU11.1 Listado de clase
- CU11.2 Alta clase
- CU11.3 Modificación clase
- CU11.4 Baja clase

RF12 - ABM de salones

Descripción: el sistema deberá permitir al administrador agregar salones. Adicional al ingreso se deberá permitir la modificación y la eliminación de un salón.

Información del salón

Nombre de salón, capacidad, estado (activo/inactivo).

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU12.1 Listado de salones
- CU12.2 Alta salón
- CU12.3 Modificación salón
- CU12.4 Baja salón

RF13 - Asignar alumno a dictado grupal

Descripción: el sistema deberá permitir asignar un alumno a un dictado grupal, seleccionando inicialmente el tipo de alumno (empresa o alumno):

- Tipo de Alumno “Alumno”: se seleccionará el alumno de la lista de disponibles. En este momento se listarán todas las opciones de pago disponibles de acuerdo al dictado y se seleccionará la escogida por el alumno.

- Tipo de Alumno “Empresa”: el sistema deberá permitir la asignación de cada alumno a un dictado. Se seleccionará una de las opciones de pago disponibles de acuerdo a la elección de la empresa.

Información de la asignación de un alumno a un dictado

Opción de pago seleccionada

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU13.1 Asignar Alumno a dictado grupal
- CU13.2 Asignar Empresa a dictado grupal

RF14 - Asignar alumno a dictado Individual

Descripción: el sistema deberá permitir asignar un alumno a un dictado individual. Se procederá a crear el dictado de modalidad individual (***CU8.2 Alta dictado***), y posteriormente se realizará la asignación.

Información de la asignación de un alumno a un dictado:

Opción de pago seleccionada

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU14.1 Asignar Alumno a dictado individual

RF15 - Eliminar alumno de dictado grupal.

Descripción: el sistema deberá permitir eliminar un alumno de un dictado grupal.

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU15.1 Eliminar alumno de dictado grupal

RF16 - Eliminar alumno de dictado individual

Descripción: el sistema deberá permitir eliminar un alumno de un dictado individual. Una vez eliminado el alumno del dictado, se procederá a darlo de baja (***CU8.4 Baja dictado***).

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU16.1 Eliminar alumno de dictado individual

RF17 - Notificación de bienvenida a alumno

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático al alumno luego de darlo de alta en la academia (***CU3.2 Alta alumno***), con un kit de bienvenida.

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU17.1 Notificación de bienvenida a alumno

RF18 - Notificación de bienvenida a empresa

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático de bienvenida al correo electrónico del funcionario de RRHH cuando la empresa se dé de alta (***CU5.2 Alta empresa***).

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU18.1 Notificación de bienvenida a empresa

RF19 - Notificación de baja de alumno de dictado grupal

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático al alumno y al profesor titular del dictado cuando se dé de baja un alumno de un dictado grupal (***CU15.1 Eliminar alumno de dictado grupal***)

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU19.1 Notificación de baja de alumno de dictado grupal

RF20 - Notificación de baja de alumno de dictado individual

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático al alumno y al profesor titular del dictado cuando se dé de baja un alumno de un dictado individual (***CU16.1 Eliminar alumno de dictado individual***)

Prioridad: Media

Casos de uso:

- CU20.1 Notificación de baja de alumno de dictado individual

RF21 - Notificación de inscripción a dictado

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático al alumno cuando éste se inscriba a un dictado (***CU13.1 Asignar Alumno a dictado grupal***, ***CU13.2 Asignar Empresa a dictado grupal***, ***CU14.1 Asignar Alumno a dictado individual***)

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU21.1 Notificación de inscripción a dictado

RF22 - Notificación de ausencias a un dictado

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático al alumno y al profesor responsable del dictado cuando el alumno alcance la cantidad de ausencias de acuerdo al tipo de control de ausencias del dictado.

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU22.1 Notificación de ausencias a un dictado

RF23 - Suspensión momentánea de dictado

Descripción: el sistema deberá permitir suspender momentáneamente un dictado. Una vez suspendido, se debe marcar como inactivo (***CU8.3 Modificación dictado***).

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU23.1 Suspensión momentánea de dictado

RF24 - Notificación de suspensión momentánea de dictado

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático a todos los involucrados en un dictado cuando el mismo fue suspendido (***CU23.1 Suspensión momentánea de dictado***).

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU24.1 Notificación de suspensión momentánea de dictado

RF25 - Gestionar suplencia de profesor

Descripción: el sistema deberá permitir al administrador gestionar la ausencia de un profesor a un dictado. Este deberá seleccionar el dictado correspondiente, y la clase específica a la cual el profesor se ausentará (disponible en el calendario). Una vez iniciada la gestión, el sistema buscará todos los profesores disponibles en ese horario, tomando en cuenta: horarios que cumplen en la empresa, horario semanal disponible (que se ingresó como información personal del profesor), y si está habilitado para dictar dicho curso. El sistema listará los profesores disponibles y el usuario seleccionará el deseado. Una vez confirmado el cambio, se actualizará el calendario semanal (con la actualización de la clase correspondiente) (***CU11.3 Modificación clase***) y se notificará al profesor titular y suplente sobre dicho cambio (***CU26.1 Notificación de suplencia de una clase***).

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU25.1 Listar profesores disponibles
- CU25.2 Asignar profesor suplente a clase

RF26 - Notificación de suplencia de una clase

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático al profesor titular y suplente cuando se modifique el profesor de una clase perteneciente a un dictado (***CU25.2 Asignar profesor suplente a clase***). Se notificará la fecha y horario de la clase modificada, junto con el suplente que realizará el reemplazo.

Prioridad: Media

Casos de uso

CU26.1 Notificación de suplencia de una clase

RF27 - Notificación de cambio de una clase

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático al profesor titular y a los alumnos inscriptos en el dictado con la información relativa a la modificación de la clase. En caso de un cambio de horario, se notificará la nueva fecha/horario de la clase.

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU27.1 Notificación de cambio de una clase

RF28 - Notificación de calendario a profesores

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático a los profesores cada semana con el detalle de los horarios actualizados al día del envío, relativos a las clases en los que estén anotados.

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU28.1 Notificación de calendario a profesores

RF29 - Notificación de nuevo curso

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático luego de creado un nuevo curso de determinada categoría, a los alumnos (activos o inactivos) que han cursado algún dictado de la misma categoría que el recientemente incluido, informando la incorporación del nuevo curso en la academia.

Prioridad: Baja

Casos de uso

- CU29.1 Notificación de nuevo curso

RF30 - Notificación de cumpleaños

Descripción: el sistema enviará de forma automática un mensaje al alumno en el día de su cumpleaños.

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU30.1 Notificación de cumpleaños

RF31 - Notificación de resultado de dictado

Descripción: el sistema enviará un mensaje automático al alumno indicando el resultado final de un dictado.

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU31.1 Notificación de resultado de dictado

RF32 - Notificación de resultado de evaluación a alumno

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático al alumno indicando su resultado en una evaluación de un dictado.

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU32.1 Notificación de resultado de evaluación a alumno

RF33 - Notificación de resultado de evaluación a empresa

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático al encargado de RRHH de la empresa con los resultados de las evaluaciones de cada uno de los alumnos.

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU33.1 Notificación de resultado de evaluación a empresa

RF34 - Notificación de próxima evaluación

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático al alumno siete días antes de la fecha de evaluación de alguno de los dictados a los que se encuentra anotado.

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU34.1 Notificación de próxima evaluación

RF35 - Solicitud de encuesta

Descripción: el sistema deberá permitir enviar un mensaje automático al alumno luego de culminar un dictado, solicitando comentarios productivos del mismo.

Prioridad: Baja

Casos de uso

- CU35.1 Envío del cuestionario al alumno

RF36 - Gestión de alumnos inactivos

Descripción: el sistema mantendrá una base de datos de alumnos inactivos. Estos son los que no han cursado ningún dictado por más de un año. Luego de pasado el año de no participar en ningún curso, el sistema debe marcar al alumno como inactivo, y agregarlo a la lista de alumnos inactivos.

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU36.1 Buscar alumnos inactivos
- CU36.2 Agregar alumnos inactivos
- CU36.3 Listar alumnos inactivos

RF37 - Reporte de asistencias a empresa

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático cada mes al encargado de RRHH conteniendo un reporte de asistencias de los alumnos a un determinado dictado. Se indicará nombre del alumno y un detalle de las clases asistidas y no asistidas de lo que va del dictado.

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU37.1 Notificación de asistencias a empresa
- CU37.2 Reporte de asistencias

RF38 - Cálculo de monto a pagar por clases dictadas en el mes

Descripción: el sistema deberá generar un reporte con el número total de clases efectivamente dictadas por un profesor en el mes corriente, conteniendo el cálculo del sueldo previo a descuentos e impuestos.

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU38.1 Calculo de sueldos por clases dictadas

RF39 - Listado de dictados actuales de un profesor

Descripción: el sistema deberá permitir al profesor visualizar los dictados en los que actualmente se encuentra asignado como titular o suplente, con el respectivo detalle de las clases en cada dictado.

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU39.1 Listado de dictados actuales de un profesor

RF40 - Marcar asistencias de alumnos

Descripción: el sistema deberá permitir al profesor marcar la asistencia o ausencia de un alumno a una clase de un dictado.

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU40.1 Listar alumnos de una clase
- CU40.2 Marcar asistencias de alumnos

RF41 - Recordatorio de registro de asistencias

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático todos los viernes a aquellos profesores que tengan al menos un dictado activo, recordándole que debe ingresar el registro de asistencia de sus clases dictadas en la semana.

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU41.1 Recordatorio de registro de asistencias

RF42 - Notificación de olvido de registro de asistencias

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático al profesor en caso que éste no haya cargado las asistencias de las clases de un dictado en dos semanas.

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU42.1 Notificación de olvido de registro de asistencias

RF43 - Notificación de baja de un profesor

Descripción: el sistema deberá enviar un mensaje automático al Administrador de la Academia y a los Gerentes informando la baja del profesor.

Prioridad: Media

Casos de uso

- CU43.1 Notificación de baja de un profesor

RF44 - Completar evaluación de dictado

Descripción: el sistema deberá permitir al profesor registrar los resultados de una evaluación de un dictado.

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU44.1 Completar resultados de evaluación de dictado

RF45 - Asignación de roles a usuarios

Descripción: el sistema deberá contar con la funcionalidad de asignar roles a los distintos usuarios con el fin de poder tener distintos niveles de permisos.

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU45.1 Definición de niveles

RF46 - Modificar contenido de notificaciones

Descripción: el sistema deberá permitir modificar el contenido de todas las notificaciones automáticas que se enviarán, permitiendo agregar texto, así como también adjuntar archivos.

Prioridad: Baja

Casos de Uso

- CU46.1 Modificar contenido de notificaciones

RF47 – Estadísticas para la toma de decisiones

Descripción: el sistema deberá brindar información a los Directores de la empresa para la toma de decisiones. Esta información se desplegará en forma de tabla y tendrá opciones prácticas para quien desee consultarlas.

Prioridad: Alta

Casos de uso

- CU47.1 Tabla de porcentaje de asistencias por profesor
- CU47.2 Tabla de porcentaje de evaluaciones aprobadas en cada dictado y por profesor
- CU47.3 Tabla de ingreso de profesores por clases dictadas
- CU47.4 Tabla de porcentaje de ausencia de profesores

4.3.2. Adaptación móvil

RF48 - Mostrar información de los dictados de un profesor

Descripción: el sistema debe permitir al profesor visualizar la información relativa a sus dictados, con una adaptación particular para dispositivos móviles.

Prioridad: Alta

Casos de Uso

- CU48.1 Mostrar información de sus dictados

RF49 - Marcar asistencias

Descripción: el sistema debe permitir al profesor marcar las asistencias para una determinada clase de un dictado, con una adaptación particular para dispositivos móviles.

Prioridad: Alta

Casos de Uso

- CU49.1 Listado de alumnos de una clase
- CU49.2 Marcar asistencia

4.4. Requerimientos no funcionales

RNF1 – Disponibilidad

El sistema no resulta crítico para el negocio; sin embargo el mismo deberá contar con una alta disponibilidad en el momento de requerirse. Debido al tiempo disponible para la realización del proyecto, no se asegura una total disponibilidad del sistema, por no contar con un módulo de recuperación de fallos de forma automática.

RNF2 – Seguridad

Se aplicarán controles de acceso a los distintos roles existentes en el sistema, a partir de los cuales se ingresarán a ciertas funcionalidades. Estos controles de seguridad se corresponden a las necesidades del cliente final y a la criticidad del sistema.

RNF3 - Modificabilidad

Se debe asegurar la modificabilidad del sistema construido, principalmente para que en un futuro se puedan completar todas las funcionalidades solicitadas por el cliente, y en caso de ser necesario realizar algún cambio, éste se pueda implementar con un bajo impacto.

RNF4 – Usabilidad

El sistema debe ser usable, es decir intuitivo y sencillo de utilizar por los usuarios finales.

También debe respetar ciertos principios de usabilidad que se encuentran definidos en Anexo 7: Principios de Jakob Nielsen aplicados al sistema.

RNF5 – Portabilidad

El sistema deberá permitir su correcto uso en los diferentes exploradores (Google Chrome, Safari, Firefox e Internet Explorer), así como también en dispositivos móviles con sistemas operativos Android y IOS. La definición de las plataformas fue definida conjuntamente con el cliente.

RNF6 - Eficiencia

El sistema no resulta crítico para el negocio, por lo que no se hará hincapié en este requerimiento. Sin embargo, se espera realizar pruebas para asegurar un tiempo de latencia de los principales casos de uso, menores a los diez segundos. Este nivel de eficiencia resulta suficiente para las necesidades del negocio.

5. Descripción de la solución de software

5.1. Introducción

En este capítulo se detallan todas las características del producto construido, incluyendo la descripción funcional del mismo, así como también las características técnicas y resultados obtenidos.

5.2. Descripción funcional del producto

A continuación se realizará un resumen de las principales funcionalidades del producto construido. La descripción completa del mismo se encuentra en Anexo 8: Descripción funcional del Sistema de software construido.

5.2.1. Gestión de entidades principales

La gestión de las entidades permite mantener la información principal de la empresa, así como también la capacidad de consultarla en cualquier momento. Dentro de las entidades principales gestionadas por el sistema se encuentran:

- Alumnos
- Empresa
- Cursos
- Dictados
- Clases
- Profesores
- Evaluaciones

La descripción de las entidades gestionadas puede consultarse en Gestión de entidades principales.

5.2.2. Gestión del calendario

La gestión del calendario es una de las partes más importantes del sistema. A continuación se resumirán las funcionalidades asociadas al calendario. El detalle completo de las mismas puede consultarse en Gestión del calendario.

5.2.2.1. Modificación del horario de un dictado

El sistema permite realizar modificaciones en el horario del dictado, es decir alterar a partir de una fecha determinada, el horario de una misma clase.

También se permite modificar la duración de una clase, y extender este cambio a todas las clases con el mismo horario.

5.2.2.2. Modificación del horario de una clase

El usuario puede modificar el horario de una clase particular, editando su duración o su horario de comienzo y fin, sin modificar el resto de las clases del dictado.

5.2.2.3. Asignación de profesores, alumnos y salones

El sistema permite la asignación de un profesor titular a un dictado. Esta asignación tendrá una búsqueda inteligente, es decir, únicamente mostrará como disponibles aquellos profesores que en todos los horarios de las clases del dictado, no se encuentre dictando otros cursos en el instituto, y que tengan disponibilidad personal total o parcial.

Por otro lado, el sistema también gestiona las asignaciones de los alumnos a un dictado. Al momento de seleccionar un alumno, se solicitará la forma de pago para el dictado.

Por último, en conjunto con la selección del profesor titular, se podrá seleccionar un salón del Instituto. Únicamente serán mostrados aquellos salones que se encuentran disponibles para todas las clases del dictado.

5.2.2.4. Búsqueda de profesores suplentes

Otra funcionalidad importante y que es realizada de forma automática por el sistema, es la búsqueda de profesores suplentes para una determinada clase de un dictado. En la misma únicamente se imprimirán los profesores que se encuentran disponibles en este horario, y podrá realizarse la asignación rápidamente.

5.2.2.5. Suspensión de una clase

En caso de ser necesario, el sistema permite la suspensión de una determinada clase de un dictado, quedando identificada con otro color, de forma de conocer rápidamente que la misma ha sido suspendida.

5.2.2.6. Marcado de asistencias

A partir del calendario principal (aquel en el que se muestran todas las clases de todos los dictados), se podrán marcar las asistencias de los alumnos a una clase particular.

5.2.3. Notificaciones automáticas

El componente de notificaciones automáticas permite informar a diferentes interesados sobre alguna acción tomada. El detalle de las mismas puede consultarse en Notificaciones automáticas.

5.2.4. Reportes con información relevante para la toma de decisiones

Se elaboraron reportes con información específica relevada como prioritaria con los clientes, para colaborar en la toma de decisiones. El detalle se encuentra en Información relevante para la toma de decisiones.

5.3. Etapa de desarrollo

5.3.1. Introducción

Esta sección describe las diferentes tecnologías utilizadas para el desarrollo del sistema web y móvil. En adición, se detalla un resumen de las iteraciones, incluyendo información relevante relacionada al Sprint, métricas utilizadas y las conclusiones extraídas.

5.3.2. Tecnología

5.3.2.1. Plataforma web

Se tomó la decisión de utilizar como lenguaje base el *framework* ASP.NET [3], compilando en C# [12]. Dentro de las opciones ofrecidas por esta tecnología se utilizó el *framework* Model View Controller (MVC) [4], versión 5.0, principalmente gracias a sus principios de división en capas lógicas. El detalle del patrón arquitectónico puede consultarse en Arquitectura.

El entorno de desarrollo (IDE) seleccionado para desarrollar en esta tecnología fue Microsoft Visual Studio 2013 [13]. Este ya fue utilizado anteriormente por los integrantes del equipo, con lo cual se decidió aprovechar la experiencia en el manejo del mismo. A su vez, el equipo contó con la facilidad brindada por la Universidad ORT Uruguay para la obtención de las licencias de productos Microsoft a través del Convenio para estudiantes, por lo que no fue necesaria la compra de ninguna licencia.

La justificación completa de la tecnología utilizada puede ser consultada en Plataforma web.

5.3.2.2. Plataforma móvil

Inicialmente se consideró la opción de realizar una aplicación nativa en la tecnología Android con el objetivo de construir un sistema móvil. Luego de realizar un análisis, en donde se compararon las ventajas de elaborar una aplicación nativa o utilizar un diseño adaptable (*responsive*), se llegó a la conclusión de que el bajo tiempo insumido, junto con los beneficios obtenidos, favorecían la adaptación del sistema a través de un diseño *responsive,* el cual sería fácilmente implementado gracias al *template* de diseño utilizado.

Esta adaptación podrá ser utilizada mediante cualquier navegador en dispositivos móviles y *tablets*, adaptando el contenido de los formularios, calendarios y grillas al tamaño de la pantalla.

La justificación completa puede consultarse en Componente móvil.

5.3.2.3. Interfaz

Debido a la necesidad de construir un producto con buen nivel de usabilidad y atractivo, se adquirió un *template* que utiliza tecnología Bootstrap [5], de modo de gestionar la compatibilidad de plataformas y tener un comportamiento responsivo que facilitara la implementación gráfica con plantilla pre definidas. También Se utilizó el framework MVC 5.0, junto a tecnologías como HTML5, JavaScript, jQuery, y CSS para lograr un buen diseño.

Para la selección de la tecnología, así como también el template finalmente seleccionado, se realizó un análisis tomando ciertos indicadores; que a través de ponderaciones determinaron la mejor opción. El detalle puede consultarse en Interfaz gráfica.

5.3.2.4. Base de datos

5.3.2.4.1. Selección del motor de base de datos utilizado

En el proceso de selección del motor de base de datos a utilizar, fueron evaluadas dos posibles soluciones: SQL Server [6] y MySQL [14].

No se identificaron demasiados puntos negativos en ninguno de los dos motores, por lo que la selección del mismo se basó en la experiencia y comodidad del equipo en el uso de la tecnología, escogiendo el motor de base de datos de SQL Server [6].

El detalle completo de la justificación del motor de base de datos utilizado puede consultarse en Selección del motor de base de datos utilizado.

5.3.2.4.2. Base de datos en la nube vs base de datos en disco

Con el objetivo de seleccionar el sitio en donde se almacenaría la base de datos, se realizó una investigación exhaustiva acerca de las opciones disponibles; comparando qué ofrecía cada una y teniendo en cuenta el costo de las mismas.

Se evaluaron dos posibles soluciones:

Un servidor local dentro de las instalaciones físicas de la empresa

Un servidor en la nube donde se despliegue la aplicación

Ilustración 5-1 Opciones disponibles y analizadas.

Para la opción de contratar un servidor en la nube, únicamente fue evaluada la opción de Azure [15] como proveedor de alojamiento, dada la compatibilidad con el resto de la aplicación construida. El servicio es brindado por Microsoft, tecnología que se utilizó para todas las actividades técnicas del proyecto. Por otra parte, este servicio fue recomendado por un experto en arquitectura (MSc. Gastón Mousques), quien tenía experiencia con el uso de esta solución.

Los factores analizados a la hora de responder a esta interrogante fueron los siguientes:

- Nivel de disponibilidad sobre el 95%
- En caso de fallo ¿cuánto tiempo pasa *off-line* el sistema?
- Capacidad
- Performance

- Escalabilidad
- Costo

Nivel de disponibilidad sobre el 95%

Azure [16] ofrece un acuerdo de nivel de servicio (SLA) [17] con una disponibilidad del 99.95%, continuo soporte técnico y la posibilidad de la supervisión del servicio, aumentando o disminuyendo los recursos que se asignen sin tener que colocar el sistema en un estado inaccesible para el usuario [16].

Con la opción de *hosting* que se puede conseguir utilizando servidores *on-premises* se llega a obtener el mismo nivel de servicio que proporciona Azure [16]. Pero ¿qué sucede en caso de pérdida de conexión o problemas con el acceso al servidor ubicado en la empresa? No se puede garantizar que exista el nivel que ofrece Azure [16], sin recibir un impacto económico muy alto, el cual el cliente no está dispuesto a asumir.

En caso de fallo ¿cuánto tiempo pasa off-line el sistema?

Existen diversos servicios que permiten monitorear un sitio y generar una alerta en el caso de que éste se encuentre caído, fuera de línea o inaccesible. Muchas de estas herramientas requieren largas horas de configuración o insumen un costo, por fuera del que ya representa el hosteo de una aplicación.

En contraste a lo mencionado anteriormente, Azure [16] ofrece una serie de alertas configurables desde su portal, sin necesidad de servicios externos.

Capacidad

De acuerdo a las necesidades del cliente, un servidor dentro de la empresa de unos pocos cientos de dólares sería suficiente. Luego de consultarlo con un arquitecto de software (An. Marcelo Marrero) y realizar una serie de pruebas en diferentes equipos, se llegó a la conclusión de que el sistema no requerirá un hardware costoso ni de las mejores características que las que el mercado ofrece.

Si bien una solución de alojamiento en equipos similares resulta adecuada a las necesidades actuales del cliente, se consideró la posibilidad de crecimiento del negocio, para la cual dicha solución no será suficiente.

Performance

Tal como se mencionó anteriormente, existe la posibilidad de que el sistema crezca. Este factor debe ser transparente al usuario y ser absorbido por el hardware, es decir, incluir cambios o ajustes que hagan que el crecimiento no sea perceptible a los ojos de quien hace uso del mismo.

Escalabilidad

La escalabilidad del sistema es el punto en el que el alojamiento en la nube se destaca ampliamente sobre su contraparte en un servidor dentro de la empresa.

Costo

Sí bien los costos pueden parecer elevados, Windows Azure [16] posee una suscripción por uso.

Cualquiera de las opciones resulta más económica que la compra de un equipo como los mencionados en la sección de Capacidad de esta sección, los cuales no descienden de los USD$ 1000 en el mercado local.

Conclusión final

La decisión final fue optar por un servicio de *hosting* en la nube:

- Dentro de las disponibles en el mercado, la opción seleccionada fueron máquinas virtuales en Azure [16].
- Dado que el cliente no cuenta con los medios ni la necesidad de un centro de cómputos o una sala de servidores, el *hosting* en la nube resulta conveniente y seguro.

5.3.2.4.3. Modelo Entidad Relación (MER)

El Modelo Entidad Relación (MER) representa una realidad, que consiste en un conjunto de objetos, denominados entidades y las relaciones entre ellos. Es utilizado para la esquematización de la estructura lógica de una base de datos [18].

El modelo se encuentra disponible en Anexo 10: Base de datos - Modelo entidad relación (MER).

5.3.3. Arquitectura

5.3.3.1. Introducción

Este capítulo describe en forma detallada la arquitectura elegida para el sistema desarrollado. A lo largo del mismo se incluyen los fundamentos de las decisiones tomadas para el sistema final, en lo que respecta a la arquitectura de software.

El detalle completo de los diagramas de arquitectura elaborados puede ser consultado en Anexo 11: Detalle de diagramas arquitectónicos. En adición, se pueden consultar el detalle de los patrones arquitectónicos en Anexo 12: Estilos y patrones de arquitectura utilizados.

Finalmente, relacionado a la arquitectura también se implementaron algunos diagramas de interacción, con el objetivo de mostrar los principales procesos del sistema. El detalle se puede consultar en Anexo 13: Diagramas de interacción.

5.3.3.2. Requerimientos no funcionales

En el capítulo de Especificación de requerimientos se identificaron los atributos de calidad que el sistema debe presentar para satisfacer las necesidades del cliente. A continuación se describirá cómo fueron obtenidos.

Disponibilidad

Es la capacidad que tiene el sistema de mantener el nivel de *performance* especificado en caso de que ocurran fallas en él y cómo se recupera de las mismas.

El sistema cuenta con la tecnología que ofrecen los servidores y las máquinas virtuales en la nube. A través de Windows Azure [16], se obtiene un alto nivel de disponibilidad para la aplicación, permitiéndole ser accedida en cualquier momento y desde cualquier punto.

Como adición a lo anterior, se cuenta con un sistema de servidores redundantes, los cuales son provistos por la opción de alojamiento seleccionada. Se considera que si bien el sistema no resulta crítico para el negocio, éste debe estar disponible en el momento de ser accedido. Es aquí donde se puede ver el principal punto por el cual el equipo se inclina hacia Windows Azure [16] como método de hospedaje para la aplicación. El acuerdo de nivel de servicio (SLA) de Azure [17] es del 99,9%, por lo que se considera más que suficiente para cubrir las necesidades del sistema acorde con lo solicitado por el cliente. Para garantizar gran parte de la disponibilidad del sistema, se realizaron manejo de excepciones con bloques try-catch en todas las operaciones.

Aunque no se pueda garantizar la disponibilidad por parte del sistema, debido a que no se realizaron pruebas exhaustivas a lo largo de toda la aplicación y considerando que ésta no cuenta con un módulo de recuperación ante un fallo, se considera suficiente para esta primera instancia y acorde a las necesidades del negocio.

Portabilidad

Se refiere a la aptitud del sistema para ser utilizado en diferentes plataformas o sistemas operativos. La decisión que se tomó fue la implementación de la aplicación por medio de un *framework,* el cual responde a los diferentes exploradores disponibles en el mercado y soporta una gran gama de dispositivos para su visualización. Dentro del conjunto de dispositivos disponibles en el mercado, el sistema fue utilizado y su desempeño fue correcto, es decir, no presentó problemas en cuanto a la interfaz gráfica.

Los dispositivos mencionados anteriormente fueron: celulares y tabletas con sistema operativo Android en las versiones: Android 5.0, Lollipop, Android 4.4, KitKat y Android 4.1, Jelly Bean, así como también en sus pares con sistema operativo iOS en sus versiones: 2.8 iOS 8 y 2.7 iOS 7. Esto permite cumplir con los requerimientos de portabilidad especificados en Requerimientos no funcionales.

En adición al punto anteriormente mencionado, el sistema no utiliza lenguajes de programación como Flash, los cuales no son soportados por los dispositivos móviles mencionados.

Siendo un sistema que presenta operaciones que no utilizan algoritmos complejos, no se cuenta con restricciones por sistemas operativos, cantidad de memoria, espacio en disco u otras características propias de las máquinas donde el sistema estará en uso. La elección de un *template* reactivo al dispositivo donde se ejecuta la aplicación para implementar la solución de interfaz gráfica, soporta la visualización en diferentes dispositivos, permitiendo de esta manera el fácil acceso.

Modificabilidad

El sistema deberá cumplir con las buenas prácticas de desarrollo de software, considerando que es posible que se introduzcan nuevas funcionalidades a futuro. Se debe prever estos cambios y evaluar la asignación de responsabilidades a los componentes que corresponda.

Con el fin de garantizar el bajo impacto de los posibles cambios a introducir, se tomaron las siguientes decisiones:

- Distribución de la arquitectura en capas lógicas, de modo de segregar responsabilidades por módulo.
- Utilización del patrón de arquitectura Model View Controller [7], el cual garantiza una alta modificabilidad y fácil crecimiento horizontal del sistema con escaso impacto sobre los componentes existentes.
- Cumplimiento de los estándares existentes para el desarrollo de aplicaciones utilizando el *framework* ASP.NET [3].
- Se separa la aplicación en tres *namespaces*, cada uno con un conjunto de responsabilidades específicas.

Eficiencia

El atributo apunta a los tiempos de respuesta frente a un determinado evento o un conjunto de ellos.

Se buscó optimizar las funciones del sistema de modo tal que no se registren tiempos de latencia elevados, considerando estos como los pedidos que generen tiempos de espera mayor a los dos segundos. Los resultados de las pruebas de eficiencia realizadas al sistema se pueden observar en el Anexo 14: Pruebas de eficiencia del sistema, en el cual se detallan los casos probados. Este parámetro surge de los requerimientos no funcionales explicitados por el cliente. Gracias a la plataforma de alojamiento del sistema elegida, se utilizó el balanceador de carga que ésta provee, efectuándose de forma autónoma por la plataforma de Azure [16].

Por otra parte, con el fin aumentar la eficiencia, es importante que el sistema solo cargue los componentes del sitio solicitados por el usuario y no todos nuevamente. Esto fue logrado a través del uso de funciones *javascript* con llamados asincrónicos al servidor, utilizando tecnología Ajax.

Seguridad

Es la habilidad del sistema de restringir intentos de uso no autorizados mientras que se continúa ofreciendo el mismo nivel de servicio a los usuarios legítimos.

- Autenticación: El ingreso al sitio fue implementado utilizando un sistema de "logueo", en el que las credenciales ingresadas son validadas contra la información almacenada en la base de datos. Se estableció un *time-out* para las sesiones de veinte minutos, que corresponde al valor que se utiliza por defecto en el *framework* de .NET.
- Autorización: se cuenta con diferentes roles de permisos bien definidos, que son manejados de acuerdo a las operaciones que puede realizar cada usuario en la aplicación.

Usabilidad

Es la facilidad con la cual un usuario completa una tarea en el sistema. Para satisfacer este punto se tomaron las siguientes decisiones:

- Se optó por una solución de interfaz de usuario elegida conjuntamente con el cliente, buscando principalmente que las opciones de uso frecuentes se muestren claramente y sean accesibles.
- Se priorizó con el cliente el orden de los botones, pestañas, páginas y cursos normales de las diferentes opciones ofrecidas.

Para garantizar la usabilidad del sistema se respetaron los principios de usabilidad de Jakob Nielsen [19]. En Anexo 7: Principios de Jakob Nielsen aplicados al sistema, se detallan los principios de usabilidad aplicados al sistema.

5.3.3.2.1. Estilos y patrones utilizados

Al momento de definir una arquitectura, el equipo se concentró en los aspectos prioritarios, como lo son: mantenibilidad, modificabilidad y eficiencia.

Para desarrollar la estructura de la aplicación, se consideraron los siguientes factores:

- El tamaño del software no crecerá abruptamente.
- La cantidad de usuarios se mantendrá a lo largo del tiempo sin grandes variaciones.
- El contenido de la información que se maneja en el sistema, si bien debe ser protegido, no consta de datos críticos o secretos.
- Organizar el código por nivel de complejidad y tipo de funcionalidad.
- Posibilidad del crecimiento del sistema en un futuro.

A continuación se identifican los patrones utilizados. El detalle puede consultarse en Anexo 12: Estilos y patrones de arquitectura utilizados.

- Capas lógicas [7]
- MVC - Model View Controller [7]
- ORM - Object Relational Mapping [7]
- Unit of Work [7]

Los patrones ORM [7] y Unit of Work [7] son los utilizados de forma autónoma por Entity Framework [20] para la creación de la base de datos.

5.3.3.3. Mejoras a realizar en la arquitectura

En esta sección se detallan las mejoras identificadas en el diseño arquitectónico a incluir luego de esta primera etapa. Debido a las características del proyecto (en relación al tiempo y a los recursos), no fue posible incluirlas; sin embargo los mismos fueron identificados como futuras líneas de trabajo.

- **Creación de interfaces:** actualmente la comunicación entre los componentes del sistema no es efectuada a través de interfaces. Esto ocasiona un mayor acoplamiento, y por lo tanto mayor dependencia de cada componente con el resto. Como plan a futuro, se piensa incluir interfaces principalmente haciendo hincapié en las clases pertenecientes a la lógica de negocio, los controladores y las capas lógicas del sistema.
- **Módulo de recuperación ante fallos:** actualmente las excepciones están siendo controladas mediante bloques "*try-catch*". Sin embargo, es necesario incluir un módulo de recuperación automática de fallos, de modo de obtener mayor disponibilidad del sistema, permitiendo mantenerlo en línea aun cuando el mismo presente errores en sus operaciones.

- **División física en capas:** dadas las características del alojamiento seleccionado (Windows Azure [16]), el sistema puede dividirse físicamente a nivel de aplicación y base de datos. Únicamente exportando la capa de datos a otro servidor, se obtiene una división física del sistema. Esto permitiría aumentar la modificabilidad y seguridad del sistema.
- **Seguridad:** actualmente la seguridad del sistema consiste en la autenticación y autorización de usuarios a través de variables de sesión. Si bien dadas las características del sistema y del negocio (no contiene información crítica) no es estrictamente necesario implementar mayores niveles de seguridad, se considera importante abordar nuevamente este aspecto. Previo a la implantación definitiva del sistema, se incluirá un módulo de seguridad, que permita la encriptación de la información privada de usuarios y alumnos. El equipo realizará una investigación para determinar las mejores opciones disponibles e implementar los cambios necesarios.
- **Transaccionalidad:** con el fin de garantizar la integridad de la información almacenada, es necesario realizar las operaciones de forma atómica; es decir en forma de transacción. Si en el transcurso de una operación se detecta una falla, toda la transacción es descartada, y la información conserva su consistencia. Se plantea como futura línea de trabajo la investigación sobre la transaccionalidad, las tecnologías que brindan este beneficio y cómo puede ser controlada.

5.3.4. Iteraciones de desarrollo

En esta sección se realiza una breve descripción de las principales conclusiones obtenidas en cada Sprint. Para consultar el análisis completo realizado luego de cada iteración puede consultar el Anexo 15: Análisis de iteraciones.

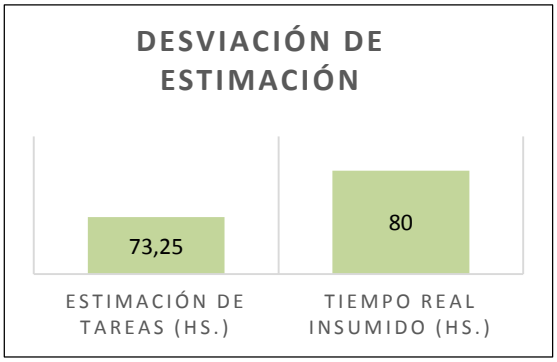
5.3.4.1. Sprint 1

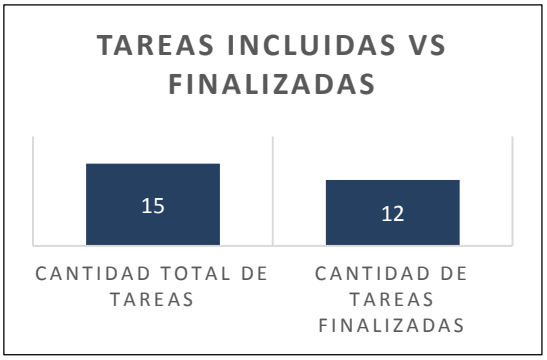
5.3.4.1.1. Resumen del análisis

En este capítulo se resumen los resultados y métricas obtenidas en el Sprint 1. Para consultar el detalle completo de dicho análisis, véase Anexo 15: Análisis de iteraciones.

De acuerdo al registro de horas correspondiente al Sprint 1, se invirtieron 94 horas en lo que respecta al proyecto, tomando en cuenta la totalidad de los recursos.

En lo que respecta a las actividades técnicas, a continuación se presentan las gráficas con el detalle de las desviaciones de las estimaciones, la cantidad de tareas implementadas y la cantidad de *bugs* resueltos.





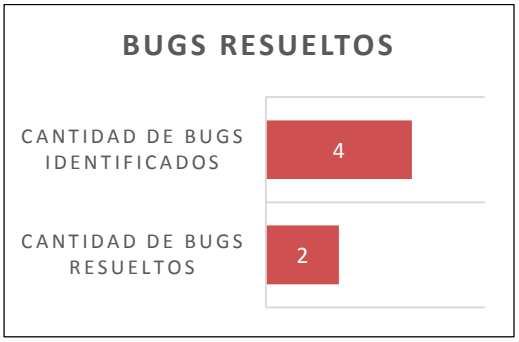


Ilustración 5-2 Resultados obtenidos en el Sprint 1.

5.3.4.1.2. Conclusiones extraídas

Como conclusión general se puede destacar una baja desviación en lo que respecta a las horas insumidas y estimadas en el Sprint. Sin embargo, las desviaciones más importantes están relacionadas a la incapacidad de finalizar la iteración, con tres tareas parcialmente implementadas. Con el fin de elaborar un plan de acción que permita mantenerse al día con la planificación, el equipo se propuso elaborar el siguiente Sprint con una menor carga horaria estimada, así como también sobre estimar las tareas para tener en cuenta los errores en las estimaciones y así alcanzar a completar el Sprint 2.

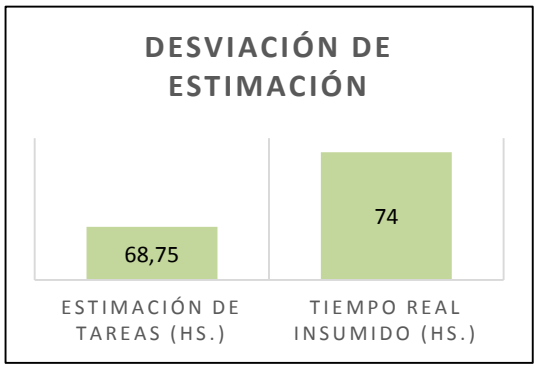
5.3.4.2. Sprint 2

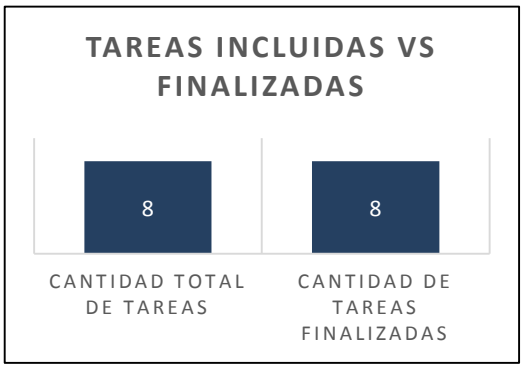
5.3.4.2.1. Resumen del análisis

En este capítulo se resumen los resultados y métricas realizadas en el Sprint 2. El detalle completo puede ser consultado en Sprint 2.

De acuerdo al registro de horas correspondiente al Sprint 2, se insumieron 130,5 horas en lo que respecta al proyecto.

En las gráficas presentadas a continuación se puede apreciar las desviaciones en las estimaciones para las tareas incluidas en el Sprint, así como también el detalle de la cantidad de tareas finalizadas y bugs resueltos.





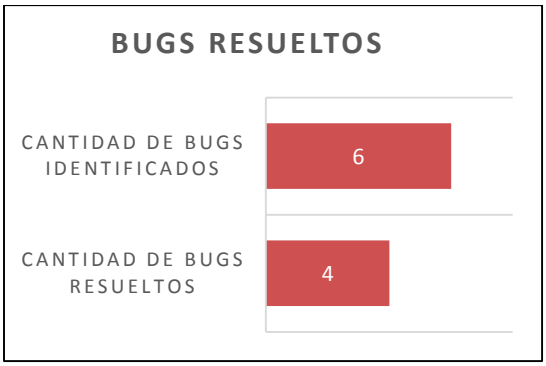


Ilustración 5-3 Resultados obtenidos en el Sprint 2.

5.3.4.2.2. Conclusiones extraídas

Si bien la desviación en horas fue mayor a la del Sprint anterior (5,25 contra 1,75), la experiencia del equipo, junto con la correcta ejecución del plan de acción permitió realizar estimaciones más cercanas a la realidad.

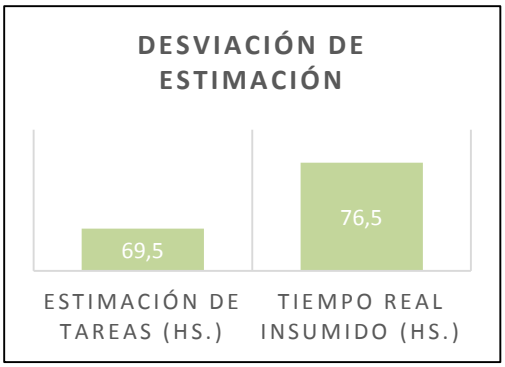
5.3.4.3. Sprint 3

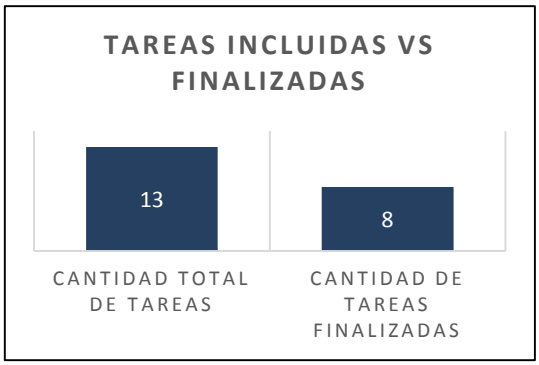
5.3.4.3.1. Resumen del análisis

En este capítulo se resumen los resultados y métricas obtenidas en el Sprint 3. El detalle completo puede ser consultado en Sprint 3.

De acuerdo al registro de horas correspondiente al Sprint 3, se invirtieron 114 horas en lo que respecta al proyecto, tomando en cuenta la totalidad de los recursos. En este sprint también se realizaron una significativa cantidad de horas adicionales a las estimadas inicialmente.

En las gráficas presentadas a continuación puede visualizarse algunos de los resultados obtenidos luego del análisis del Sprint.





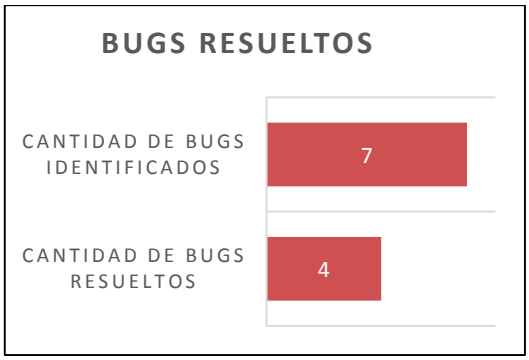


Ilustración 5-4 Resultados obtenidos en el Sprint 3.

5.3.4.3.2. Conclusiones extraídas

Como conclusión se puede afirmar que la dedicación de horas en tareas de desarrollo fue mayor a la estimada, y sin embargo, no se pudieron finalizar todos los casos de uso planificados. Se relaciona a errores de estimación, así como también a la baja disponibilidad en los primeros días del Sprint, en donde se visualiza en el gráfico de *burndown chart* una meseta importante, que luego del quinto día de la iteración, disminuye bruscamente. En adición se insumieron algunas horas en la resolución de fallas importantes, que no permitió finalizar con las tareas del Sprint.

Como plan de acción para el siguiente Sprint se resolvió aumentar la disponibilidad de horas para tareas de implementación, sacrificando horas de otras actividades en caso de ser necesario.

5.3.4.4. Sprint 4

5.3.4.4.1. Resumen del análisis

En este capítulo se resumen los resultados y métricas obtenidas para el Sprint 4. El detalle completo puede ser consultado en Sprint 4.

De acuerdo al registro de horas correspondientes al Sprint 4, se insumieron 90,5 horas en lo que respecta al proyecto, tomando en cuenta la totalidad de los recursos disponibles.

En las gráficas a continuación se puede apreciar un resumen de los resultados obtenidos en lo que respecta a las actividades y tareas de desarrollo.

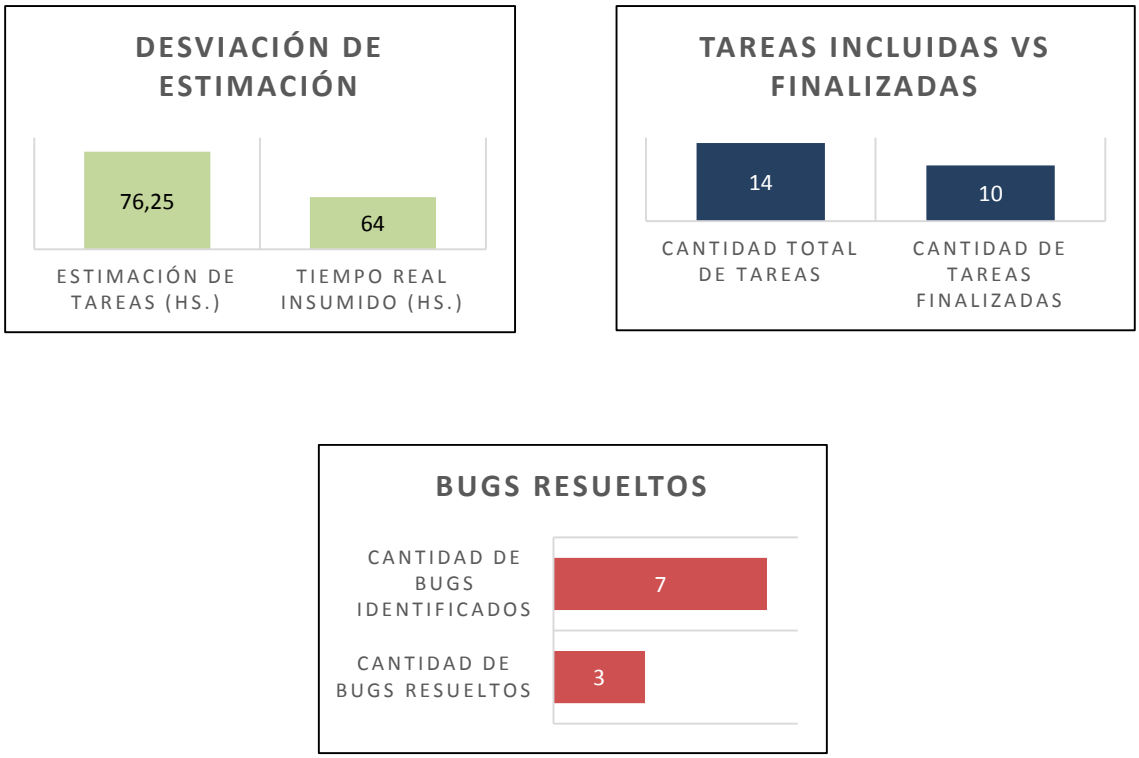


Ilustración 5-5 Resultados obtenidos en el Sprint 4.

5.3.4.4.2. Conclusiones extraídas

En este Sprint se insumieron una menor cantidad de horas de las inicialmente estimadas, y no se pudieron completar las funcionalidades planificadas. Se puede apreciar que si bien se visualiza un aumento en la experiencia de estimaciones, en este Sprint se detectaron desviaciones importantes, que pueden haberse ocasionado por dificultades adicionales en la tecnología para implementar las funcionalidades incluidas.

Debido a estas desviaciones se realizó un plan de acción para el Sprint siguiente, tomando como medida principal un aumento en la capacidad del equipo para evitar grandes desviaciones y tener que reducir el alcance del proyecto.

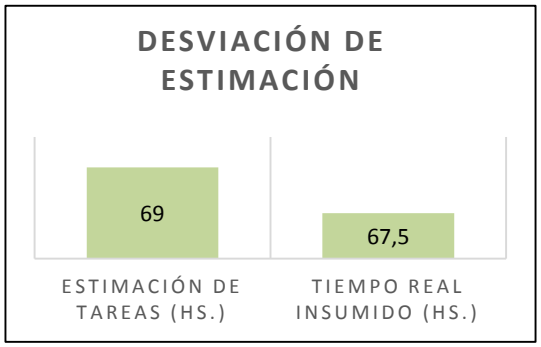
5.3.4.5. Sprint 5

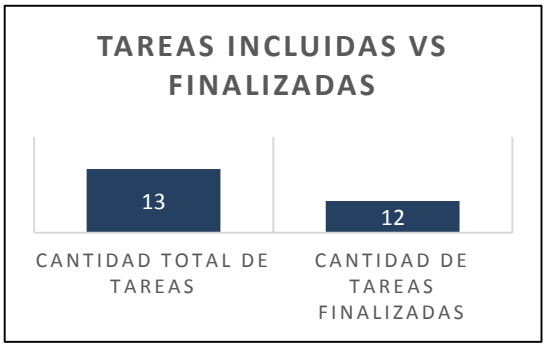
5.3.4.5.1. Resumen del análisis

En este capítulo se resumen los resultados y métricas obtenidas para el Sprint 5. El detalle completo puede ser consultado en Sprint 5.

De acuerdo al registro de horas correspondiente al Sprint 5, se insumieron 96 horas en el proyecto, tomando en cuenta la totalidad de los recursos humanos.

Las gráficas presentadas a continuación muestran la experiencia adquirida por los integrantes del equipo, principalmente de la tecnología de desarrollo utilizada, pero también de los tiempos que requieren cada tarea en particular.





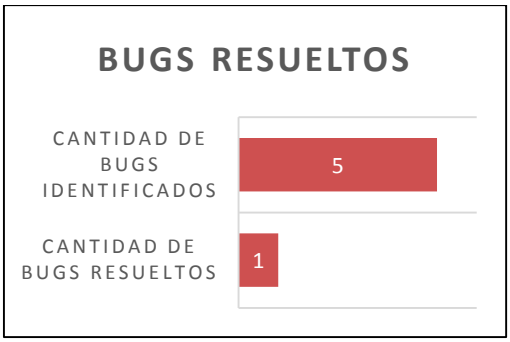


Ilustración 5-6 Resultados obtenidos en el Sprint 5.

5.3.4.5.2. Conclusiones extraídas

En este Sprint se detectaron grandes mejoras en lo que respecta a las estimaciones. En esta iteración se culminaron las funcionalidades principales del sistema, quedando únicamente algunas más pequeñas por completar, y ciertos detalles visuales a mejorar para poder entregar un producto con mayor nivel de calidad.

Por otro lado, se logró implementar el plan de acción elaborado en el Sprint 4, aumentando la capacidad del equipo, y permitiendo mantenerse según la planificación.

5.3.4.6. Sprint 6

5.3.4.6.1. Resumen del análisis

En este capítulo se detalla un resumen de los resultados de métricas obtenidas para el Sprint 6. El detalle completo puede ser consultado en Sprint 6.

De acuerdo al registro de horas correspondiente al Sprint 6, se insumieron 102 horas en el proyecto, tomando en cuenta todas las actividades y recursos del mismo.

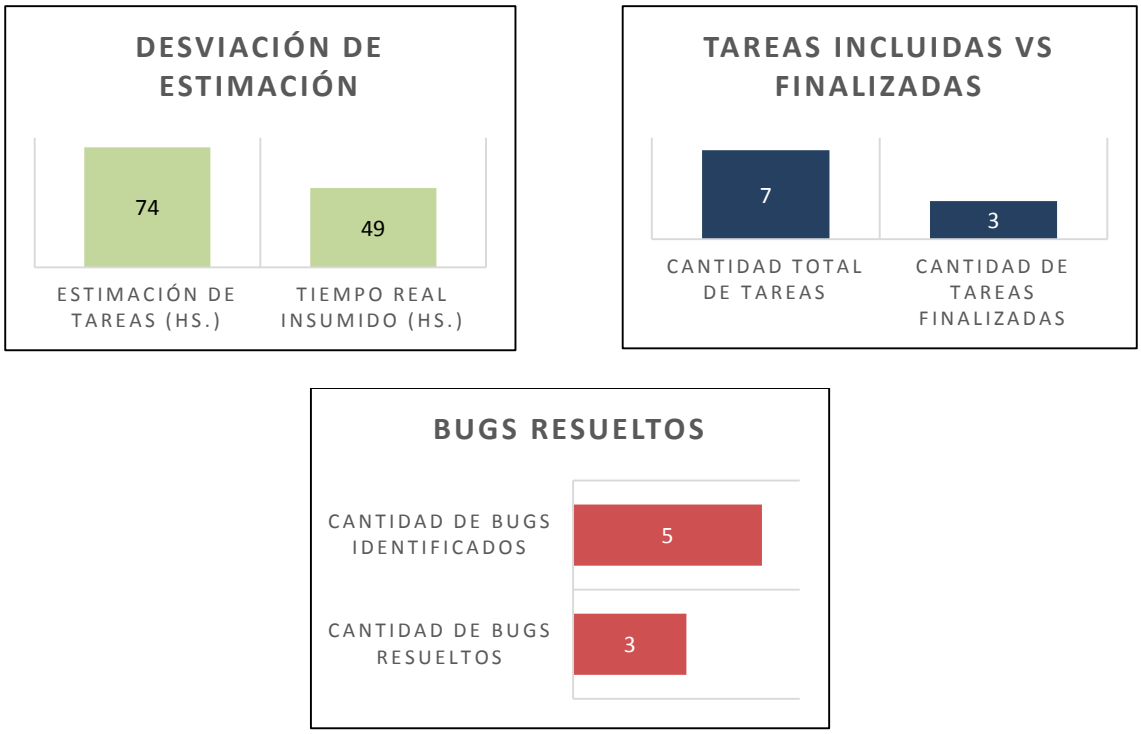


Ilustración 5-7 Resultados obtenidos en el Sprint 6.

5.3.4.6.2. Conclusiones extraídas

Como conclusión de este Sprint, es importante destacar que gran parte de las horas consumidas en desarrollo fueron utilizadas para mejorar la calidad y finalizar por completo algunas funcionalidades que quedaron sin completarse. Esto se debe a que ya se están comenzando a refinar los detalles más importantes, dado que únicamente restan dos Sprints de desarrollo.

Por otro lado, se elaboró un plan de acción para futuros Sprints, en donde se plantea modificar la forma en que se evalúa la completitud de un caso de uso, es decir, realizar una mayor cantidad de pruebas antes de asegurar que el mismo se encuentra finalizado. Esto permitirá disminuir las horas de re trabajo.

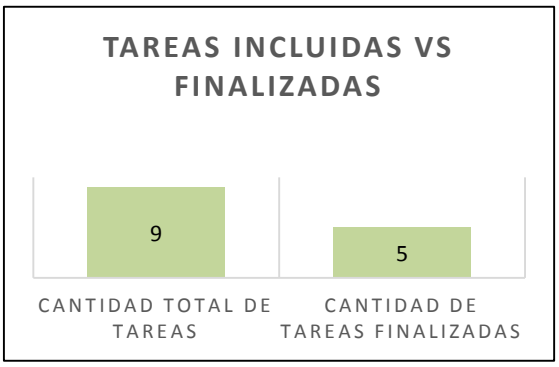
5.3.4.7. Sprint 7

5.3.4.7.1. Resumen del análisis

En este capítulo se resumen los resultados de métricas obtenidas para el Sprint 7. El detalle completo puede ser consultado en Sprint 7.

De acuerdo al registro de horas correspondientes al Sprint 7, se insumieron 99 horas en el proyecto.

En las gráficas presentadas a continuación se puede visualizar una significativa desviación en lo que respecta a las horas estimadas y las realmente insumidas en tareas de desarrollo. Es importante tener en cuenta que en la misma no están contabilizadas las horas insumidas en la corrección de fallas. Tal como se puede visualizar en la gráfica de bugs, se destinaron una significativa porción de horas a la resolución de errores, permitiendo quedarse sin bugs detectados.



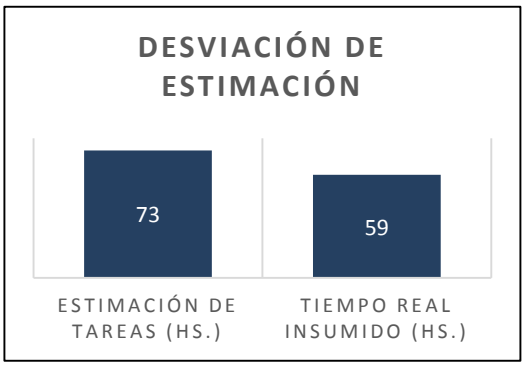


Ilustración 5-8 Resultados obtenidos en el Sprint 7.

5.3.4.7.2. Conclusiones extraídas

En este Sprint se buscó alcanzar una estabilidad en la versión obtenida hasta el momento, reduciendo la cantidad de errores, y mejorando la usabilidad del sistema. Si bien la dedicación total fue menor a la estimada, las conclusiones extraídas son positivas, alcanzando un nivel aceptable en lo que respecta a los objetivos planteados por el equipo.

Teniendo en cuenta que se dispone de una iteración más, se buscará mejorar aún más el estado del sistema, así como también incorporar algunas tareas que permitan brindarle un valor adicional a la empresa, y que aporten en la toma de decisiones.

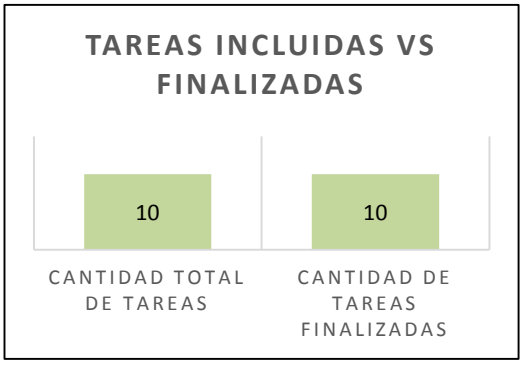
5.3.4.8. Sprint 8

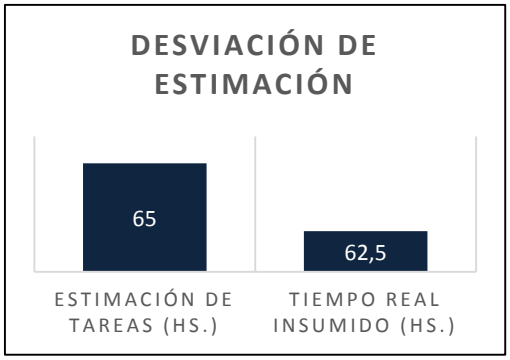
5.3.4.8.1. Resumen del análisis

En este capítulo se resumen los resultados de métricas obtenidas para el Sprint 8. El detalle completo puede ser consultado en Sprint 8.

De acuerdo al registro de horas correspondientes al Sprint 8, se insumieron 96 horas en el proyecto.

En los gráficos presentados a continuación se puede visualizar que todas las tareas planificadas fueron finalizadas en el transcurso de la iteración, y que a su vez se pudieron corregir todas las fallas identificadas hasta el momento. En adición, la desviación entre el tiempo estimado e insumido es baja, mostrando un aprendizaje, tanto en lo que respecta a la tecnología, como al proceso de estimación utilizado.





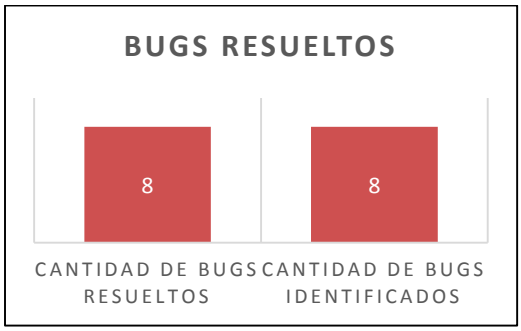


Ilustración 5-9 Resultados obtenidos en el Sprint 8.

5.3.4.8.2. Conclusiones extraídas

En este sprint se finalizaron las iteraciones de desarrollo, completando parte de las pruebas de las principales funcionalidades, llegando a tener una versión estable. Sin embargo, cabe destacar que dadas las características del equipo no fue posible implementar un mecanismo de pruebas exhaustivas de la aplicación para asegurar una estabilidad completa del sistema. Este punto se profundizará luego de finalizada la primera etapa del proyecto, con el fin de transformarlo en un sistema de implantación.

5.4. Conclusiones y lecciones aprendidas de la solución de software

Como conclusión y lecciones aprendidas sobre la solución de software implementada, principalmente refiriéndose a las actividades técnicas se destacan:

Plataforma web: el objetivo establecido en el proyecto relacionado al aprendizaje de una nueva tecnología de desarrollo, permitió generar experiencia específicamente en ASP.NET [3], y haciendo foco en el *framework* Model View Controller [4].

Base de datos: la utilización de Entity Framework [20] permitió una ágil implementación de la solución de base de datos. Se incorporan al proyecto las ventajas que brinda dicha solución en relación al diseño y las buenas practicas relativas al almacenamiento de datos.

Hosteo de aplicaciones: el equipo adquirió conocimiento sobre la comunicación entre los servidores de aplicaciones y los clientes web, permitiendo alojar un sistema para ser accedido desde otras máquinas.

Alojamiento en Azure [16]: luego de analizar opciones de alojamiento, se llegó a la conclusión de que hostear una aplicación en la nube traería múltiples ventajas (véase Base de datos en la nube vs base de datos en disco). El equipo generó experiencia en el uso de esta plataforma para el hosteo de aplicaciones.

Adquisición del template: con el fin de obtener una interfaz de usuario amigable y con aspecto profesional, se optó por la adquisición de un *template* con tecnología Boostrap [5], que posee componentes con efectos gráficos, que satisficieron las expectativas del equipo y del cliente final. Estas características hubiesen insumido gran esfuerzo en caso de ser desarrolladas completamente por el equipo.

Adaptación del sistema a dispositivos móviles: el análisis realizado sobre las ventajas y desventajas de implementar un diseño *responsive* en lugar de una aplicación nativa en una tecnología específica (en este caso Android), resultó en la utilización del *template* para la solución móvil. Las principales ventajas obtenidas están relacionadas a la reutilización del código ya implementado, únicamente realizando pequeños ajustes, permitiendo la reducción de riesgos por falta de conocimiento en la utilización de una nueva tecnología. En adición, el sistema podrá ser accedido desde cualquier navegador, sin importar el sistema operativo del dispositivo.

6. Gestión del Proyecto

6.1. Introducción

El proyecto utilizó una metodología híbrida, en donde se seleccionó una metodología tradicional para la gestión del proyecto y una metodología con lineamientos ágiles para el desarrollo del producto.

En este capítulo se detallan todas las actividades relacionadas a la gestión del proyecto, tales como la metodología para el proceso y el producto, el ciclo de vida, el cronograma inicial estimado y final, las mediciones de las estimaciones y sus resultados, detalle de gestión de los riesgos, la calidad, la comunicación y la configuración.

6.2. Metodología

6.2.1. Introducción

En esta sección se detalla la metodología utilizada en el proyecto, tanto para las actividades relativas al proceso como las del producto. Para las actividades del proceso se seleccionó una metodología tradicional; ya que se conocieron en un principio la mayor parte de los requerimientos a implementar. Por otro lado, para las actividades del producto, se seleccionaron lineamientos agiles, específicamente de la metodología Scrum [1]. A continuación se presenta la justificación de la metodología seleccionada.

6.2.2. Gestión del proyecto

Se utilizó un enfoque tradicional para la gestión de proyectos debido a ciertas características identificadas que fueron clave para la selección de este enfoque.

- Como primer característica del proyecto es importante destacar la reducida cantidad de integrantes del equipo y la escasa duración del proyecto, factores que dificultan la capacidad de soportar grandes cambios funcionales o de alcance durante su ejecución. Esto implicó un esfuerzo adicional al comienzo del proyecto para evitar posteriores modificaciones.
- Otra característica que justifica la decisión tomada está relacionada con el conocimiento prematuro y orden de los requerimientos solicitados por el cliente, con quien se establecieron las prioridades y se compartió el alcance de esta primera fase.
- Por último, debido a la cantidad de tareas a realizar para completar los requisitos académicos, así como también cumplir con los objetivos del producto, fue necesaria una planificación del proyecto para asegurar el buen desempeño y cumplimiento de todas las actividades.

Se realizó la especificación de requerimientos junto con los casos de uso, utilizados como herramienta para la planificación y el análisis de la interacción entre el sistema y el usuario.

Cabe aclarar que luego de especificadas las funcionalidades se utilizaron lineamientos de Scrum [1] (véase Qué es Scrum?) para la división de las tareas en iteraciones. Esto funcionó como nexo entre la especificación de requerimientos formal y el desarrollo de software (véase Justificación de la selección de la metodología).

6.2.3. Desarrollo de software

En lo que respecta al desarrollo de software se tomaron ciertos lineamientos de las metodologías ágiles. Particularmente se utilizaron premisas de Scrum [1], metodología conocida y utilizada por los integrantes del equipo en numerosas instancias, tanto académicas como laborales.

6.2.3.1. Qué es Scrum?

Scrum es un proceso en el que se emplean un conjunto de buenas prácticas para trabajar en equipo de forma colaborativa, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto [21].

Se realizan entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al receptor del proyecto [21].

Algunos características esenciales de Scrum son [22]:

- El equipo recibe objetivos claros.
- Se organiza en función del trabajo a realizar.
- Se entregan con regularidad las funcionalidades más valiosas.
- Se recibe retroalimentación de individuos que se encuentran fuera del equipo.
- Se reflexiona sobre su manera de trabajar, con el objetivo de mejorar.

6.2.3.2. Justificación de la selección de la metodología

A partir de la definición y principales características presentadas anteriormente, es que se justifica la utilización de ciertas premisas de esta metodología ágil para el desarrollo del proyecto. Gracias al concepto de agilidad orgánica [23] es que se pueden realizar entregables funcionales al cliente luego de cada iteración, permitiendo disminuir la ansiedad y mitigando los riesgos de implementar un producto incorrecto, gracias a la temprana retroalimentación del cliente. Este concepto refiere a la división transversal de las actividades de un proyecto de *software*, permitiendo incluirlas de forma tal que en una iteración se puedan reflejar una porción de todas las actividades del proyecto [22].

En adición, se incorporaron las reuniones típicas de Scrum [1] (Adaptación de Scrum al proyecto), permitiendo una continua comunicación con el cliente y fomentando la adquisición de experiencia en lo que respecta al trabajo en equipo.

Scrum se basa en el Manifiesto Ágil ("Manifesto for Agile Software Development" [24]), algunos de los cuales fueron importantes como justificación para la utilización de esta metodología:

- **Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas**: la comunicación fluida entre los integrantes del equipo de desarrollo resultó un aspecto esencial. Para ello se establecieron mecanismos y medios de comunicación para mantener un diálogo fluido y constante entre ambos integrantes.

- **Respuesta ante el cambio sobre seguir un plan:** debido al poco tiempo del proyecto, fue necesario mantener el dinamismo en los procesos de respuesta. No es posible seguir un plan estricto y poder efectuar los cambios de forma sencilla y con pronta visibilidad al cliente.
- **Colaboración con el cliente sobre negociación contractual:** dado el vínculo con el cliente, se priorizó la colaboración de forma de mantener la satisfacción y mejorar los procesos internos.

6.2.3.3. Adaptación de Scrum al proyecto

Tal como se mencionó anteriormente, se seleccionaron ciertos lineamientos de Scrum [1] que fueron útiles para la realización del proyecto. En este capítulo se detallarán los artefactos, roles y reuniones propios de Scrum [1] que fueron utilizados y adaptados en el proyecto.

6.2.3.3.1. Artefactos

Sprint: se utilizó el concepto de Sprint o Iteración con el fin de dividir el proyecto en porciones más pequeñas, con el objetivo final de obtener en cada una de ellas, una versión intermedia del producto final. La duración de cada Sprint fue de dos semanas y se realizaron ocho Sprints en todo el Proyecto.

Sprint Burndown Chart: se utilizaron gráficas para mostrar el avance del Sprint.

Entregable: se obtiene como salida del Sprint; con el objetivo de hacer tangible el avance del proyecto.

6.2.3.3.2. Roles

Scrum Team: es el equipo del proyecto quien tiene la autoridad para decidir cómo organizarse para cumplir con los objetivos de un Sprint. Algunas de las tareas del equipo son la estimación del esfuerzo y análisis de las tareas del Sprint Backlog.

Customer: es el cliente. Éste participó en la definición y priorización de los requerimientos a incluir en la primera fase del Proyecto. En este proyecto Marco Moscardi y Mercedes Remedi (Directores del Instituto INC) fueron quienes cumplieron el rol de Customer.

6.2.3.3.3. Reuniones

Planning Meetings: esta reunión permitió la división de las tareas de cada Sprint, ordenando según la prioridad establecida en conjunto con el cliente. En adición fueron utilizadas para re- estimar las tareas a implementar en la iteración.

Daily Meetings: diariamente el equipo participaba de reuniones para reportar el avance e identificar impedimentos. Algunas se realizaron de forma presencial y otras a de forma remota. Las herramientas utilizadas pueden consultarse en Canales de comunicación utilizados.

Review Meetings: luego de cada Sprint el equipo realizó reuniones enfocadas en el producto para verificar el avance de la iteración contra los objetivos iniciales de la misma.

Retrospective Meetings: luego de cada Sprint el equipo realizó reuniones enfocadas en el proceso, con el fin de comentar los puntos positivos, negativos y aquellos que se pueden mejorar para el próximo Sprint. Estas reuniones fueron informales, por lo cual no se establecieron registros de las mismas.

6.2.3.4. Ciclo de vida

6.2.3.4.1. Introducción

Para la ejecución del proyecto se optó por un ciclo de vida incremental e iterativo [2]. A continuación se realiza una justificación de la decisión tomada.

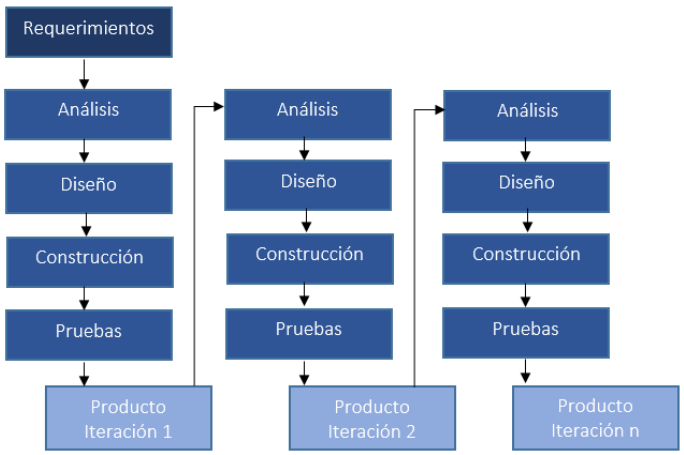


Ilustración 6-1 Ciclo de vida incremental e iterativo [2].

6.2.3.4.2. Justificación del ciclo de vida seleccionado

El ciclo de vida incremental e iterativo permite realizar una división del proyecto en un conjunto de iteraciones más pequeñas, y justificando la agilidad orgánica que se comentó anteriormente (Justificación de la selección de la metodología). Este ciclo de vida también colabora en la mitigación de uno de los riesgos más importantes del proyecto: la falta de experiencia en la tecnología de desarrollo, dado que permite una división del problema en otros más pequeños, y por tanto más sencillos de solucionar.

Por otro lado también soporta las entregas de software funcionando en cada iteración, mitigando los principales riesgos en etapas tempranas del proyecto y obteniendo retroalimentación luego de cada iteración.

Por último, se incluye la posibilidad de realizar cambios en los requerimientos durante la ejecución del proyecto, dado que el proceso de análisis se ejecuta en cada iteración. Si bien se comentó anteriormente que dadas las características del equipo no es posible soportar grandes modificaciones de las funcionalidades del negocio durante su ejecución, se deben abrazar aquellos cambios inevitables, propios de cualquier mal entendimiento o cambio repentino por parte del cliente.

Por otro lado, deben estar contempladas en las etapas de análisis de cada iteración aquellos ajustes o divisiones de las tareas de una funcionalidad (casos de uso) que no fueron divididas en el comienzo del proyecto y que son necesarias para asegurar la atomicidad de las tareas de desarrollo.

Tal como se muestra en la **Ilustración 6-1** de la sección anterior (Introducción), las etapas de diseño, construcción y pruebas también se ven reflejadas en cada iteración. Esto permite que cada entregable mantenga un nivel de calidad aceptable como entrada a la próxima iteración.

6.3. Cronograma

6.3.1. Introducción

Al comienzo del proyecto se realizó un cronograma inicial, estimando todas las actividades importantes del proyecto para luego compararlas con el cronograma real.

A continuación se detallan ambos calendarios, en donde se visualiza claramente las diferencias resultantes del estimado y el final.

6.3.2. Calendario inicial

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Horas
Sprint 0 (Investigación, Análisis y Documentación)	**34 días**	**mar 16/09/14**	**dom 19/10/14**	
Sprint 1	**14 días**	**lun 20/10/14**	**dom 02/11/14**	**106 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 20/10/14	dom 02/11/14	73,4 horas
Documentación y gestión	14 días	lun 20/10/14	dom 02/11/14	32,6 horas
Sprint 2	**14 días**	**lun 03/11/14**	**dom 16/11/14**	**106 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 20/10/14	dom 02/11/14	73,4 horas
Documentación y gestión	14 días	lun 20/10/14	dom 02/11/14	32,6 horas
Sprint 3	**14 días**	**lun 17/11/14**	**dom 30/11/14**	**106 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 17/11/14	dom 30/11/14	73,4 horas
Documentación y gestión	14 días	lun 17/11/14	dom 30/11/14	32,6 horas
Sprint 4	**14 días**	**lun 01/12/14**	**dom 14/12/14**	**106 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 01/12/14	dom 14/12/14	73,4 horas
Documentación y gestión	14 días	lun 01/12/14	dom 14/12/14	32,6 horas
Sprint 5	**14 días**	**lun 15/12/14**	**dom 28/12/14**	**70 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 15/12/14	dom 28/12/14	49 horas

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Horas
Documentación y gestión	14 días	lun 15/12/14	dom 28/12/14	21 horas
Sprint 6	**14 días**	**lun 29/12/14**	**dom 11/01/15**	**70 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 29/12/14	dom 11/01/15	49 horas
Documentación y gestión	14 días	lun 29/12/14	dom 11/01/15	21 horas
Sprint 7	**14 días**	**lun 12/01/15**	**dom 25/01/15**	**106 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 12/01/15	dom 25/01/15	73,4 horas
Documentación y gestión	14 días	lun 12/01/15	dom 25/01/15	32,6 horas
Sprint 8	**14 días**	**lun 26/01/15**	**dom 08/02/15**	**96 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 26/01/15	dom 08/02/15	65,4 horas
Documentación y gestión	14 días	lun 26/01/15	dom 08/02/15	30,6 horas
Estabilización y documentación final	**24 días**	**lun 09/02/15**	**mié 04/03/15**	

Tabla 6-1 Estimación del calendario.

6.3.3. Calendario final

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Horas
Análisis de requerimientos	13 días	jue 18/09/14	mar 30/09/14	27 horas
Especificación de requerimientos	31 días	dom 21/09/14	mar 21/10/14	43,5 horas
Investigación	117 días	sáb 27/09/14	mié 21/01/15	78,5 horas
Gestión de riesgos	149 días	lun 22/09/14	mar 17/02/15	9,5 horas
Gestión de la calidad	126 días	mié 15/10/14	mar 17/02/15	10 horas
Gestión de la configuración	112 días	lun 20/10/14	dom 08/02/15	8,5 horas
Gestión de la comunicación	112 días	lun 20/10/14	dom 08/02/15	8 horas
Gestión del proyecto	137 días	sáb 18/10/14	mar 03/03/15	52,5 horas
Documentación del proyecto	143 días	dom 28/09/14	mar 17/02/15	134,5 horas
Arquitectura y diseño	110 días	vie 10/10/14	mar 27/01/15	8 horas
Sprint 1	**14 días**	**lun 20/10/14**	**dom 02/11/14**	**81 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 20/10/14	dom 02/11/14	81 horas
Sprint 2	**14 días**	**lun 03/11/14**	**dom 16/11/14**	**78,5 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 20/10/14	dom 02/11/14	78,5 horas
Sprint 3	**14 días**	**lun 17/11/14**	**dom 30/11/14**	**87 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 17/11/14	dom 30/11/14	87 horas
Sprint 4	**14 días**	**lun 01/12/14**	**dom 14/12/14**	**64,5 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 01/12/14	dom 14/12/14	64,5 horas

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Horas
Sprint 5	**14 días**	**lun 15/12/14**	**dom 28/12/14**	**75 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 15/12/14	dom 28/12/14	75 horas
Sprint 6	**14 días**	**lun 29/12/14**	**dom 11/01/15**	**70 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 29/12/14	dom 11/01/15	70 horas
Sprint 7	**14 días**	**lun 12/01/15**	**dom 25/01/15**	**63 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 12/01/15	dom 25/01/15	63 horas
Sprint 8	**14 días**	**lun 26/01/15**	**dom 08/02/15**	**62,5 horas**
Desarrollo y pruebas	14 días	lun 26/01/15	dom 08/02/15	62,5 horas
Acondicionamiento del entregable final	23 días	mar 17/02/15	mié 11/03/15	50 horas

Tabla 6-2 Calendario final.

Con el objetivo de mantener un registro del tiempo insumido para cada una de las actividades del proyecto, así como también poder realizar mediciones cuantitativas sobre el tiempo insumido en dichas actividades, se llevó un registro de las horas trabajadas en cada día del proyecto. El detalle puede consultarse en una planilla externa al documento disponible en Registro de horas del proyecto.

6.3.4. Conclusiones

Como conclusión al proceso de gestión del calendario se puede apreciar que, si bien las horas insumidas en relación a las estimadas variaron (véase Conclusiones del esfuerzo del proyecto), las fechas se mantuvieron acordes a lo planificado.

Este último detalle está relacionado a que la duración y fechas establecidas para las iteraciones no se modificaron (premisa de la metodología Scrum [1]), y por lo tanto las actividades se desarrollaron, en su mayoría dentro el tiempo planificado.

6.4. **Esfuerzo**

6.4.1. Introducción

La estimación total del proyecto se compone de la estimación del producto y del proceso (tareas de gestión).

En este capítulo se detalla el proceso utilizado para ambas estimaciones, y el proceso de aprendizaje en la conclusión.

6.4.2. Estimación del producto

6.4.2.1. Introducción

La estimación del producto fue realizada en múltiples etapas:

- Al iniciar el proyecto, en donde se determinó a alto nivel la estimación de todas las funcionalidades relevadas y se realizó un primer cálculo para medir el tiempo estimado en las actividades de desarrollo (el detalle de esta estimación puede ser consultado en el anexo Primera estimación).
- Luego de cada iteración, tomando y re-estimando únicamente las funcionalidades a incluir en el siguiente Sprint (el detalle de la estimación por Sprint se puede consultar en Anexo 15: Análisis de iteraciones).
- Luego del cuarto Sprint, para tener una noción más certera del alcance final que se incluiría en el Proyecto, luego de finalizada la mitad de las iteraciones (el detalle de esta estimación se puede consultar en el anexo Segunda estimación).

6.4.2.2. Proceso de estimación

6.4.2.2.1. Unidad de medida

Inicialmente el equipo consideró realizar una estimación medida a través de la complejidad (*story points*). Debido a la falta de experiencia en la tecnología utilizada y la magnitud de las funcionalidades a estimar, resultó muy difícil poder realizarlo a través de la complejidad de las tareas. Es por esto que se decidió utilizar una unidad de medida que resulte más sencilla para el equipo, y a través de la cual se obtengan resultados claros. Finalmente se decidió utilizar Ideal Time, que tiene como premisas los siguientes puntos [25]:

- Tomar cada caso de uso como lo único en lo que se debe trabajar.
- No se tendrán interrupciones al momento de realizarlo.
- Se tiene todo lo necesario para trabajar.

6.4.2.2.2. Técnica de medición

Inicialmente se realizó una estimación a alto nivel; es decir tomando los casos de uso como fuente de medición. Para facilitar el proceso, el equipo decidió utilizar algunas de las estrategias de Planning Poker [26], en donde si bien la estimación se realiza en esfuerzo y no en horas, se toma el caso de uso de menor complejidad, y al mismo se le asigna la menor medida de esfuerzo utilizada. Realizando una analogía con este mecanismo de estimación, para este proyecto se utilizó el mismo criterio; se tomó el caso de uso de menor complejidad, al cual se le asignó inicialmente una hora de implementación. A continuación, se realizó la estimación de todos los casos de uso de los requerimientos relevados.

Posteriormente se realizó una segunda estimación, pero ahora dividiendo cada caso de uso en las principales tareas identificadas:

- **Implementación:** desarrollo del caso de uso.
- **Test unitario:** pruebas realizadas por el desarrollador para verificar que los resultados obtenidos se alineen con los esperados.

- **Creación de casos de prueba:** el integrante contrario realiza los casos de prueba que desea testear sobre la funcionalidad que desarrolló su compañero, pensando en los cursos normales y alternativos para realizar pruebas completas. Dadas las dificultades de tiempo y recursos, resultó imposible realizar un documento formal de los casos de prueba creados, y éstos fueron realizados sin demasiado detalle, para obtener un correcto funcionamiento del caso de uso en cuestión.
- **Ejecución de los casos de prueba:** el integrante contrario ejecuta los casos de prueba que creó anteriormente y detecta posibles desviaciones o comportamientos inesperados.
- **Regresión:** se realiza una prueba rápida (Smoke Test) sobre el resto de las funcionalidades, para asegurarse que el caso de uso implementado no haya alterado el comportamiento del resto de la aplicación.

Este mecanismo de estimación por tareas para cada caso de uso, únicamente se implementó en la primera estimación, dado que no se tenía conocimiento del tiempo que insumiría cada tarea. Luego de adquirir mayor experiencia en el proceso, no fue necesaria la división explícita por tarea.

6.4.2.3. Disponibilidad estimada de los integrantes del equipo

Luego de haber identificado todos los casos de uso, se realizó un análisis de las horas promedio disponibles para cada integrante del equipo en cada Sprints (5 Sprints para el componente web y 3 Sprints para el componente móvil) con el fin de concluir en una primera estimación si se llegaba a cubrir el alcance definido y establecer la capacidad estimada del equipo por iteración.

JULIETA	Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5	Sprint 6	Sprint 7	Sprint 8
Lunes a viernes (Hs.)	25	25	25	25	15	15	25	25
Fines de semana(Hs.)	32	32	32	32	20	20	32	32
Total (Hs.)	57	57	57	57	35	35	57	57
Disponibilidad desarrollo (60%)	**34,2**	**34,2**	**34,2**	**34,2**	**21**	**21**	**34,2**	**34,2**

Tabla 6-3 Disponibilidad estimada de Julieta para desarrollo.

FABIÁN	Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5	Sprint 6	Sprint 7	Sprint 8
Lunes a viernes (Hs.)	25	25	25	25	15	15	25	15
Fines de semana(Hs.)	24	24	24	24	20	20	24	24
Total (Hs.)	49	49	49	49	35	35	49	39
Disponibilidad desarrollo (80%)	**39,2**	**39,2**	**39,2**	**39,2**	**28**	**28**	**39,2**	**31,2**

Tabla 6-4 Disponibilidad estimada de Fabián para desarrollo.

A partir de la cantidad de horas totales disponibles para desarrollo por iteración y la estimación inicial de todos los casos de uso en horas (Primera estimación) se pudo obtener una noción inicial del alcance a cubrir en el proyecto. En el proceso de división de los casos de uso en las iteraciones, se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- El primer Sprint se construyó con poca carga en relación a la capacidad del equipo. Dado que no se tenía experiencia al comenzar la iteración, era necesario mantener un margen de error significativo para evaluar la velocidad inicial y no tener que mover las tareas a la siguiente iteración.
- Los casos de uso de mayor prioridad fueron incluidos en los primeros Sprints.
- Nunca se utilizó la capacidad estimada para el equipo en su totalidad en los primeros Sprints, dado que la primera estimación tiene un alto porcentaje de error.
- En los Sprints 5 y 6 la capacidad estimada del equipo es menor, debido a las fechas de Navidad y Fin de Año que impactan en la disponibilidad horaria para el proyecto.
- En los primeros cinco Sprints fueron incluidas funcionalidades del componente web y en los 3 últimos, funcionalidades adaptadas a dispositivos móviles.
- Adicional a las funcionalidades requeridas, se agregaron tareas genéricas (capacitaciones, investigación de desarrollo, *hosting* de la aplicación, etc.) que son consumidas como horas de desarrollo del proyecto.

6.4.2.4. Resultado de primera estimación

Tal como se comentó anteriormente, el proceso de estimación del producto se realizó para cada caso de uso, y más específicamente para cada tarea incluida en el mismo.

A partir de la disponibilidad estimada en cada Sprint para tareas de desarrollo (Disponibilidad estimada), se obtuvo una diferencia de 12,15 horas, que fue justificada como medida de contingencia por posibles errores en las estimaciones de disponibilidad, así como también en las estimaciones de los casos de uso (se tuvo en cuenta el escaso conocimiento de la herramienta de tecnología).

RESUMEN DE ESTIMACIÓN INICIAL		
Actividades	**Horas estimadas (hs.)**	**Comentarios**
Desarrollo	518,25	Extraído de la estimación de casos de uso
Disponibilidad desarrollo	530,4	
Diferencia obtenida	12,15 (2%)	Se toma como parte del margen de error por desconocimiento de la tecnología y falta de experiencia en estimación

Tabla 6-5 Resumen de estimación inicial del producto.

El detalle completo de la estimación de cada caso de uso se puede consultar en Anexo 16: Detalle de estimaciones del producto .

El detalle completo de los casos de uso estimados y aquellos que quedaron fuera del alcance de este proyecto se puede consultar en Primera estimación.

6.4.2.5. Resultado de estimación luego de la cuarta iteración

Luego de transcurrida la cuarta iteración del proyecto, el equipo decidió realizar una estimación que permitiera tener una noción más clara del alcance final del proyecto, y que mejore las estimaciones inicialmente realizadas.

En este proceso se excluyeron algunas funcionalidades de prioridad media o baja; éstas no aportarían ningún valor académico al proyecto y serían fácilmente incorporadas para la entrega final al cliente. Si bien estos casos de uso son necesarios al momento de entregar el producto completo, el equipo decidió concentrarse en esta primera etapa en tareas desafiantes e interesantes que aporten valor al proyecto final de carrera, así como también que marquen una diferencia para la empresa cliente.

Por otro lado, en los últimos Sprints se decidió hacer más hincapié en la ejecución de pruebas de las funcionalidades principales del sistema.

Por último, es importante destacar que debido a la decisión de realizar una adaptación móvil en lugar de implementar una aplicación específica para una tecnología, algunos casos de uso relativos a la conexión del sistema móvil con el sistema principal (a través de *web services*) se vieron excluidos. En su lugar, se estimaron los casos de uso necesarios para poder adaptar la interfaz gráfica a una pantalla pequeña, y más específicamente a un dispositivo móvil.

El detalle de la justificación de implementación de un diseño *responsive* puede consultarse en Componente móvil.

Todo el detalle de los casos de uso estimados y aquellos que quedaron fuera del alcance de este proyecto puede ser consultado en Segunda estimación.

6.4.2.6. Alcance del producto

6.4.2.6.1. Introducción

Partiendo de la Especificación de requerimientos (Especificación de requerimientos) y considerando la estimación realizada (Estimación del producto), se logró en acuerdo con el cliente y el tutor, determinar el alcance del producto. El alcance final del proyecto fue determinado en la segunda estimación realizada, luego de finalizado el cuarto sprint (el detalle de los resultados de la estimación puede consultarse en Segunda estimación).

Los módulos que se acordaron dejar fuera del alcance de esta primera etapa son:

Modificación y baja de entidades: estas funcionalidades son de fácil implementación, debido a que no presentan desafíos tecnológicos. Sin embargo, el equipo optó por seleccionar actividades que aporten mayor valor a la empresa cliente, así como también que resulten interesantes en el ámbito académico. A partir de la segunda estimación se definió un nuevo requerimiento que permite colaborar en la toma de decisiones, brindando información interesante sobre los profesores, alumnos, evaluaciones, etc. El detalle puede consultarse en Requerimientos Funcionales.

Si bien se tiene en cuenta que este módulo debe ser implementado antes de realizar la implantación del sistema, el equipo decidió no invertir tiempo en esta primera instancia, completando dichas funcionalidades luego de finalizada la entrega del Proyecto de Fin de Carrera.

Modulo completo de notificaciones automáticas: para esta primera instancia, se implementaron ciertas notificaciones automáticas que permiten mostrar la funcionalidad que podría ser utilizada en diversos escenarios. Sin embargo, el equipo consideró innecesario implementarlas todas; debido a que no aportan valor académico. También se tiene en cuenta que para la implantación del sistema en la empresa cliente, este módulo será finalizado.

6.4.2.6.2. Fundamentos de la decisión del alcance

La decisión del alcance establecido para esta primera instancia del proyecto se debió principalmente al tiempo y recursos disponibles con los que se contaba. Luego de la cuarta iteración, en donde se realizó la estimación ajustada de los casos de uso restantes, se concluyó que resultaba importante realizar pruebas sobre las funcionalidades ya implementadas para asegurar la estabilidad de las mismas, así como también incluir aquellos casos de uso de prioridad alta.

En adición, las tareas especificadas en el detalle de estimación de los casos de uso no incluye el tiempo insumido en actividades de capacitación técnica a lo largo de las iteraciones, horas que luego fueron absorbidas del tiempo disponible para desarrollo y muy importantes en los comienzos de las iteraciones de adaptación móvil.

Finalmente, los casos de uso que fueron excluidos del alcance del proyecto fueron seleccionados con cautela, teniendo en cuenta algunos factores importantes:

- El cliente desea continuar manteniendo vinculación con el equipo de desarrollo para finalizar todas las funcionalidades que son requeridas y que no fueron incluidas en el alcance. Esto permite bajar la ansiedad del cliente, quien tiene la certeza de que va a contar con su producto finalizado luego de varias fases posteriores.

- El 53% de las tareas excluidas son envíos de notificaciones. El valor académico de las mismas reside en el aporte de valor que brindan al negocio en comparación con las funcionalidades manuales, así como también la complejidad de implementar automatización de actividades. Si bien estas tareas serán implementadas posteriormente, no aporta valor académico la ejecución de veinte notificaciones con distinta información, emisor y receptor, pero con la misma complejidad de implementación.
- Ninguna de las funcionalidades excluidas tienen prioridad alta o media, todas ellas son de prioridad baja.

6.4.2.7. Conclusión de proceso de estimación del producto

Como conclusión del proceso de estimación del producto utilizado es importante destacar que el mismo se adaptó correctamente a las características del equipo. Se debía encontrar alguna forma de estimar sin insumir demasiado tiempo en estas actividades, y que permitiera aprender de iteraciones pasadas.

No tener experiencia en la tecnología y haber trabajado únicamente en tareas obligatorias del rubro académico, fueron algunos de los factores que dificultaron la ejecución de una técnica de estimación formal, por lo que se tomaron lineamientos de varias técnicas para crear una adaptación propia.

A partir de las estimaciones de las tareas de cada Sprint (estimación ajustada), se obtiene el gráfico de desviaciones, en donde se muestra la estimación realizada, junto con el esfuerzo real implementado.

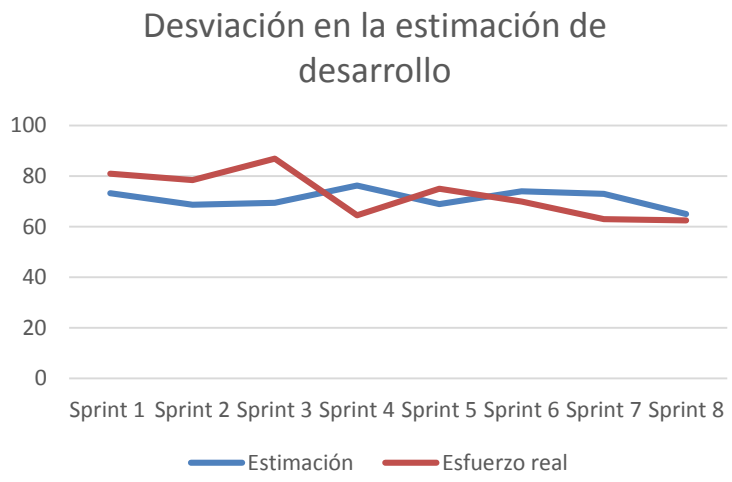


Ilustración 6-2 Desviación en la estimación de desarrollo.

Se puede notar que la estimación fue mejorando a lo largo de las iteraciones, manteniéndose dentro de franjas de desviación menores al 20% en todos los Sprints, a excepción de la tercera iteración, en donde se obtuvo una diferencia del 20,1%.

Por otro lado, se obtuvo la gráfica que detalla las desviaciones de la disponibilidad estimada al inicio del proyecto para tareas referentes al desarrollo, comparándolas con el tiempo realmente insumido en dichas tareas. El detalle completo de la estimación de disponibilidad puede consultarse en Disponibilidad estimada.

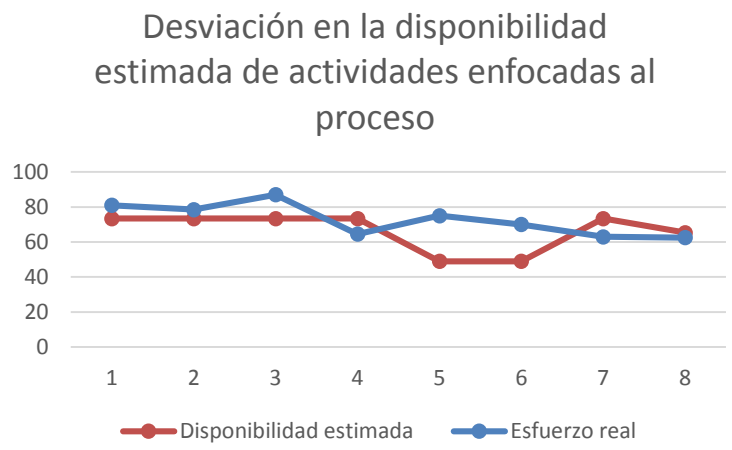


Ilustración 6-3 Desviación de la disponibilidad estimada y el esfuerzo real.

6.4.3. Estimación del proceso

6.4.3.1. Introducción

La estimación del proceso se realizó centrando la prioridad en el producto a construir y las horas que éste insumiría. El motivo de esta decisión es la necesidad de planificar y estimar en detalle el desarrollo, dada la falta de conocimiento y experiencia de las tecnologías utilizadas.

La estimación del proceso se realizó a alto nivel, obteniendo el porcentaje y horas totales dedicadas a estas tareas por iteración, teniendo en cuenta la estimación de dedicación de cada integrante en las diferentes tareas del proyecto (Integrantes del equipo).

A continuación se detallan las horas disponibles en cada Sprint para actividades relacionadas al proceso.

6.4.3.2. Proceso de estimación

La estimación del proceso (documentación, gestión y otras actividades) fue realizada a través de la división porcentual de la disponibilidad de cada integrante por iteración. Si bien en el proyecto no se especificaron los roles de cada integrante, inicialmente Julieta realizaría más actividades de Gestión que Fabián (véase el detalle en Integrantes del equipo). Es por esta razón que se determinó la cantidad de horas disponibles para las tareas de gestión y documentación, sin realizar la estimación de cada actividad a realizar en particular.

Estimación del proceso = Disponibilidad total - Estimación del producto.

6.4.3.3.Disponibilidad estimada

JULIETA	Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5	Sprint 6	Sprint 7	Sprint 8
Lunes a viernes (Hs.)	25	25	25	25	15	15	25	25
Fines de semana(Hs.)	32	32	32	32	20	20	32	32
Total (Hs.)	57	57	57	57	35	35	57	57
Disponibilidad documentación y gestión (40%)	**22,8**	**22,8**	**22,8**	**22,8**	**14**	**14**	**22,8**	**22,8**

Tabla 6-6 Disponibilidad estimada de Julieta para tareas del proceso.

FABIÁN	Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5	Sprint 6	Sprint 7	Sprint 8
Lunes a viernes (Hs.)	25	25	25	25	15	15	25	15
Fines de semana(Hs.)	24	24	24	24	20	20	24	24
Total (Hs.)	49	49	49	49	35	35	49	39
Disponibilidad documentación y gestión (20%)	**9,8**	**9,8**	**9,8**	**9,8**	**7**	**7**	**9,8**	**7,8**

Tabla 6-7 Disponibilidad estimada de Fabián para tareas del proceso.

AMBOS INTEGRANTES	Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5	Sprint 6	Sprint 7	Sprint 8
Disponibilidad gestión, documentación y otros (hs.)	**32,6**	**32,6**	**32,6**	**32,6**	**21**	**21**	**32,6**	**30,6**
Total (hs.)	**235,6**							

Tabla 6-8 Resumen de disponibilidad de ambos integrantes del equipo.

El motivo de esta decisión se basa en la necesidad de hacer hincapié en la estimación y construcción del producto, tal que permita aprovechar el tiempo necesario para poder cumplir con todos los requerimientos de alta prioridad, al tiempo que genere experiencia al equipo en las próximas estimaciones ajustadas. En adición, dada la decisión de mantener un margen de error para la división de los casos de uso por Sprint Disponibilidad estimada, se generó un mayor poder de flexibilidad en caso de que la estimación del proceso fuera acotada y se necesitara más dedicación en cada iteración.

6.4.3.4. Conclusión de la estimación del proceso

La estimación del proceso permitió conocer la cantidad de horas necesarias para estas tareas en cada iteración, por lo que resultó útil para dividir el tiempo y efectuar la documentación en paralelo con el proceso de desarrollo.

Dado que no se realizó una estimación ajustada en cada iteración, se tomó como base la disponibilidad estimada al comienzo del proyecto, y se intentó mantenerla durante los Sprints para evitar grandes desviaciones en lo que respecta a la documentación y gestión del proyecto. El detalle de la disponibilidad estimada para actividades referentes al proceso puede consultarse en Disponibilidad estimada.

A continuación se presenta el gráfico que muestra la desviación del tiempo estimado y el realmente insumido por Sprint relacionados a tareas relativas al proceso del proyecto.

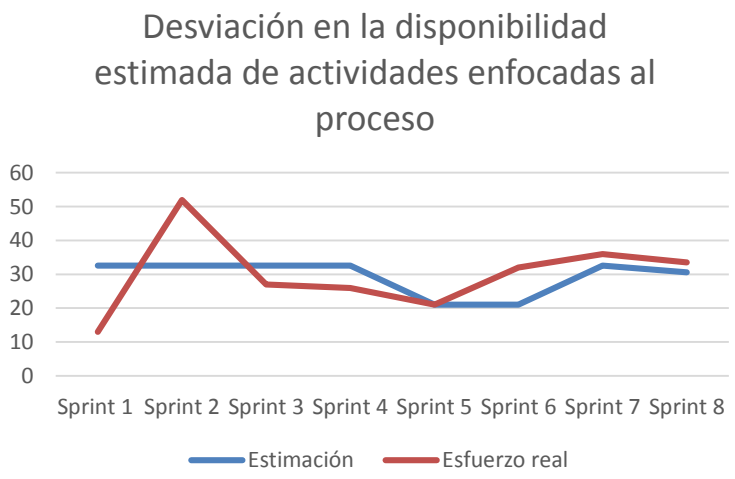


Ilustración 6-4 Desviación de la disponibilidad estimada y el esfuerzo real.

6.4.4. Conclusiones acerca del esfuerzo del proyecto

Como conclusión general del capítulo de esfuerzo es importante mencionar que el proceso de estimación utilizado, tanto para el producto como para el proceso fue útil teniendo en cuenta las características del equipo. No se insumió demasiado tiempo en realizar estimaciones innecesarias y resultó dinámico, permitiendo tener resultados sobre el proceso y el aprendizaje del equipo a lo largo del proyecto.

También es importante destacar que el foco de la estimación se centró en el producto; las actividades relacionadas al proceso fueron estimadas a través de la diferencia de la disponibilidad del equipo y la estimación del producto.

Finalmente, como resultado del proceso de estimación, se presenta el gráfico de desviaciones totales, considerando actividades del producto y proceso, y comparándolas con las estimaciones realizadas.

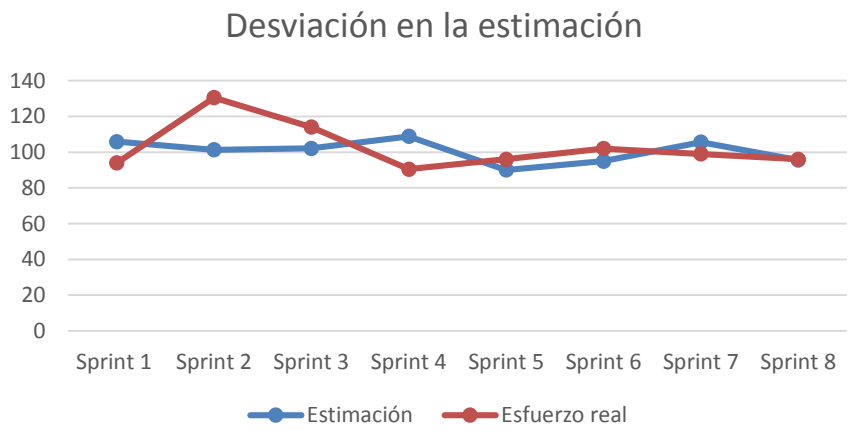


Ilustración 6-5 Desvíos en las estimaciones del proyecto.

6.5. Métricas

6.5.1. Introducción

Las métricas son indicadores que miden los procesos y su ejecución en un proyecto. A partir de ellas se controlan los desvíos en relación al plan original planteado.

Las mismas contienen la especificación de aceptación, permitiendo conocer si los resultados obtenidos se encuentran dentro de niveles aceptables, o en caso contrario, tomar acciones correctivas.

A continuación se especificarán las métricas incluidas y medidas a lo largo del proyecto, separándolas según se traten del producto o del proceso.

6.5.2. Métricas aplicadas al proyecto

A continuación se detallan las métricas utilizadas en el proyecto. El detalle y los resultados pueden consultarse en Detalle de métricas del producto / Riesgos identificados.

6.5.2.1. Métricas relativas al producto

Métrica	Especificación de aceptación	Categorización
Errores reportados	< 10 por sprint	Calidad
Horas de re-trabajo	< 10% por sprint	Calidad
Valoración total de riesgos detectados por sprint	< 10 por sprint	Riesgos
Cantidad de riesgos detectados por sprint	< 10 por sprint	Riesgos

Tabla 6-9 Métricas del producto.

6.5.2.2. Métricas relativas al proceso

Métrica	Especificación de aceptación	Categorización
Errores de estimación	< 10 por sprint	Calidad

Tabla 6-10 Métricas del proceso.

6.5.3. Conclusiones

Las métricas permitieron controlar los resultados en cada etapa del proyecto, y compararlos con los valores de aceptación definidos, con el fin de asegurar el correcto desarrollo de las principales actividades del proyecto. Si bien en algunos casos los resultados obtenidos no respetaron de forma estricta los niveles de aceptación definidos, éstos fueron la minoría, lo que permite concluir un correcto desempeño del equipo de proyecto.

6.6. Gestión de los riesgos

6.6.1. Introducción

El Plan de Gestión de Riesgos incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos, así como la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto.

Se realizó un relevamiento considerando todos los involucrados en el proyecto, para identificar activamente y procurar una gestión de riesgos eficaz durante la vida del mismo. El avanzar en un proyecto sin un enfoque proactivo de la gestión de riesgos es probable que dé lugar a un mayor número de problemas, como consecuencia de las amenazas no gestionadas.

Para una correcta identificación de los riesgos se desarrollaron el resto de los planes del proyecto en una primera instancia, dado que se utilizan como entrada para el proceso de identificación de riesgos. Es fundamental que en la identificación de los riesgos participe todo el equipo de proyecto de modo de tener una visión lo más completa posible.

6.6.2. Enfoque para la gestión de riesgos

El enfoque que se adopta para el manejo de riesgos consiste primero en hacer una identificación y catalogación a nivel del equipo. Una vez el equipo de proyecto confecciona la lista de riesgos, se involucra a todos los integrantes de proyecto y a algunos posibles interesados claves en la validación de los riesgos identificados y en la identificación de nuevos riesgos, en este caso realizando una validación por una parte con el cliente y posteriormente con la tutora.

Se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo de los riesgos. Al momento de identificar los riesgos se asignaron pesos para determinar la criticidad del mismo y poder así poner foco en aquellos más importantes. Los riesgos altos, es decir, con mayor probabilidad de ocurrencia y de mayor impacto, se trataron con mayor cuidado y atención que aquellos que no representan una posibilidad de afectar al proyecto en algún aspecto.

En las reuniones de seguimiento del equipo se presentó el estado de los diferentes riesgos de forma de hacerles un adecuado seguimiento y se analizó si hay riesgos que ya no deberían ser tomados en cuenta o si por el contrario si se deben considerar nuevos riesgos. Si bien el seguimiento de los riesgos es un proceso que está en continua ejecución, desde el comienzo hasta el fin del proyecto, los riesgos se evalúan al final de cada sprint. Dicha tarea es vital para el comienzo de la siguiente iteración, ya que provee un punto de partida en cuanto a los riesgos.

La **Ilustración 6-6** muestra el proceso de gestión de los riesgos:

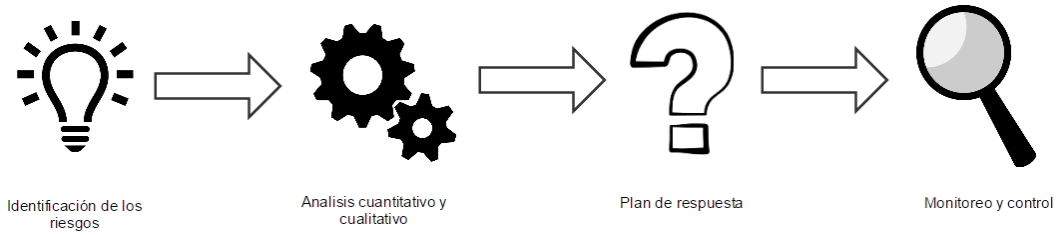


Ilustración 6-6 Proceso de gestión de los riesgos.

Las actividades involucradas en la gestión de riesgos son las que se mencionan a continuación:

Planificación de la gestión de riesgos: Se definen las actividades a realizar en esta sección.

Identificación de los riesgos: Se detectan los riesgos que pueden tener algún efecto sobre el proyecto.

Análisis cualitativo de los riesgos: Se realiza una asignación de valores de probabilidad de ocurrencia e impacto sobre los riesgos identificados para poder clasificarlos y prestar mayor atención a los que signifiquen un grado mayor de influencia sobre los resultados finales del proyecto.

Análisis cuantitativo de los riesgos: Análogamente al punto anterior, se establecen valores para probabilidad de ocurrencia e impacto, pero esta vez deben con una calificación numérica.

Plan de respuesta a los riesgos: Se establecen opciones y acciones a realizar para que el efecto de los riesgos sobre el proyecto sea el deseado.

Monitoreo y control de los riesgos: Se llevan a cabo las actividades definidas en el plan de respuesta durante todo el desarrollo del proyecto, en donde se evalúan los riesgos, tanto los que ya fueron identificados como los que puedan surgir. Luego de cada sprint se realiza un registro del evento ocurrido en caso de haberlo y cuál fue la respuesta que éste recibió.

6.6.3. Planificación de la gestión de riesgos

Para poder llevar a cabo de una forma más ordenada el manejo de los riesgos, se optó por categorizarlos en las siguientes categorias: riesgos relativos a la tecnología, riesgos relativos al desarrollo, riesgos relativos al cliente, riesgos relativos al proyecto, riesgos relativos al equipo de trabajo.

En la planilla de gestión de riesgos se puede observar una categorización por colores de acuerdo a las categorías antes mencionadas. Dicha planilla se encuentra disponible en Riesgos identificados.

6.6.4. Identificación de los riesgos

Es el proceso de determinar los riesgos que pueden afectar al proyecto y documentar sus características. El objetivo principal es la documentación de los riesgos existentes y el conocimiento y capacidad que confiere el equipo de proyecto para anticipar eventos. Identificar los riesgos es un proceso iterativo debido a que pueden evolucionar o se puede descubrir nuevos riesgos conforme el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida.

La identificación de riesgos primero la realiza el equipo y una vez se haya obtenido una lista razonable, se hace partícipe al resto de los miembros del proyecto y a interesados clave (en este caso la tutora) para que puedan aportar nuevos riesgos y revisar los riesgos ya detectados. Es importante involucrar a todo el equipo de proyecto para que puedan desarrollar y mantener un sentido de propiedad y responsabilidad por los riesgos y las acciones de respuesta asociadas.

6.6.5. Análisis cualitativo de los riesgos

Para este punto se utilizan los estándares globales de la gestión de los riesgos recomendados por el PMBOK [27].

6.6.6. Análisis cuantitativo de los riesgos

Para realizar la asignación de valores a cada riesgo se utilizaron las siguientes escalas:

6.6.6.1. Impacto:

En la **Tabla 13** se muestra la categorización de los riesgos en relación al impacto y su influencia en el proyecto.

Impacto sobre el proyecto	**Ninguno: 0**	**Bajo: 1**	**Medio: 2**	**Elevado: 3**	**Alto: 4**	**Crítico: 5**
	No afecta al proyecto	Lo afecta levemente	Tiene un efecto importante	Es vital controlar este riesgo	El riesgo pone en peligro el proyecto	El riesgo debe controlarse

Tabla 6-11 Impacto de un riesgo en el proyecto.

6.6.6.2. Probabilidad de ocurrencia:

Valor	Significado
0.2	Poco probable
0.4	Probable
0.6	Muy probable
0.8	Altamente probable

Valor	Significado
1.0	Existe el riesgo

Tabla 6-12 Probabilidad de ocurrencia de un riesgo.

6.6.7. Plan de respuesta a los riesgos

La lista completa de riesgos se encuentra en el anexo de riesgos, particularmente en Riesgos identificados. Este análisis se refleja en las columnas Plan de Respuesta y Plan de Contingencia, donde se indica para cada riesgo, cuáles son las estrategias, planes de respuesta y el plan de contingencia. El Plan de Respuesta de cada riesgo es acorde a la planilla establecida en el Plan de Riesgos siempre y cuando corresponda, y en ese caso se explicará la razón.

6.6.8. Monitoreo y control de los riesgos

Es el proceso de dar seguimiento a los riesgos identificados, monitorear los riesgos residuales y en observación, identificar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto. Las respuestas a los riesgos planificadas que se incluyen en el registro de riesgos se ejecutan durante el ciclo de vida del proyecto, pero el trabajo debe monitorearse continuamente para detectar riesgos nuevos, cambios u obsolescencia en los existentes.

En las reuniones de seguimiento del equipo se presenta un estado de los diferentes riesgos de forma de hacerles un adecuado seguimiento. Los puntos que se revisan son:

- Revaluación de riesgos con el objetivo de identificar nuevos, evaluar los actuales y cerrar riesgos obsoletos.
- Buscar si puede ocurrir algún disparador de riesgos.
- Monitorear la lista de riesgos en observación.
- Evaluar la efectividad del Plan de Gestión de Riesgos.
- Comunicar el estado de los riesgos a los Interesados.
- Revisar si los valores de probabilidades de ocurrencia e impacto siguen siendo válidos.

- Revisar las reservas de contingencia.

Un detalle sobre los riesgos, tanto su monitoreo y control como la descripción de los eventos con su respuesta se pueden ver en Anexo 17: Monitoreo y Control de Riesgos.

6.6.9. Conclusiones

Del análisis realizado se puede concluir que la gestión de riesgos fue adecuada. Todos los riesgos que se manifestaron fueron controlados y ninguno de estos causó un impacto mayor al estimado en la etapa de análisis al comenzar el proyecto.

Se alcanzó un nivel máximo de cinco riesgos por sprint en las primeras iteraciones, valor que luego se vio reducido luego de avanzado el proyecto. Sin embargo, es importante destacar un aumento en los Sprints 5, 6 y 7 (los mismos presentan un riesgo más), debido a la incorporación del componente móvil a la etapa de desarrollo, factor que genera un riesgo adicional.

En la **Ilustración 6-7** se muestra la evolución de los riesgos a lo largo del proyecto, identificando en cada iteración la cantidad manifestada.

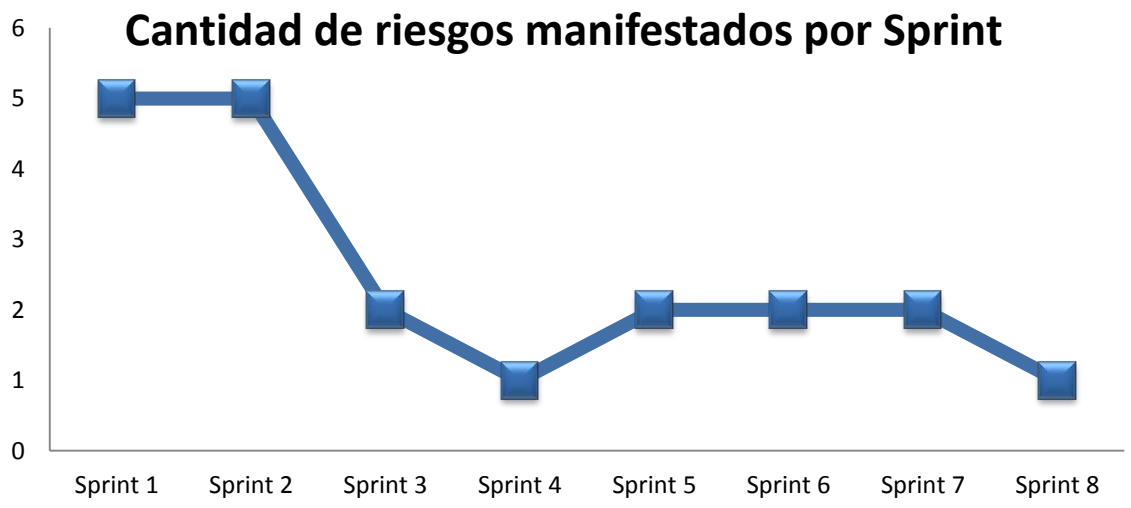


Ilustración 6-7 Cantidad de riesgos manifestados por Sprint.

La razón por la cual se concluye que se realizó una buena gestión de los riesgos, es debido a que en todo momento se identificaron aquellos más críticos, y a lo largo de las iteraciones lograron descender significativamente. Esto muestra un aumento en la experiencia del equipo, tanto en lo que respecta a la gestión, como al desarrollo, minimizando el principal riesgo del proyecto: el desconocimiento de la tecnología de desarrollo.

6.7. Gestión de la calidad

6.7.1. Introducción

Este capítulo tiene como objetivo la descripción del proceso llevado a cabo para la gestión de la calidad a lo largo del proyecto; comprendiendo desde los objetivos, la definición de políticas de calidad, las áreas de actividad, las tareas y los encargados, hasta los resultados obtenidos.

6.7.2. Objetivos

El objetivo principal del área de calidad se centra en cumplir con los requerimientos funcionales y no funcionales, alcanzando las expectativas del cliente y el equipo. En etapas tempranas del proyecto, se buscó mediante el proceso de ingeniería de requerimientos contemplar de la mejor manera todas las necesidades del cliente, de forma tal de poder construir un producto adecuado, pudiendo así alcanzar los niveles de satisfacción esperados.

Para poder lograr la satisfacción del cliente no sólo se tuvieron en cuenta los atributos de calidad requeridos en el producto, sino que también se siguieron ciertos estándares formales en los entregables, donde se definieron, entre otras cosas, los criterios de aceptación de cada uno de ellos (cabe destacar que los criterios de aceptación no siempre fueron definidos en conjunto con el cliente por cuestiones de disponibilidad de los mismos).

Se plantearon objetivos de calidad relativos al aprendizaje académico. Se buscó que las tareas realizadas se ejecuten bajo ciertos parámetros de calidad y así poder obtener métricas que resulten útiles para experiencias futuras. Se asegura, por medio de estos objetivos, la calidad respecto a las tareas, sus resultados respecto a cada área, y del producto teniendo en cuenta el cliente.

6.7.3. Política de calidad

En el marco del proyecto se definieron políticas de calidad, las cuales fueron pilares fundamentales para el desarrollo del proyecto y la obtención de un resultado final que sea satisfactorio tanto como para el cliente como para el equipo. Las políticas definidas en lo relativo a la calidad del proyecto se encuentran en el anexo de calidad, específicamente en Políticas de calidad.

6.7.4. Aseguramiento de la calidad

El objetivo de esta sección es generar el Plan de Aseguramiento de la Calidad del Software, SQA. Definir un conjunto de pautas que guíen las actividades de aseguramiento de la calidad a cargo del Líder de SQA. El Plan de SQA identifica los productos a controlar, los criterios a utilizar, los estándares a aplicar, las actividades a realizar y las técnicas a utilizar en cada caso. Las actividades comprendidas dentro de la sección de aseguramiento de calidad se encuentran explicadas detalladamente en el anexo de calidad, específicamente dentro de Actividades de calidad.

6.7.5. Alcance

Este documento es aplicable a lo largo de todo el Ciclo de Vida del proyecto para asegurar la calidad de los productos y procesos resultantes del mismo.

6.7.6. Gestión

En esta sección se describe la estructura organizacional que controla la calidad del software, y se especifican las tareas y responsabilidades para realizarlo. Se definieron una serie de responsabilidades a cumplir por el equipo de desarrollo en lo relativo a las actividades de aseguramiento de calidad del software.

6.7.7. Organización

Debido a las características del equipo de proyecto (únicamente compuesto por dos integrantes, no se establecieron roles no únicos ni fijos. Se actuará como líder de SQA y líder de proyecto de forma alternada, de modo de proporcionar una visión más global a la calidad final del proyecto.

6.7.8. Actividades

Dentro de las distintas etapas del proceso de SQA, se detallaron actividades de revisión, verificación, validación y *testing*. Cada una de las actividades evalúa un producto utilizando un criterio especificado. Además se detalla quién es su responsable, donde se registran los resultados y cuándo se realiza dicha actividad. Todos los productos del proyecto tienen una o más actividades de SQA asociadas.

6.7.9. Métricas e indicadores del producto y del proceso

Se definieron una serie de métricas que se iban a utilizar. Cada métrica contiene un indicador, el cual establece su valor de aceptación. Para la evaluación de la calidad, se definieron las siguientes métricas:

- Errores reportados
- Horas de re-trabajo
- Errores de estimación

A las anteriores se les suman una serie de métricas generales de procesos internos de INC, las cuales se consideran adecuadas para evidenciar la mejora que ofrece el sistema en la operativa diaria.

Tanto las métricas relativas al desarrollo como las relativas a los procesos se pueden ver en el Anexo 18: Gestión de la calidad.

6.7.10. Criterios de Aceptación del producto

La definición de Criterios de Aceptación de los distintos casos de uso que componen es una manera directa de medir la satisfacción del cliente. Se realizaron revisiones con los clientes para que éstos puedan dar sus opiniones sobre el producto construido. En las dos ocasiones que se realizaron este tipo de pruebas, los resultados fueron satisfactorios, el cliente aceptó el producto en dichas instancias, siempre teniendo en cuenta que no estaba en su versión final (se informó que por el momento sería un prototipo funcional).

6.7.11. Pruebas

Dada la metodología ágil utilizada para el desarrollo de software fue necesario seguir un estricto plan de pruebas, evitando la aparición de fallas en el uso por parte del cliente o usuarios en general.

Se definieron las siguientes etapas de prueba realizadas por parte de cada desarrollador, las cuales se pueden consultar en la sección Pruebas.

6.7.12. Conclusiones

En lo que respecta a la calidad, se establecieron tres métricas que fueron controladas en todas las iteraciones del proyecto, con el fin de evitar grandes desviaciones, y realizar planes de acción en caso de ser necesario. Dos de las métricas están relacionadas a mediciones del producto: errores reportados y horas de re-trabajo, mientras que la tercera tiene que ver con el proceso: errores de estimación.

Gracias a la gestión de la calidad, se establecieron criterios de aceptación de cada una de las métricas, y así determinar la calidad del producto y proceso.

6.8. Gestión de la comunicación

6.8.1. Introducción

Con el fin de mantener una buena comunicación interna y optimizar el desempeño del equipo resulta muy importante realizar una correcta gestión de la comunicación. Sin embargo, gracias al tamaño reducido del grupo, resulta sencilla la comunicación y no requiere de planes demasiado formales para su correcto desempeño.

6.8.2. Plan de comunicación

El plan permite realizar una buena gestión de las comunicaciones, que resulte adecuada tanto entre los miembros del equipo como con el resto de los interesados en el proyecto (*stakeholders*).

El mismo debe ser claro, sencillo y concreto, para ser eficiente y lograr su cometido. El detalle del plan con todas las acciones e instancias a tomar en cuenta puede consultarse en Anexo 19: Plan de Comunicación.

En adición, dicho plan permite reducir algunos de los riesgos asociados a mala comunicación:

- **Malos entendidos en relación a las necesidades del cliente:** si existe una buena comunicación, gestionada correctamente, no deberían existir demasiados malos entendidos entre los integrantes del proyecto y el cliente.

- **Disconformidad del cliente con el producto:** a través de pruebas de aceptación de usuario y demostraciones, el equipo se asegura de reducir la posible disconformidad del cliente con el producto, tomándola de raíz y evitando su crecimiento.

- **Mala comunicación entre los integrantes del equipo:** estableciendo un plan y gestionándolo a través del tiempo, el equipo toma las medidas necesarias para evitar problemas internos que puedan afectar el correcto desempeño del proyecto.

El plan de comunicación contiene el detalle de los principales eventos y cómo éstos son gestionados por el equipo, detallando la información que debe ser comunicada, la persona que debe comunicarlo, la persona que recibe la información a comunicar, la frecuencia de dichas comunicaciones y los mecanismos utilizados.

6.8.2.1. Integrantes incluidos en el plan de comunicación (*Stakeholders*)

En este capítulo se detallan todos los interesados en el proyecto que han sido tomados en cuenta al momento de desarrollar y gestionar el plan de comunicación. Los mismos afectan o se ven afectados por el proyecto, por lo que resulta importante gestionar la comunicación con ellos e identificar mecanismos y medios para optimizar y mejorar el vínculo.

- **Equipo de proyecto:** la buena comunicación entre los integrantes del proyecto resulta fundamental para asegurar el buen desarrollo del producto y el proceso de construcción y evitar complicaciones que puedan poner en riesgo la continuidad del proyecto. Para esto se establecieron reuniones diarias, semanales y luego de cada iteración, en donde se permitirán diálogos abiertos y sinceros entre los miembros del equipo.

- **Directores de INC (cliente):** la comunicación con el cliente es fundamental para evitar malos entendidos. A través de la misma se pueden conocer las necesidades reales del mercado y de su empresa en particular, factores que determinan las funcionalidades a realizar durante la construcción del producto de software. Con el fin de optimizar la comunicación con el cliente, se establecieron reuniones presenciales de relevamiento y avance para mantener la alineación entre las necesidades y el rumbo del proyecto.

- **Funcionarios de INC (usuario):** como usuarios es importante mantener una buena comunicación y entender sus necesidades. Es importante conocer las características y tener claro con qué tipo de usuario estamos interactuando.

- **Tutor:** la tutora guiará al equipo durante el proyecto, indicando las buenas y malas prácticas a realizarse. Es por esto que resulta fundamental la presencia y dedicación del mismo para asegurar el rumbo académico adecuado. Se definieron reuniones semanales con la tutora para gestionar esta comunicación.

6.8.2.2. Canales de comunicación utilizados

La utilización de una metodología híbrida en el proyecto favoreció la utilización de un plan de comunicación detallado, favoreciendo algunos de los objetivos principales de Scrum [1], tal como la buena comunicación y la priorización de los integrantes del equipo frente a herramientas y procesos. Como se especifica en el capítulo de la metodología utilizada en el proyecto, se utilizaron algunas de las reuniones típicas de Scrum [1], que resultaron adecuadas para mejorar ciertos aspectos del proyecto (Adaptación de Scrum al proyecto). En este caso las reuniones de Planning, Daily, Review y Retrospective fueron ejemplos de mecanismos para mejorar la comunicación entre los miembros del equipo.

Otro mecanismo para favorecer la comunicación fue establecer dos días a la semana para realizar reuniones presenciales de equipo. Las mismas se marcaron preferentemente durante el fin de semana, dada la escasa disponibilidad horaria de los integrantes en los días laborables (lunes a viernes).

El equipo se apoyó en medios de comunicación actualmente utilizados como mensajes de texto, Whatsapp, Skype, Google Drive y Hangout. A través de Skype y Hangout se realizaron todas las Daily meetings que no fueran presenciales, con la opción de utilizar la videollamada para favorecer el vínculo.

Con la tutora se fijaron las reuniones de seguimiento los días jueves, de acuerdo a la disponibilidad del mismo y del equipo.

6.8.3. Conclusión

Como conclusión del plan de comunicación se puede afirmar que el mismo resultó muy útil para organizar y gestionar la interacción entre los interesados del proyecto. Dadas las características del equipo (compuesto únicamente por dos integrantes) y la facilidad de comunicación que presenta, el plan fue suficiente para asegurar una correcta vinculación y mejorar algunos riesgos que pudieran haberse presentado sin la implementación del plan.

Para el caso de un proyecto en donde la cantidad de integrantes es mayor, se requiere un plan más exhaustivo con un mayor detalle de comunicaciones presentes a lo largo del mismo, dado que la dificultad de interacción podría ser mayor y por lo tanto los riesgos de malos entendidos serían altamente probables de manifestarse.

6.9. Gestión de la configuración

6.9.1. Introducción

En este capítulo se describen las actividades de gestión de la configuración del software llevadas a cabo en el proyecto. Se detallarán los elementos seleccionados para incluir en la gestión de la configuración. El detalle completo del plan de SCM se puede consultar en Anexo 20: Plan de SCM.

6.9.2. Actividades de SCM

6.9.2.1. Identificación de la configuración

Los elementos de la configuración son definidos por el responsable de esta tarea. Dadas las características de este proyecto, así como también los factores definidos en el alcance del plan de SCM, el responsable tomó como referencia para la identificación y seguimiento de los elementos de configuración, a todos los entregables que se incluyen en el proyecto, es decir todas aquellas actividades de gestión, especificación de requerimientos y desarrollo.

A continuación se detallan todos los elementos que han sido incluidos en el plan de gestión de la configuración junto con la nomenclatura utilizada para identificar a cada uno y la naturaleza del documento (enfocado al producto o al proceso).

Elemento de configuración	Naturaleza	Nomenclatura asociada
Gestión de la configuración	Proceso	"Gestión de la configuración"
Gestión de la calidad	Proceso	"Gestión de la calidad"
Gestión de la comunicación	Proceso	"Gestión de la comunicación"
Gestión de riesgos	Proceso	"Gestión de riesgos"
Especificación de requerimientos	Proceso	"Especificación de requerimientos"
Casos de uso	Proceso	"Casos de uso"
Documento principal	Proceso	"Documento Principal"
Código del sistema	Producto	"INC"

Tabla 6-13 Identificación y nomenclatura de elementos de configuración.

Si bien se identificaron otros potenciales elementos a incluir en el plan de configuración, dadas las características del equipo (únicamente conformado por dos integrantes), se consideró suficiente abordar los documentos principales de gestión, los elementos del negocio y como parte del producto, el código o ejecutable del sistema. En adición se agregó el documento principal, elaborado como entregable final del proyecto.

6.9.2.1.1. Elementos de la línea base del proyecto

Repositorio de documentación

Para almacenar y gestionar los documentos relacionados al proceso, se utilizó la herramienta "Google Drive". La decisión de utilizar este repositorio y no cualquier otro, fue principalmente la experiencia del equipo en su manejo, así como también la facilidad de acceso a través del correo electrónico (Gmail) o a través de su cliente de escritorio.

Repositorio de desarrollo

Con el fin de gestionar las versiones del código, se utilizó el repositorio ofrecido por Microsoft: TFVC (Team Foundation Version Control [28]). Debido a la selección de la tecnología de desarrollo, y aprovechando la posibilidad de obtener los productos de Microsoft a través del convenio brindado por la Universidad ORT Uruguay, se decidió utilizar este repositorio para almacenar las versiones del producto. Dado que también se utiliza un IDE de Microsoft (Visual Studio 2013 [13]), la utilización de un repositorio de la misma tecnología, resultó significativamente más sencillo.

6.9.2.2. Control de la configuración

En este subcapítulo se detallan las actividades a realizarse al momento de realizar algún cambio en los elementos que conforman la línea base.

Naturaleza del elemento	Repositorio	Extensión	Requerimientos de aceptación	Procedimientos de control de acceso
Producto	TFVC	.csproj, CSHTML, css, js, etc.	Debe compilar sin errores para poder incluir una versión en el repositorio	Los integrantes podrán acceder a todas las versiones subidas luego de ingresar con su usuario y contraseña
Proceso	Google Drive	.pdf, .xls, .doc, etc.	La versión del documento debe estar indicada y debe respetarse el estándar establecido en la nomenclatura	Los integrantes podrán acceder a los documentos que se encuentren en la carpeta compartida del proyecto.

Tabla 6-14 Detalle del control de la configuración por naturaleza de los elementos.

6.9.3. Conclusión

La gestión de la configuración permitió organizar las diferentes versiones de los entregables importantes del proyecto, evitando la perdida de los mismos, así como también optimizando el proceso de cambio.

Sin embargo, dadas las características del equipo de trabajo, no resultó necesaria una gestión de los cambios, debido a que los mismos fueron evaluados y ejecutados de forma rápida y evitando burocracias. Tampoco resultó necesario establecer reuniones específicas para comentar los cambios, sino que fueron generadas a demanda.

Los elementos de la configuración seleccionados para incluir como parte del plan están relacionados a los entregables del proyecto.

6.10. **Gestión de las adquisiciones**

El proyecto presenta fines puramente académicos, por lo que no se dedicó gran cantidad de tiempo a especificar las adquisiciones.

Desde la dirección del proyecto se decidió asumir los eventuales costos que pudieran surgir, ya que las limitantes estaban dadas por el tiempo y el alcance del producto, factores establecidos por agentes externos al proyecto, en este caso la universidad.

Las adquisiciones que se efectuaron en el desarrollo del proyecto fueron: un *template* HTML para facilitar el desarrollo de la interfaz gráfica del sistema, así como también lograr un aspecto armonioso, factor que no hubiera podido conseguirse si ésta interfaz era desarrollada manualmente por el equipo.

Por otro lado, los costos de alojamiento en la nube también fueron asumidos por el equipo de proyecto.

6.11. Conclusiones y lecciones aprendidas

Gran parte del proyecto se focalizó en gestionar correctamente todas las actividades, teniendo un alto control, que permita mitigar riesgos y finalizar en tiempo y forma con las acciones planificadas. Como lecciones aprendidas se pueden destacar:

Cronograma: si bien se detectaron desviaciones relativas al cronograma, las fechas establecidas inicialmente para las iteraciones fueron respetadas al 100%, lo que permitió un mayor control de las actividades a realizar.

Aprendizaje en las estimaciones: a partir de la experiencia adquirida en la tecnología, así como también en el proceso de gestión del proyecto, las estimaciones fueron mejorando a lo largo de las iteraciones, generando un menor margen de error.

Utilización de métricas: las métricas tanto del producto como del proceso permitieron controlar el proyecto, logrando un producto que se satisfaga las expectativas del cliente y los objetivos particulares de esta primera instancia.

Metodología: la selección de la metodología, tanto en lo que respecta al producto como al proceso, fue considerada acorde a las necesidades del proyecto. En lo que respecta al proceso, utilizar una herramienta tradicional permitió un mayor control de todas las actividades. Por otro lado, relativo al producto, a partir de Scrum [1] se aprovecharon todas las instancias de comunicación interna y externa, así como también los lineamientos dinámicos de esta metodología.

7. Conclusiones, lecciones aprendidas y trabajo a futuro

7.1. Conclusiones y lecciones aprendidas

En el presente capítulo se detallan las conclusiones obtenidas al finalizar el proyecto, en conjunto con las lecciones aprendidas por parte del equipo y el trabajo que se realizará a futuro.

Funcionamiento del equipo

El grupo de proyecto demostró trabajar en equipo, respetar las diferencias de opiniones, y comprometerse con el trabajo planificado. El hecho de haber realizado trabajos obligatorios en conjunto a lo largo de la carrera, simplificó aún más estos aspectos.

Entendimiento del negocio

La disponibilidad del cliente sin dudas fue un factor significativo para el buen entendimiento del negocio y sus necesidades. El cliente se demostró abierto y receptivo a las consultas e inquietudes del equipo. La identificación de los principales requerimientos previo al comienzo formal del proyecto, permitió conocer el negocio en etapas tempranas, mitigando riesgo.

Aporte de valor del proyecto

El equipo cree fuertemente en los beneficios que la empresa adquiere a través de la ejecución del proyecto, desde el análisis del negocio y el sector en el que se encuentra, hasta las optimizaciones en los procesos e implementación del sistema integral. Se realizaron pruebas para justificar dichos beneficios, tomando en cuenta a los principales interesados en el negocio, tales como alumnos, profesores, directores y funcionarios del instituto.

Alcance del proyecto

En lo que respecta al alcance, el equipo de proyecto nota una desviación de los requerimientos inicialmente incluidos. Algunos de ellos no aportaban demasiado valor académico y podían ser fácilmente incorporados en instancias posteriores.

En contraste, se identificaron algunas funcionalidades que permitirían aportar información para la toma de decisiones y así lograr un aumento significativo en los ingresos de la empresa. A raíz de lo mencionado, se realizó una segunda priorización, en la que se incluyeron estas funcionalidades.

Experiencias tecnológicas

En cuanto a la tecnología utilizada para la construcción del producto, el equipo incorporó conocimientos de una herramienta no utilizada anteriormente, permitiendo un crecimiento importante a nivel profesional. Si bien en las primeras etapas se notaron dificultades a raíz de este hecho, fueron solucionadas sin mayores inconvenientes, logrando construir un prototipo funcional que satisficiera las necesidades de los integrantes del equipo.

Gestión del proyecto

En lo que respecta a la gestión del proyecto, se puede destacar que el resultado obtenido finalmente se asemeja a la planificación inicial; en todas las iteraciones se cumplió con la metodología definida y se obtuvieron resultados cuantitativos y cualitativos de cada sprint, que permitieron monitorear el desempeño del equipo a lo largo del proyecto. Esto garantizó menores desviaciones, principalmente relacionado al alcance de esta primera instancia.

7.2. Trabajo a futuro

Tal como se describe a lo largo del documento, el Proyecto de Fin de Carrera consistió en la primera etapa de un proyecto de mayor alcance, que finalizará con la implantación definitiva del Sistema de Gestión Integral para INC.

Como trabajo planteado en un futuro cercano, el equipo piensa establecer etapas de pruebas exhaustivas de todas las funcionalidades implementadas hasta el momento, así como también la incorporación de nuevos requerimientos que, por cuestiones de tiempo, no fue posible incluir. En adición, se realizará una etapa de pruebas de aceptación de usuario para asegurar que el sistema cumple con las necesidades de la empresa.

Por otra parte, el equipo realizará las mediciones de ciertos procesos con la utilización del sistema, que luego comparará con los valores inicialmente proporcionados por los directores. Esto permitirá comprobar los beneficios del proyecto mencionados en este documento.

8. Referencias bibliográficas

[1] ProyectosAgiles.org. (2014, Dic. 20). *Qué es SCRUM* [Online]. Disponible: http://www.proyectosagiles.org/que-es-scrum

[2] U. ORT. (2014, Oct. 28). *IS Procesos PARTE II* [Online]. Disponible: http://aulas.ort.edu.uy/mod/folder/view.php?id=59407

[3] Microsoft. (2014, Dic. 20). *ASP.NET* [Online]. Disponible: http://www.asp.net/

[4] Microsoft. (2014, Set. 20). *ASP.NET MVC 5* [Online]. Disponible: http://www.asp.net/mvc/mvc5

[5] M. Otto. (2014, Oct. 15). *Bootstrap* [Online]. Disponible: http://getbootstrap.com/

[6] Microsoft. (2014, Dic. 23). *Cloud Platform* [Online]. Disponible: http://www.microsoft.com/es-es/server-cloud/products/sql-server/

[7] L. Bass, Clements, P., y Kazman, R., *Software architecture in practice*, 1era. ed. Massachusetts: Addison-Wesley, 1998.

[8] M. E. Porter, *Ser Competitivo*. Barcelona: Deusto, 2009.

[9] A. y. P. Y. Osterwalder, *Business Model Generation: A Handbook For Visionaries, Game Changers, And Challengers* New Jersey: Alexander Osterwalder & Yves Pigneur, 2010.

[10] O. L. Villena. (2015, Ene. 6). *Creando una empresa de éxito: Claves para pasar de la idea a la empresa* [Online]. Disponible: http://books.google.com.uy/books?id=ReE8AwAAQBAJ

[11] U. ORT. (2015, Ene. 6). *Curso Taller de Ingeniería de Software* [Online]. Disponible: http://aulas.ort.edu.uy/mod/folder/view.php?id=3224

[12] Microsoft. (2014, Nov. 12). *Crear aplicaciones Web ASP.NET (Visual C#)* [Online]. Disponible: http://msdn.microsoft.com/es-es/library/341zb1z3(v=vs.90).aspx

[13] Microsoft. (2014, Oct. 20). *Microsoft developer tools* [Online]. Disponible: http://www.visualstudio.com/

[14] Oracle. (2014, Oct. 28). *The world's most popular open source database* [Online]. Disponible: http://www.mysql.com/

[15] Microsoft. (2015, Ene. 7). *The cloud for modern business* [Online]. Disponible: http://azure.microsoft.com/en-us/

[16] M. Azure. (2015, Ene. 29). *¿Qué es Microsoft Azure?* [Online]. Disponible: http://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-azure/

[17] Microsoft. (2015, Ene. 15). *Service Level Agreements* [Online]. Disponible: http://azure.microsoft.com/en-us/support/legal/sla/

[18] F. L. Rivera. (2015, Feb. 7). *Bases de datos relacionales Teoría y práctica (1a. ed.)* [Online]. *1 (1)*. Disponible: http://books.google.com.uy/books?id=buM5rlZME-cC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

[19] J. Nielsen. *10 Usability Heuristics for User Interface Design* [Online]. Disponible: http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/

[20] Microsoft. (2015, Feb. 7). *Getting Started with Entity Framework 6 Code First using MVC 5* [Online]. Disponible: http://www.asp.net/mvc/overview/getting-started/getting-started-with-ef-using-mvc/creating-an-entity-framework-data-model-for-an-asp-net-mvc-application

[21] X. Albaladejo. (2014, Oct. 15). *Adopción de Agile en la empresa. Entrevista revista Tendencias* [online]. Disponible: http://www.proyectosagiles.org/taxonomy/term/18

[22] P. Hundermark. (2014, Oct. 20). *Un Mejor Scrum* [online]. Disponible: http://www.scrumsense.com/resources/do-better-scrum/

[23] A. Cyment. (2015, Ene. 10). *El espíritu de Scrum* [Online]. *1*. Disponible: http://es.scribd.com/doc/84799747/El-espiritu-de-Scrum

[24] K. Beck. (2014, Oct. 20). *Manifiesto for Agile Software Development* [Online]. Disponible: http://www.agilemanifesto.org

[25] U. ORT. (2014, Dic. 11). *Planificación y Estimación con SCRUM* [Online]. Disponible: http://aulas.ort.edu.uy/mod/folder/view.php?id=88089

[26] M. G. Software. (2015, Feb. 4). *Play. Estimate. Plan* [Online]. Disponible: http://www.planningpoker.com/

[27] P. M. Institute, *PMBOK GUIDE*. Pennsylvania: Project Management Institute, 2013.

[28] Microsoft. (2015, Ene. 27). *Use Team Foundation Version Control* [Online]. Disponible: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms181237.aspx

[29] O. E. LLC. (2015, Ene. 28). *Curso de inglés online* [Online]. Disponible: http://www.openenglish.com/

[30] P. Group. *PHP Hypertext Preprocessor* [Online]. Disponible: http://php.net/

[31] J. Guerrero. (2014, Nov. 16). *Taller de programación concurrente* [Online]. Disponible: http://es.slideshare.net/JonathanGuerreroPacori/tecnologias-para-paginas-web-dinamicas-del-lado-del-servidor

[32] 7Panas. (2015, Ene. 28). *Diseño Web Responsive vs Mobile Web vs Aplicación Nativa, cual elegir y por qué* [Online]. Disponible: http://www.7panas.com/diseno-web-responsive-vs-mobile-web-vs-aplicacion-nativa-cual-elegir-y-por-que/

[33] J. Simmons. (2014, Oct. 24). *Curo - Admin Template* [Online]. Disponible: http://wrapbootstrap.com/theme/curo-admin-template-WB0FK2801

[34] J. Simmons. (2014, Oct. 29). *Ace - Responsive Admin Template* [Online]. Disponible: http://wrapbootstrap.com/theme/ace-responsive-admin-template-WB0B30DGR

[35] M. Azure. (2015, Ene. 29). *Virtual Machines Pricing* [Online]. Disponible: http://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/virtual-machines/

[36] GitHub. (2015, Feb. 15). *Page load time* [Online]. Disponible: http://github.com/alex-vv/chrome-load-timer

[37] Microsoft. (2015, Feb. 9). *UML Class Diagrams: Reference* [Online]. Disponible: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd409437.aspx

[38] Microsoft. (2015, Feb. 9). *C# Coding Conventions* [Online]. Disponible: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff926074.aspx

[39] Microsoft. (2015, Ene. 27). *Trabajar con Team Explorer* [Online]. Disponible: https://msdn.microsoft.com/es-es/library/hh500420.aspx

[40] T. E. Foundation. (2015, Feb. 28). *Eclipse Is...* [Online]. Disponible: http://eclipse.org

[41] CollabNet. (2015, Ene. 27). *AnkhSVN - Subversion Support for Visual Studio* [Online]. Disponible: http://ankhsvn.open.collab.net/

[42] Google. (2015, Ene. 27). *Introducción a Google Drive* [Online]. Disponible: https://support.google.com/drive/answer/2424384?hl=es

9. Anexos

9.1. Anexo 1: Análisis de las 5 fuerzas de Porter

9.1.1. Introducción

Porter propone analizar la viabilidad de ingresar a un sector industrial a través de las cinco fuerzas que lo componen: Compradores, Potenciales competidores, Proveedores, Sustitutos y Competidores establecidos en el sector [8]. La acción de estas cinco fuerzas conjuntas determina, en parte, la rentabilidad del sector industrial analizado.

De acuerdo al planteo de Porter [8], se realiza el análisis de las 5 fuerzas, para conocer en detalle el sector industrial en el que se encuentra establecido la empresa. Dado que la misma ya está instaurada en el sector industrial, el análisis detallado a continuación no busca conocer la viabilidad de ingreso, sino que plasmar dicho análisis para poder buscar ventajas competitivas en el sector, así como también determinar la facilidad de incorporación de nuevas empresas al sector.

9.1.2. Sector industrial

El sector industrial fue definido como: “Institutos de inglés que ofrecen cursos a empresas y a particulares en Uruguay”.

9.1.3. 5 Fuerzas

9.1.3.1. Barreras de entrada y salida

Economías de escala por parte de la oferta

Dadas las características del sector industrial, no es necesario una alta producción para poder competir en el sector, dado que no existen economías de escala importantes que obliguen al nuevo entrante a producir en grandes cantidades.

Intensidad de la fuerza: **baja.**

Beneficios de escala por parte de la demanda

En el sector industrial analizado, los beneficios de escala por parte de la demanda están relacionados a la experiencia y trayectoria de cada empresa; cuanta más cantidad de clientes atraiga, más probable es que continúe creciendo, ya que nuevos clientes se ven atraídos por el número de consumidores actuales de la empresa.

Intensidad de la fuerza: **media/alta.**

Costos de cambio para los clientes

No se identifican costos significativos para los clientes por el cambio de un instituto de inglés a otro.

Intensidad de la fuerza: **baja.**

Requisitos del capital

Los costos financieros a invertir al ingresar al sector están principalmente asociados a las campañas de publicidad y desarrollo necesarios para poder establecerse y captar nuevos clientes. Estos gastos son difíciles de recuperar, al menos a corto plazo.

Intensidad de la fuerza: **media.**

Beneficios para los miembros independientemente del tamaño

Los beneficios de los miembros ya establecidos en el sector están principalmente relacionados a la experiencia y aprendizaje adquirido al participar del mismo. Sin embargo, no se consideran significativas las desventajas para una empresa entrante, ya que no se requiere gran experiencia al momento de ingresar.

Intensidad de la fuerza: **baja/media.**

Acceso desigual a los canales de distribución

No se identifican dificultades para los nuevos entrantes en acceder a los canales de distribución. La única desventaja enfrentada está relacionada a los costos de acceder a los mismos. Es probable que las empresas ya establecidas en el sector consigan mejores precios al comprar, y ésta representa la mayor dificultad para las nuevas empresas.

Intensidad de la fuerza: **baja/media.**

Política restrictiva del gobierno

Como requisitos que impone el gobierno para las empresas del sector analizado, se encuentran las habilitaciones de todo instituto de enseñanza. Si bien estas normas no son tan estrictas como las de la Educación obligatoria, deben cumplirse necesariamente para toda empresa que ingrese y permanezca en el rubro. Sin embargo, estas habilitaciones no presentan grandes complicaciones ni son difíciles de tramitar, por lo que no sería una limitante al momento de ingresar al sector industrial.

Intensidad de la fuerza: **baja.**

9.1.3.1.1. Conclusiones de las barreras de entrada y salida

Luego del análisis de los principales factores que inciden en las barreras de entrada y salida de nuevos competidores, se puede concluir que la fuerza es **baja**. No existen grandes limitantes para un entrante o saliente al momento de ingresar o desvincularse del sector industrial analizado.

9.1.3.2. Poder de negociación de los proveedores

Los proveedores de Institutos de inglés son principalmente vendedores de libros educativos.

Que esté dominado por pocas empresas y más concentrados que la industria a la que vende

Existen pocas empresas destinadas a la venta de libros al por mayor, preparadas para satisfacer la necesidad en cantidad de los institutos de inglés en Uruguay.

Intensidad de la fuerza: **media.**

Los proveedores no dependen demasiado de la industria para obtener beneficios

Los proveedores sí dependen de la industria para obtener beneficios.

Intensidad de la fuerza: **baja.**

Los participantes de una industria se enfrentan a fluctuaciones en los costos y a proveedores inestables

Los costos de cambio de proveedor son medianamente altos, dado que no existe gran cantidad de proveedores de libros para institutos de inglés.

Intensidad de la fuerza: **media.**

Los proveedores ofrecen productos que están diferenciados entre sí

Los proveedores no tienen productos diferenciados. Podrían vender algún otro producto similar de bibliografía, pero no son considerados desiguales en este análisis.

Intensidad de la fuerza: **baja.**

No existe substituto alguno del producto que ofrece el proveedor

Como se comentó anteriormente, los proveedores de libros destinados a institutos de inglés en Uruguay son escasos, por lo que tienen poca competencia, y esto les brinda un poder de negociación mayor con sus clientes. Sin embargo, se podrían considerar substitutos aquellas empresas que ofrecen los libros publicados en la web, y por lo tanto se podría considerar un sustituto del producto que ofrece el proveedor de libros.

Intensidad de la fuerza: **media/baja.**

El grupo proveedor puede amenazar, de forma creíble, con integrarse a la industria

No se considera una amenaza importante el hecho de que el proveedor se integre a la industria; la bibliografía resulta una parte importante en cualquier instituto de inglés, pero no se asemeja a otras industrias, donde los proveedores abastecen de materias primas a sus clientes, con las cuales construyen el producto final. En este caso sería muy apresurado pensar que un vendedor de libros podría unirse al sector y comenzar a brindar cursos de inglés.

Intensidad de la fuerza: **baja.**

9.1.3.2.1. Conclusión del poder de negociación de los proveedores

Se puede concluir como parte del análisis de las cinco fuerzas de Porter que el poder de negociación de los proveedores hacia las empresas compradoras es **medio**, ya que no existe gran cantidad de competidores en el mercado uruguayo, permitiendo así aumentar los precios y negociar con ventaja. Sin embargo, estos proveedores no resultan gran amenaza para las empresas del sector, dado que no insumen materia prima, sino que venden un producto utilizado como parte del servicio brindado por los institutos.

9.1.3.3. Poder de negociación de los compradores

En el análisis del poder de negociación de los compradores para el sector industrial identificado, es importante destacar dos tipos de clientes; por un lado el alumno particular, que ingresa al instituto para tomar cursos de inglés, y por otro las empresas que ofrecen como beneficio a sus empleados cursos de inglés internos, para poder mejorar el nivel de sus funcionarios.

Existen pocos compradores, o cada uno compra en volúmenes grandes en comparación al tamaño de un solo vendedor

Las empresas que contratan cursos de inglés para sus funcionarios realizan compras de gran porte, en comparación con el resto de los clientes (generalmente el número de alumnos que participan de los cursos *in-company* es bajo) y por lo tanto resulta significante la perdida de alguno de los primeros mencionados.

En el caso de los alumnos particulares, esta amenaza no resulta demasiado significativa para la empresa.

Intensidad de la fuerza: **media/alta.**

Los productos de la industria están estandarizados o no se diferencian entre sí

El servicio brindado por los institutos de inglés puede ser reemplazado fácilmente; si bien cada instituto podría tener un enfoque particular y más interesante que el resto, el objetivo de un individuo que solicita un curso de inglés se cumple de todas formas.

Intensidad de la fuerza: **alta.**

Los compradores se enfrentan a pocas variaciones en los costos de cambio de proveedor

El costo de un cliente en cambiar de proveedor de instituto de inglés es bajo, dado que no tienen grandes gastos ni pérdidas importantes que afrontar.

Intensidad de la fuerza: **alta.**

Los compradores pueden amenazar con retirarse y producir ese mismo producto si los vendedores son demasiado rentables

No se puede pensar sencillamente que un individuo que necesita tomar cursos de inglés pueda involucrarse al sector y comenzar a brindar el mismo servicio.

Intensidad de la fuerza: **baja.**

9.1.3.3.1. Conclusión del poder de negociación de los compradores

Como conclusión del análisis del poder de negociación de los compradores se puede afirmar que es **alto**. Los clientes que presentan un mayor poder de negociación son las empresas que requieren cursos de inglés para sus funcionarios, dado que éstos realizan compras en cantidades importantes en relación al resto de los alumnos del Instituto.

9.1.3.4. Amenaza de productos sustitutos

Como productos sustitutos se pueden identificar los profesores particulares de inglés, que son contratados de forma independiente por una persona o empresa para que brinde cursos. Si bien no son competidores directos, estos sustitutos podrían ser importantes si la diferencia en precio o servicio brindada entre uno y otro es grande.

Otro producto sustituto importante son los cursos de inglés online; estos pueden hacerse en cualquier lugar y a cualquier hora, sin tener que asistir a una clase (por ejemplo: Open English [29]). Por estas características es que los cursos de inglés en la web representan un sustituto importante para los institutos de inglés apuntados a empresas y particulares.

9.1.3.4.1. Conclusión de la amenaza de productos sustitutos

Actualmente con el uso de la web y la confianza de sus usuarios a las compras a través de Internet, resulta importante tener en cuenta que los cursos de inglés a distancia son un competidor importante para los institutos clásicos de inglés. La fuerza de esta amenaza resulta **alta**.

9.1.3.5. Rivalidad entre competidores existentes

Los competidores son numerosos o muy parecidos en tamaño o influencia

Existen actualmente varios proveedores que brindan clases de inglés a empresas y particulares en Uruguay, y no tienen grandes variantes en tipo ni tamaño de los productos que ofrecen.

Intensidad de la fuerza: **alta.**

El crecimiento de la industria es lento

Cada vez más las empresas contratan institutos de inglés para brindar cursos *on-site*. Esto representa un crecimiento para los proveedores.

Intensidad de la fuerza: **baja.**

Las barreras de salida son elevadas

No existen grandes limitantes para una empresa que desee salir del sector, es por esto que las barreras de salida son bajas.

Intensidad de la fuerza: **baja.**

Los rivales están altamente comprometidos con el negocio y tienen aspiraciones de liderazgo

Si bien todas las empresas del sector compiten por mantener su prestigio y aumentar la cartera de clientes, no se puede asegurar que haya gran rivalidad por obtener el liderazgo.

Intensidad de la fuerza: **baja.**

9.1.3.5.1. Conclusión de la rivalidad entre competidores existentes

Si bien como en todo sector industrial las empresas buscan liderar el mercado en donde se posicionan, no se identifican factores importantes que demuestren una alta rivalidad entre los competidores del sector, por lo que la intensidad de esta fuerza resulta **baja.**

9.2. Anexo 2: Análisis del modelo Canvas de negocio

El modelo Canvas, propuesto por Alexander Osterwalder e Yves Pigneur [9] está basado en la simplificación y ordenación de las ideas de un negocio de manera visual.

Se pueden representar nueve componentes del negocio en una sola página a través de una representación gráfica, que definen el modelo de negocios optado por la empresa para competir en el mercado. Los nueve bloques están formados por los siguientes factores clave:

- Personas clave
- Actividades clave
- Recursos clave
- Propuesta de valor
- Relación con los clientes
- Canales
- Segmento de mercado
- Costos de la estructura
- Fuentes de ingreso

Para completar cada bloque es necesario obtener información del mundo real; ningún estudio de mercado brindará información más certera que la propia realidad en donde suceden los hechos [10].

A continuación se detalla el gráfico del Modelo Canvas de negocio [9], describiendo cada uno de los bloques existentes.

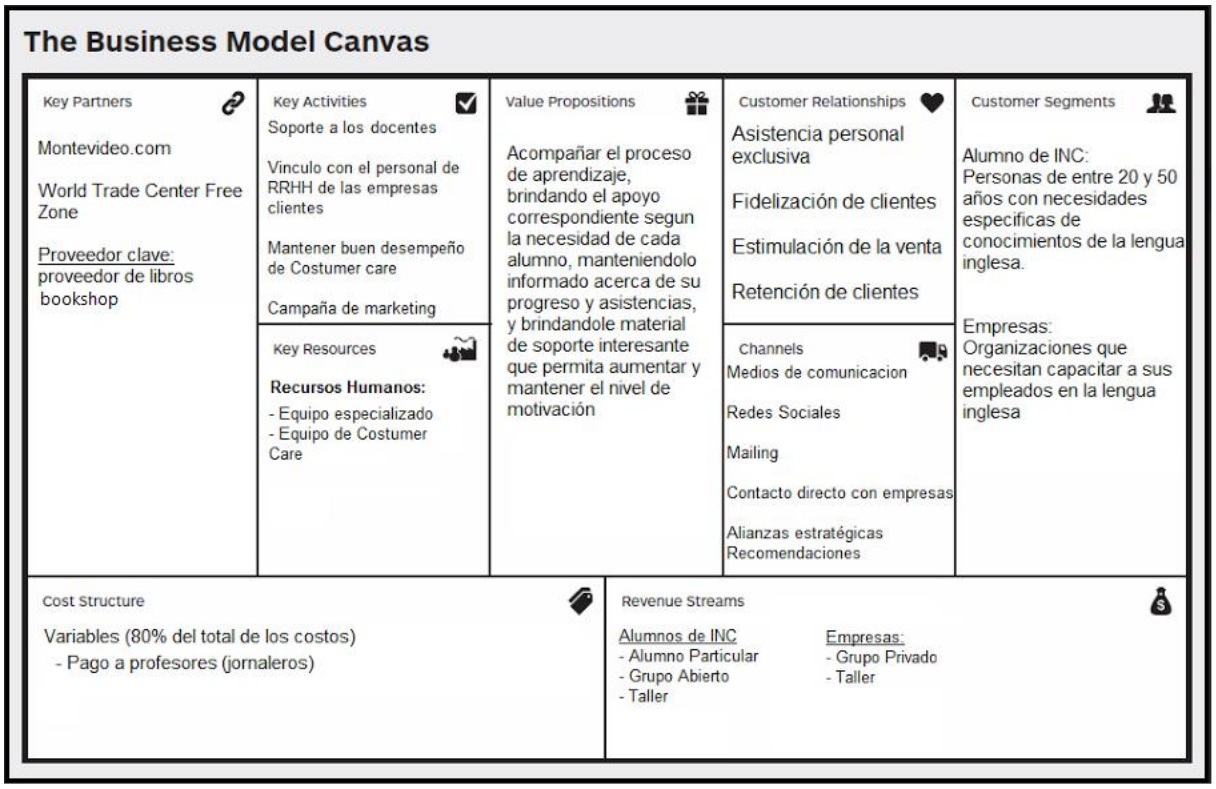


Ilustración 9-1 Modelo Canvas de negocio.

9.3. Anexo 3: Diagramas de procesos iniciales

En este capítulo se muestran los diagramas de procesos elaborados por la empresa cliente y entregados al equipo de desarrollo, con el fin de entender las actividades principales realizadas. La optimización de estos procesos puede consultarse en Optimización de procesos internos.

Dado el formato y tamaño de las imágenes de procesos, los mismos han sido quitados del documento principal, pero pueden consultarse en Proceso de ingreso de una empresa y Procesos de ingreso de un alumno.

9.4. Anexo 4: Tiempos registrados en la ejecución de actividades de la empresa

En este capítulo se detallan los tiempos actualmente insumidos para realizar algunas de las actividades más importantes del instituto. Luego de que el sistema se encuentre implantado, se realizará una comparación de dichos tiempos de esta forma tal de poder corroborar algunos de los beneficios que se esperan obtener con la adquisición del software (el detalle de los beneficios se encuentra en Beneficios esperados a través del sistema).

Factor a considerar	Tiempo insumido
Registrar un usuario	2 minutos
Asignar un alumno a un grupo	2 minutos
Registrar una nueva empresa	7 minutos
Confeccionar el calendario semana	15 minutos semanales
Buscar un profesor sustituto	5 minutos
Comunicar a los alumnos de la suspensión de una clase	30 segundos
Comunicar a los alumnos sobre una nueva evaluación	No se efectúa
Comunicar a los alumnos de un resultado de una evaluación	No se efectúa
Notificar a los alumnos sobre un nuevo curso	7 minutos
Enviar asistencias a empresas	30 minutos mensuales
Calcular clases mensuales de cada profesor	8 horas semanales
Notificación de atrasos de pagos/ cuponeras atrasadas	20 minutos mensuales
Control de stock de bookshop	1 hora mensual
Dar de baja a un alumno	3 minutos

Tabla 9-1 Tiempos insumidos en actividades de la empresa.

9.5. Anexo 5: Encuesta de satisfacción a interesados de INC

En este capítulo se detallan las encuestas realizadas a alumnos, profesores, directores y la administradora del instituto, con el fin de justificar el aporte de valor del proyecto hacia la empresa.

9.5.1. Cuestionario a alumnos del instituto

El cuestionario realizado a alumnos del instituto busca conocer la opinión de los clientes en relación a algunas de las funcionalidades importantes que el sistema integral incluirá. En esta encuesta, se tomaron las opiniones de 30 alumnos activos en el instituto.

<u>¿Cómo te gustaría conocer los resultados de tus evaluaciones?</u>

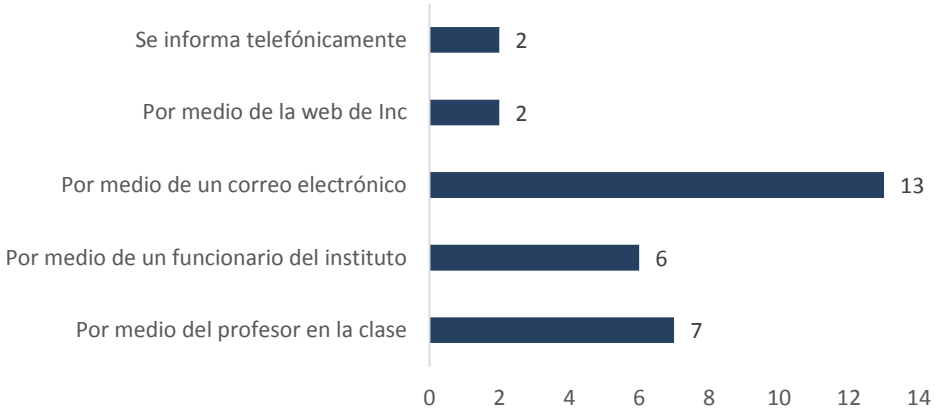


Ilustración 9-2 Medios de comunicación de resultados de evaluación.

<u>¿Te gustaría estar enterado de la suplencia de tu profesor para una clase específica?</u>

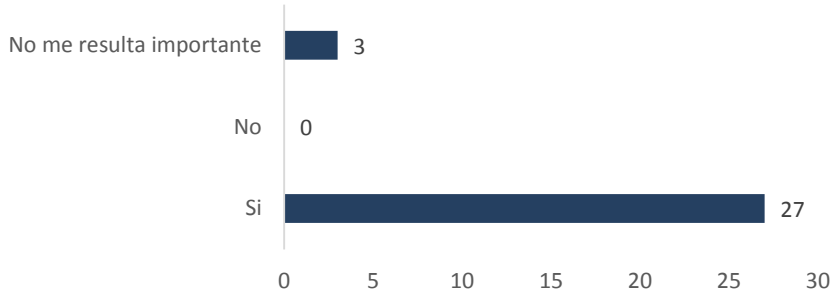


Ilustración 9-3 Comunicación de suplencia de un profesor a los alumnos.

¿Cómo te gustaría conocer nuevos cursos ofrecidos por el instituto?

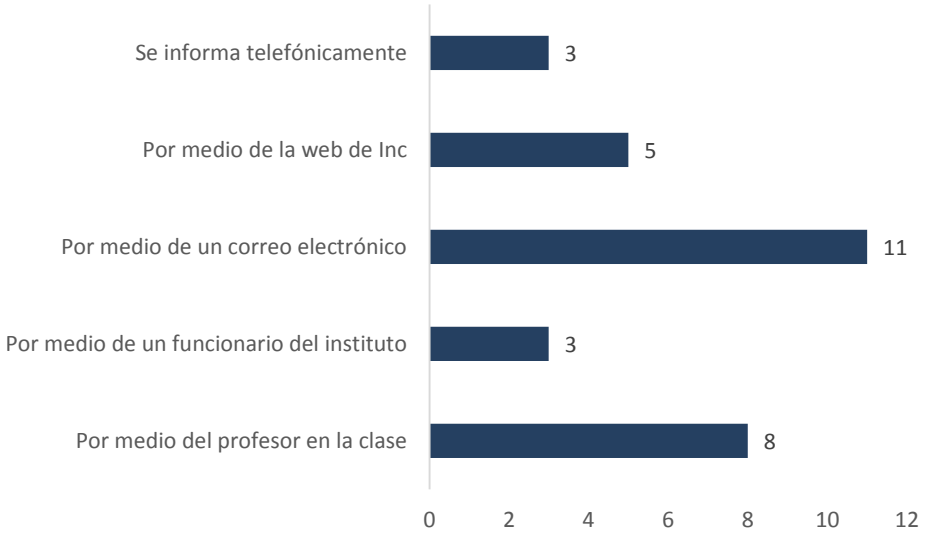


Ilustración 9-4 Comunicación de nuevos cursos ofrecidos.

¿Por qué medios te enteras que un profesor falta o se cambia una clase?

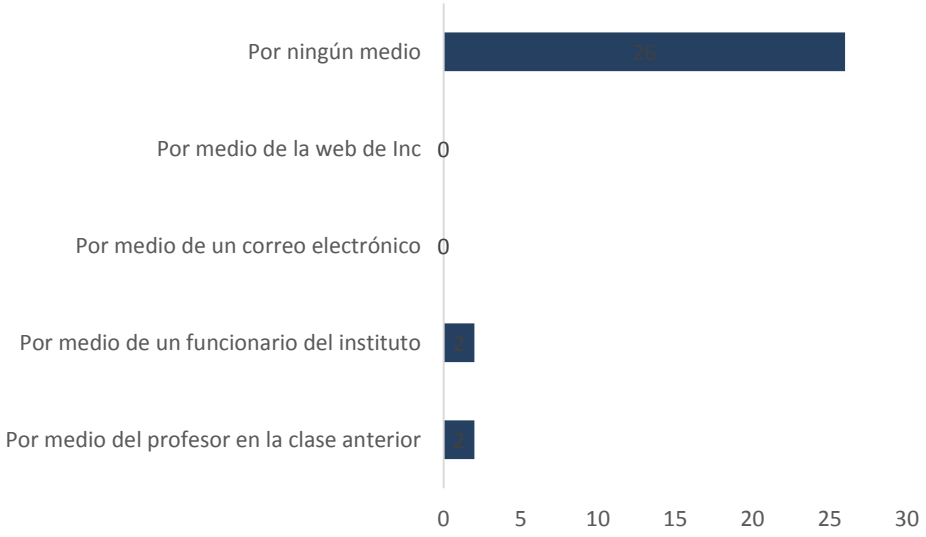


Ilustración 9-5 Medios para comunicar ausencias de un profesor.

¿Con qué frecuencia utilizas el correo electrónico?

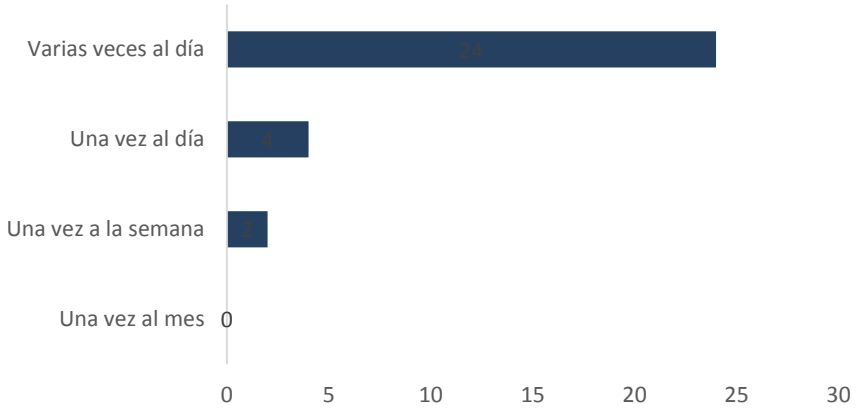


Ilustración 9-6 Frecuencia de utilización del correo electrónico.

¿Te gustaría recibir los resultados de evaluaciones y novedades de nuevos cursos en tu casilla de correo?

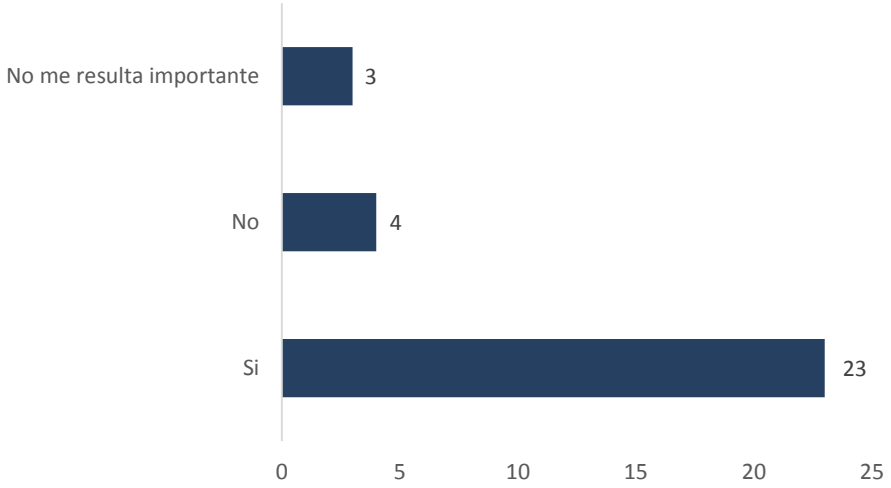


Ilustración 9-7 Recepción de resultados de evaluaciones y otra información a través del correo.

¿Sería útil recibir un mail en caso de atrasarse con el pago para recordarlo?

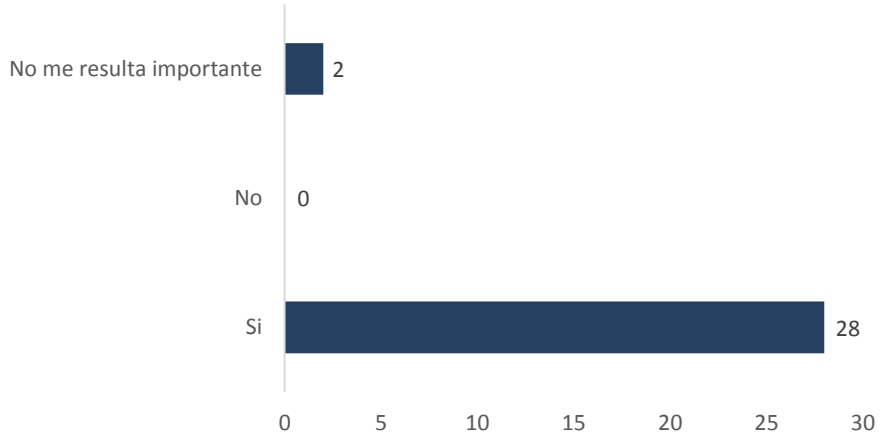


Ilustración 9-8 Recepción de correo por atraso de pago.

¿Consideras que estos detalles pueden aumentar la calidad del servicio brindado?

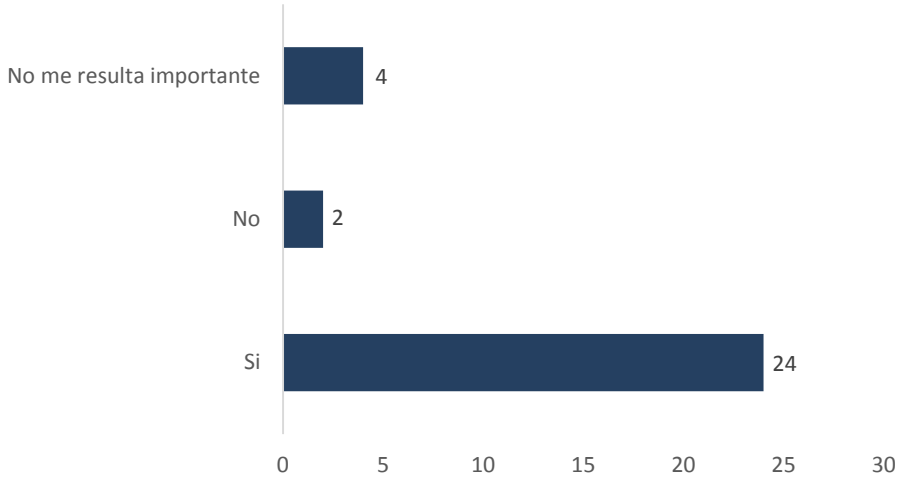


Ilustración 9-9 Evaluación de aporte de valor.

¿Te gustaría poder brindar tu opinión del curso a través de una encuesta enviada por el Instituto para mejorar o modificar cambios que consideres necesarios?

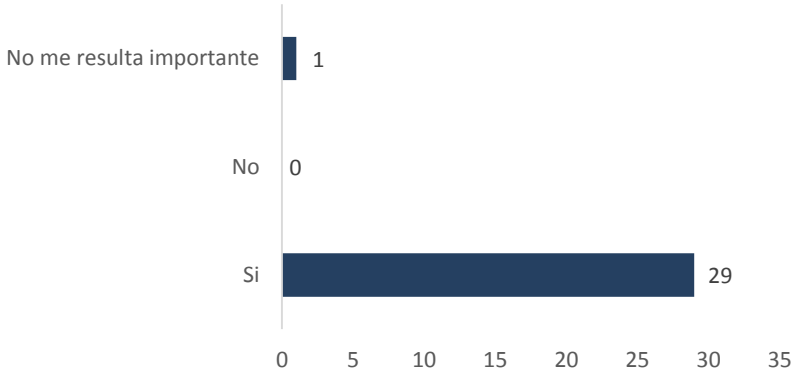


Ilustración 9-10 Creación de encuestas.

9.5.2. Cuestionario a profesores del instituto

El cuestionario a profesores busca conocer los servicios que se brindan actualmente a los docentes, y consultar sobre las nuevas opciones, apuntados a mejorar la satisfacción de quienes trabajan en la empresa.

¿Por qué medio consultas los horarios de tus clases?

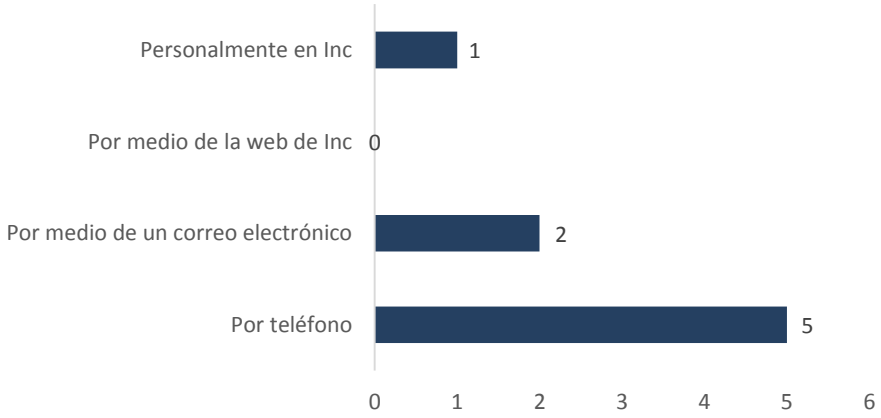


Ilustración 9-11 Medios para consultar los horarios.

¿Cómo pasas la lista?

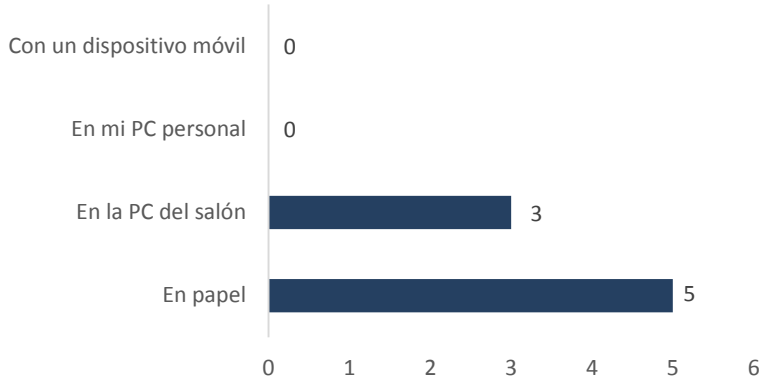


Ilustración 9-12 Medios de marcado de asistencias.

¿Qué tipo de celular tienes?

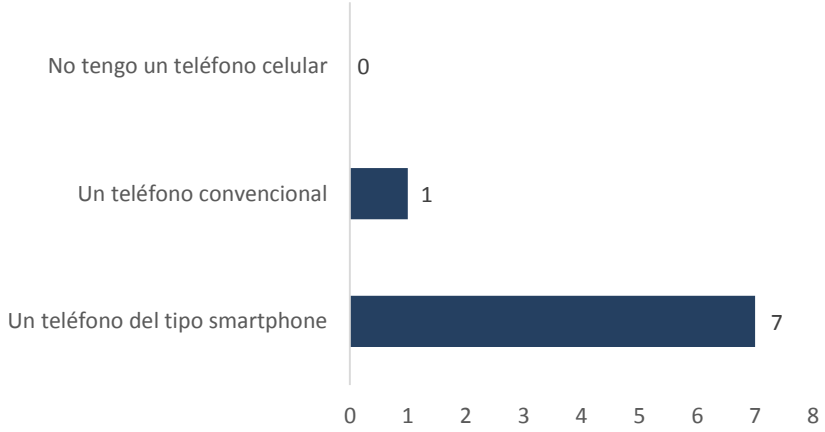


Ilustración 9-13 Tipo de celulares de los profesores.

¿Dónde consultas los cursos que estás dictando actualmente?

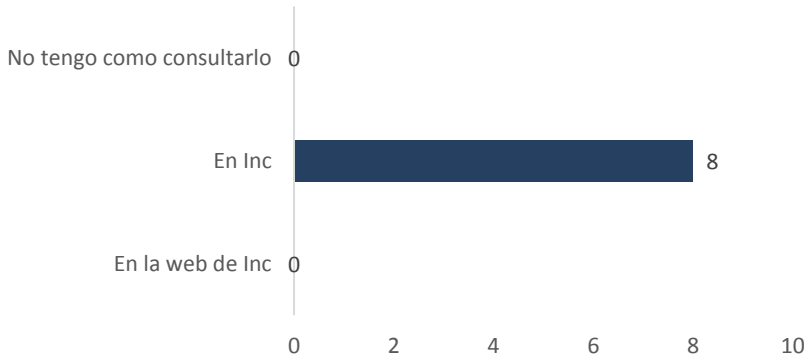


Ilustración 9-14 Medios de consulta de cursos actualmente dictados.

¿Facilitaría tu labor poder pasar la lista a través del celular?

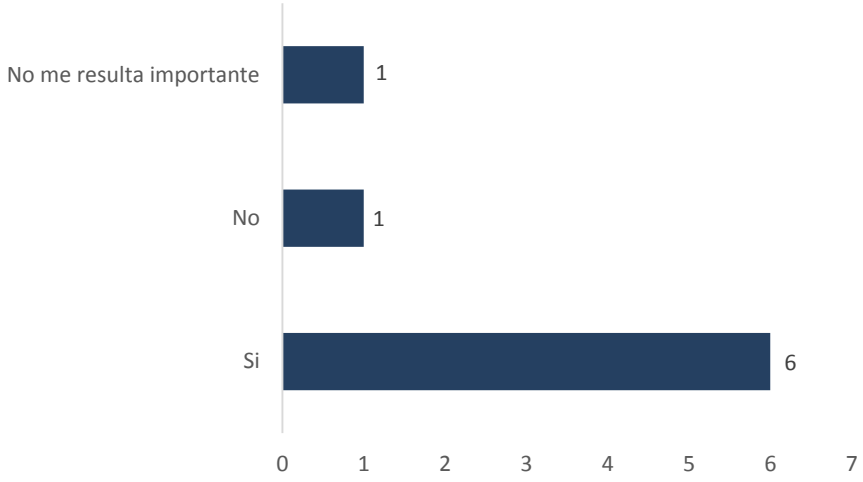


Ilustración 9-15 Evaluación de marcado de asistencias a través de un celular.

¿Consideras útil que te recuerden que debes pasar la lista todas las semanas?

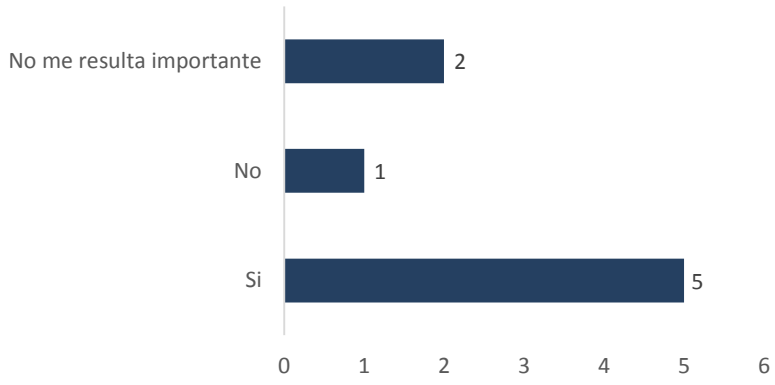


Ilustración 9-16 Recordatorio de marcado de asistencias por semana.

¿Consideras útil poder completar los resultados de una evaluación desde la computadora?

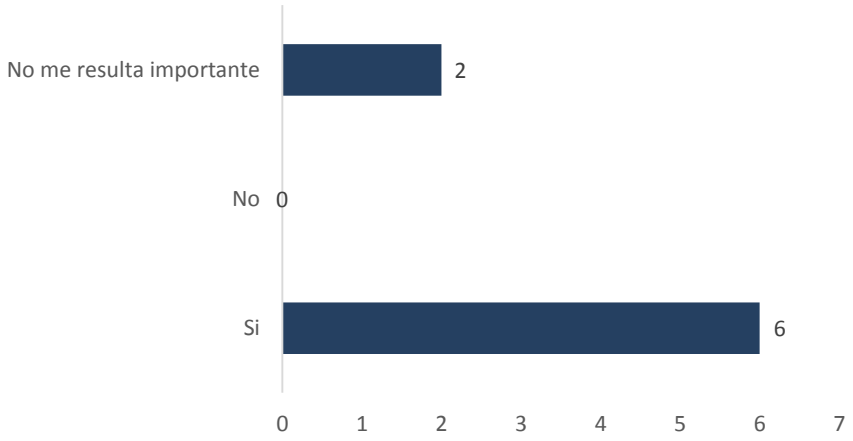


Ilustración 9-17 Completar resultados de evaluaciones desde la computadora.

¿Te gustaría poder recibir un calendario semanal por mail para recordarte las clases de esa semana, incluyendo las suplencias y cursos titulares?

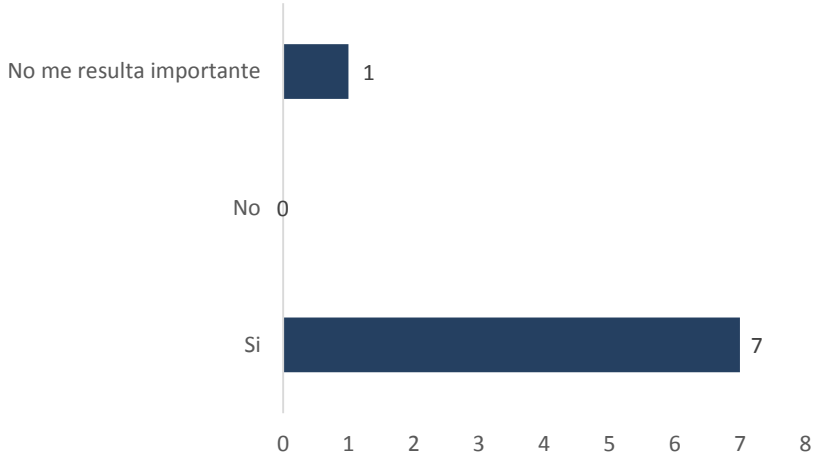


Ilustración 9-18 Recepción del calendario semanal por mail.

9.5.3. Consulta de re-captación de clientes a Directores

¿Cuál es la política de re captación que tienen actualmente?

En cada comienzo de grupo o taller se llama o manda mail a las personas que estudiaron en el pasado.

¿Consideran que mejoraría si se pueden consultar los alumnos que ya no cursan desde hace 1 año y ofrecerles nuevos cursos?

Sería mucho más fácil si fuera automático. Hoy en día es a través de una búsqueda en la base de datos, y el registro no siempre es óptimo.

¿Tienen una base de datos de alumnos inactivos? Si es así, ¿la consultan y la tienen ordenada como para no perder ninguno?

"Si tenemos, y está ordenada en un Excel dividido por nivel. Es de esta lista que se organizan las llamadas para inicios de cursos"

9.5.4. Consulta a administradora del instituto

¿Cuál consideras que es el mayor aporte de valor del sistema al trabajo realizado diariamente?

"El mayor aporte para nosotros sería la automatización de algunas tareas (notificaciones etc.) que hoy en día se están llevando a cabo, pero en forma manual, lo que insume muchas horas y requiere mucha atención. En algunos casos pueden olvidarse de algunas notificaciones si es que hay mucho trabajo, por lo cual sería un gran avance no tener que preocuparse por ellas.

Hay algunas tareas, como ser por ejemplo la liquidación de horas todos los meses, que nos lleva un día laboral entero al mes, lo cual quizás se pueda solucionar con un click – eso sería un enorme aporte ya que nos deslindaría de mucho trabajo y bajaría mucho el margen de error

En cuanto a las nuevas aplicaciones (un lugar para consultar los cursos, poder completar las asistencias desde un celular) realmente aportan una buena herramienta de trabajo al profesor, facilitándole su tarea, y además brinda un elemento novedoso que de alguna manera motiva al colaborador, ya que demuestra que la empresa está pensando en él".

9.6. **Anexo 6: Casos de uso**

Debido a la extensión del detalle de casos de uso, se tomó la decisión de no incluirlo en este documento. Se puede consultar en Detalle de casos de uso.

9.7. Anexo 7: Principios de Jakob Nielsen aplicados al sistema

Para garantizar la construcción de un sistema que resulta usable, se respetaron los principios de Jakob Nielsen [19]. A continuación se detalla el análisis realizado, aplicado al proyecto.

9.7.1. Visibilidad del estado del sistema

El sistema debe mantener al usuario informado en todo momento de lo que está sucediendo mediante un *feedback* apropiado: El sistema muestra el estado mediante el siguiente componente que se puede ver en los momentos de carga, en la esquina superior derecha del navegador:

Ilustración 9-19 Estado del sistema.

9.7.2. Relación entre el sistema y el mundo real

El sistema debe "hablar" el lenguaje del usuario, conteniendo palabras que sean familiares al cliente y el negocio. En la **Ilustración 9-20** se visualiza una porción del panel de navegación ubicado en todas las vistas del sistema, el cual refleja la semejanza con la realidad del negocio del cliente:

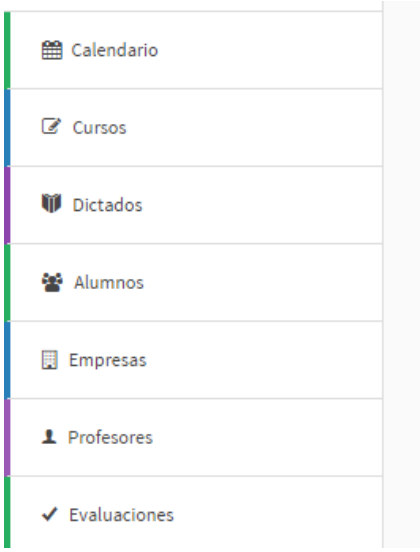


Ilustración 9-20 Relación con el mundo real.

9.7.3. Libertad de los controles del usuario

El usuario muchas veces selecciona funciones por error, las cuales deben tener una opción claramente marcada para su salida.

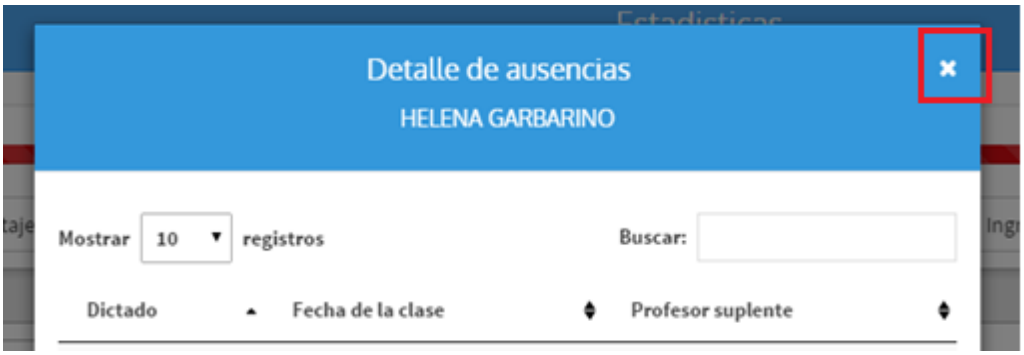


Ilustración 9-21 Libertad de los controles del usuario.

9.7.4. Consistencia y estándares

El usuario no debe tener que preguntarse si diferentes palabras, situaciones o acciones tienen el mismo significado. La diferencia se puede ver a continuación, marcada en diferentes pestañas para las diferentes opciones.

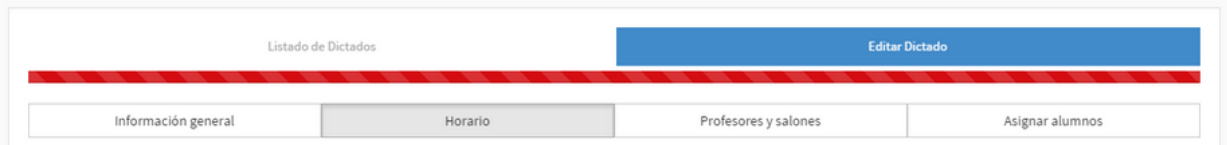


Ilustración 9-22 Consistencia y estándar.

9.7.5. Prevención de errores

Para el usuario resulta mejor la prevención de errores frente a un buen mensaje de error. El sistema realiza validaciones y avisa al usuario previo al guardado de información inconsistente como lo muestra la **Ilustración 9-23** a continuación.

Ilustración 9-23 Prevención de errores.

9.7.6. Reconocimiento antes que memoria

Se debe minimizar la cantidad de tareas que el usuario debe completar de memoria; se debe hacer que los objetos, acciones y opciones sean visibles. El usuario no debe tener que recordar la información desde un cuadro de diálogo hacia el siguiente. En la **Ilustración 9-24** se visualiza cómo se asigna la forma de pago a un alumno, al momento de asignarlo a un dictado, en lugar de tener que realizarlo como acciones separadas.

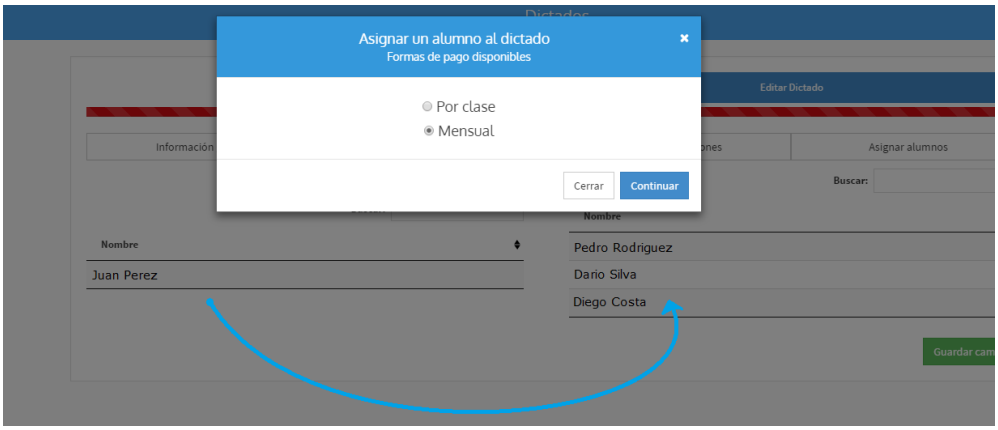


Ilustración 9-24 Reconocimiento antes que memoria.

La flecha azul representa la interacción entre los dos componentes que se ven en la pantalla, uno para los alumnos en el listado general y otro para los asignados al dictado, a la izquierda y derecha respectivamente. Cuando se selecciona uno, se mueve hacia la otra lista, desplegando el *pop-up* que se ve en la **Ilustración 9-24**.

9.7.7. Estética y diseño minimalista

Los diálogos no contienen información irrelevante o que rara vez es de importancia para el usuario. La información que no resulta importante disminuye la visibilidad a otros componentes que pueden resultar claves.

Nombre	Apellido	Telefono movil	Email	Acción
Fabian	Salamo	099987541	fabian278@gmail.com	Editar | Ver detalles | Eliminar

Ilustración 9-25 Estética y diseño minimalista.

La **Ilustración 9-25** muestra únicamente información a la cual es más frecuente que se desee acceder. Para ver los detalles y la información completa existe otra vista detallada.

9.8. Anexo 8: Descripción funcional del Sistema de software construido

9.8.1. Introducción

En este capítulo se describen las principales funcionalidades de la solución de software implementada.

9.8.2. Gestión de entidades principales

9.8.2.1. Alumnos

El sistema permite mantener la información de sus alumnos, para los cuales el usuario deberá completar los datos principales, junto con la información de la fecha de evaluación inicial, y su resultado luego de obtenerlo.

9.8.2.2. Empresa

Se mantiene la información sobre las empresas que contratan el servicio para sus funcionarios, teniendo en cuenta información relativa a los funcionarios responsables de la recepción de resultados e información de los alumnos que asisten a los cursos.

9.8.2.3. Cursos

El sistema permite el mantenimiento de los cursos, los cuales contienen una categoría, que caracteriza al mismo de acuerdo al tipo. Estos cursos contienen información básica que los caracteriza.

9.8.2.4. Dictados

Como una de las principales funcionalidades del sistema se permite la gestión de los dictados registrados, solicitando en su ingreso información básica tal como nombre, cantidad de clases, cantidad de cupos permitidos, ausencias autorizadas, así como también el ingreso del horario en el que se dictará. En el momento de establecer la carga horaria de una semana y guardar los cambios, el sistema procederá a crear la cantidad de clases establecidas por el usuario y repetir el formato establecido para la primera semana creada.

9.8.2.5. Clases

El sistema procederá a crear las clases de un dictado, teniendo en cuenta la cantidad de clases seleccionadas por el usuario. Dichas clases mantendrán información específica, tal como: alumnos que asistieron, profesor que dictó la clase, evaluaciones registradas, etc.

Esta entidad es creada de forma automática por el sistema una vez que se registra el dictado y se seleccionan los horarios de las clases.

En adición, el usuario podrá ingresar una clase adicional a un dictado, ingresando a la edición del mismo, y seleccionando algún horario en el calendario. Esta clase será identificada como “CLASE AGREGADA”, con el fin de mostrar al usuario que se encuentra fuera del horario establecido inicialmente.

9.8.2.6. Profesores

El sistema permite el ingreso de la información de un profesor. En ella se solicitan datos personales del funcionario, así como también el precio establecido por hora, y su disponibilidad para dictar cursos en el Instituto. Esta disponibilidad podrá establecerse con tres niveles:

- Verde, marca una disponibilidad total para dictar cursos en los horarios establecidos.
- Amarillo, muestra una disponibilidad parcial para los horarios establecidos.
- Sin colorear, no se encuentra disponible en los horarios establecidos.

9.8.2.7. Evaluaciones

El usuario puede ingresar evaluaciones, que serán almacenadas en cada clase particular, y corresponden al día en que se dictará la misma. Este listado de evaluaciones puede ser consultado, y se especificará el dictado asociado, la fecha de realización y corrección de la evaluación, así como también el detalle del puntaje mínimo.

En adición, una vez marcadas las asistencias para la clase en que se dictó la evaluación, se podrán registrar los resultados de la evaluación por alumno.

Por último, es importante destacar que esta pantalla será adaptada de acuerdo al tipo de usuario que ingrese al sistema; si el usuario tiene un rol de profesor, únicamente podrá consultar las evaluaciones de los dictados a los que se encuentra asignado.

9.8.3. Gestión del calendario

9.8.3.1. Modificación del horario de un dictado

El sistema permite realizar modificaciones en el horario del dictado, es decir modificar a partir de una fecha determinada, el horario de una misma clase. Esta operación se realiza ingresando a la edición del dictado, y modificando el horario de una clase. En el momento de guardar los cambios, el sistema realizará el cambio de todas las clases posteriores a la modificada por el usuario, actualizando el horario al nuevo seleccionado.

También se permite modificar la duración de una clase, y extender este cambio a todas las clases con el mismo horario.

9.8.3.2. Modificación del horario de una clase

Similar al comportamiento descripto en Modificación del horario de un dictado, el usuario puede desear únicamente modificar el horario de una clase particular, editando su duración o su horario de comienzo y fin. Esta opción puede realizarse desde la opción de edición por clase, en donde los cambios no serán extendidos a otras clases.

9.8.3.3. Asignación de profesores, alumnos y salones

Como parte de la gestión de las principales entidades que conforman el calendario, el sistema permite asignar un profesor titular a un dictado. Esta asignación tendrá una búsqueda inteligente, es decir, únicamente mostrará como disponibles aquellos profesores que en todos los horarios de las clases del dictado, no se encuentre tomando otros cursos en el instituto, así como también los que tengan disponibilidad personal total o parcial (este último punto se explica con más detalle en Profesores).

Con el objetivo de diferenciar la disponibilidad total o parcial del profesor, el sistema muestra con diferentes colores a los profesores total y parcialmente disponibles, junto con su número telefónico para acceder fácilmente al contacto. Luego de seleccionado el profesor, el mismo quedará asignado como titular al dictado. En cualquier momento puede ser modificado, mostrando únicamente los disponibles en el momento de la consulta.

Por otro lado, el sistema también gestiona las asignaciones de los alumnos a un dictado. Los mismos son seleccionados desde la edición del dictado, mostrando la totalidad de los alumnos registrados en el sistema, y aquellos que se encuentran registrados en el dictado. Al momento de seleccionar un alumno, se solicitará la forma de pago para el dictado. En caso de que el dictado alcanzara su capacidad máxima, no se permitirá ingresar a otro alumno, informando la situación al usuario.

Por último, en conjunto con la selección del profesor titular, se podrá seleccionar un salón del Instituto. Únicamente serán mostrados aquellos salones que se encuentran disponibles para todas las clases del dictado.

9.8.3.4. Búsqueda de profesores suplentes

Una funcionalidad importante y que es realizada de forma automática por el sistema es la búsqueda de profesores suplentes para una determinada clase de un dictado. En la misma únicamente se imprimirán los profesores que se encuentran disponibles en este horario, y podrá realizarse la asignación rápidamente.

9.8.3.5. Suspensión de una clase

En caso de ser necesario, el sistema permite la suspensión de una determinada clase de un dictado, quedando identificada con otro color, de forma de conocer rápidamente que la misma ha sido suspendida.

9.8.3.6. Marcado de asistencias

A partir del calendario principal (aquel en el que se muestran todas las clases de todos los dictados), se podrán marcar las asistencias de los alumnos a una clase particular. En esta misma pantalla también se puede consultar los alumnos anotados al dictado.

Luego de marcada las asistencias para una clase, al ingresar al detalle de la misma, se visualiza otra pantalla con el detalle de los alumnos que asistieron. También se podrá consultar todos los alumnos anotados al dictado.

9.8.4. Notificaciones automáticas

El componente de notificaciones automáticas permite informar a diferentes interesados sobre alguna acción tomada. Como parte de la primera etapa del proyecto, se incluirán notificaciones automáticas al momento de registrar un alumno al sistema, dándole la bienvenida al instituto, así como también al momento de registrar los resultados de una evaluación, informándole sobre su resultado.

9.8.5. Información relevante para la toma de decisiones

Se elaboraron reportes con información específica relevada como prioritaria con los clientes, para colaborar en la toma de decisiones. Entre ellas se encuentra el porcentaje de alumnos que aprobaron evaluaciones, evaluado por profesor; el porcentaje de asistencias a diferentes dictados por profesor, la cantidad de clases y el sueldo (antes de impuestos) generado en el mes por profesor.

9.9. Anexo 9: Justificación de la tecnología utilizada

El objetivo de este anexo es describir el proceso de toma de decisión del lenguaje de programación, implementación de la solución de base de datos e interfaz gráfica.

9.9.1. Programación

9.9.1.1. Plataforma web

Para realizar el análisis de la tecnología de desarrollo a utilizar en el proyecto, se estudiaron las posibilidades del mercado, así como también el conocimiento del equipo sobre las mismas. Se definieron los siguientes indicadores a evaluar, con ponderaciones del 1 al 5 (siendo 1 bajo y 5 altos) para los candidatos detallados a continuación.

Se conocían algunas características que eran altamente recomendables para un sistema, tales como manejar de forma sencilla la división lógica entre capas, para brindar una solución arquitectónica más poderosa. Para este último punto el equipo contaba con información sobre la implementaciones del patrón de arquitectura MVC [7].

A partir de esto, se procedió a consultar sobre los lenguajes que proveían este tipo de soluciones y que fueran conocidos por los integrantes del equipo, para evaluar cuál de ellos sería el adecuado. En el análisis realizado no se descartó la opción de una solución en el lenguaje Php [30], dada la importancia del mismo en el mercado.

Breve descripción de las tecnologías propuestas:

Php		
Descripción	Ventajas	Desventajas
Php es un lenguaje de scripts interpretado en el lado del servidor, utilizado para la generación de páginas Web dinámicas, similar al ASP de Microsoft o el JSP de Sun, embebido en páginas HTML y ejecutado en el servidor. La mayor parte de su sintaxis ha sido tomada de C, Java y Perl con algunas características específicas de sí mismo. La meta del lenguaje es permitir rápidamente a los desarrolladores la generación dinámica de páginas.	Es un lenguaje multiplataforma. Completamente orientado al desarrollo de aplicaciones web dinámicas, con acceso a información almacenada en una Base de Datos. El código fuente escrito en PHP es invisible al navegador y al cliente ya que es el servidor el que se encarga de ejecutar el código y enviar su resultado HTML al navegador. Esto hace que la programación en PHP sea segura y confiable. Capacidad de conexión con la mayoría de los motores de base de datos que se utilizan en la actualidad, destaca su conectividad con MySQL y PostgreSQL.	Se necesita instalar un servidor web. Todo el trabajo es realizado por el servidor, sin delegar al cliente, por lo que puede ser más ineficiente a medida que las solicitudes aumenten en número. La legibilidad del código se mezcla con sentencias HTML. Dificulta la organización por capas de la aplicación.

Tabla 9-2 Descripción de Php [31].

ASP.net		
Descripción	**Ventajas**	**Desventajas**
ASP.net es una tecnología de Microsoft del tipo "lado del servidor", para el desarrollo de páginas generadas dinámicamente. Forma parte de .NET Framework y permite aprovechar al máximo las características de Common Language Runtime (CLR), como la seguridad de tipos, la herencia, la interoperabilidad de lenguajes y las versiones.	Modelo de programación sencillo: la creación de aplicaciones del mundo web son drásticamente más sencillas. Gran herramienta de soporte: se puede utilizar con cualquier editor de texto (incluso en bloc de notas). Rica en *frameworks*: ofrece más de 4500 clases que encapsulan funcionalidades de XML, acceso a datos, carga de archivos, expresiones de registro, etc. Compilación de ejecución: es mucho más rápido, detecta automáticamente los cambios. Es liviano.	Deben correr en PCs que contengan Windows y un servidor web.

Tabla 9-3 Descripción de ASP.NET [31].

Java Server Pages		
Descripción	**Ventajas**	**Desventajas**
JSP es una tecnología que permite generar contenido dinámico para web, en forma de documentos HTML, HML o de otro tipo. Permiten la utilización de código Java mediante Scripts. JSP es una tecnología que	La parte dinámica está escrita en Java y no en VBScripts, por lo que es más poderoso y mejor para desarrollar aplicaciones que requieran re utilización de componentes. Es portable a cualquier sistema operativo y servidor web.	El *hosting* en Java es más caro. Se necesita instrucción intensiva. La mayoría de los clientes no tienen conocimiento y lo confundirán con PHP.

Java Server Pages		
Descripción	**Ventajas**	**Desventajas**
permite generar contenido dinámico para web, en forma de documentos HTML, HML o de otro tipo. Permiten la utilización de código Java mediante Scripts.		

Tabla 9-4 Descripción de JSP [31].

A partir del análisis de ventajas y desventajas realizado anteriormente, se concluye que ASP.NET [3] es el principal candidato en la selección de la tecnología. Además del análisis comparativo sobre ventajas y desventajas de cada lenguaje, se realizó un estudio de algunos indicadores seleccionados por el equipo como claves para la selección de la tecnología. Estos indicadores están relacionados principalmente con el conocimiento de los integrantes sobre las diferentes tecnologías y con algunos puntos que fueron considerados como prioritarios para el proyecto.

	Php	ASP.net	JSP	Comentarios
Conocimiento del lenguaje por parte del equipo	2	4	3	Ambos integrantes del equipo tienen mayores conocimiento de C# (lenguaje en el que está basado la tecnología ASP.NET).
Material disponible en la web	5	5	5	Para todas las opciones existe mucho material de consulta.
Costo del IDE	1	1	1	En ninguno de los tres casos se necesita comprar el IDE. Para el caso de ASP.net gracias al convenio de Microsoft de la Universidad ORT Uruguay.
Conocimiento del IDE	2	5	4	El equipo presenta mayor conocimiento de Visual Studio, principalmente gracias a las asignaturas académicas.
Costo de licencias	1	1	1	En ninguno de los tres casos se necesita comprar las licencias. Para el caso de ASP.net gracias al convenio de Microsoft de la Universidad ORT Uruguay
Conocimiento del equipo sobre el manejo de ORMs en la tecnología	1	2	4	El equipo únicamente ha utilizado JPA en la asignatura de Arquitectura de Software. Sin embargos presenta conocimiento teóricos sobre Entity Framework.

	Php	ASP.net	JSP	Comentarios
Total	12	18	18	A partir de los valores obtenidos, las tecnologías ASP.net y JSP parecen ser las más adaptables al proyecto, teniendo en cuenta los conocimientos y experiencias de los integrantes del mismo.

Tabla 9-5 Análisis cuantitativo de tecnologías.

A partir de los análisis realizados, se tomó la decisión de utilizar ASP.NET [3] como *framework* para el desarrollo del sistema web en cuestión. Los beneficios destacados en el análisis y el conocimiento y experiencia del equipo sobre el lenguaje utilizado fueron los principales aspectos tomados en cuenta a partir de los resultados obtenidos. Acompañando esta decisión, se decidió utilizar el IDE que ofrece Microsoft, puntualmente Visual Studio 2013 [13] y con el ORM utilizado por defecto; Entity Framework [20].

9.9.1.2. Componente móvil

Este capítulo detalla la decisión tomada luego de finalizado el cuarto Sprint sobre la creación de una aplicación móvil específica para una tecnología (en este caso se evaluó una aplicación Android dado el conocimiento del equipo sobre el lenguaje Java) o la adaptación del sistema web para ser accedido a través de un navegador de pequeñas pantallas, y visualizar una interfaz acorde al dispositivo.

Para poder realizar este análisis, se realizó la **Tabla 9-6** la que realiza una comparación, puntuando algunos factores importantes al momento de considerar una u otra opción, junto con una ponderación de importancia del factor para el equipo.

La puntuación se realizó con valores del 1 al 5, siendo 1 un nivel bajo y 5 alto. Los valores de las ponderaciones se tomaron entre 1 y 2, siendo 1 un factor de baja importancia y 2 de alta importancia para el equipo.

(Puntuación*Ponderación)	Diseño *responsive*	Aplicación nativa	Comentarios
Bajos costos de desarrollo	(5) * (2)	(1)*(2)	Los costos de desarrollo son significativamente menores en un diseño *responsive* que en

(Puntuación*Ponderación)	Diseño *responsive*	Aplicación nativa	Comentarios
			una aplicación nativa. El desarrollo de un sistema para adaptarlo a cada tecnología móvil requiere realizar implementaciones completamente diferentes en cada una
Bajos tiempos de implementación	(5)*(2)	(1)*(2)	El tiempo de implementación es significativamente menor en un diseño *resposive* que en una aplicación nativa
Adaptabilidad	(5)*(2)	(1)*(2)	La aplicación nativa únicamente corre en dispositivos con el sistema operativo del lenguaje desarrollado. El diseño *responsive* puede ser accedido desde cualquier navegador con conexión a internet
Conectividad	(1)*(2)	(5)*(2)	La conectividad es significativamente superior al ingresar desde una aplicación móvil que a través del navegador
Mantenimiento	(5)*(2)	(1)*(2)	Siendo la alternativa más económica, brinda la posibilidad de mantener un único código de implementación
Total	**42**	**18**	

Tabla 9-6 Tabla comparativa entre implementación de un diseño *responsive* y una aplicación nativa [32].

A través del cuadro comparativo, se puede notar que de acuerdo a los indicadores considerados como necesarios e importantes a tener en cuenta en este proyecto, la implementación de un diseño *responsive* supera en puntaje a la implementación de una aplicación nativa. En adición es importante destacar que el costo de desarrollo de una aplicación móvil sería aun mayor al considerado por un equipo con experiencia en tecnologías móviles.

Analizando la necesidad del proyecto, y la posibilidad de realizar las mismas operaciones desde el sistema web, resulta innecesario el costo de implementar una aplicación nativa para una sola tecnología. Por otro lado, el *template* adquirido ya posee la característica de ser *responsive* (ver más detalle en Utilización de un *template*), por lo que la adaptación resulta sencilla, y se poseen los componentes necesarios a utilizar en un diseño adaptado a dispositivos móviles.

A través del análisis del proyecto y tomando como base las puntuaciones obtenidas, se llegó a la conclusión de que realmente lo ofrecido en la herramienta web perfectamente puede ser adaptado a un móvil sin mayor esfuerzo, y se podría lograr una adaptación de nuestro sitio sin invertir mucho tiempo ni dinero (en comparación a otras alternativas).

9.9.2. Interfaz gráfica

Se realizó hincapié en la usabilidad del sistema y la interfaz gráfica, considerando las características del cliente y el rubro objetivo. Para ello se evaluaron varios puntos importantes y se justificaron las decisiones tomadas.

9.9.2.1. Utilización de un *template*

Se realizó una investigación acerca de las opciones disponibles en el mercado, y se llegó a la conclusión de que resultaba más conveniente la compra de un *template* que facilitara los diseños de las pantallas y utilizara tecnología moderna para asegurar una buena interfaz de usuario.

En particular, era de previo conocimiento de los integrantes del equipo que el *framework* de Bootstrap [5] provee excelentes soluciones de diseño, con tecnología actualizada, y que también abastecía la compatibilidad y solución de *front end* para dispositivos móviles [5].

Esta decisión se desprendió directamente de la relación costo/beneficio del producto, así como también de la falta de tiempo y conocimiento para implementar una interfaz gráfica que alcance las expectativas del equipo y del cliente.

A partir de las características solicitadas, se realizó la búsqueda de los mismos, considerando un sitio que fuera seguro y para el cual tuviéramos buenas referencias. Acudimos al sitio https://wrapbootstrap.com, el cual presenta una gran variedad de *templates* con diferentes características. En el mismo se encontraron dos diseños que se adaptan casi a la perfección. Estos contienen todas las características necesarias relevadas por el equipo.

Tabla 9-7 *Template* de diseños evaluados [33] [34].

A partir de estos dos diseños, se realizó el análisis cualitativo y cuantitativo para determinar cuál sería la mejor opción. Para cada uno de los puntos se estableció una escala del 1 al 5 considerando 1 como inadecuado y 5 como que se adecua a la perfección.

	Template 1	*Template* 2	Comentario
Fácil acceso a funcionalidades del sistema	5	5	Ambos *templates* son altamente usables, todas las funcionalidades se encuentran accesibles. El usuario puede identificar claramente en qué pantalla y funcionalidad se encuentra posicionado.
Tonos de colores	5	4	Ambos *templates* son estéticamente agradables. Sin embargo, la opción 1 presenta colores más llamativos y con tonos fuertes, que permite identificar claramente las diferentes pantallas.
Presencia de elementos de GUI	5	5	Ambos *templates* cuentan con todos los elementos que son considerados necesarios y útiles al comienzo del proyecto.
Página de *login*	5	4	En relación a la pantalla de registro de usuario, también se encontró más amigable la opción 1, aunque ambas cumplen con la funcionalidad requerida.
Página de registro de usuario	5	4	En este punto se valoraron todos aquellos efectos, diseños y estilos que mejoran la usabilidad y estética del sistema implementado. En este caso se encontró que el *template* 1 utiliza efectos al cargar las pantallas, como por ejemplo el *mouse over* sobre diferentes componentes.
Elementos modernos de diseño (Bootstrap, JQuery, Plugins)	5	5	Ambos diseños cuentan con elementos de tipo Bootstrap, que aseguran la modernidad del sitio
Soporte del sitio en diferentes dispositivos (Móvil, Web, *Tablets*)	5	5	Este punto resulta importante en la decisión de la selección del *template*, dado que se desea asegurar que todos los usuarios puedan tener acceso a la aplicación en diferentes dispositivos. Ambos *templates* son considerados como adaptables.
Calendarios	4	5	El principal interés del cliente es la optimización en la gestión del calendario. Es por esto que se considera prioritario incorporar un calendario que tenga todas las funcionalidades necesarias y que sea sencillo de utilizar. Ambos *templates* cumplen con todas las características anteriormente mencionadas; sin embargo, el *template* 2 presenta algunas características estéticas que agradaron más al equipo de desarrollo al

	Template 1	*Template* 2	Comentario
			momento de seleccionar los diseños.
Total	39	38	Luego de realizado el análisis se obtuvo un mayor puntaje para el *template* 1. Esto lo posiciona favorablemente para sugerir al cliente, quien definirá el diseño final.

Tabla 9-8 Comparativa de *templates.*

A partir del análisis realizado, el equipo sugirió a los Directores del Instituto sobre las pequeños beneficios que presentaba el *template* 1 por sobre el 2, para que finalmente ellos seleccionaran el que deseaban. Posteriormente decidieron seleccionar el *template* 1, por lo que días posteriores se procedió a realizar la correspondiente compra e implantación del mismo en el proyecto.

9.9.3. Base de datos

9.9.3.1. Selección del motor de base de datos utilizado

En el proceso de selección del motor de base de datos a utilizar fueron evaluadas dos posibles soluciones: SQL Server [6] y MySQL [14]. La selección se acotó a estos dos casos debido al conocimiento del equipo en estas tecnologías.

Tanto MySQL [14] como SQL Server [6], son motores de base de datos líderes en el mercado, con gran cantidad de documentación y respaldo. Gracias a que no se identificaron demasiados puntos negativos en ninguna de los dos motores, se decidió utilizar SQL Server [6].

La decisión surgió a partir de la experiencia y comodidad que el equipo posee en el uso de esta tecnología. Si bien ambos integrantes han trabajado anteriormente con MySQL [14], durante aproximadamente tres años han generado experiencia tanto académica como laboral en el uso de SQL Server [6] .

Gracias al *framework* .NET se logró sacar provecho de Entity Framework [20], el cual gracias a su ORM permitió abstraer la solución de la base de datos elegida. Para el desarrollo de la misma se utilizó el método Code First [20]. Para ver más detalle sobre estas características tecnológicas consultar Arquitectura.

9.9.3.2. Base de datos en la nube vs base de datos en disco

Para poder seleccionar una arquitectura de base de datos sobre otra, se realizó una investigación acerca de las opciones disponibles; comparando qué ofrecía cada una y teniendo en cuenta el costo de las mismas.

Fueron evaluadas dos opciones, debido al conocimiento, información disponible en la web y el escaso tiempo disponible para una investigación más numerosa.

Un servidor local dentro de las instalaciones físicas de la empresa

Un servidor en la nube donde se despliegue la aplicación

Ilustración 9-26 Opciones disponibles y analizadas.

Para la opción de contratar un servidor en la nube, únicamente fue evaluada la opción de Azure [15] como proveedor de alojamiento, dada la compatibilidad con el resto de la aplicación construida. El servicio es brindado por Microsoft, tecnología que se utilizó para todas las actividades técnicas del proyecto. Por otra parte, este servicio fue recomendado por un experto en arquitectura (MSc. Gastón Mousques), quien tiene experiencia con el uso de esta solución.

Los factores analizados a la hora de responder a esta interrogante fueron los siguientes:

- Nivel de disponibilidad sobre el 95%
- En caso de fallo ¿cuánto tiempo pasa *off-line* el sistema?
- Capacidad
- Performance
- Escalabilidad
- Costo

Nivel de disponibilidad sobre el 95%

Azure [16] ofrece un SLA con una disponibilidad del 99.95%, continuo soporte técnico y la posibilidad de la supervisión del servicio, aumentando o disminuyendo los recursos que se asignen sin tener que colocar el sistema en un estado inaccesible para el usuario [16].

Con la opción de *hosting* que se puede conseguir utilizando servidores *on-premises* se llega a obtener el mismo nivel de servicio que proporciona Azure [16]. Con la obtención de servidores redundantes y fuentes alimentadas por líneas seguras y certificadas por UTE, se garantiza una alta disponibilidad del sistema.

Pero ¿qué sucede en caso de pérdida de conexión o problemas con el acceso al servidor ubicado en la empresa? No se puede garantizar que exista el nivel que ofrece Azure [16], sin recibir un impacto económico muy alto, el cual el cliente no está dispuesto a asumir.

En caso de fallo ¿cuánto tiempo pasa off-line el sistema?

Existen diversos servicios que permiten monitorear un sitio y generar una alerta en el caso de que éste se encuentre caído, fuera de línea o inaccesible. Muchas de estas herramientas requieren largas horas de configuración o insumen un costo, por fuera del que ya representa el *hosteo* de una aplicación.

En contraste a lo mencionado anteriormente, Azure [16] ofrece una serie de alertas configurables desde su portal, sin necesidad de servicios externos. Estas alertas son configurables y aplicables a una gran variedad de eventos, como por ejemplo uso de CPU, datos de entrada o salida, entre otros.

En la **Ilustración 9-27** se puede ver la configuración de una alerta:

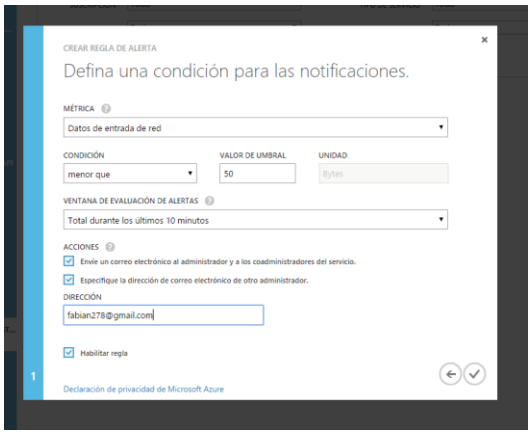


Ilustración 9-27 Configuración de una alerta a través de Azure.

El portal ofrece gráficos que le permiten al administrador monitorear el funcionamiento y en caso de ser necesario realizar una asignación de recursos diferentes a las que se tienen en el momento de la alerta.

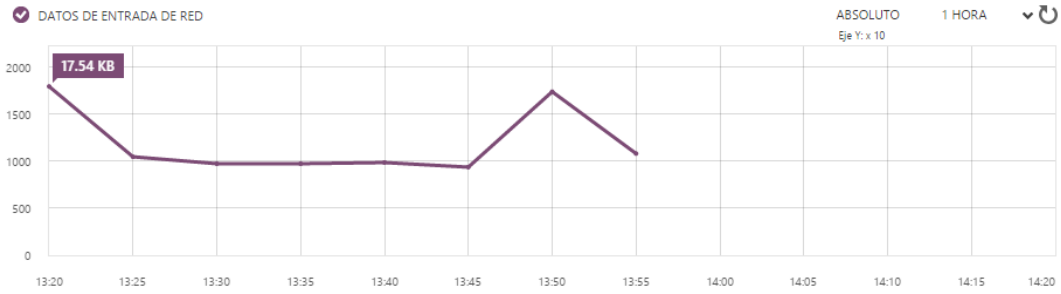


Ilustración 9-28 Gráficos de monitoreo de funcionamiento en Azure.

Capacidad

De acuerdo a las necesidades del cliente, un servidor dentro de la empresa de unos pocos cientos de dólares sería suficiente. Luego de consultarlo con un arquitecto de software (An. Marcelo Marrero) y realizar una serie de pruebas en diferentes equipos (como se detalla en la **Tabla 9-9**), se llegó a la conclusión que el sistema no requerirá de un hardware costoso ni de las mejores características que las que el mercado ofrece.

El sistema se probó en las siguientes máquinas y los resultados son los que se exponen a continuación:

	Carga del sitio < 5 seg.	Completar una operación* < 5 seg.	Uso de CPU (< 50%)	Uso de memoria RAM (< 50%)
MacBook Pro - Procesador i7, HD de 750 GB, memoria RAM de 8 GB	✓	✓	✓	✓
Dell LATITUDE E7440. Procesador i5, HD de 500 GB, memoria RAM de 4 GB	✓	✓	✓	✓
Asus N56JR. Procesador i7, SSD 250 GB, memoria RAM de 16 GB	✓	✓	✓	✓
Dell Inspiron 15. Procesador i3, HD 500 GB, memoria RAM de 4 GB	✓	✓	✓	✗

Tabla 9-9 Pruebas y resultados obtenidos en diferentes ordenadores.

(*) Se considera el tiempo de finalización de una operación al CU Alta de dictado en el calendario, ya que este es el más complejo.

De lo anterior se concluye que con un equipo de características similares a las presentadas, el sitio funcionaría de forma correcta, sin encontrar dificultades para procesar operaciones o presentando tiempos de latencia superiores a 5 segundos.

Si bien una solución de alojamiento en equipos similares resulta adecuada, se consideró el hecho de que el negocio puede cambiar, impactando directamente en el sistema. Si se produce un crecimiento desmedido del sistema, no será suficiente la asignación de recursos inicialmente seleccionada.

Se concluye que si bien es suficiente utilizar un equipo para alojar la aplicación, éste no permite escalamiento en caso de ser necesario, manteniendo los costos a un nivel medio-bajo.

Performance

Tal como se mencionó anteriormente, existe la posibilidad de que el sistema crezca. Este factor debe ser transparente al usuario y ser absorbido por el hardware, es decir, incluir cambios o ajustes que hagan que el crecimiento no sea perceptible a los ojos de quien hace uso del mismo.

En la **Ilustración 9-29** se visualiza cómo el sistema utiliza los recursos disponibles en una computadora Asus N56JR con un procesador i7. La misma no se ve sobrecargada con el uso del sistema. Desde el equipo de proyecto, conjuntamente con el cliente, se decidió utilizar alertas cuando los niveles de escritura en disco sean elevados, a modo de controlar la cantidad de información que se almacena. La solución más sencilla para completar esta tarea fue la utilización de una de las alarmas que Azure ofrece.

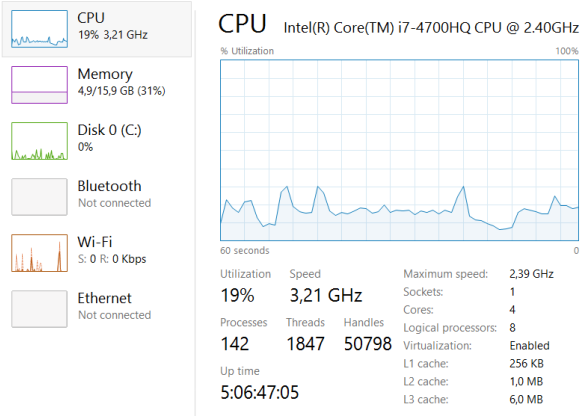


Ilustración 9-29 Utilización de recursos con Azure.

Escalabilidad

La escalabilidad del sistema es el punto en el que el alojamiento en la nube se destaca ampliamente sobre su contraparte en un servidor dentro de la empresa. Dentro de las posibilidades ofrecidas en el portal de Azure [16], se encuentra el panel de configuración y monitoreo de recursos:

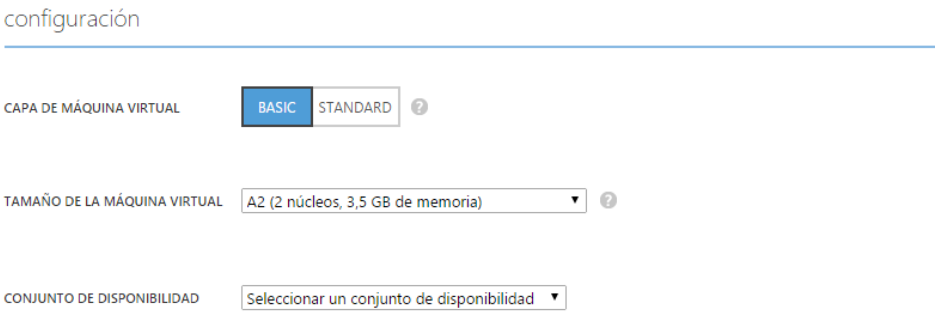


Ilustración 9-30 Panel de configuración y monitoreo de recursos en Azure.

Costo

Sí bien los costos pueden parecer elevados a simple vista, Windows Azure [16] posee una suscripción por uso. A continuación se muestran las diferentes opciones ofrecidas:

General purpose compute: Basic tier

An economical option for development workloads, test servers, and other applications that don't require load balancing, auto-scaling, or memory-intensive virtual machines.

INSTANCE	CORES	RAM	DISK SIZES	PRICE
A0	1	0.75 GB	20 GB	$0.018/hr (~$13/mo)
A1	1	1.75 GB	40 GB	$0.087/hr (~$65/mo)
A2	2	3.5 GB	60 GB	$0.174/hr (~$129/mo)
A3	4	7 GB	120 GB	$0.348/hr (~$259/mo)
A4	8	14 GB	240 GB	$0.696/hr (~$518/mo)

Prices include Windows Server licensing fee but not sales tax. Monthly Pay-As-You-Go estimates based on 744 hours of continuous use.

Ilustración 9-31 Tabla de precios por servicios en Azure [35].

Cualquiera de las anteriores resulta más económica que la compra de un equipo como los mencionados en la sección de Capacidad de este capítulo, los cuales no descienden de los USD$ 1000 en el mercado local.

En esta primera etapa de desarrollo, se optó por una instancia del tipo A2. Se considera adecuada una suscripción del tipo A1 para el futuro uso del sistema, contando con la opción de escalarla en caso de ser necesario.

Conclusión final

La decisión final fue optar por un servicio de *hosting* en la nube:

- Dentro de las disponibles en el mercado, la opción seleccionada fueron máquinas virtuales en Azure [16] (se continúa manteniendo una misma tecnología a lo largo de todas las actividades técnicas del proyecto, por ser propiedad de Microsoft). Se ofrece alto rendimiento, fiabilidad y rentabilidad. Permite asegurar una mayor garantía de disponibilidad del sistema.

- Dado que el cliente no cuenta con los medios ni la necesidad de un centro de cómputos o una sala de servidores, el *hosting* en la nube resulta conveniente y seguro, permitiendo contar con una unidad de procesamiento y almacenamiento de datos en cuanto a rendimiento y tecnología.

En los últimos tiempos el *Cloud Computing* se ha convertido en una tendencia entre las grandes empresas, las cuales han migrado sus aplicaciones a este tipo de servicios.

9.10. Anexo 10: Base de datos - Modelo entidad relación (MER)

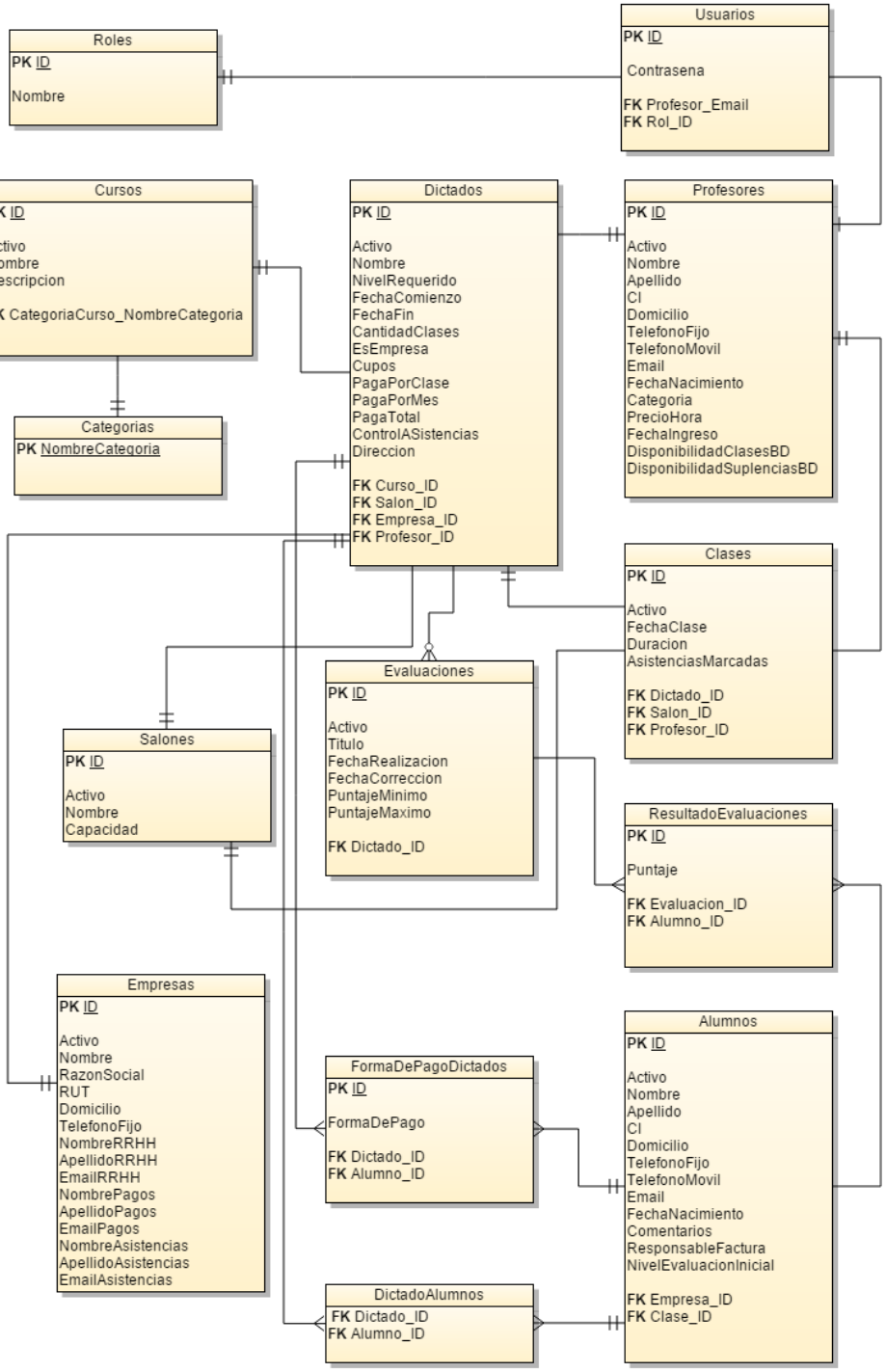


Ilustración 9-32 Modelo entidad relación (MER).

En la **Ilustración 9-32** se visualiza el modelo de base de datos construido. La misma contiene todas las entidades y relaciones almacenadas. El siguiente modelo fue el generado por EF, como se menciona en otras secciones del documento, el método empleado para la creación de la base de datos fue Code First, provisto por Entity Framework [20]. A continuación se ve el diagrama de tablas que éste creó.

9.11. Anexo 11: Detalle de diagramas arquitectónicos

9.11.1. Diagrama conceptual de elementos de alto nivel

A continuación se puede observar el diagrama conceptual de alto nivel, que muestra la arquitectura cliente-servidor presente en el sistema.

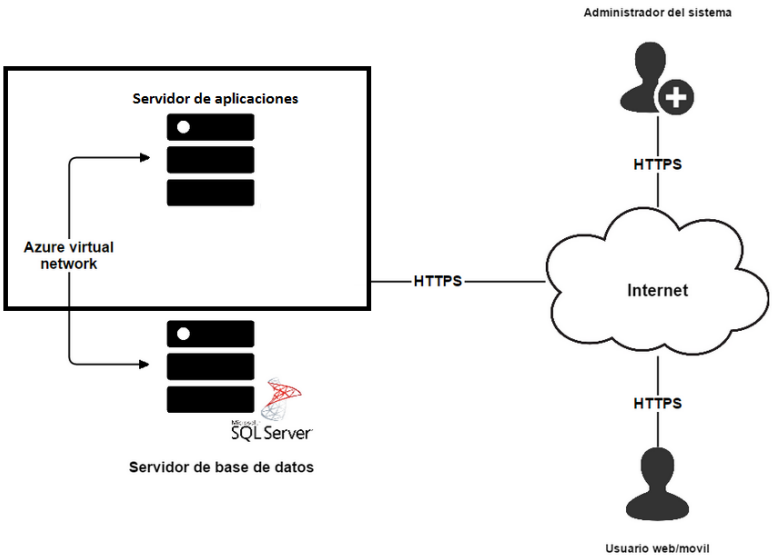


Ilustración 9-33 Diagrama conceptual de alto nivel.

La **Ilustración 9-33** refleja cómo los usuarios acceden al sistema web, cómo son distribuidos los componentes de la aplicación y la comunicación entre ellos. Tanto los usuarios, como los administradores del sistema acceden por internet.

Para los administradores se habilitaron puertos para permitir al acceso por Escritorio Remoto, utilizando el protocolo TCP/IP, el cual se encuentra presente en la comunicación que existe entre la aplicación hosteada en un servidor Internet Information Server y la base de datos. Esta última creada en una unidad de almacenamiento proporcionada por Windows Azure [16].

Azure Virtual Network

Microsoft Azure Virtual Network es uno de los varios servicios de red disponibles en Azure [16]. Es utilizada para la comunicación entre componentes internos. Ofrece ventajas como seguridad y disponibilidad, como se establece en la documentación disponible.

9.11.2. Vistas de la arquitectura

A continuación se presentan las diferentes vistas con el objetivo de realizar una representación coherente de los elementos y comunicar las decisiones arquitectónicas tomadas.

9.11.2.1. Vista lógica

A continuación se detalla el diagrama de la vista lógica de la aplicación. El mismo descompone el sistema en un conjunto de abstracciones tomadas del dominio del problema en forma de objetos, clases y módulos. Se pueden observar los elementos que componen el sistema y las colaboraciones entre ellos:

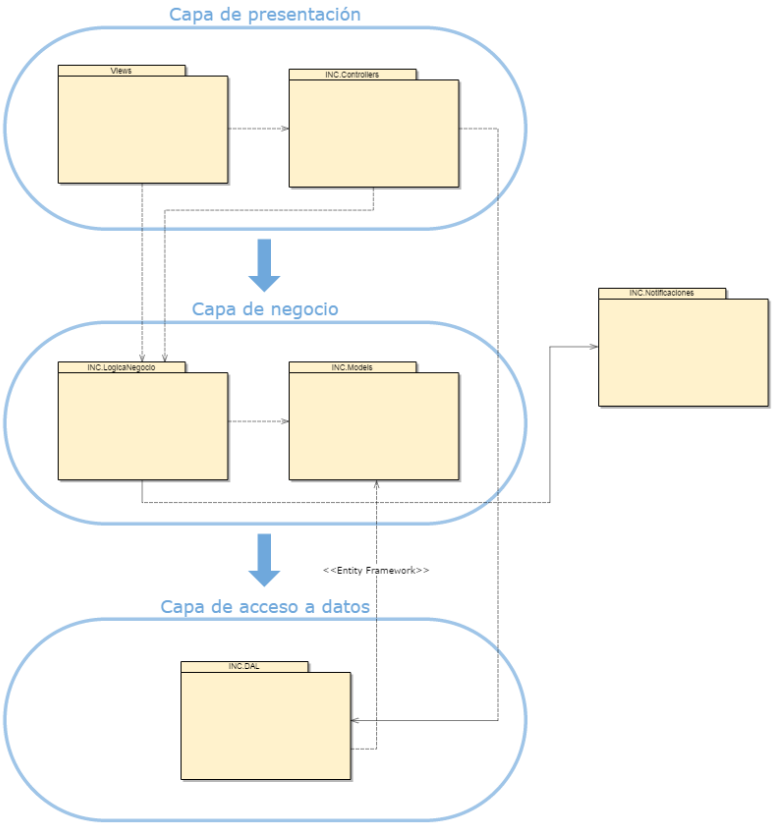


Ilustración 9-34 Vista lógica.

9.11.2.1.1. Catálogo de elementos

Elemento	Responsabilidad
INC.Notificaciones	Aquí se realiza la gestión de las notificaciones del sistema hacia los usuarios. Se utilizan protocolos SMTP para el envío de las notificaciones a los diferentes actores del sistema. Dependiendo el evento, se dispara una notificación acorde al mismo.
INC.Controllers	Los controladores proveen la lógica de la presentación y cumplen con el rol de mediador entre las vistas y los modelos.
INC.DAL	Es la encargada de manejar la interacción entre el sistema y la base de datos. Contiene la definición del *dbContext* utilizado y las clases e interfaces necesarias para la persistencia de datos del sistema.
INC.Models	Contiene las entidades del negocio, las cuales se desprenden directamente del problema y fueron modeladas en este componente.

Elemento	Responsabilidad
INC.LogicaNegocio	Presenta el núcleo de la aplicación, conteniendo la mayor parte de los algoritmos utilizados. Contiene la totalidad de las funcionalidades del sistema, de modo de reducir la distribución de responsabilidades y concentrándose todas dentro de un sólo componente.
Views	Se encarga de presentar al usuario los servicios provistos por el sistema a través de una interfaz web. En este componente encontramos las vistas, archivos cshtml.

Tabla 9-10 Catálogo de elementos – vista lógica.

9.11.2.2. Vista de Uso

9.11.2.2.1. Representación primaria

El siguiente diagrama muestra cómo los distintos componentes del sistema utilizan a otros y sus relaciones de uso y dependencia.

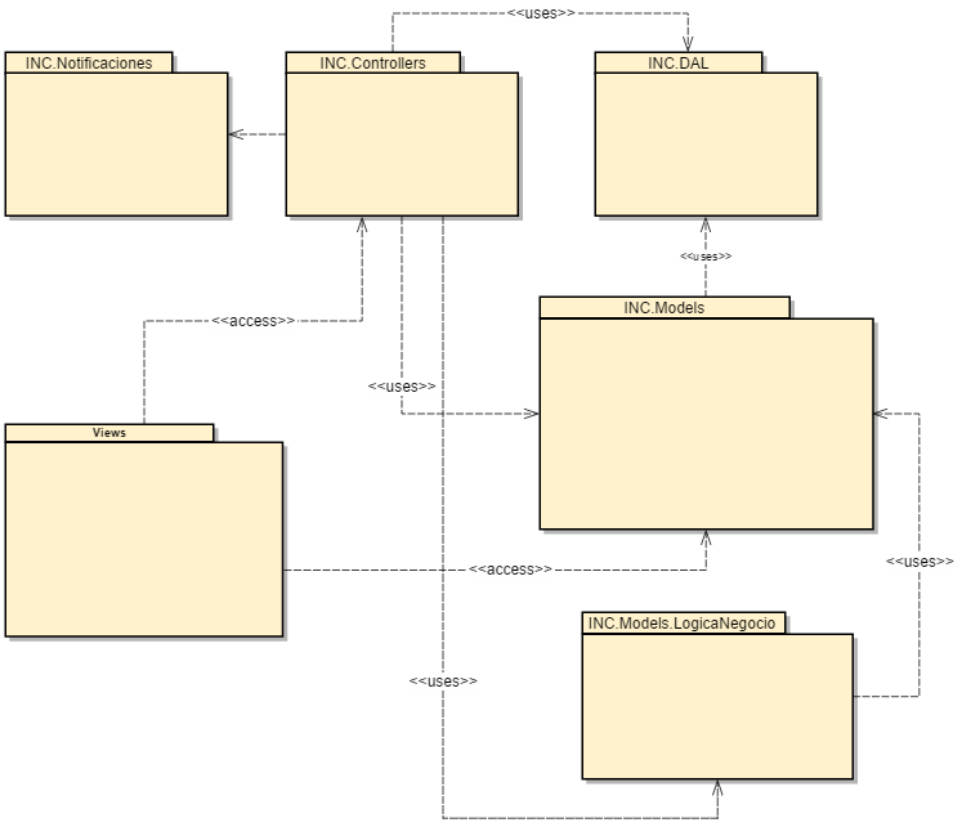


Ilustración 9-35 Representación primaria.

9.11.2.2.2. Diagrama de clases

A continuación se puede ver el diagrama de las principales clases del modelo. No se incluyen controladores, clases de lógica de negocio y otras clases.

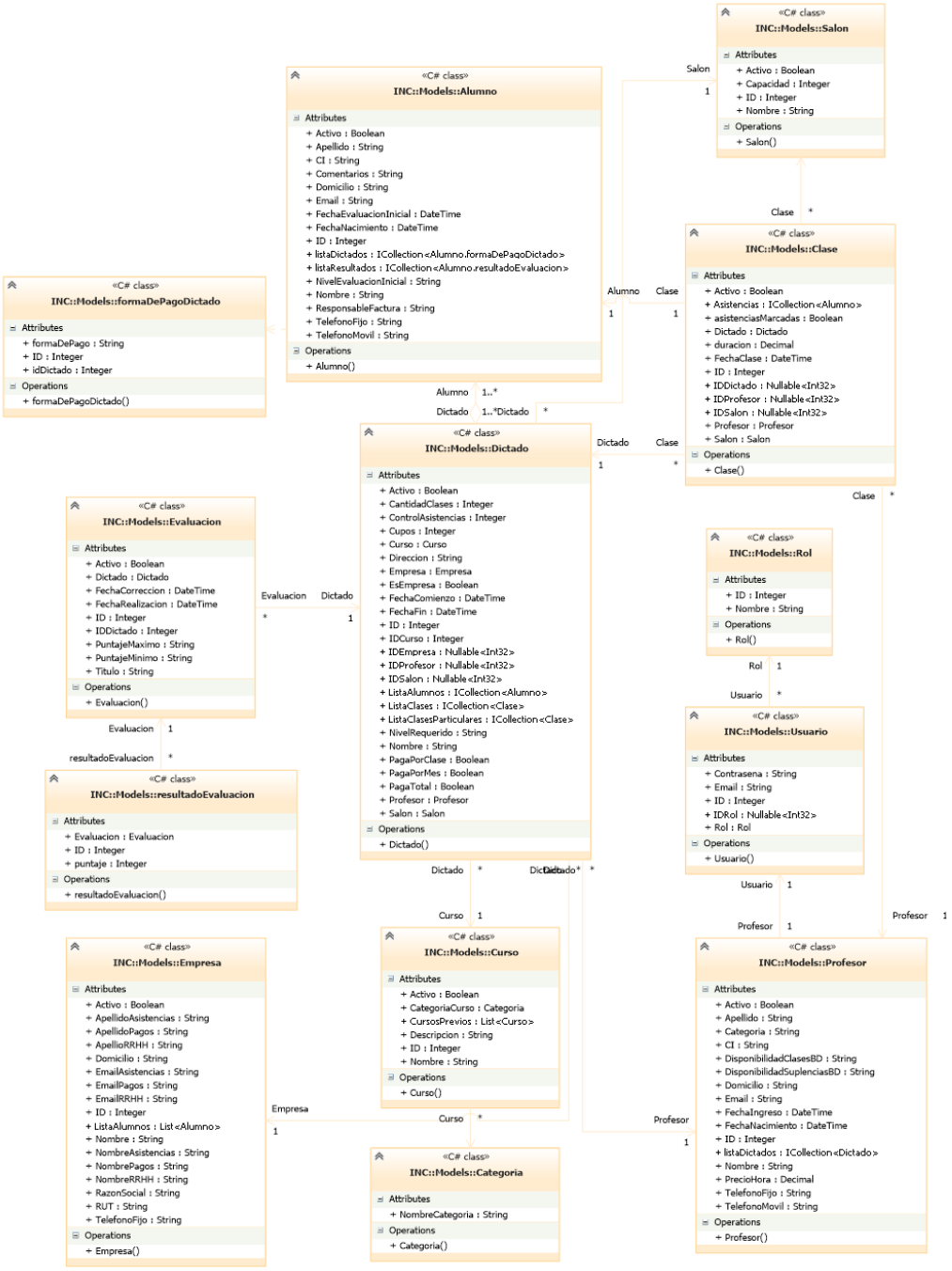


Ilustración 9-36 Diagrama de clases.

9.11.2.3. Vista de componentes

A continuación se observa cómo se empaquetan los elementos presentados en la vista lógica y cómo se relacionan los componentes en tiempo de ejecución a partir de los conectores.

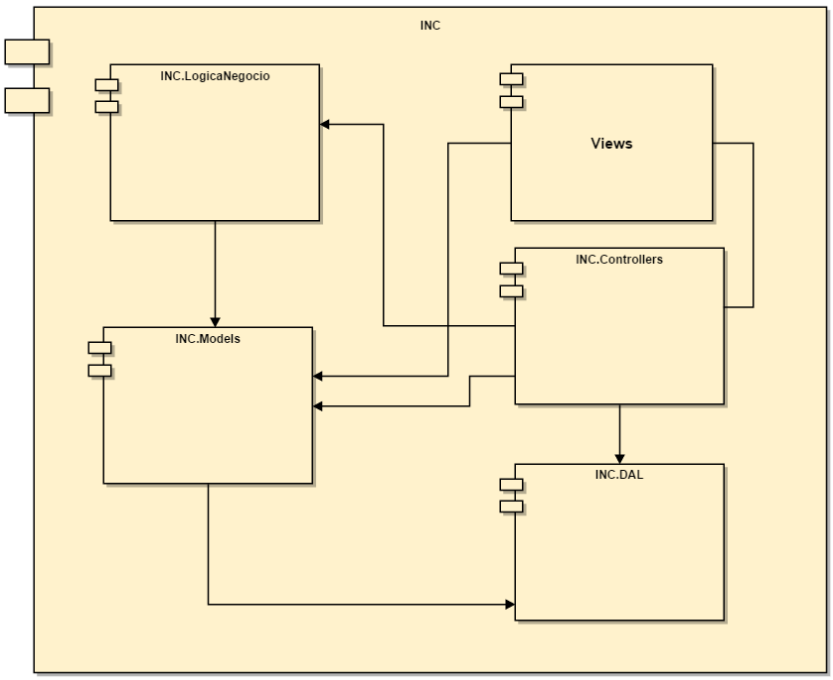


Ilustración 9-37 Vista de componentes.

9.11.2.4. Vista de despliegue

A continuación se observa la ubicación de los elementos presentados en la vista de componentes, sobre la infraestructura del sistema (*hardware*). Se puede observar que la vista representa una arquitectura cliente-servidor, con un sólo tipo de cliente, en este caso web.

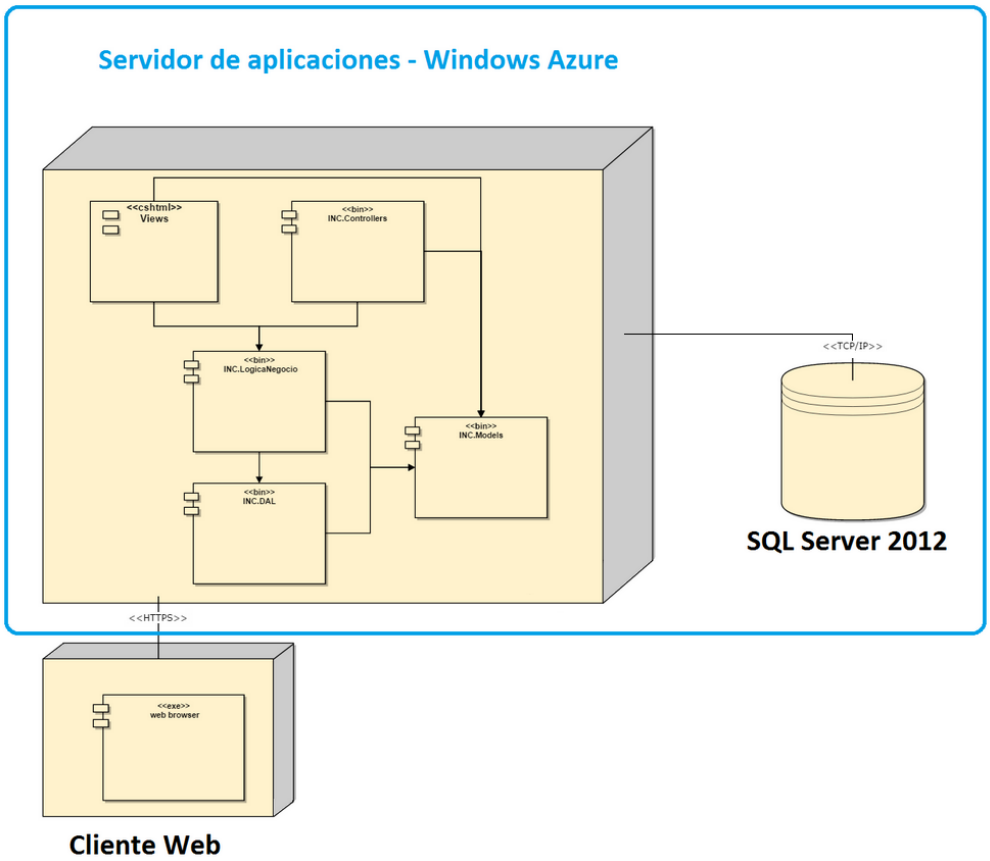


Ilustración 9-38 Vista de despliegue.

El principal componente es el servidor de aplicaciones de Windows Azure [16], en el que se encuentra el sitio web y toda su lógica. Por fuera de éste se encuentra la base de datos, implementada sobre una unidad de disco de las que ofrece el servicio en la nube de Azure [16].

9.12. Anexo 12: Estilos y patrones de arquitectura utilizados

La separación se realiza en tres capas bien definidas: presentación, lógica de negocios y acceso a datos. La capa de presentación es la que ve el usuario y comunica la información. La lógica de negocios contiene todo lo relacionado al procesamiento de datos, está compuesta por contenedores de negocio que se encargan de hacer llamados a la capa de acceso a datos y actúa como intermediario entre las otras dos capas que componen el estilo. Finalmente la capa de acceso a datos es la encargada de acceder a la base de datos, mediante patrones que permiten separar el uso del repositorio de la implementación del mismo. Es importante destacar que se utilizó el estilo en modo *relaxed* (los elementos de una capa se comunican con elementos de capas inferiores).

Para la capa de datos se utilizaron los patrones incluidos en Entity Framework [20] (ORM, Unit of Work, Repository). Estos permiten reducir significativamente la cantidad de código que se debe escribir para realizar una persistencia de datos, creando consultas que sean independientes del motor de base de datos. Lo mencionado anteriormente favorece la Modificabilidad del sistema, ya que se des acopla la base de datos del software.

Se decidió aprovechar que Entity Framework [20] de .NET tiene integrado el patrón y permite su utilización en tres modos distintos de trabajo: Database First, Model First y Code First.

Se utilizó la implementación que Entity Framework [20] provee, mediante el uso de DataContext. Esto permite que el sitio no quede atado a utilizar una tecnología beneficiando la modificabilidad del sistema y reduciendo el impacto a la hora de realizar cambios.

9.13. Anexo 13: Diagramas de interacción

Los diagramas de interacción representan el funcionamiento del sistema. Para mostrar la forma de completar las transacciones, se eligieron una serie de casos en los que se puede apreciar la interacción entre los diferentes componentes y clases del sistema.

En este caso se muestra como los diferentes elementos del sistema interactúan para crear un nuevo curso, asignando un dictado, una forma de pago y finalmente disponiendo el horario de sus clases.

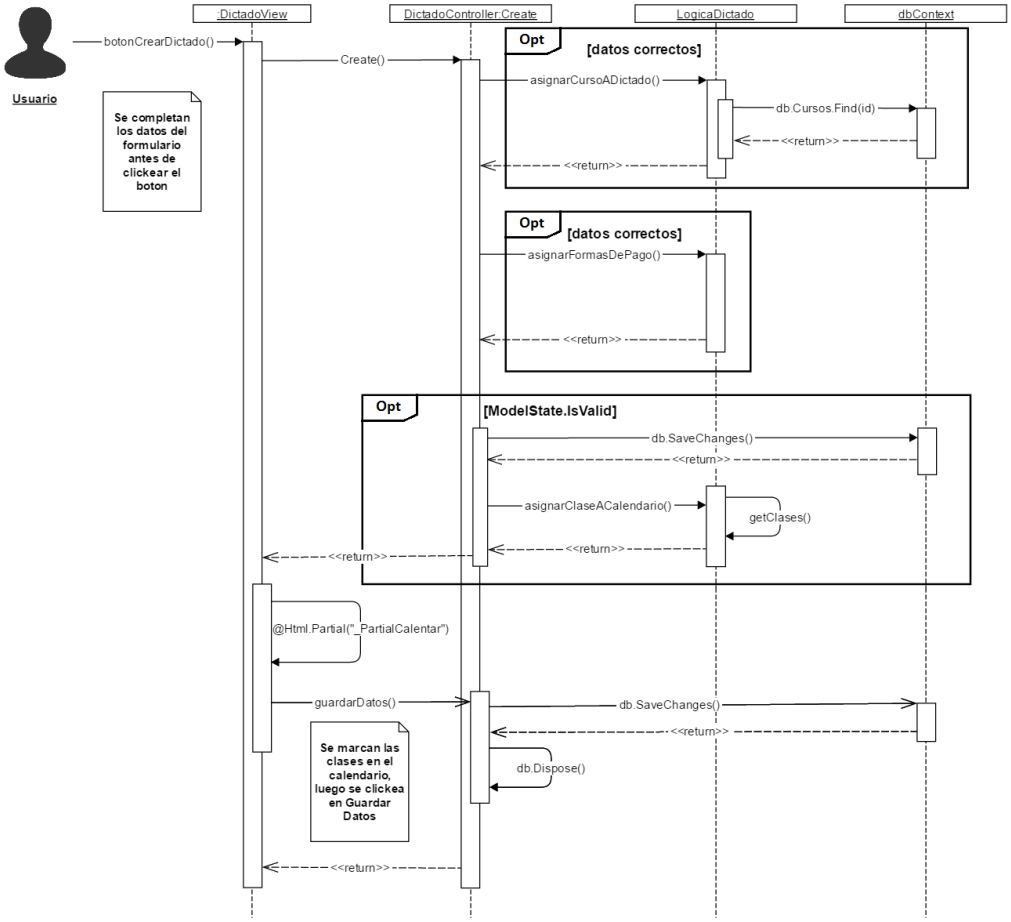


Ilustración 9-39 Diagrama de interacción – alta de dictado.

El siguiente diagrama expone como los componentes interactúan para crear una nueva instancia de la clase Alumno:

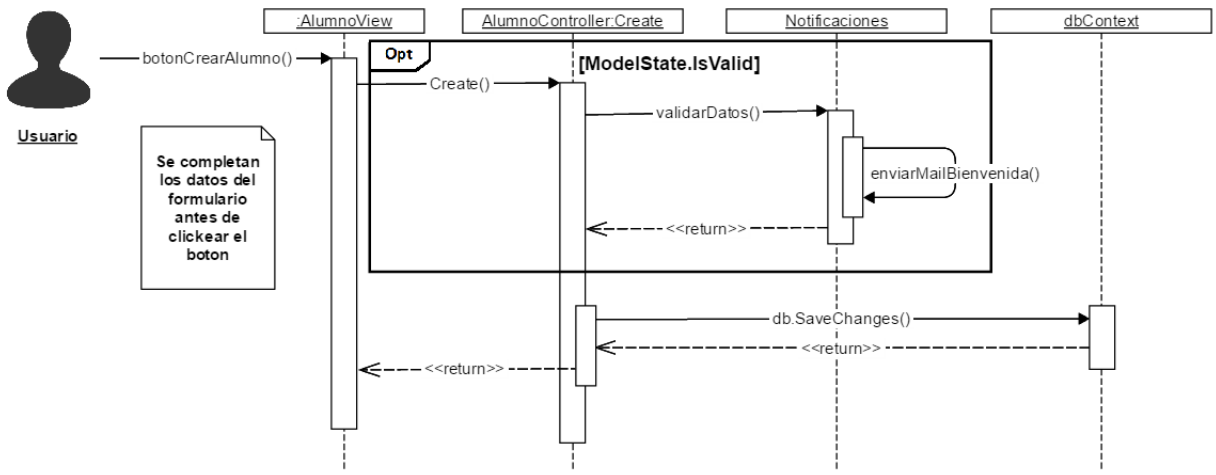


Ilustración 9-40 Diagrama de interacción – alta de alumno.

9.14. Anexo 14: Pruebas de eficiencia del sistema

En el siguiente capítulo se describe una serie de pruebas realizadas al sistema con el fin de medir si se respetan los niveles de eficiencia definidos. Para todos los casos testeados se definió que el tiempo que insume completar la carga del componente probado debe ser menor a los dos segundos, teniendo en cuenta que los datos cargados contienen más de cincuenta registros (se realiza una prueba de carga de datos).

A continuación se visualiza la lista de los casos de uso probados. No fue posible probar la totalidad de la aplicación por la conocida limitante de tiempo. El equipo no es capaz de garantizar la eficiencia del 100% del sistema, pero puede concluir que si estos tiempos se respetan en las funcionalidades probadas, el mismo tendrá un nivel aceptable acorde a las necesidades del cliente y del proyecto.

Caso testeado	¿Tiempo menor a los 2 segundos?
Listar alumnos	✓
Listar dictados	✓
Alta de dictado	✓
Ingreso al sistema	✓
Alta de alumno	✓

Caso testeado	¿Tiempo menor a los 2 segundos?
Listar profesores	✓
Ordenar lista de alumnos	✓
Cambiar largo del listado de alumnos	✓
Avanzar página en listado de alumnos	✓

Tabla 9-11 Resultados de las pruebas de eficiencia.

Las pruebas llevadas a cabo consistieron en medir el tiempo insumido entre que se presiona un control, y éste completa la acción que tiene asignada. A continuación se muestra un ejemplo práctico.

Se selecciona en la opción Alumnos, como lo muestra el recuadro rojo de la **Ilustración 9-41**. Luego de presionado, se comienza a medir el tiempo, hasta que se carga el siguiente componente. En este caso el listado de alumnos.

Ilustración 9-41 Ingreso a la opción de Alumnos.

En la **Ilustración 9-42** se visualiza el resultado obtenido luego de la opción seleccionada. El resultado en este caso fueron 0.41 segundos.

Para realizar estas pruebas se utilizó el navegador Google Chrome, ya que el cliente especificó que sería el utilizado en el instituto. Las medidas de los tiempos de las pruebas fueron obtenidas gracias a un *plug-in* del navegador mencionado, llamado Page Load Time [36].

Para el caso anterior, se visualiza el resultado de la carga en la **Ilustración 9-42** a continuación:

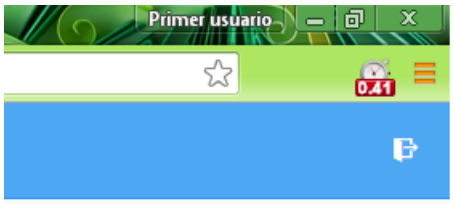


Ilustración 9-42 Tiempo de carga medido

9.15. Anexo 15: Análisis de iteraciones

El objetivo de este anexo es detallar el análisis realizado al final de cada Sprint, informando los resultados obtenidos. Se detallarán las principales conclusiones junto con el registro de las desviaciones y correspondientes justificaciones.

9.15.1. Proceso de análisis

El proceso de análisis es repetido en cada iteración con el fin de obtener información acerca de los resultados obtenidos y poder obtener las correspondientes desviaciones.

9.15.1.1. Datos generales del Sprint

1. Detalle de la fecha de inicio y fin del Sprint.
2. Distribución de las tareas del Sprint, es decir, la cantidad de tiempo insumido en tareas de gestión y documentación, reuniones, investigación y desarrollo (*). Se agrega el detalle de la capacidad total del equipo en el Sprint, es decir las horas totales insumidas en tareas relacionadas al proyecto. En este capítulo se realiza una comparación con la disponibilidad inicialmente estimada para las tareas de desarrollo y documentación, gestión y otros, extrayendo conclusiones y acciones a tomar en caso de ser necesario (para ver el detalle de la disponibilidad estimada véase Disponibilidad estimada (producto) / Disponibilidad estimada (proceso)).
3. Evaluación de las desviaciones entre la estimación de las horas insumidas en el Sprint y los resultados obtenidos. Para ver el detalle de la estimación del producto y/o del proceso consulte Estimación del producto / Estimación del proceso. Esta gráfica mide

los errores en las estimaciones, realizadas antes de comenzar el Sprint (estimaciones ajustadas sobre la estimación inicial del proyecto).

(*) En las horas de desarrollo se contemplan las tareas relacionadas al aseguramiento de la calidad (testing y bug fixing).

9.15.1.2. Actividades técnicas en el Sprint

1. Detalle de las tareas a incluir en el Sprint con su estimación inicial, ajustada antes del comienzo de la iteración.
2. En caso de no poder completar el Sprint en su totalidad, se detallan las tareas que pasan a la siguiente iteración (*Carry over*).
3. Se detalla el plan de acción a realizar en el siguiente Sprint, principalmente en casos de no poder finalizar las tareas o al registrarse grandes desviaciones según lo planificado.
4. Se muestra el detalle del tiempo real insumido en cada tarea, con la especificación del estado de la misma (implementada, parcialmente implementada, no implementada).
5. Detalle de las desviaciones medidas en el Sprint. Se detallarán, por un lado, las desviaciones de tareas incluidas por primera vez en una iteración y finalizadas en la misma, así como también aquellas tareas que fueron acarreadas a este Sprint y también fueron finalizadas.
6. En esta sección se detallarán las desviaciones de las tareas que fueron incluidas en este Sprint (no fueron acarreadas de iteraciones anteriores), y que a su vez fueron finalizadas en el mismo. Esto permite medir la desviación final entre la estimación de la tarea y el tiempo que se consumió para finalizarla.
7. En caso de haber finalizado tareas acarreadas de Sprints anteriores, se detalla la medición de la desviación de cada caso de uso. Para esto se toma la estimación inicial tomada en cuenta en el primer Sprint en que se incluyó la tarea, y se compara con el tiempo real insumido en todas las iteraciones por las que pasó.
8. Se detallan las fallas encontradas en este Sprint y las acarreadas de iteraciones anteriores, en conjunto con el estado de las mismas y las horas insumidas cuando corresponda.
9. Se detalla el gráfico de burndown chart, mostrando el consumo de las horas en cada día.
10. Se detallan las conclusiones del Sprint e información que se considere necesaria para el mejor entendimiento del proceso implementado.

9.15.2. Sprint 1

9.15.2.1. Datos generales

9.15.2.1.1. Fecha del Sprint

Inicio del Sprint 20/10/2014

Fin del Sprint: 02/11/2014

9.15.2.1.2. Distribución de tareas en el Sprint

De acuerdo al registro de horas correspondiente al Sprint 1, se insumieron 94 horas en lo que respecta al proyecto, tomando en cuenta la totalidad de los recursos.

A continuación se detalla la distribución del Sprint en las diferentes tareas a realizar, en donde se puede apreciar una mayor disponibilidad en lo que respecta al desarrollo del proyecto.

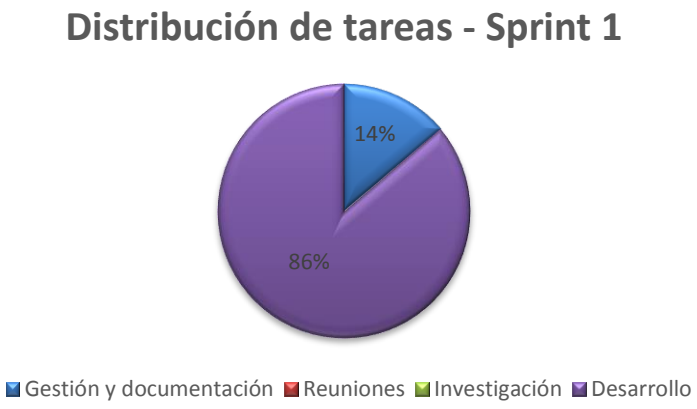


Ilustración 9-43 Distribución de tareas – Sprint 1.

Se obtuvo una diferencia de 12 horas con respecto a la estimación de disponibilidad del equipo para este Sprint. En esta iteración se calcularon 106 horas de trabajo: 73,4 para tareas de desarrollo y pruebas, y 32,6 para tareas de gestión, documentación y otros. En su defecto se obtuvieron 81 horas de desarrollo y pruebas y únicamente 13 horas en actividades enfocadas al proceso.

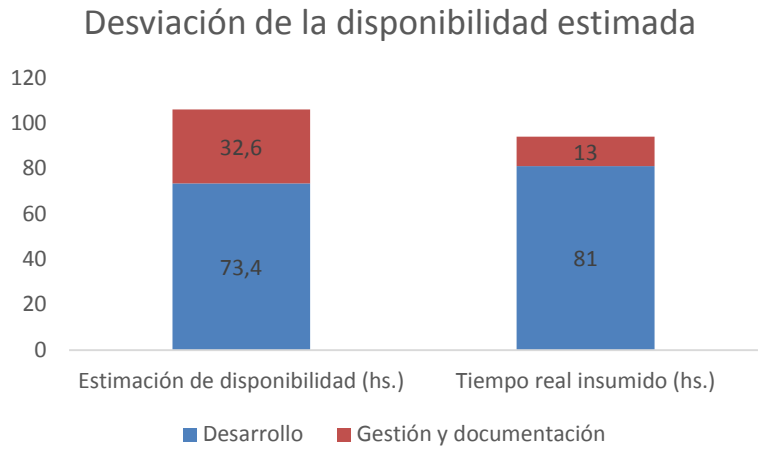


Ilustración 9-44 Disponibilidad estimada vs tiempo real insumido.

9.15.2.2. Tareas de desarrollo

9.15.2.2.1. Estimación inicial de las tareas del Sprint

En el Sprint 1 se incluyeron las siguientes tareas, con la correspondiente estimación inicial. De acuerdo a la prioridad y dependencia con otros casos de uso, se determinaron las tareas técnicas a incluir en este Sprint, teniendo en cuenta la disponibilidad estimada.

Tareas	Nombre	Estimación inicial (hs.)
CU3.2	Alta alumno	5
CU6.2	Alta categoría	3,25
CU7.2	Alta curso	5
CU8.2	Alta dictado	5
CU5.2	Alta empresa	5
CU4.2	Alta profesor	5
CU3.4	Baja alumno	4

Tareas	Nombre	Estimación inicial (hs.)
CU3.1	Listado de alumnos	4,5
CU6.1	Listado de categorías	3
CU7.1	Listado de cursos	4,5
CU8.1	Listado de dictados	4,5
CU5.1	Listado de empresas	4,5
CU4.1	Listado de profesores	4,5
CU3.3	Modificación alumno	4
CU12.2	Alta salón	2
Técnica	Capacitación	9,5
Total		**73,25**

Tabla 9-12 Tareas a realizar en Sprint 1.

9.15.2.2.2. Tareas no finalizadas

En la ejecución del Sprint 1 se detectaron desviaciones en relación a la estimación inicialmente realizada. Si bien todas las tareas fueron comenzadas, algunas de ellas no pudieron ser completadas en su totalidad, teniendo que realizar un *carry over* de las mismas al siguiente Sprint. Las horas insumidas en las tareas se registraron en la iteración, aunque no hayan sido completamente finalizadas. Antes de comenzar el siguiente Sprint se realizará la estimación de las tareas a finalizar, teniendo en cuenta los avances efectuados hasta el momento y calculando la desviación luego de finalizado el caso de uso.

Tarea	Nombre
CU4.2	Alta profesor
CU8.1	Listado de dictados
CU8.2	Alta dictado

Tabla 9-13 Casos de uso no finalizados.

9.15.2.2.3. Plan de acción para el siguiente Sprint

Es necesario establecer un plan de acción para el siguiente Sprint, que disminuya las desviaciones y evita el acarreo de tareas a Sprints posteriores. Debido a la falta de experiencia en la tecnología y en los procesos de estimación, es necesario tomar las siguientes medidas para el próximo Sprint:

- Elaborar los Sprints con menor carga de horas estimadas (al menos hasta adquirir experiencia en la estimación), para permitir un mayor margen de error y evitar atrasar el calendario o reducir el alcance.

- Sobre-estimar las tareas para atajar los errores de estimación.

9.15.2.2.4. Estado de las tareas al finalizar el Sprint

Luego de finalizado el Sprint, se obtuvieron las horas reales insumidas para cada tarea, y el estado de las mismas.

Tareas	Nombre	Tiempo insumido (hs.)	Estado
CU3.2	Alta alumno	8	Implementado
CU6.2	Alta categoría	4	Implementado
CU7.2	Alta curso	8	Implementado
CU8.2	Alta dictado	7	Parcialmente implementado
CU5.2	Alta empresa	3	Implementado
CU4.2	Alta profesor	4	Parcialmente implementado
CU3.4	Baja alumno	3	Implementado
CU3.1	Listado de alumnos	3,5	Implementado
CU6.1	Listado de categorías	3	Implementado
CU7.1	Listado de cursos	3	Implementado
CU8.1	Listado de dictados	5	Parcialmente implementado
CU5.1	Listado de empresas	1,5	Implementado
CU4.1	Listado de profesores	3	Implementado
CU3.3	Modificación alumno	3	Implementado

Tareas	Nombre	Tiempo insumido (hs.)	Estado
CU12.2	Alta salón	1	Implementado
Técnica	Capacitación	20	(no aplica)
Total		**80**	

Tabla 9-14 Estado del Sprint 1.

9.15.2.2.5. Detalle de desviaciones registradas

a. Desviaciones de nuevas tareas incluídas y finalizadas en este Sprint.

A continuación se detallan las desviaciones registradas en este Sprint, relacionadas al tiempo inicial estimado y al resultado real obtenido. Estas desviaciones unicamente son medidas para las tareas que fueron incluidas en el Sprint (no fueron acarreadas del Sprint anterior), y que a su vez lograron finalizarse en la iteración (no son acarreadas al Sprint siguiente).

En el gráfico incluido a continuación, se puede visualizar que no se registraron importantes desviaciones entre las estimaciones y el tiempo real insumido. La mayor diferencia se produjo en la tarea de capacitación, ya que se requirieron una mayor cantidad de horas de capacitación durante el Sprint para poder avanzar con las tareas planificadas.

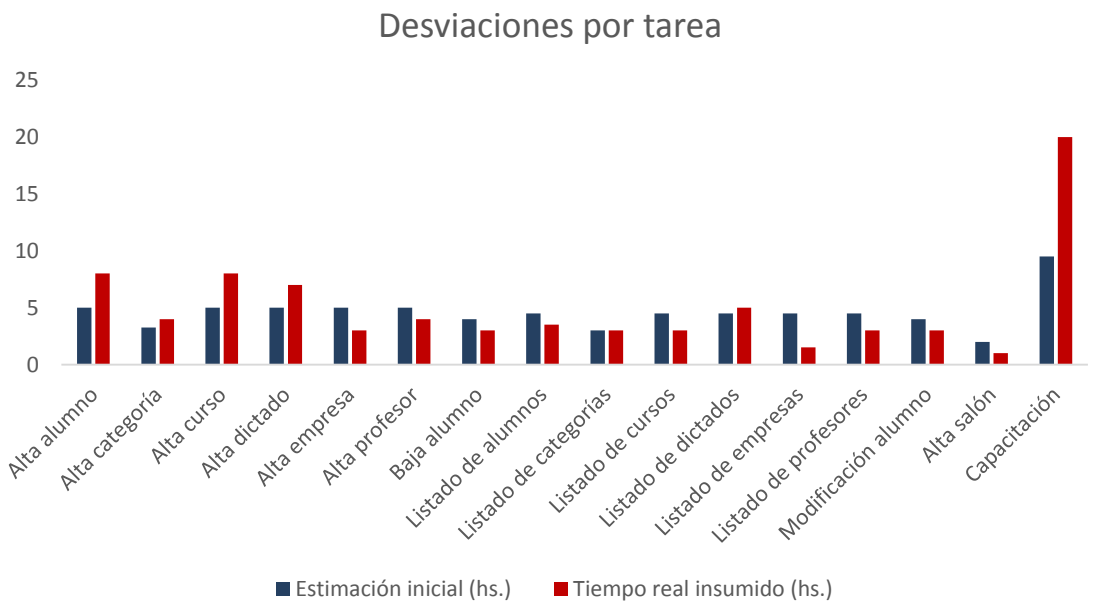


Ilustración 9-45 Desviaciones de tareas finalizadas.

Tal como se mencionaba anteriormente, la desviación en horas para las tareas estimadas en el Sprint no fue importante.

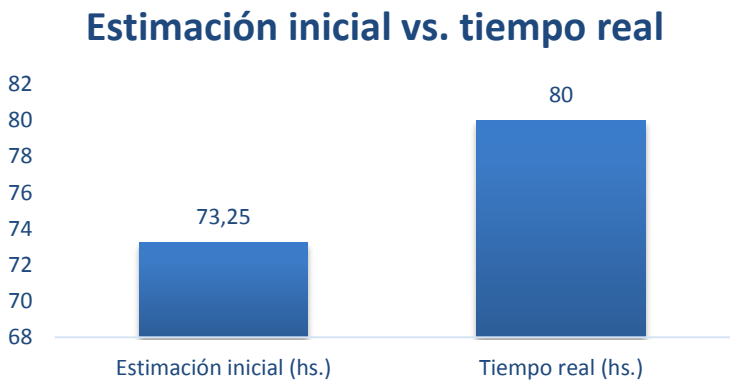


Ilustración 9-46 Estimación inicial vs. tiempo real.

b. Desviaciones de tareas acarreadas de Sprints anteriores y finalizadas en esta iteración.

En este Sprint no se realiza la medición de la desviación de ninguna tarea acarreada de Sprints anteriores dado que es la primera iteración efectuada.

9.15.2.2.6. Fallas/errores presentes en el Sprint.

A continuación se detallan los errores y fallas (bugs) encontrados en esta primera iteración. Como premisa y medida de calidad se prioriza la resolución de aquellos bugs que tienen una severidad mayor y que resultan críticos para el avance del proyecto.

Caso de uso afectado	Título	Severidad	Tiempo insumido (hs.)	Estado
CU8.2	Excepción al agregar el curso al dictado	Major	0,5	Implementado
CU7.2	Excepción al agregar la categoría al curso	Major	0,5	Implementado
CU8.2	Visualización de dropdown cursos sin estilo	Medium	0	Pendiente

Caso de uso afectado	Título	Severidad	Tiempo insumido (hs.)	Estado
CU7.2	Visualización de *dropdown* categorías sin estilo	Medium	0	Pendiente

Tabla 9-15 Detalle de fallas en el Sprint.

Se puede notar que en esta iteración no se han reportado gran cantidad de bugs y se han dedicado pocas horas a la reparación de los mismos.

9.15.2.2.7. Burndown chart

El gráfico de Burndown Chart permite mostrar rápidamente la dedicación de las tareas cada día del Sprint. Se puede visualizar el avance en el Sprint fue medianamente uniforme, no se detectan grandes mesetas ni pendientes importantes.

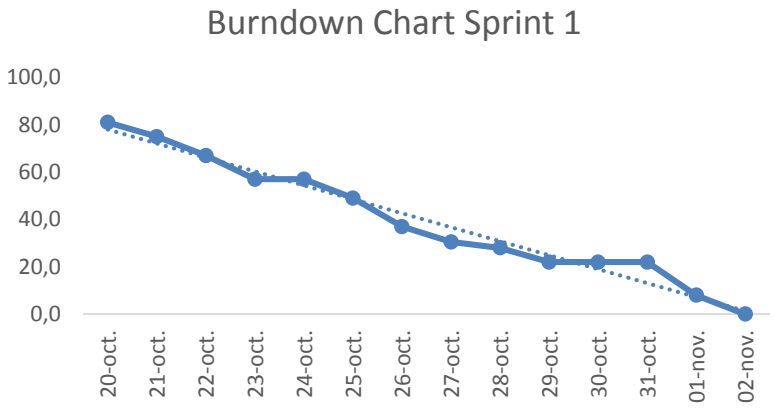


Ilustración 9-47 Burndown Chart Sprint 1.

9.15.2.2.8. Conclusiones extraídas

Como conclusión general se puede destacar una baja desviación en lo que respecta a horas insumidas y estimadas en el Sprint. Sin embargo, las desviaciones más importantes están relacionadas a la incapacidad de finalizar la iteración, con tres tareas parcialmente implementadas. Las mismas serán medidas en el Sprint que se completen, donde se podrá comparar la estimación inicial y ajustada luego de adquirir mayor experiencia en estimación.

Con el fin de evitar una desviación en cascada, se realizó un plan de acción para el Sprint 2, que tiene como medida principal, disminuir la carga de tareas y generar un mayor margen de error, al menos hasta adquirir experiencia en los procesos de estimación.

9.15.3. Sprint 2

9.15.3.1. Datos generales

9.15.3.1.1. Fecha del Sprint

Inicio del Sprint 3/11/2014

Fin del Sprint: 16/11/2014

9.15.3.1.2. Distribución de tareas en el Sprint

De acuerdo al registro de horas correspondiente al Sprint 2, se insumieron 130,5 horas en lo que respecta al proyecto.

Como primera conclusión se puede notar que la disponibilidad del equipo para tareas relacionadas al proyecto superó la estimación considerada para este Sprint. En el mismo pudieron completarse la totalidad de las tareas de desarrollo (se profundizará en Estado de las tareas al finalizar el Sprint), lo cual implicó un esfuerzo adicional al estimado para alcanzar este resultado.

Ilustración 9-48 Distribución de tareas – Sprint 2.

Se obtuvo una diferencia de 24,5 horas con respecto a la estimación de disponibilidad del equipo para este Sprint. Esta diferencia es mayor a la obtenida en el Sprint 1, y principalmente se justifica gracias a la licencia por estudio solicitada en días particulares para poder aumentar la capacidad del equipo y alcanzar el objetivo del Sprint.

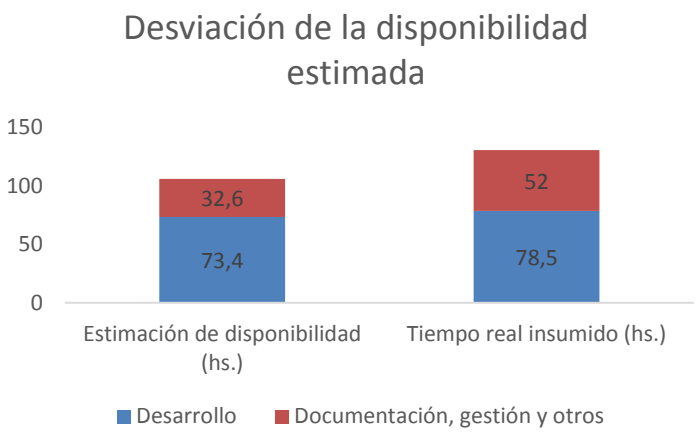


Ilustración 9-49 Disponibilidad estimada vs tiempo real insumido.

9.15.3.2. Tareas de desarrollo

9.15.3.2.1. Estimación inicial de las tareas del Sprint

En este Sprint se tomaron nuevas funcionalidades, así como también aquellos casos de uso que no pudieron ser completados en la iteración anterior. En ambos casos se realizó la estimación ajustada al comienzo del Sprint, suponiendo el tiempo que insumiría cada tarea en esta iteración. A continuación se presenta el detalle de todas las tareas y el tiempo estimado para finalizarla.

Tareas	Nombre	Estimación inicial (hs.)
CU8.2	Alta dictado	5
CU11.2	Alta clase	6,75
CU8.1	Listado de dictados	4
CU5.2	Alta empresa	8
CU4.2	Alta profesor	8
CU13.2	Asignar empresa a dictado grupal	8
CU10.1	Alta dictado empresarial a calendario	20
Técnica	Investigación Ajax	5
Total		**68,75**

Tabla 9-16 Tareas a realizar en Sprint 2.

Como se puede apreciar en la **Tabla 9-16**, el plan de acción especificado en el Sprint 1 (ver Plan de acción para el siguiente Sprint) se cumplió: la totalidad de horas estimadas para el Sprint es menor, es decir, se planificó por debajo de la capacidad de los integrantes del equipo.

9.15.3.2.2. Tareas no finalizadas

Todas las tareas planificadas para el Sprint fueron completadas correctamente.

9.15.3.2.3. Plan de acción para el siguiente Sprint

En esta iteración no se realizó ningún plan de acción, debido a que no se registraron grandes desviaciones según lo planificado, y se pudieron finalizar todas las tareas del Sprint.

9.15.3.2.4. Estado de las tareas al finalizar el Sprint

Luego de finalizado el Sprint, se obtuvieron las horas reales insumidas para cada tarea, y el estado de las mismas. Se invirtieron 74 horas en tareas de desarrollo, logrando finalizar con todas las tareas planificadas.

Tareas	Nombre	Tiempo insumido (hs.)	Estado
CU8.2	Alta dictado	11	Implementado
CU11.2	Alta clase	9	Implementado
CU8.1	Listado de dictados	3	Implementado
CU5.2	Alta empresa	7	Implementado
CU4.2	Alta profesor	9	Implementado
CU13.2	Asignar empresa a dictado grupal	8	Implementado
CU10.1	Alta dictado empresarial a calendario	18	Implementado
Técnica	Investigación Ajax	9	Implementado
Total		**74**	

Tabla 9-17 Estado del Sprint 2.

9.15.3.2.5. Detalle de desviaciones registradas

a. Desviaciones de nuevas tareas incluídas y finalizadas en este Sprint.

En el grafico a continuación se puede apreciar que las desviaciones tampoco fueron tan importantes en esta iteración, y que las tareas finalizadas en el Sprint se pudieron completar en tiempos razonables en relacion a las estimaciones realizadas.

Ilustración 9-50 Desviaciones de tareas finalizadas.

El gráfico a continuación muestra una diferencia de 5,6 entre la estimación de las tareas y el tiempo consumido en las mismas.

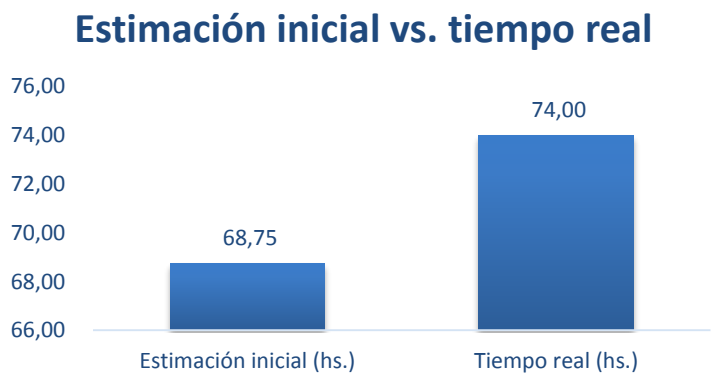


Ilustración 9-51 Estimación inicial vs. tiempo real.

b. Desviaciones de tareas acarreadas de Sprints anteriores y finalizadas en esta iteración.

A efectos de medir las desviaciones de las tareas acarreadas del Sprint anterior, se detalla el tiempo estimado para cada una en cada Sprint, junto con el tiempo real insumido. Finalmente, la desviación se mide a través de la estimación realizada por primera vez, y comparando contra las horas totales requeridas para finalizar la tarea.

Tarea	Nombre	Estimado Sprint 1	Estimado Sprint 2	Insumido Sprint 1	Insumido Sprint 2
CU4.2	Alta profesor	5	8	4	9
CU8.1	Listado de dictados	4,5	4	5	3
CU8.2	Alta dictado	5	9	7	11

Tabla 9-18 Detalle de estimados y reales de tareas acarreadas.

Se puede distinguir que las tareas de Alta de dictado y Listado de dictados presentan una desviación realmente importante que amerita un análisis particular. La misma se relaciona al desconocimiento inicial de la complejidad técnica del calendario, pieza central del Sistema construido.

En la gráfica presentada a continuación se detallan las desviaciones respectivas a la primera estimación en función del tiempo real insumido. Es aquí donde se visualiza una desviación importante en la estimación inicial.

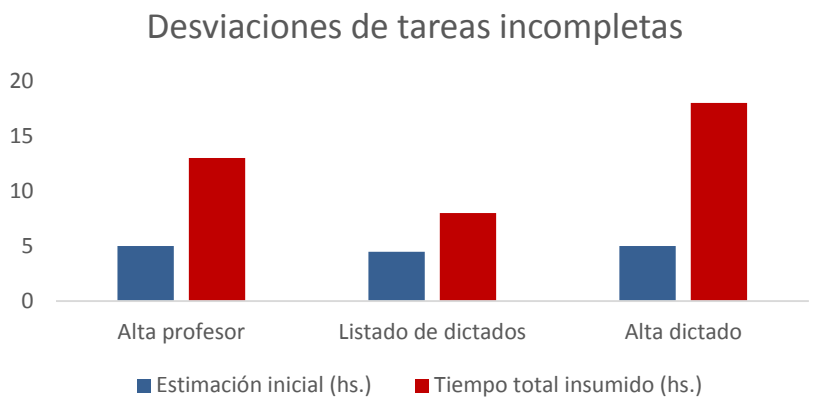


Ilustración 9-52 Desviación de tareas acarreadas.

9.15.3.2.6. Fallas/errores presentes en el Sprint.

En este Sprint se resolvieron todos los bugs acarreados del Sprint anterior, así como también otros nuevos que surgieron a lo largo de la iteración. Sin embargo, quedaron dos fallas de severidad importante pendientes de resolver. La justificación de esta situación se debe al tiempo ajustado para poder finalizar con todas las funcionalidades del Sprint, junto con la complejidad y tiempo estimado para la resolución de estos errores.

Caso de uso afectado	Título	Severidad	Tiempo insumido (hs.)	Estado
CU8.2	Excepción en el drodpown de cursos	Major	0,25	Implementado
CU7.2	Visualización de dropdown categorías sin estilo bootstrap	Medium	2	Implementado
CU8.2	Visualización de dropdown cursos sin estilo bootstrap	Medium	2	Implementado
CU5.1	No se están mostrando las empresas en el listado	Medium	0,25	Implementado
CU8.2	No está modificando el campo de salones y dirección	Major	0	Pendiente
Incompatibilidad	Incompatibilidad del proyecto con IE	Major	0	Pendiente

Tabla 9-19 Detalle de fallas en el Sprint.

9.15.3.2.7. Burndown chart

En el gráfico de Burndown Chart se puede visualizar cómo se fueron consumiendo las horas de desarrollo a lo largo del Sprint. Se puede apreciar claramente que la dedicación fue bastante uniforme a lo largo del Sprint.

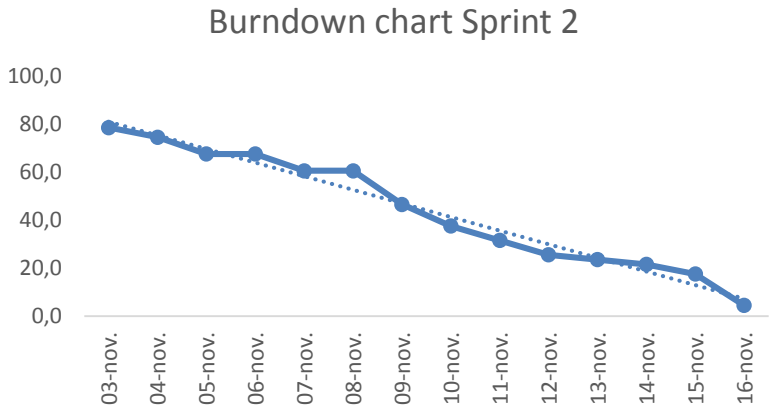


Ilustración 9-53 Burndown Chart Sprint 2.

9.15.3.2.8. Conclusiones extraídas

Si bien la desviación en horas fue mayor a la del Sprint anterior (5,25 sobre 1,75), la experiencia del equipo permitió realizar estimaciones más cercanas a la realidad. Esto permitió poder finalizar el Sprint por completo, sin tener que realizar *carry over* de tareas hacia el siguiente. También se puede detectar un mayor insumo de horas en tareas adicionales a las funcionalidades agregadas, tales como errores encontrados del Sprint anterior, o nuevas fallas surgidas en esta iteración.

9.15.4. Sprint 3

9.15.4.1. Datos generales

9.15.4.1.1. Fecha del Sprint

Inicio del Sprint: 17/11/2014
Fin del Sprint: 30/11/2014

9.15.4.1.2. Distribución de tareas en el Sprint

De acuerdo al registro de horas correspondiente al Sprint 3, se insumieron 114 horas en lo que respecta al proyecto, tomando en cuenta la totalidad de los recursos. En este sprint también se realizaron una mayor cantidad de horas respecto a la estimación inicial.

Es importante destacar la disminución de las horas insumidas en investigación, y esto se debe al mayor conocimiento por parte del equipo de las herramientas utilizadas, permitiendo aumentar la disponibilidad para tareas de desarrollo.

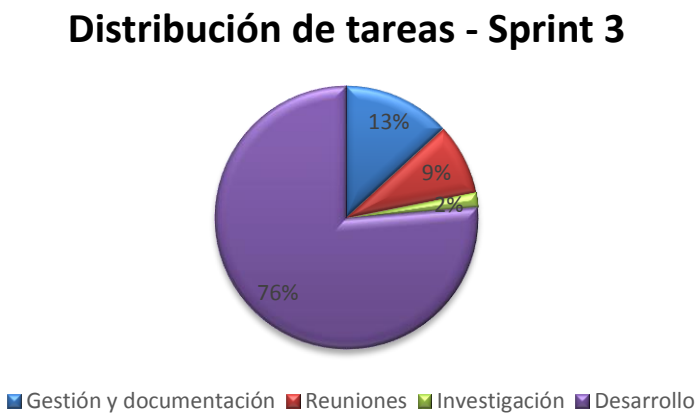


Ilustración 9-54 Distribución de tareas – Sprint 3.

Se obtuvo una diferencia de 8 horas con respecto a la estimación de disponibilidad del equipo para este Sprint.

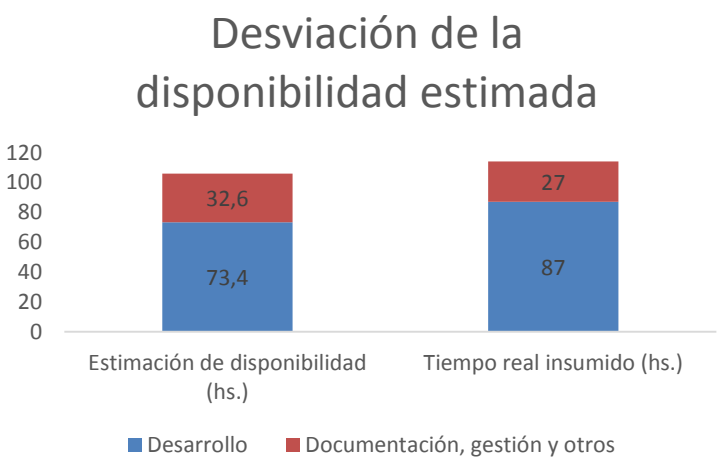


Ilustración 9-55 Disponibilidad estimada vs tiempo real insumido.

9.15.4.2. Tareas de desarrollo

9.15.4.2.1. Estimación inicial de las tareas del Sprint

En la estimación del Sprint 3 se incorporaron las funcionalidades más importantes del proyecto, relacionadas a la implementación del calendario. Dada la experiencia adquirida en la tecnología, así como también en las mediciones para las estimaciones, se realizó la correspondiente re estimación con un conocimiento mayor de los tiempos insumidos para cada tarea.

Tarea	Nombre	Estimación inicial (hs.)
CU10.2	Alta dictado a calendario	9
CU10.3	Modificación dictado empresarial en calendario	6,25
CU10.4	Modificación dictado en calendario	2
CU9.2	Alta de evaluaciones	5
CU13.1	Asignar Alumno a dictado grupal	6,5
CU11.1	Listado de clase	7
CU9.1	Listado de evaluaciones	4,5
CU17.1	Notificación de bienvenida a alumno	4,5
CU18.1	Notificación de bienvenida a empresa	2,5
CU40.1	Listar alumnos de una clase	4,75
Técnica	HOSTING	7,5
Técnica	Tarea Visualización	7
Técnica	*Refactor* de código	3
Total		**69,5**

Tabla 9-20 Tareas a realizar en Sprint 3.

En la ejecución del Sprint 3 se detectaron desviaciones en relación a la estimación inicialmente realizada. La estimación anterior al comienzo del Sprint se posicionó en 69,5 horas, y fueron detectadas 87 horas de desarrollo, para las cuales no se pudieron finalizar todas las tareas planificadas. Si bien todas fueron comenzadas, algunas tuvieron que ser acarreadas a la siguiente iteración. Se vuelve a presentar la misma situación que en el Sprint 1, en donde las tareas no finalizadas son re estimadas en el Sprint siguiente.

9.15.4.2.2. Estado de las tareas al finalizar el Sprint

Luego de finalizado el Sprint, se obtuvieron las horas reales insumidas para cada tarea, y el estado de las mismas.

Tareas	Nombre	Tiempo insumido (hs.)	Estado
CU10.2	Alta dictado a calendario	8	Implementado
CU10.3	Modificación dictado empresarial en calendario	10	Implementado
CU10.4	Modificación dictado en calendario	10	Parcialmente implementado
CU9.2	Alta de evaluaciones	4	Implementado
CU13.1	Asignar Alumno a dictado grupal	2	Parcialmente implementado
CU11.1	Listado de clase	8	Implementado
CU9.1	Listado de evaluaciones	5	Parcialmente implementado
CU17.1	Notificación de bienvenida a alumno	4	Implementado
CU18.1	Notificación de bienvenida a empresa	0.5	Implementado
CU40.1	Listar alumnos de una clase	7	Parcialmente implementado
Técnica	*Hosting*	5	Parcialmente implementado
Técnica	Tarea Visualización	9	Implementado
Técnica	*Refactor* de código	4	Implementado
Total		**76.5**	

Tabla 9-21 Estado del Sprint 3.

9.15.4.2.3. Tareas no finalizadas

Tal como se comentó anteriormente, algunas tareas del Sprint no fueron finalizadas, y por lo tanto deberán moverse al Sprint 4. Si bien la dedicación fue mayor a las horas estimadas para las tareas de desarrollo, no fue suficiente para poder completarlas.

Tarea	Nombre
CU10.4	Modificación dictado en calendario
CU13.1	Asignar Alumno a dictado grupal
CU9.1	Listado de evaluaciones
CU40.1	Listar alumnos de una clase

Tabla 9-22 Casos de uso no finalizados.

9.15.4.2.4. Plan de acción para el siguiente Sprint

Como plan de acción para el próximo Sprint, se propuso aumentar las horas de disponibilidad de los integrantes, al menos para tareas de desarrollo, para lograr finalizar las tareas. Si bien no hay demasiado margen de disponibilidad, se sacrificarán algunas horas dedicadas al proceso para insumirlas en la construcción del producto.

9.15.4.2.5. Detalle de desviaciones registradas

a. Desviaciones de nuevas tareas incluídas y finalizadas en este Sprint.

A continuación se detallan las desviaciones registradas en este Sprint, relacionados al tiempo inicial estimado y al resultado real obtenido.

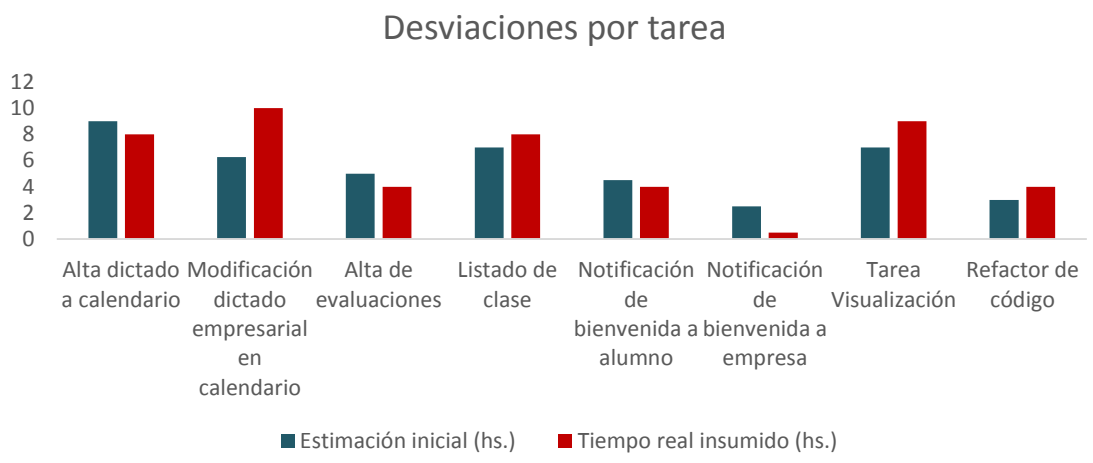


Ilustración 9-56 Desviaciones de tareas finalizadas.

En esta iteración se detectaron mayores desviaciones por caso de uso que en iteraciones anteriores. En lo que respecta a las tareas de altas de entidades, se puede visualizar que el tiempo estimado es mayor al realmente insumido, y esto se debe a la experiencia adquirida en tareas similares implementadas en Sprints anteriores.

Sin embargo, la tarea que presentó una mayor desviación fue la de modificación de dictado empresarial en calendario, y esto está relacionado a la dificultad del manejo del calendario, y a algunos inconvenientes técnicos que ocasionaron un insumo considerablemente mayor al tiempo estimado.

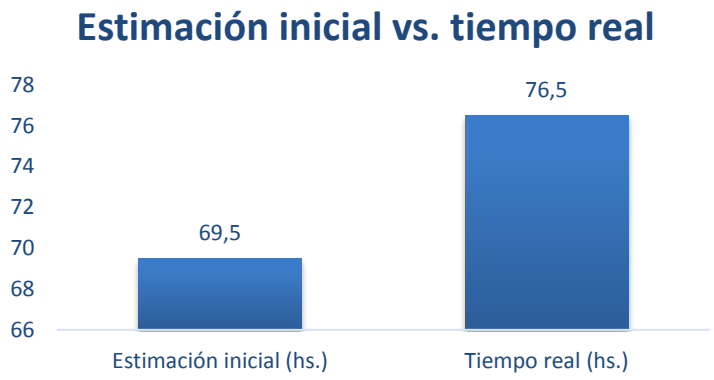


Ilustración 9-57 Estimación inicial vs. tiempo real.

La desviación total fue de 7 horas, diferencia mayor a la presentada en Sprints anteriores.

b. Desviaciones de tareas acarreadas de Sprints anteriores y finalizadas en esta iteración.

No se realiza análisis de desviaciones de casos de uso acarreados, dado que en el Sprint 2 se finalizaron todas las tareas planificadas.

9.15.4.2.6. Fallas/errores presentes en el Sprint

En este Sprint se insumieron 10 horas para la resolución de fallas de severidad alta y media.

Caso de uso afectado	Título	Severidad	Tiempo insumido (hs.)	Estado
CU8.2	No está modificando el campo de salones y dirección	Major	3	Implementado

Caso de uso afectado	Título	Severidad	Tiempo insumido (hs.)	Estado
CU11.2	No se están agregando las clases al dictado	Major	3	Implementado
CU8.2	La cantidad de cupos disponibles se borra del dictado al guardarlo.	Medium	2	Implementado
Visualización	Los textos de las grillas aparecen en inglés.	Medium	2	Implementado
Incompatibilidad	Incompatibilidad del proyecto con IE	Major	0	Pendiente
Visualización	En la visualización de detalles de un dictado debe aparecer la semana donde se dicta la primera clase	Medium	0	Pendiente
Visualización	No se muestra el símbolo de filtrado en las tablas en los listados pero está realizando el filtro	Medium	0	Pendiente

Tabla 9-23 Detalle de fallas en el Sprint.

9.15.4.2.7. Burndown chart

En el Burndown Chart de este Sprint se visualiza que la dedicación en horas a tareas de desarrollo no fue demasiado uniforme durante la iteración. Se presenta una meseta en los primeros 4 días, que luego decrece bruscamente. Esto ocasionó una mayor dedicación por parte del equipo en los últimos días del Sprint para poder acercarse a los objetivos planificados.

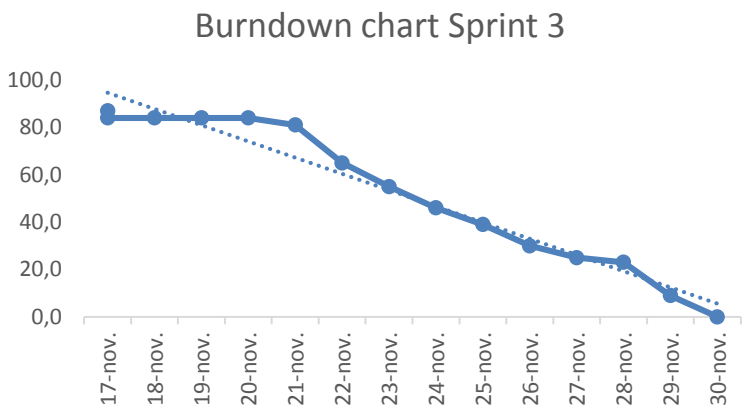


Ilustración 9-58 Burndown chart Sprint 3.

9.15.4.2.8. Conclusiones extraídas

Como conclusión se puede afirmar que la dedicación para tareas de desarrollo fue mayor a la estimada, y sin embargo, no se pudieron finalizar todos los casos de uso planificados. Se relaciona a errores de estimación, así como también a la baja disponibilidad en los primeros días del Sprint, en donde se visualiza una meseta importante, que luego del quinto día de la iteración, disminuye bruscamente. Se insumieron algunas horas en la resolución de fallas importantes.

Como plan de acción para el siguiente Sprint se resolvió aumentar la disponibilidad de horas para tareas de implementación, sacrificando horas de otras actividades en caso de ser necesario.

9.15.5. Sprint 4

9.15.5.1. Datos generales

9.15.5.1.1. Fecha del Sprint

Inicio del Sprint: 1/12/2014

Fin del Sprint: 14/12/2014

9.15.5.1.2. Distribución de tareas en el Sprint

De acuerdo al registro de horas correspondientes al Sprint 4, se insumieron 90,5 horas en lo que respecta al proyecto, tomando en cuenta la totalidad de los recursos humanos.

A continuación se detalla la distribución del Sprint en las diferentes áreas a contemplar. Se puede apreciar una mayor dedicación de horas a tareas relacionadas con el producto, ocupando un 71% de la disponibilidad total del equipo. También se visualiza un alto porcentaje de tiempo dedicado a reuniones de equipo o con la empresa cliente. En este Sprint se realizó una demostración de la totalidad del producto desarrollado hasta el momento.

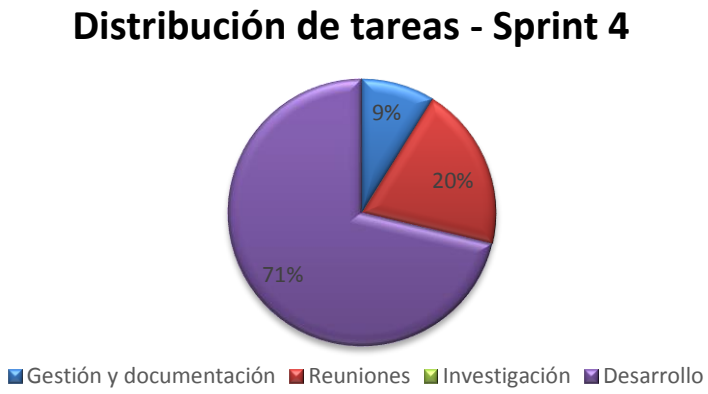


Ilustración 9-59 Distribución de tareas – Sprint 4.

Se obtuvo una diferencia de 15,5 horas con respecto a la estimación de disponibilidad del equipo para este Sprint. En este Sprint se pudieron dedicar una menor cantidad de horas al proyecto debido a un aumento en las horas laborales de los integrantes del equipo. Esto ocasionó no poder cumplir con el plan de acción planteado para esta iteración (ver Plan de acción para el siguiente Sprint).

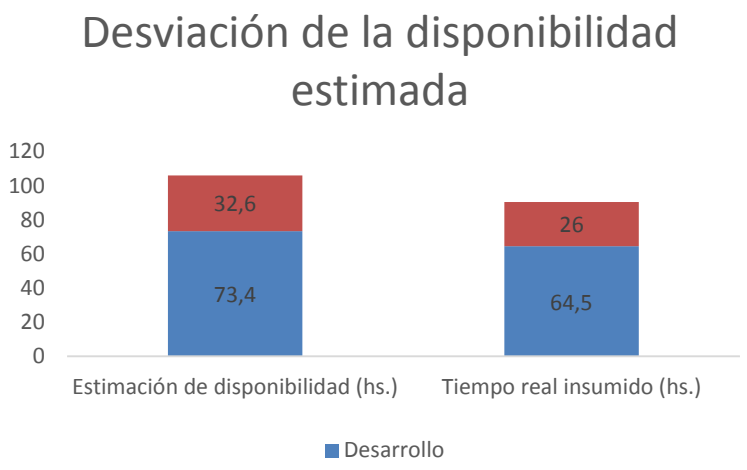


Ilustración 9-60 Disponibilidad estimada vs tiempo real insumido.

9.15.5.2. Tareas de desarrollo

9.15.5.2.1. Estimación inicial de las tareas del Sprint

En este Sprint se tomaron nuevas funcionalidades a desarrollar, así como también se comenzaron y finalizaron algunas otras que quedaron incompletas en el Sprint 3.

Al igual que en iteraciones anteriores, se realizó una re estimación de las tareas incluidas en este Sprint, tanto para las nuevas como para las acarreadas del Sprint anterior.

Tarea	Nombre	Estimación inicial (hs.)
CU10.4	Modificación dictado en calendario	3,5
CU13.1	Asignar Alumno a dictado grupal	6,5
CU9.1	Listado de evaluaciones	3
CU40.1	Listar alumnos de una clase	5
CU40.2	Marcar asistencias de alumnos	5,5
CU12.1	Listado de salones	1
CU25.1	Listar profesores disponibles.	5,75
CU14.1	Asignar Alumno a dictado individual	2
CU1.1	Login de usuario.	6,5
CU2.2	Alta usuario	5
CU45.1	Definición de niveles	10
CU1.2	Gestión de autorización.	15

Tarea	Nombre	Estimación inicial (hs.)
CU2.1	Listado de usuarios	4,5
Técnica	Refactor de código	3
Total		**76,25**

Tabla 9-24 Tareas a realizar en Sprint 4.

9.15.5.2.2. Tareas no finalizadas

Debido a una menor disponibilidad en horas, se registraron 4 casos de uso sin finalizar para mover al siguiente Sprint.

Tarea	Nombre
CU13.1	Asignar Alumno a dictado grupal
CU40.1	Listar alumnos de una clase
CU40.2	Marcar asistencias de alumnos
CU14.1	Asignar Alumno a dictado individual

Tabla 9-25 Casos de uso no finalizados.

9.15.5.2.3. Plan de acción para el siguiente Sprint

En el Sprint siguiente se dispone de una menor cantidad de horas estimadas para tareas del proyecto, debido al feriado de Navidad. Sin embargo, como plan de acción para evitar un atraso importante y una reducción del alcance, se plantea aumentar la capacidad de cada integrante, acercándose a la disponibilidad de un Sprint convencional, en caso de ser necesario.

9.15.5.2.4. Estado de las tareas al finalizar el Sprint

Luego de finalizado el Sprint, se obtuvieron las horas reales insumidas para cada tarea, y el estado de las mismas.

Tareas	Nombre	Tiempo real insumido (hs.)	Estado
CU10.4	Modificación dictado en calendario	8	Implementado
CU13.1	Asignar Alumno a dictado grupal	10,5	Parcialmente implementado
CU9.1	Listado de evaluaciones	6	Implementado
CU40.1	Listar alumnos de una clase	8	Parcialmente implementado
CU40.2	Marcar asistencias de alumnos	-	No implementado
CU12.1	Listado de salones	1	Implementado
CU25.1	Listar profesores disponibles.	11,5	Implementado
CU14.1	Asignar Alumno a dictado individual	-	No implementado
CU1.1	Login de usuario	4	Implementado
CU2.2	Alta usuario	4	Implementado
CU45.1	Definición de niveles	4	Implementado
CU1.2	Gestión de autorización	4	Implementado
CU2.1	Listado de usuarios	1	Implementado
Técnica	Refactor de código	2	Implementado
Total		**64**	

Tabla 9-26 Estado del Sprint 4.

9.15.5.2.5. Detalle de desviaciones registradas

a. Desviaciones de nuevas tareas incluídas y finalizadas en este Sprint.

A continuación se detallan las desviaciones registradas en este Sprint, relacionados al tiempo inicial estimado y al resultado real obtenido.

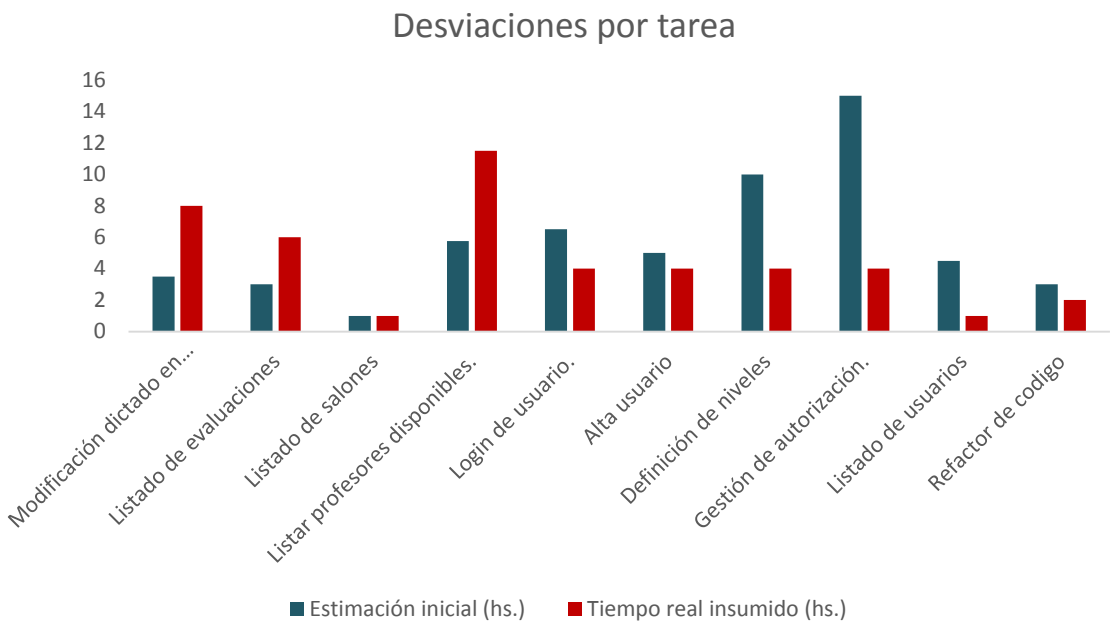


Ilustración 9-61 Desviaciones de tareas finalizadas.

En este Sprint las desviaciones fueron considerablemente mayores que en Sprints anteriores. Si bien algunas tareas insumieron más tiempo del estimado, la mayoría se pudieron culminar en una menor cantidad de horas de las planificadas, mostrando una mayor experiencia en desarrollo.

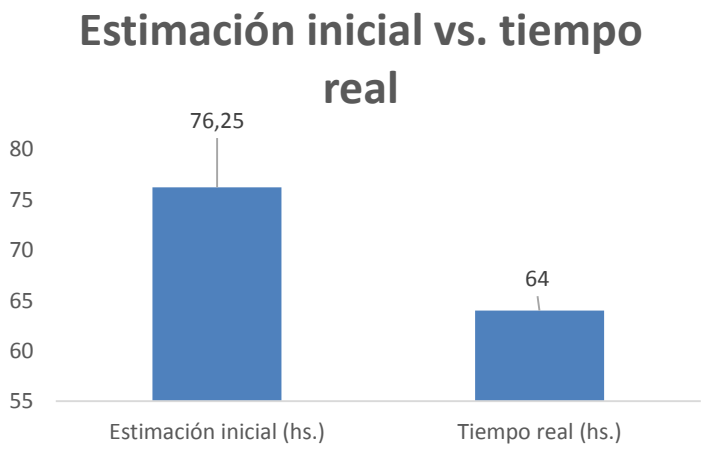


Ilustración 9-62 Estimación inicial vs. tiempo real.

La gráfica expuesta anteriormente muestra una diferencia de 12,5 horas, es decir, se dedicaron menos horas que las inicialmente planificadas en lo que respecta al desarrollo.

b. Desviaciones de tareas acarreadas de Sprints anteriores y finalizadas en esta iteración.

A continuación se detallarán las tareas que fueron tomadas del Sprint anterior para continuar en esta iteración. En este caso no todas ellas pudieron ser finalizadas, por lo que solo se medirá la estimación de aquellas que sí pudieron culminarse en este Sprint.

Tarea	Nombre	Estimado Sprint 3	Estimado Sprint 4	Insumido Sprint 3	Insumido Sprint 4
CU10.4	Modificación dictado en calendario	2	3,5	10	8
CU13.1	Asignar Alumno a dictado grupal (NO FINALIZADA)	6,5	6,5	2	10,5
CU9.1	Listado de evaluaciones	4,5	3	5	6
CU40.1	Listar alumnos de una clase (NO FINALIZADA)	4,75	5	7	8

Tabla 9-27 Detalle de estimados y reales de tareas acarreadas.

De las tareas acarreadas del Sprint anterior y finalizadas en esta iteración, se puede identificar una diferencia importante entre lo inicialmente estimado y el tiempo real insumido. Las tareas de asignación de un alumno a un dictado grupal y el listado de alumnos de una clase no pudieron ser finalizadas en este Sprint, por lo que aún no se puede realizar una medición de la desviación final de las mismas. Estas han sido doblemente acarreadas (sprint 2 a 3, Sprint 3 a 4) y serán evaluadas en el Sprint que finalicen.

En la gráfica expuesta a continuación se visualiza claramente una diferencia importante en el caso de uso de modificación del dictado en el calendario. Como se comentó anteriormente, esto se debe a la dificultad del manejo del calendario en lo que respecta a tecnología y desarrollo, dado que se deben utilizar librerías y componentes externos que dificultan el desarrollo.

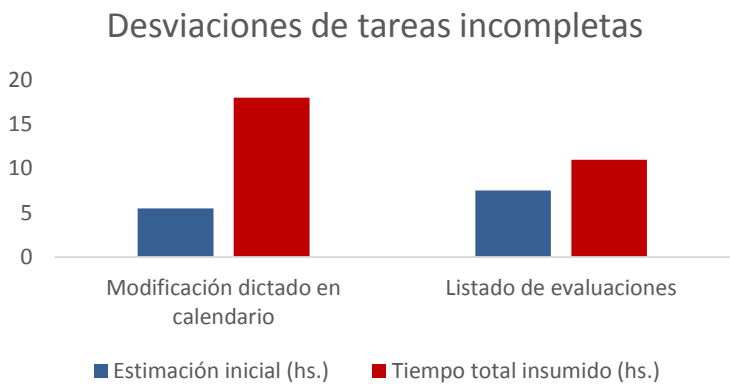


Ilustración 9-63 Desviación de tareas acarreadas.

9.15.5.2.6. Fallas/errores presentes en el Sprint.

En esta iteración se dedicaron pocas horas a la reparación de fallas, principalmente debido a la menor disponibilidad del equipo.

Caso de uso afectado	Título	Severidad	Tiempo insumido (hs.)	Estado
CU3.2	Los tabs de alumno se ven mal	Medium	0,15	Implementado
Visualización	Arreglar en la vista del crear dictado, la lista de empresas para que quede pareja	Medium	0,20	Implementado
CU7.2	Excepción al agregar un nuevo curso	Major	0,25	Implementado
Visualización	No aparece el símbolo de filtrado en las tablas en los index pero está realizando el filtro	Medium	0	Pendiente
Visualización	Se imprime una "" entre detalle de profesores disponibles	Medium	0	Pendiente
Visualización	En el visualización de detalles de un dictado debe aparecer la semana donde se dicta la primera clase	Medium	0	Pendiente

Caso de uso afectado	Título	Severidad	Tiempo insumido (hs.)	Estado
Incompatibilidad	Incompatibilidad del proyecto con IE	Major	0	Pendiente

Tabla 9-28 Detalle de fallas en el Sprint.

9.15.5.2.7. Burndown chart

Como se puede visualizar en el gráfico a continuación, las horas insumidas durante el Sprint estuvieron uniformemente repartidas. Únicamente se detecta un insumo mayor para alcanzar a completar una mayor parte de las funcionalidades del sprint en el último día.

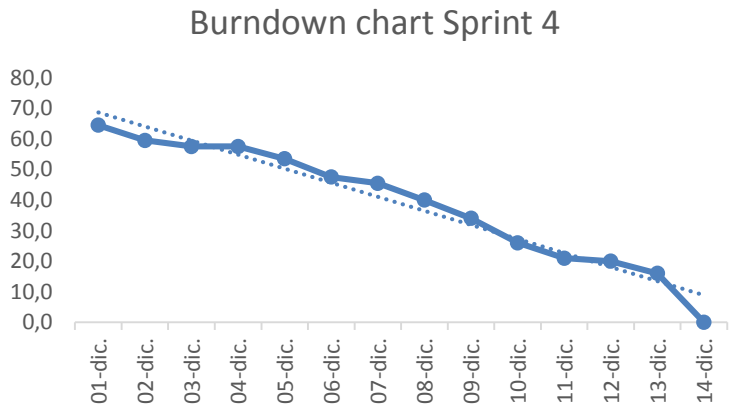


Ilustración 9-64 Burndown Chart Sprint 4.

9.15.5.2.8. Conclusiones extraídas

En este Sprint se visualiza una homogeneidad en el consumo de horas a lo largo de los días. Si se visualiza el gráfico de Burndown chart se puede apreciar un decremento constante, cercano a la línea de tendencia.

Por otro lado, se insumieron una menor cantidad de horas de las inicialmente estimadas, y no se pudieron completar en su totalidad las funcionalidades planificadas. Se puede apreciar que si bien se visualiza un aumento en la experiencia de estimaciones, en este Sprint se detectaron desviaciones importantes, que pueden haberse ocasionado por dificultades adicionales en tecnología para implementar las funcionalidades incluidas.

Finalmente, se realizó un plan de acción para el Sprint siguiente, tomando como medida principal un aumento en la capacidad del equipo para evitar grandes desviaciones y reducir el alcance del proyecto.

9.15.6. Sprint 5

9.15.6.1. Datos generales

9.15.6.1.1. Fecha del Sprint

Inicio del Sprint: 15/12/2014

Fin del Sprint: 28/12/2014

9.15.6.1.2. Distribución de tareas en el Sprint

De acuerdo al registro de horas correspondiente al Sprint 5, se insumieron 96 horas en el proyecto, tomando en cuenta la totalidad de los recursos humanos.

De acuerdo a la estimación de disponibilidad calculada para el Sprint 5, se deberían haber insumido 70 horas totales, incluyendo todas las actividades relacionadas al proyecto. En esta iteración se habían calculado los días 24 y 25 de diciembre como feriados de Navidad, por lo que la disponibilidad en esos días era nula. En adición, se calcularon 49 horas totales para tareas de desarrollo (en Sprints convencionales se estimaron 73,4 horas), y 21 horas totales para tareas de gestión, documentación y otros (en Sprints convencionales se estimaron 32,6 horas).

Como primera conclusión se puede notar que la disponibilidad del equipo fue significativamente mayor a lo estimado, y que se aproximó a los valores estimados para iteraciones convencionales (106 horas totales disponibles al proyecto). Esto se corresponde con el plan de acción planteado el Sprint anterior (para ver el detalle véase Plan de acción para el siguiente Sprint). La diferencia fue de 26 horas con la estimación inicial.

Al momento de realizar la planificación del Sprint se tuvo en cuenta el decremento de la disponibilidad, pero aun así se calculó un esfuerzo mayor del estimado inicialmente, teniendo en cuenta que era necesario avanzar con tareas acarreadas de iteraciones anteriores, y principalmente para respetar el plan de acción planteado en el Sprint 4.

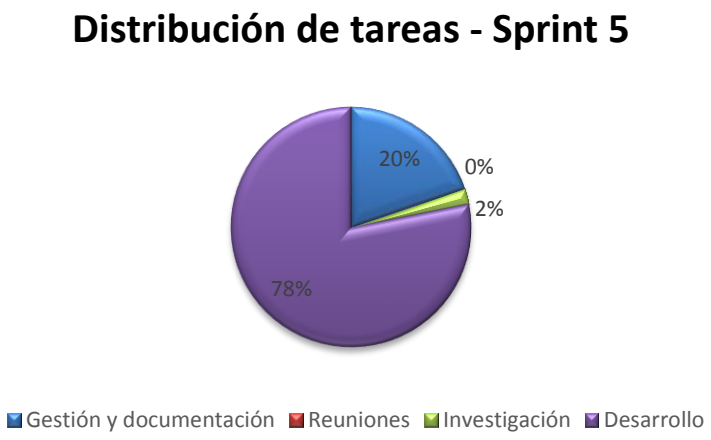


Ilustración 9-65 Distribución de tareas – Sprint 5.

Tal como se puede apreciar en el gráfico presentado anteriormente, la actividad de mayor insumo está relacionada a tareas técnicas y de desarrollo, consumiendo un 78% de las horas totales registradas en el Sprint.

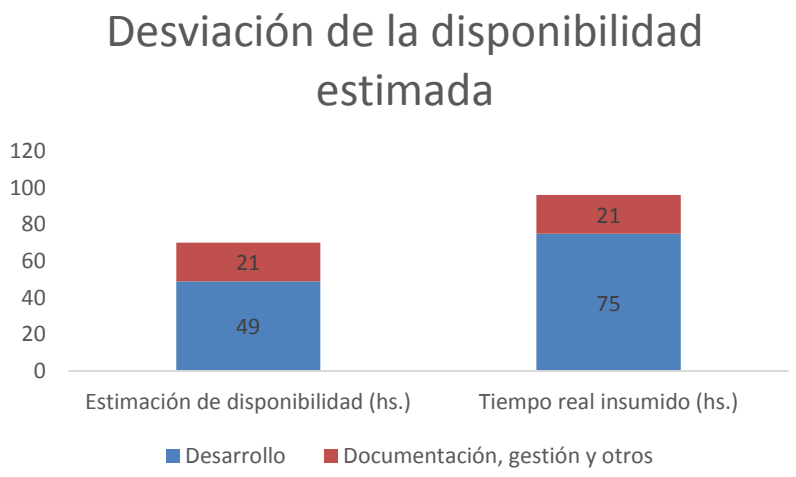


Ilustración 9-66 Disponibilidad estimada vs tiempo real insumido.

9.15.6.2. Tareas de desarrollo

9.15.6.2.1. Estimación inicial de las tareas del Sprint

En este Sprint se incluyeron nuevas funcionalidades, así como también aquellos casos de uso que no pudieron ser completados en la iteración anterior. Adicionalmente, se incluyeron tareas técnicas que no corresponden con funcionalidades solicitadas, pero que son necesarias para implementar nuevos casos de uso. Entre ellas se destacan la tarea relacionada al hosteo de la aplicación, necesaria para comenzar a desarrollar las funcionalidades del componente móvil, planificadas para el Sprint 6.

Tarea	Nombre	Estimación inicial (hs.)
CU13.1	Asignar Alumno a dictado grupal	6
CU40.1	Listar alumnos de una clase	5
CU40.2	Marcar asistencias de alumnos	7
CU14.1	Asignar Alumno a dictado individual	2
CU11.3	Modificación clase	6
CU38.1	Calculo de sueldos por clases dictadas	6
CU39.1	Listado de dictados actuales de un profesor	6
CU25.2	Asignar profesor suplente a clase.	6
CU11.4	Baja clase	6
CU15.1	Eliminar alumno de dictado grupal	3
Técnica	Links para gestionar usuarios	2
Técnica	Hosting	4
Técnica	Pruebas de compatibilidad del template en dispositivos móviles	10
Total		**69**

Tabla 9-29 Tareas a realizar en Sprint 5.

9.15.6.2.2. Tareas no finalizadas

De las tareas incluidas en este Sprint, únicamente una no fue finalizada en su totalidad.

Tarea	Nombre
CU25.2	Asignar profesor suplente a clase.

Tabla 9-30 Casos de uso no finalizados.

9.15.6.2.3. Plan de acción para el Sprint siguiente

En este Sprint no fue necesaria la elaboración de un plan de acción, debido a que la capacidad del equipo aumentó y de esta forma se pudieron finalizar casi todas las tareas planificadas. Si bien una de ellas debió moverse al Sprint siguiente, no se detectan grandes desviaciones que puedan afectar el alcance del proyecto.

9.15.6.2.4. Estado de las tareas al finalizar el Sprint

Luego de finalizado el Sprint, se obtuvieron las horas reales insumidas en cada tarea, y el estado con que se finalizó la iteración. Se insumieron 75 horas de desarrollo, entre las cuales 67,5 fueron destinadas a nuevas funcionalidades y tareas genéricas, y las 7 horas restantes a la corrección de algunas fallas presentes en la iteración.

Tarea	Nombre	Tiempo insumido (hs.)	Estado
CU13.1	Asignar Alumno a dictado grupal	20,5	Implementado
CU40.1	Listar alumnos de una clase	5	Implementado
CU40.2	Marcar asistencias de alumnos	3,5	Implementado
CU14.1	Asignar Alumno a dictado individual	1	Implementado
CU11.3	Modificación clase	6	Implementado
CU38.1	Calculo de sueldos por clases dictadas	5	Implementado
CU39.1	Listado de dictados actuales de un profesor	5	Implementado
CU25.2	Asignar profesor suplente a clase	2	Parcialmente implementado
CU11.4	Baja clase	6	Implementado
CU15.1	Eliminar alumno de dictado grupal	1,5	Implementado
Técnica	Link de gestión de usuarios	1	Implementado
Técnica	Hosting	8	Implementado

Tarea	Nombre	Tiempo insumido (hs.)	Estado
Técnica	Pruebas de compatibilidad del template en dispositivos móviles	3	Implementado
Total		67,5	

Tabla 9-31 Estado del Sprint 5.

9.15.6.2.5. Detalle de desviaciones registradas

a. Desviaciones de nuevas tareas incluídas y finalizadas en este Sprint.

A continuación se detallan las desviaciones registradas en este Sprint, relacionados al tiempo inicial estimado y al resultado real obtenido.

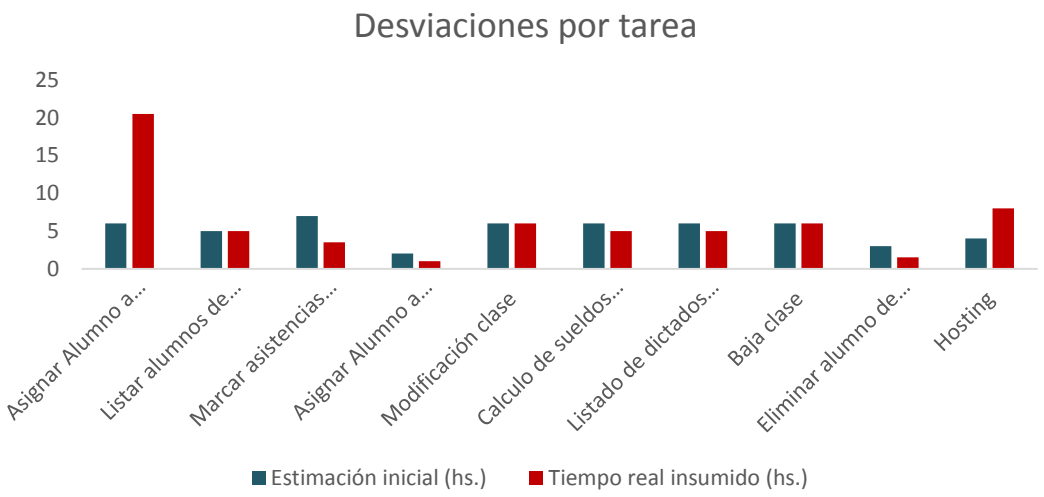


Ilustración 9-67 Desviaciones de tareas finalizadas.

Se puede apreciar una desviación importante en la tarea de asignación de alumno a un dictado grupal. Esta desviación se produjo debido a una dificultad técnica con algunos componentes para poder asegurar una buena usabilidad y que la aplicación mantenga los mismos estilos. Sin embargo, en el resto de los casos de uso se aprecia un menor grado de desviación en relación a iteraciones anteriores. Esto se debe a la experiencia incorporada por el equipo para realizar estimaciones.

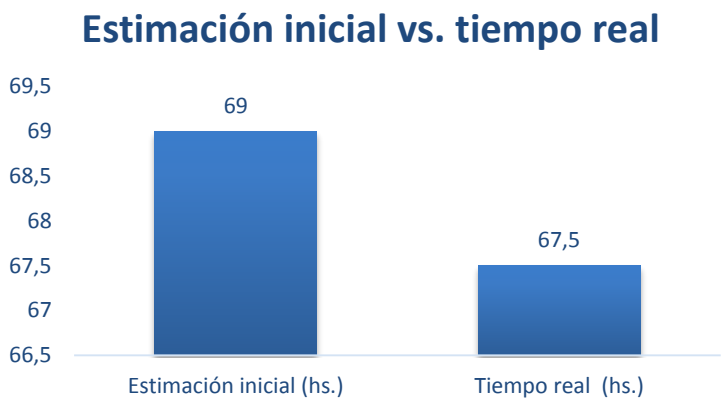


Ilustración 9-68 Estimación inicial vs. tiempo real.

b. Desviaciones de tareas acarreadas de Sprints anteriores y finalizadas en esta iteración.

Tarea	Nombre	Estimado Sprint 4	Estimado Sprint 5	Insumido Sprint 4	Insumido Sprint 5
CU13.1	Asignar Alumno a dictado grupal	6,5	6	10,5	20,5
CU40.1	Listar alumnos de una clase	5	5	8	5
CU40.2	Marcar asistencias de alumnos	5,5	0	7	3,5
CU14.1	Asignar Alumno a dictado individual	2	0	2	1

Tabla 9-32 Detalle de estimados y reales de tareas acarreadas.

Como se comentó anteriormente, la desviación producida en el CU13.1 se debe a complicaciones técnicas que produjeron grandes desviaciones en relación a lo planificado inicialmente. El caso de uso se estimó inicialmente en 6,5 horas y se insumieron 26,5 horas, contabilizando ambos Sprints.

A continuación se presenta un gráfico que detalla con claridad las diferencias entre estimados y tiempos reales insumidos para las tareas acarreadas del Sprint 4.

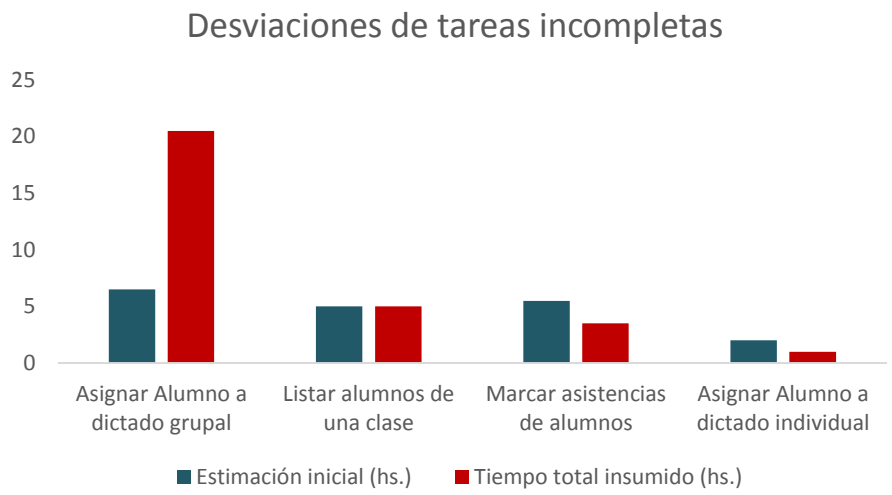


Ilustración 9-69 Desviación de tareas acarreadas.

9.15.6.2.6. Fallas/errores presentes en el Sprint.

En este Sprint se registró una tarea importante de re trabajo. Esta refiere a casos de uso que no fueron completamente finalizados, o se vieron afectados por cambios en otras funcionalidades. El tiempo insumido en arreglar y finalizar correctamente estos casos de uso se registran en esta tarea de re trabajo, tomándola como una falla o error presente en la iteración.

Aún se visualizan algunas fallas que no pudieron ser completadas en este Sprint por falta de tiempo para finalizar las funcionalidades planificadas. Únicamente existe una tarea de severidad Major, que será corregida antes de finalizar la primera etapa.

Caso de uso afectado	Título	Severidad	Tiempo insumido (hs.)	Estado
Re trabajo	Casos de uso que no fueron finalizados o que se vieron afectados por otras funcionalidades	Major	7	Implementado
Visualización	No aparece el símbolo de filtrado en las tablas en los index pero está realizando el filtro	Medium	0	Pendiente

Caso de uso afectado	Título	Severidad	Tiempo insumido (hs.)	Estado
Visualización	Se imprime una "" entre detalle de profesores disponibles	Medium	0	Pendiente
Visualización	En el visualización de detalles de un dictado debe aparecer la semana donde se dicta la primera clase	Medium	0	Pendiente
Incompatibilidad	Incompatibilidad del proyecto con IE	Major	0	Pendiente

Tabla 9-33 Detalle de fallas en el Sprint.

9.15.6.2.7. Burndown chart

El consumo de horas en el Sprint fue parejo durante toda la iteración. Sin embargo, hay algunas mesetas, ocasionadas por las fechas de Navidad y posteriores picos descendentes para poder alcanzar una mayor cantidad de funcionalidades finalizadas.

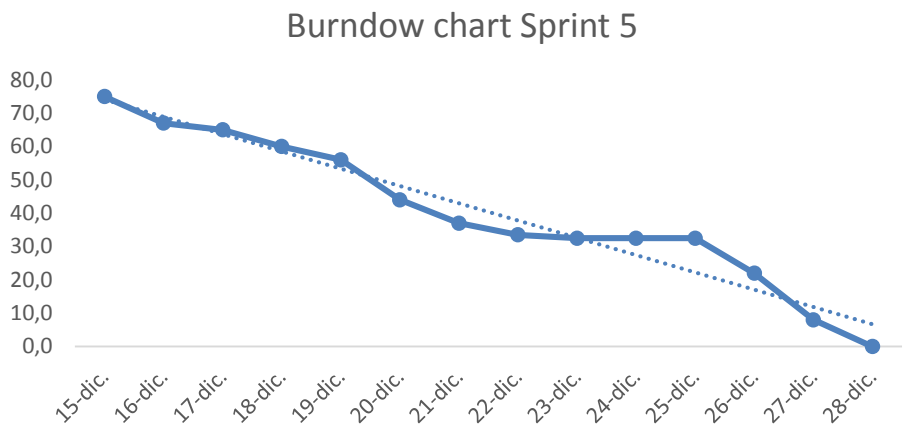


Ilustración 9-70 Burndown chart Sprint 5.

9.15.6.2.8. Conclusiones extraídas

En este Sprint se detectaron grandes mejoras en lo que respecta a las estimaciones. Si bien se manifestó una gran desviación en uno de los casos de uso incluidos, el resto de las funcionalidades insumieron tiempos similares a los estimados al comenzar el Sprint. En esta iteración se culminaron las funcionalidades principales del sistema, quedando únicamente algunas más pequeñas por completar, y ciertos detalles visuales a mejorar para poder entregar un producto con mayor nivel de calidad.

Por otro lado, se logró implementar el plan de acción elaborado en el Sprint 4, aumentando la capacidad del equipo, y permitiendo mantenerse según la planificación.

9.15.7. Sprint 6

9.15.7.1. Datos generales

9.15.7.1.1. Fecha del Sprint

Inicio del Sprint: 29/12/2014

Fin del Sprint: 11/01/2015

9.15.7.1.2. Distribución de tareas en el Sprint

De acuerdo al registro de horas correspondiente al Sprint 6, se insumieron 102 horas en el proyecto, tomando en cuenta la totalidad de los recursos.

Tal como se visualiza en la gráfica anterior, se puede apreciar una mayor disponibilidad en tareas relacionadas a desarrollo y pruebas; una importante porción del tiempo asignado a la documentación, y una menor parte a investigación y reuniones. En este Sprint se avanzaron algunas de las tareas importantes de gestión, por lo que se requirió una dedicación adicional.

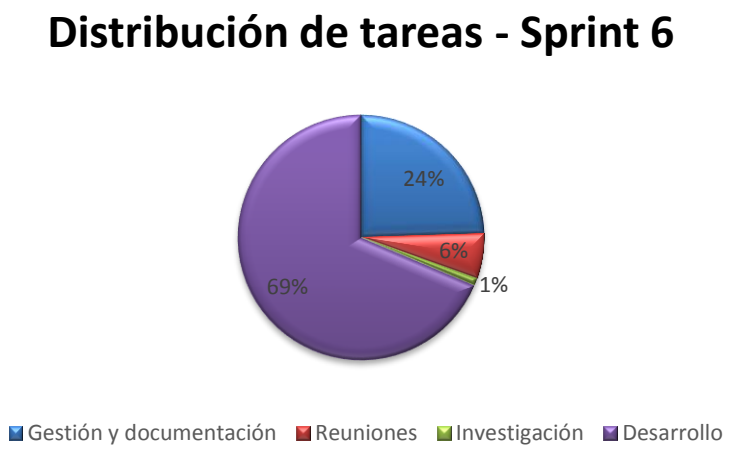


Ilustración 9-71 Distribución de tareas – Sprint 6.

En la estimación de disponibilidad calculada para este Sprint, se calcularon 70 horas totales, tomando en cuenta todas las actividades del proyecto (documentación, gestión, desarrollo, etc.). 49 horas corresponderían a actividades de desarrollo y 21 horas para documentación, gestión y otros.

Al igual que en el Sprint anterior, en la estimación inicial de disponibilidad, se tuvo en cuenta los días feriado de Fin de Año y Reyes, por lo cual la disponibilidad sería menor a la estimada en los Sprints convencionales. Sin embargo, la importante diferencia entre las horas estimadas y las reales se produjeron gracias a que uno de los integrantes del equipo solicitó días por estudio como plan de acción para poder completar las tareas de los Sprints y comenzar a realizar pruebas más exhaustivas de las funcionalidades más importantes del sistema.

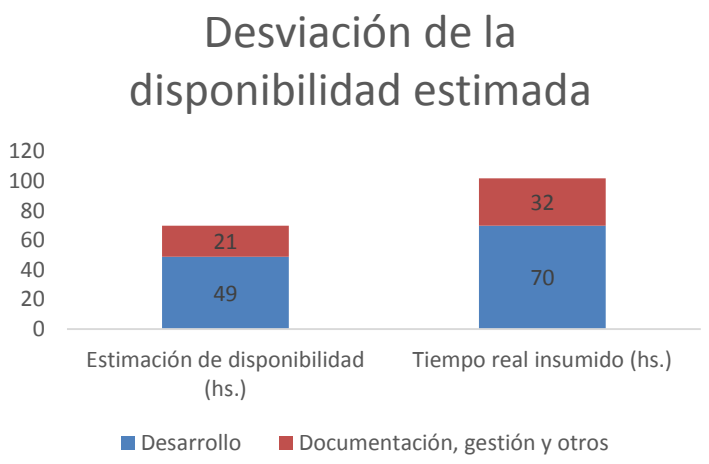


Ilustración 9-72 Disponibilidad estimada vs. tiempo real insumido.

9.15.7.2. Tareas de desarrollo

9.15.7.2.1. Estimación inicial de las tareas del Sprint

En este Sprint se tomaron las tareas que no fueron finalizadas en el Sprint 5, otras nuevas de la adaptación móvil, y una gran porción de horas destinadas a realizar pruebas en la aplicación (incluido como una tarea técnica), para detectar posibles fallas o errores que no hayan sido revelados en las pruebas de regresión al finalizar un caso de uso.

Es importante aclarar que al comenzar el Sprint ya se contaba con la información de la semana dedicada exclusivamente a actividades del proyecto (licencia), y es por eso que se decidió incluir tareas de forma de mantener la cantidad de horas destinadas a desarrollo tal como en Sprints convencionales (73,4 horas de disponibilidad estimada).

Tarea	Nombre	Estimación inicial (hs.)
CU44.1	Completar resultados de evaluación de dictado.	8
CU25.2	Asignar profesor suplente a clase.	6
Técnica	Investigar como detectar si se ingresa de un celular o de la web	8
CU48.1	Mostrar información de sus dictados.	4

Tarea	Nombre	Estimación inicial (hs.)
CU49.1	Listado de alumnos de una clase.	4
CU49.2	Marcar asistencia.	4
Técnica	Pruebas de aplicación	40
Total		**74**

Tabla 9-34 Tareas a realizar en Sprint 6.

9.15.7.2.2. Tareas no finalizadas

Si bien se insumieron una mayor porción de horas de las planificadas, algunas tareas no pudieron ser finalizadas debido a la cantidad de horas de re trabajo insumidas en este Sprint (para ver en detalle véase Fallas/errores presentes en el Sprint).

Tarea	Nombre
CU49.1	Listado de alumnos de una clase.
CU49.2	Marcar asistencia.
Técnica	Pruebas de aplicación

Tabla 9-35 Tareas no finalizadas.

9.15.7.2.3. Estado de las tareas al finalizar el Sprint

Luego de finalizado el Sprint, se obtuvieron las horas reales insumidas en las tareas de desarrollo. Tal como se especificó anteriormente, se registraron 68 horas en actividades de desarrollo y pruebas. Sin embargo, es importante destacar que únicamente 47 horas fueron destinadas a la implementación de nuevas funcionalidades y pruebas, mientras que las restantes 21 horas fueron horas insumidas en re-trabajo, es decir, para mejorar o arreglar problemas que surgieron en funcionalidades ya finalizadas en Sprints anteriores.

Tarea	Nombre	Tiempo insumido (hs.)	Estado
CU44.1	Completar resultados de evaluación de dictado.	11	Implementado
CU25.2	Asignar profesor suplente a clase.	4	Implementado

Tarea	Nombre	Tiempo insumido (hs.)	Estado
Técnica	Investigar como detectar si se ingresa de un celular o de la web	1	Implementado
CU48.1	Mostrar información de sus dictados.	4	Implementado
CU49.1	Listado de alumnos de una clase.	1,5	Parcialmente implementado
CU49.2	Marcar asistencia.	5,5	Parcialmente implementado
Técnica	Pruebas de aplicación	22	Parcialmente implementado
Total		**49**	

Tabla 9-36 Estado del Sprint 6.

9.15.7.2.4. Plan de acción para el Sprint siguiente

Dada la cantidad de horas invertidas en re-trabajo, fue necesario realizar un plan para modificar la forma en que se evalúa la completitud de un caso de uso. Se realizarán pruebas sobre las funcionalidades implementadas en el Sprint siguiente, para finalizar las correcciones en la aplicación web y en su correspondiente adaptación móvil. Se priorizará la correcta implementación de las funcionalidades incluidas hasta el momento, antes de avanzar con nuevas funcionalidades para completar el alcance planificado.

9.15.7.2.5. Detalle de desviaciones registradas

a. Desviaciones de nuevas tareas incluídas y finalizadas en este Sprint.

De las tareas finalizadas, se pueden identificar desviaciones no demasiado relevantes; gran parte de los casos las estimaciones resultaron ampliamente mayores que las horas realmente insumidas. Este es el caso de la tarea destinada a la investigación de la adaptación movil, para la cual se encontró una solución sencilla y rápida, sin insumir demasiada cantidad de horas.

Ilustración 9-73 Desviaciones de tareas finalizadas.

En lo que respecta a las horas totales de desarrollo y las desviaciones, se apreciaron grandes diferencias; tal como se comentó anteriormente, se dedicó una porción importante de horas a tareas de re trabajo, no permitiendo realizar la cantidad de horas estimadas para pruebas de la aplicación (se estimó en 40 horas y se invirtió la mitad del tiempo).

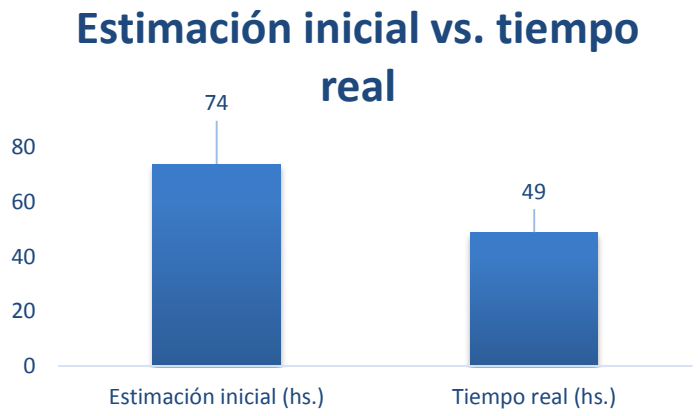


Ilustración 9-74 Estimación inicial vs. tiempo real.

b. Desviaciones de tareas acarreadas de Sprints anteriores y finalizadas en esta iteración.

Tarea	Nombre	Estimado Sprint 5	Estimado Sprint 6	Insumido Sprint 5	Insumido Sprint 6
CU25.2	Asignar profesor suplente a clase.	6	6	2	4

Tabla 9-37 Detalle de estimados y reales de tareas acarreadas.

Tal como se muestra en la **Tabla 9-37**, la tarea acarreada del Sprint 5 fue finalizada en el Sprint 6, insumiendo la misma cantidad de horas que se estimó para el comienzo del Sprint anterior. Esto muestra un avance y adquisición de experiencia por parte del equipo de desarrollo, que ha logrado estimaciones más precisas y con mayor conocimiento de la tecnología.

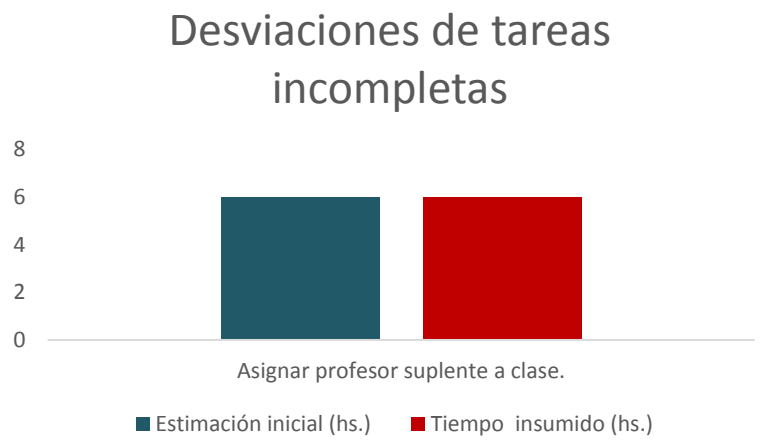


Ilustración 9-75 Desviación de tareas acarreadas.

9.15.7.2.6. Fallas/errores presentes en el Sprint

En este Sprint las fallas o errores presentes tuvieron gran protagonismo, principalmente refiriéndose a tareas de re trabajo. Estas tareas fueron incluidas como errores o fallas, dado que se produjeron por malas técnicas de regresión al finalizar los requerimientos. Gracias a esto, se pudieron tomar acciones preventivas y correctivas que se aplicarán para el Sprint 7 y 8, evitando el surgimiento de este tipo de errores en los últimos sprints de desarrollo.

Caso de uso afectado	Título	Severidad	Tiempo insumido (hs.)	Estado
Re trabajo	Casos de uso que no fueron finalizados o que se vieron afectados por otras funcionalidades	Major	19	Implementado
Visualización	No aparece el símbolo de filtrado en las tablas en los index pero está realizando el filtro	Medium	1	Implementado

Caso de uso afectado	Título	Severidad	Tiempo insumido (hs.)	Estado
Visualización	Se imprime una "" entre detalle de profesores disponibles	Medium	0	Pendiente
Visualización	En el visualización de detalles de un dictado debe aparecer la semana donde se dicta la primera clase	Medium	0	Pendiente
Incompatibilidad	Incompatibilidad del proyecto con IE	Major	1	Implementado

Tabla 9-38 Detalle de fallas en el Sprint.

9.15.7.2.7. Burndown chart

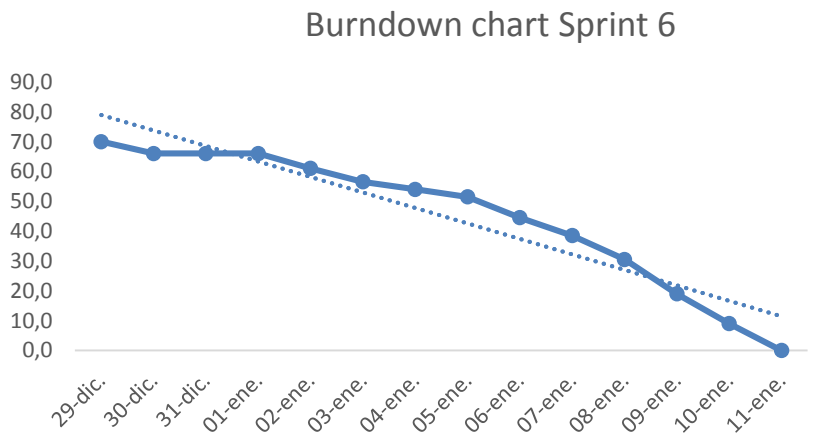


Ilustración 9-76 Burndown chart Sprint 6.

En el gráfico de Burndown chart se puede apreciar el tiempo de mayor dedicación durante el Sprint. El mismo se concentra al final (entre el 6 de enero y el 11 de enero), en donde se produce un importante decremento en las horas restantes del Sprint. Estos días coinciden con la semana de licencia de uno de los integrantes del equipo.

9.15.7.2.8. Conclusiones extraídas

Como conclusión de este Sprint, es importante destacar que gran parte de las horas consumidas en desarrollo fueron utilizadas para mejorar la calidad y finalizar por completo algunas funcionalidades que si bien estaban marcadas como finalizadas, no pudieron completarse totalmente. Esto se debe a que ya se están comenzando a refinar los detalles más importantes, dado que únicamente restan dos Sprints más de desarrollo.

Por otro lado, se elaboró un plan de acción para futuros Sprints, en donde se plantea modificar la forma en que se evalúa la completitud de un caso de uso, es decir, realizar una mayor cantidad de pruebas antes de asegurar que el mismo se encuentra finalizado. Esto permitirá disminuir las horas de re trabajo.

9.15.8. Sprint 7

9.15.8.1. Datos generales

9.15.8.1.1. Fecha del Sprint

Inicio del Sprint: 12/01/2015

Fin del Sprint: 25/01/2015

9.15.8.1.2. Distribución de las tareas en el Sprint

De acuerdo al registro de horas correspondientes al Sprint 7, se insumieron 99 horas en el proyecto, tomando en cuenta la totalidad de las actividades a realizar y todos los recursos disponibles.

Al igual que en el Sprint anterior, la disponibilidad en tareas de desarrollo es alta, un 64% del tiempo total fue dedicado a tareas técnicas, tanto de desarrollo como de pruebas de las funcionalidades implementadas. Sin embargo, se puede apreciar una mayor disponibilidad que en el Sprint anterior en tareas de documentación y gestión.

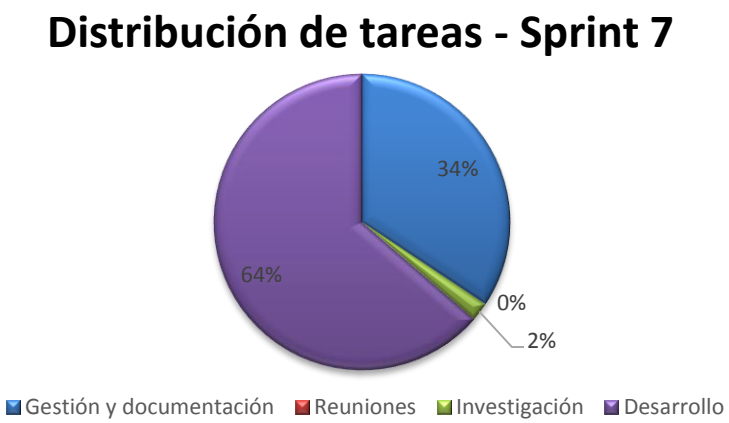


Ilustración 9-77 Distribución de tareas – Sprint 7.

De acuerdo a la estimación de disponibilidad calculada para esta iteración, se contaría con 106 horas totales, 73,4 dedicadas a tareas técnicas de desarrollo y testing, mientras que 32,6 horas serían dedicadas a tareas de documentación, gestión y otros.

Si bien en este Sprint la dedicación fue apenas mayor que la insumida en el Sprint anterior, la misma estuvo por debajo del tiempo estimado. Tal como se detalla en el plan de acción elaborado en la iteración pasada (véase Plan de acción para el Sprint siguiente), se dedicó una parte significativa del Sprint a realizar pruebas de las funcionalidades implementadas.

En la gráfica detallada a continuación, se puede apreciar la diferencia entre la disponibilidad estimada y el tiempo real insumido, discriminado por tareas relacionadas al producto (desarrollo y testing) y tareas relacionadas al proceso (documentación, gestión y otros).

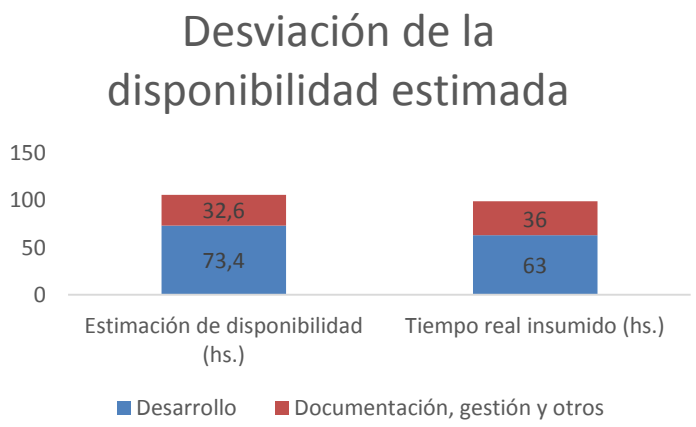


Ilustración 9-78 Disponibilidad estimada vs tiempo real insumido.

9.15.8.2. Tareas de desarrollo

9.15.8.2.1. Estimación inicial de las tareas del Sprint

En este Sprint se tomaron las tareas que no fueron finalizadas en el Sprint anterior; entre ellas la ejecución de pruebas de la aplicación.

Se hizo hincapié en testear todas las partes importantes del sistema, enfocándose tanto en la parte web como en la adaptación móvil, con el fin de elaborar un prototipo funcional lo más cercano posible a un sistema final. Sin bien se entiende que para poder implantar el producto en funcionamiento se necesita un tiempo mayor al disponible para esta primera etapa del proyecto, se busca generar un producto que alcance las expectativas planteadas inicialmente.

En adición, se buscó invertir una parte importante del Sprint en mejorar la usabilidad y estética de la aplicación, para optimizar la experiencia de usuario.

Tarea	Nombre	Estimación inicial (hs.)
CU49.1	Listado de alumnos de una clase	4
CU49.2	Marcar asistencia	4
CU16.1	Eliminar alumno de dictado individual	2
Técnica	Pruebas de aplicación	20
Técnica	Pruebas de adaptación móvil	20
Técnica	Pruebas en aplicación hosteada	10
Técnica	Mejorar la usabilidad y estética	10
Técnica	Cambiar email por smtp de INC	2
Técnica	Agregar en todas las vistas el link para dar acceder a los usuarios (solo para superAdmin)	1
Total		73

Tabla 9-39 Tareas a realizar en Sprint 7.

9.15.8.2.2. Tareas no finalizadas

En esta iteración se finalizaron todos los casos de uso planificados inicialmente, quedando como pendientes para consumar tareas técnicas relacionadas al testeo del sistema. En adición, en este Sprint se agregó una tarea para optimizar la seguridad del usuario, a través de la encriptación de su información. Esta tarea no pudo ser finalizada, quedando pendiente para la iteración siguiente.

Tarea	Nombre
Técnica	Pruebas de adaptación
Técnica	Pruebas de aplicación MOVIL
Técnica	Pruebas en aplicación hosteada
Técnica	Mejorar la usabilidad y estética

Tabla 9-40 Tareas no finalizadas.

9.15.8.2.3. Estado de las tareas al finalizar el Sprint

Luego de finalizado el Sprint, se obtuvieron las horas reales insumidas en las tareas de desarrollo. Para estas actividades se registraron 63 horas, dentro de las cuales 59 pertenecieron a la implementación de casos de uso planificados para el Sprint, mejoras extraídas de las pruebas realizadas en la aplicación y ciertas tareas técnicas necesarias para mejorar el sistema; mientras que las 4 restantes fueron dedicadas a la resolución de fallas o errores.

Tarea	Nombre	Tiempo insumido (hs.)	Estado
CU49.1	**Listado de alumnos de una clase**	**4**	**Implementado**
CU49.2	**Marcar asistencia**	**4**	**Implementado**
CU16.1	**Eliminar alumno de dictado individual**	**1**	**Implementado**
Técnica	**Pruebas de aplicación**	**30**	**Parcialmente implementado**
Técnica	**Pruebas de adaptación móvil**	**7,5**	**Parcialmente implementado**

Técnica	**Pruebas en aplicación hosteada**	**3**	**Parcialmente implementado**
Técnica	**Mejorar la usabilidad y estética**	**8**	**Parcialmente implementado**
Técnica	**Cambiar email por smtp de INC**	**0,5**	**Implementado**
Técnica	**Agregar en todas las vistas el link para dar acceder a los usuarios (solo para superAdmin)**	**1**	**Implementado**
Total		**59**	

Tabla 9-41 Estado del Sprint 7.

Las tareas de pruebas y usabilidad no fueron dadas como finalizadas, debido a que se considera necesario realizar un testeo de la aplicación hasta finalizar todos los Sprints de desarrollo.

9.15.8.2.4. Plan de acción para el Sprint siguiente

Si bien hay tareas que no se finalizaron en este Sprint, no se consideró necesario analizar un plan para ejecutar en la iteración siguiente, debido a que, como se mencionó anteriormente, la razón por la cual no se dieron por finalizadas dichas tareas fue simplemente a modo preventivo y para asegurar la calidad del software.

9.15.8.2.5. Detalle de desviaciones registradas

a. Desviaciones de nuevas tareas incluídas y finalizadas en este Sprint.

Se puede apreciar en el gráfico presentado a continuación, que las desviaciones de las tareas finalizadas en este Sprint no son significativas. Si bien los casos de uso insumieron el doble de tiempo del planificado, las horas invertidas en ambas tareas fueron despreciables (4 horas de implementación en cada caso).

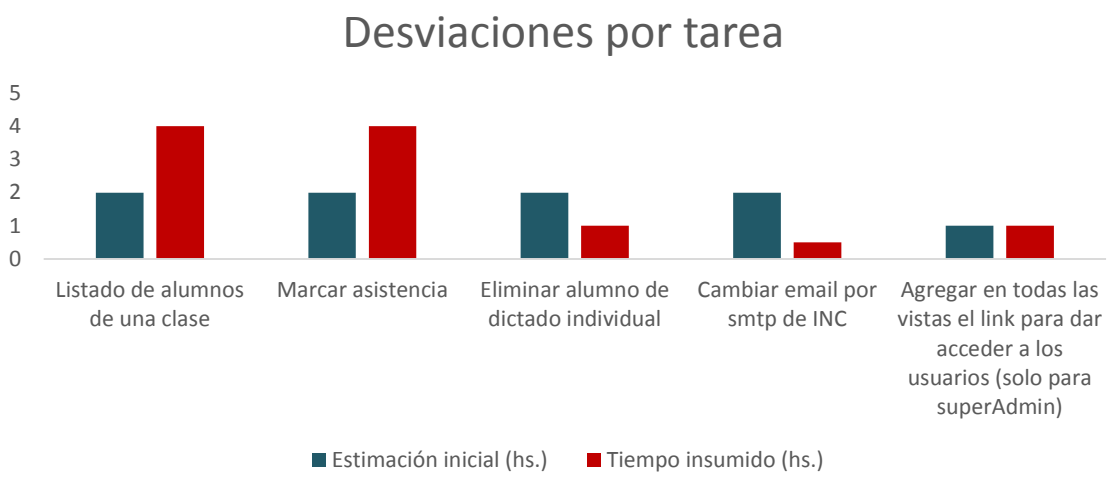


Ilustración 9-79 Desviaciones de tareas finalizadas.

En lo que respecta a las horas totales de desarrollo, se apreciaron grandes diferencias. Sin embargo, en una menor porción de tiempo del planificado, se pudieron finalizar las tareas funcionales, y avanzar con las pruebas del sistema.

Ilustración 9-80 Estimación inicial vs. tiempo real.

b. Desviaciones de tareas acarreadas de Sprints anteriores y finalizadas en esta iteración.

En la **Tabla 9-42**, se detalla el tiempo estimado e insumido en todos los Sprints en que se incluyeron estos casos de uso, con sus respectivos resultados. A partir de ello, se presenta un gráfico, que muestra visualmente las desviaciones entre la estimación realizada en el Sprint 6 (estimación inicial), y el tiempo insumido en el Sprint 6 y 7 (tiempo total insumido).

Tarea	Nombre	Estimado Sprint 6	Estimado Sprint 7	Insumido Sprint 6	Insumido Sprint 7
CU49.1	Listado de alumnos de una clase	4	2	1,5	4
CU49.2	Marcar asistencia	4	2	5,5	4

Tabla 9-42 Detalle de estimados y reales de tareas acarreadas.

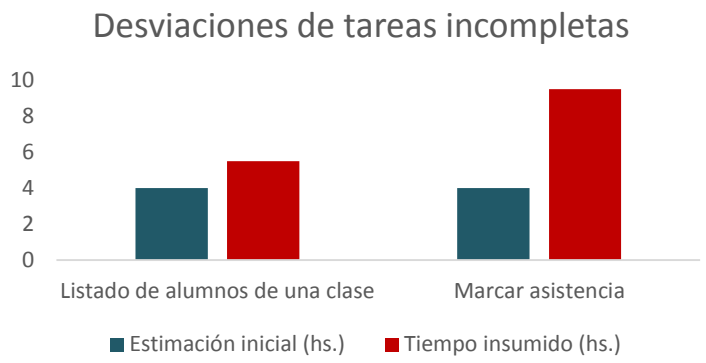


Ilustración 9-81 Desviación de tareas acarreadas.

Si bien existieron desviaciones, las mismas no fueron significativas. Sin embargo, en ambos casos se insumió una mayor cantidad de horas de las estimadas.

9.15.8.2.6. Fallas/errores presents en el Sprint

En este Sprint se pudieron resolver todas las fallas identificadas en la aplicación. Esto se debe a que se insumieron una menor cantidad de horas para implementar las tareas pertenecientes al Sprint, dejando mayor disponibilidad para la resolución de las fallas del sistema.

Caso de uso afectado	Título	Severidad	Tiempo insumido (hs.)	Estado
No aplica	En la aplicación costeada, al cambiar el permiso al usuario, no toma dicho cambio	Major	1	Implementado
CU4.2	cuando se registra la disponibilidad de un profesor se cae al cargar la fecha	Major	0,5	Implementado

Caso de uso afectado	Título	Severidad	Tiempo insumido (hs.)	Estado
CU9.2	Quitar puntaje máximo de alta de evaluación	Medium	0,5	Implementado
No aplica	Validar que en los listados se muestren únicamente las entidades activas	Major	0,5	Implementado
No aplica	Quitar alertas de la aplicación	Major	1	Implementado
CU13.1/CU13.2	Asignar alumnos a un dictado, en la lista de los alumnos asignados solo se ve el nombre del alumno, agregar el apellido	Medium-high	0,5	Implementado

Tabla 9-43 Detalle de fallas en el Sprint.

9.15.8.2.7. Burndown chart

En el gráfico presentado en esta sección, se visualiza una dedicación homogénea durante toda la iteración. Si bien se registran algunas desviaciones por encima y por debajo de la línea de tendencia, en la mayor parte del Sprint se consumieron uniformemente. Esto muestra una dedicación constante del equipo a las tareas del Sprint, buscando finalizar en tiempo y forma con lo planificado.

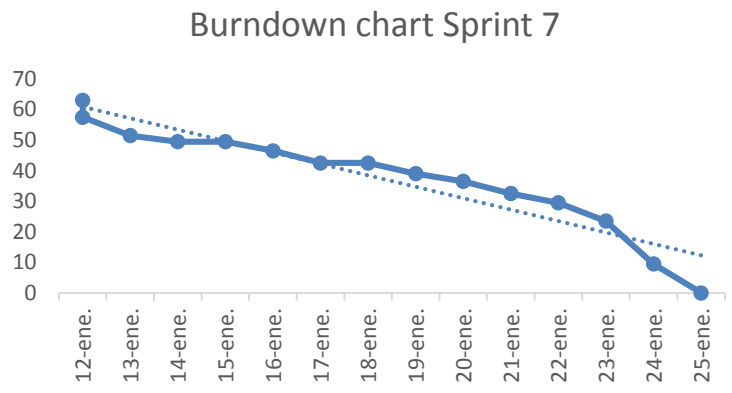


Ilustración 9-82 Burndown chart Sprint 7.

9.15.8.2.8. Conclusiones extraídas

En este Sprint se buscó alcanzar una estabilidad en la versión implementada hasta el momento, reduciendo la cantidad de errores, y mejorando la usabilidad del sistema. En adición, se finalizaron las tareas planificadas y se pudieron alcanzar buenos resultados. Si bien la dedicación total fue menor a la estimada, las conclusiones extraídas son positivas, alcanzando un nivel aceptable en lo que respecta a los objetivos planteados por el equipo.

Teniendo en cuenta que se dispone de una iteración más, se buscará mejorar aún más el estado del sistema, así como también incorporar algunas tareas que permitan brindarle un valor adicional a la empresa, y que aporten en la toma de decisiones.

9.15.9. Sprint 8

9.15.9.1. Datos generales

9.15.9.1.1. Fecha del Sprint

Inicio del Sprint: 26/01/2015

Fin del Sprint: 8/02/2015

9.15.9.1.2. Distribución de las tareas en el Sprint

De acuerdo al registro de horas correspondientes al Sprint 8, se insumieron 96 horas en el proyecto, tomando en cuenta la totalidad de las actividades a realizar y todos los recursos disponibles.

La disponibilidad para tareas de desarrollo continua siendo alta, insumiendo un 65% del tiempo total dedicado al proyecto. Por otro lado también se insume una alta porción de la iteración en tareas de desarrollo y gestión.

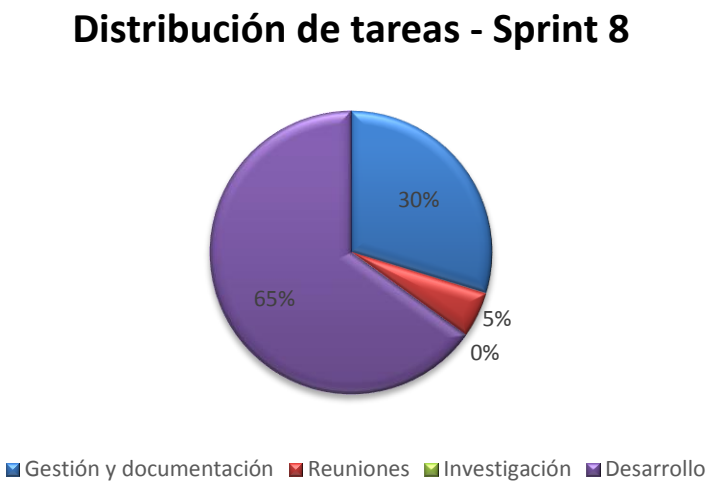


Ilustración 9-83 Distribución de tareas – Sprint 8.

En relación a la estimación inicial de disponibilidad, en este Sprint se calculó un tiempo de 96 horas totales; 65,4 en tareas de desarrollo y *testing*, y 30,6 en documentación y gestión. Si bien los resultados obtenidos varían en su relación, la disponibilidad real fue igual a la estimada.

En la gráfica detallada a continuación, se puede apreciar la diferencia en la relación entre tareas de desarrollo y documentación de la disponibilidad estimada y real.

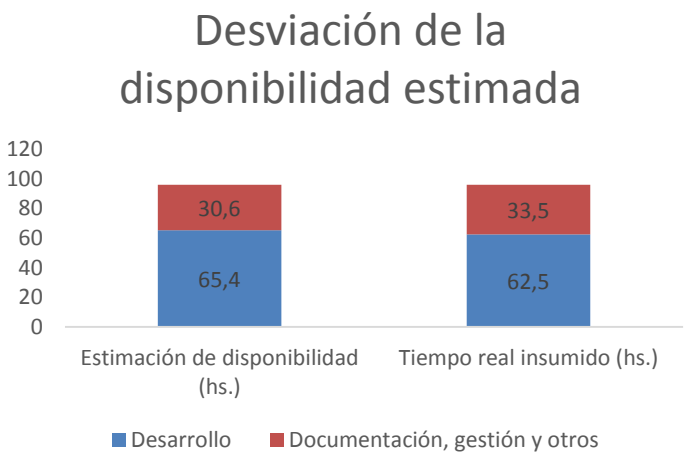


Ilustración 9-84 Disponibilidad estimada vs tiempo real insumido.

9.15.9.2. Tareas de desarrollo

9.15.9.2.1. Estimación inicial de las tareas del Sprint

En este Sprint se incluyeron principalmente tareas técnicas de pruebas de la aplicación, tanto en su versión web como en su adaptación móvil. También se hizo hincapié en mejorar la usabilidad y estética de la aplicación.

Por otra parte, también fueron incluidos los casos de uso agregados luego de la cuarta estimación, con el objetivo de extraer información del sistema que aporte en la toma de decisiones de los Directores.

Tarea	Nombre	Estimación inicial (hs.)
Técnica	Pruebas de aplicación WEB	15
Técnica	Pruebas de aplicación MOVIL	13
Técnica	Pruebas en aplicación hosteada	7
Técnica	Mejorar la usabilidad y estética	5
Técnica	Cambiar iconos para aplicación móvil	3
CU47.1	Tabla de porcentaje de asistencias por profesor	5
CU47.2	Tabla de porcentaje de evaluaciones aprobadas en cada dictado y por profesor	5
CU47.3	Tabla de ingreso de profesores por clases dictadas	5
CU47.4	Tabla de porcentaje de ausencia de profesores	5
CU32.1	Notificación de resultado de evaluación a alumno	2
Total		**65**

Tabla 9-44 Tareas a realizar en Sprint 8.

9.15.9.2.2. Tareas no finalizadas

Dado que el Sprint 8 fue la última iteración en donde se combinó desarrollo con documentación, no existieron tareas técnicas no finalizadas. Se buscó invertir el tiempo de forma tal de terminar con lo planificado en la estimación de mitad de proyecto (véase Segunda estimación). Si bien se continuarán realizando pruebas al finalizar las iteraciones, se previó completar una ronda importante de pruebas generales de la aplicación para asegurar, a este punto del proyecto, de no contar con fallas importantes en el sistema.

9.15.9.2.3. Estado de las tareas al finalizar el Sprint

Tal como se mencionó anteriormente, todas las tareas del Sprint pudieron ser finalizadas en el contexto de la iteración. Si bien existió una diferencia de horas entre el tiempo estimado y el realmente insumido, éste es muy escaso.

Tarea	Nombre	Tiempo insumido (hs.)	Estado
Técnica	Pruebas de aplicación WEB	14	Implementado
Técnica	Pruebas de aplicación MOVIL	12	Implementado
Técnica	Pruebas en aplicación hosteada	7	Implementado
Técnica	Mejorar la usabilidad y estética	7	Implementado
Técnica	Cambiar iconos para aplicación móvil	3	Implementado
CU47.1	Tabla de porcentaje de asistencias por profesor	5	Implementado
CU47.2	Tabla de porcentaje de evaluaciones aprobadas en cada dictado y por profesor	5	Implementado
CU47.3	Tabla de ingreso de profesores por clases dictadas	4	Implementado
CU47.4	Tabla de porcentaje de ausencia de profesores	3	Implementado
CU32.1	Notificación de resultado de evaluación a alumno	1	Implementado
Total		62,5	

Tabla 9-45 Estado del Sprint 8.

9.15.9.2.4. Plan de acción para el Sprint siguiente

Dado que el Sprint 8 es el último Sprint de desarrollo, no se efectuó ningún plan de acción.

9.15.9.2.5. Detalle de desviaciones registradas

a. Desviaciones de nuevas tareas incluídas y finalizadas en este Sprint.

Las desviaciones identificadas por tarea son pequeñas, en ningún caso se identificaron grandes diferencias entre el tiempo estimado e insumido.

A continuación se presentan las gráficas obtenidas a partir del tiempo estimado e insumido en cada tarea, considerando aquellas que fueron comenzadas y finalizadas en este Sprint.

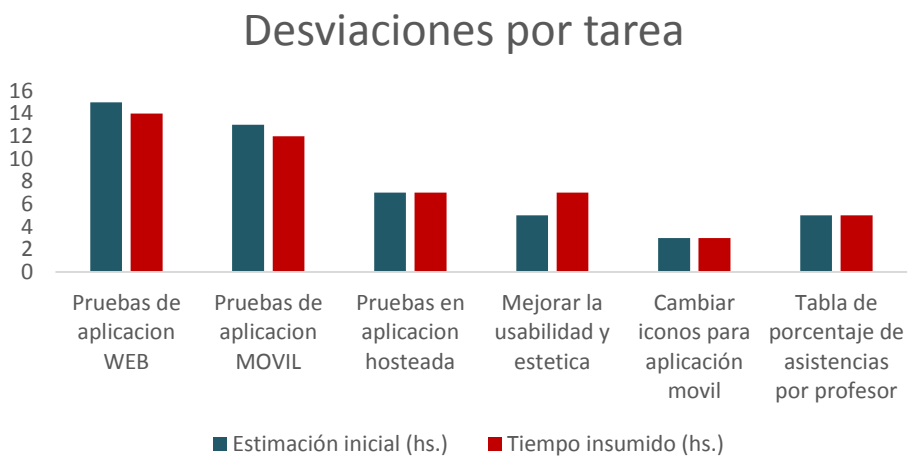


Ilustración 9-85 Desviaciones de tareas finalizadas 1.

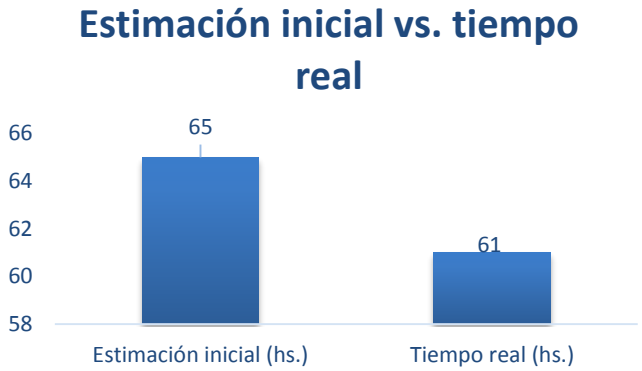


Imagen 1. Estimación inicial vs. tiempo real.

b. Desviaciones de tareas acarreadas de Sprints anteriores y finalizadas en esta iteración.

A continuación se presenta el detalle de las desviaciones registradas para aquellas tareas que fueron acarreadas del Sprint anterior, y que pudieron ser finalizadas en el correr de esta iteración. La desviación para estas tareas es medida a través del tiempo inicialmente estimado (en el primer Sprint en que fue incluida), y el tiempo total que fue insumido en su implementación, sin importar el Sprint.

Tarea	Nombre	Estimado Sprint 7	Estimado Sprint 8	Insumido Sprint 7	Insumido Sprint 8
Técnica	Pruebas de aplicación	20	15	39	15
Técnica	Pruebas de aplicación MOVIL	20	13	7,5	12
Técnica	Pruebas en aplicación hosteada	10	7	3	7
Técnica	Mejorar la usabilidad y estética	10	5	8	7

Tabla 9-46 Detalle de estimados y reales de tareas acarreadas.

En la gráfica presentada a continuación se detalla las desviaciones por tarea, con el fin de poder identificar cuáles fueron las que presentaron mayores diferencias.

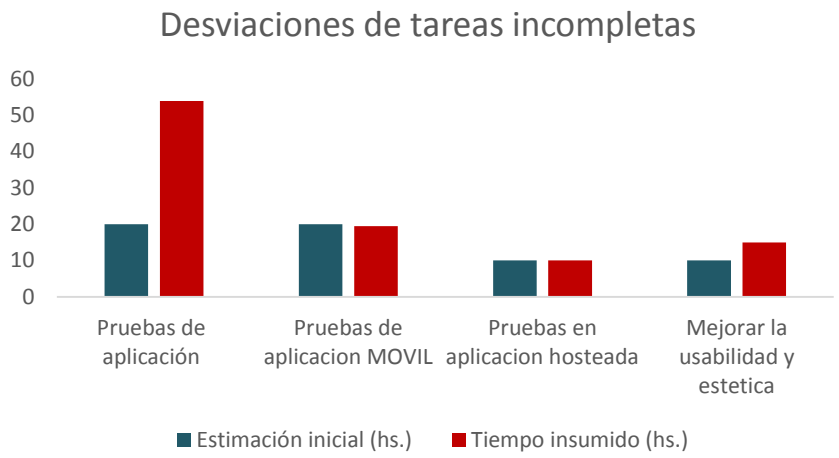


Ilustración 9-86 Desviación de tareas acarreadas.

A partir de la gráfica se puede notar que la tarea con mayor desviación está relacionada a las pruebas de la aplicación web. Esta desviación, a diferencia de otras, es positiva, dado que muestra una mayor disponibilidad para realizar pruebas de la aplicación, permitiendo mejorar la calidad del software.

9.15.9.2.1. Fallas/errores presentes en el Sprint

En este capítulo se presentarán las fallas presentes en el Sprint 8. Estas surgieron en el transcurso de esta iteración, dado que en el Sprint 7 se resolvieron todos los *bugs* identificados hasta aquel momento.

Es importante aclarar que estas fallas surgieron de las tareas de *testing* realizadas durante toda la iteración, para las cuales parte del tiempo registrado en las mismas está relacionado al insumido para la corrección de los errores.

Caso de uso afectado	Título	Severidad	Tiempo insumido (hs.)	Estado
CU49.2	Funcionalidad de marcado de asistencia	Major	1,5	Implementado

Tabla 9-47 Detalle de fallas en el Sprint.

Si bien se puede concluir que todos los errores encontrados fueron corregidos, es importante destacar que el proceso de pruebas de la aplicación se realizará hasta la fecha de la entrega del proyecto, como medida para asegurar la calidad del software.

9.15.9.2.2. Burndown chart

En el gráfico presentado en esta sección, se visualiza una dedicación homogénea durante toda la iteración. Sin embargo, entre el 31 de enero y el 4 de febrero se puede apreciar un aumento de dedicación a tareas de desarrollo, provocando un descenso más pronunciado del gráfico de *burndown*.

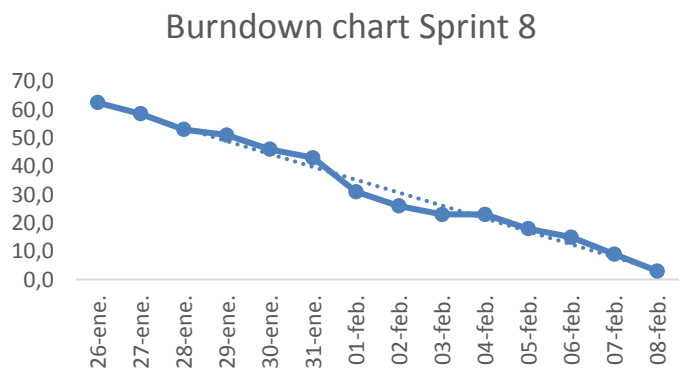


Ilustración 9-87 Burndown chart Sprint 8.

9.15.9.2.3. Conclusiones extraídas

En este Sprint se finalizaron las pruebas de la aplicación, tanto en su componente web como la adaptación móvil. Tal como se comentó anteriormente, si bien se llegó a mantener una aplicación estable, se continuarán realizando pruebas hasta el momento de la entrega, para mejorar la calidad del software.

Cabe destacar que todas las tareas del Sprint pudieron ser finalizadas en tiempo y forma, y las desviaciones fueron escasas en lo que respecta a disponibilidad estimada y estimación de casos de uso y tareas técnicas.

9.16. **Anexo 16: Detalle de estimaciones del producto**

9.16.1. Primera estimación

Al comienzo del proyecto se realizó una estimación completa de los casos de uso identificados, con el fin de tener una noción del tiempo que insumirían las funcionalidades relevadas.

Tal como se detalla en la tabla de estimaciones que puede ser accedida en Detalle de primera estimación , se realizaron dos tipos de estimaciones: la primera tomando en cuenta únicamente el caso de uso (Estimación a alto nivel), y la segunda estimando cada tarea del caso de uso (Estimación detallada). A partir de estas dos estimaciones, se tomó como referencia la que contenía una mayor carga horaria, teniendo en cuenta la falta de conocimiento en la tecnología.

9.16.2. Segunda estimación

Tal como se mencionó en el capítulo de estimación del producto (Estimación del producto), luego de la cuarta iteración de desarrollo, se realizó una segunda estimación, tomando en cuenta el tiempo insumido hasta el momento en los casos de uso implementados y la prioridad de los que aún no se habían efectuado. Con el propósito de hacer hincapié en las pruebas sobre las principales funcionalidades del sistema, se decidió reducir el alcance, y quitar aquellos casos de uso que no aporten valor a esta primer etapa del proyecto, y que sencillamente puedan ser incluidas luego, para entregar al cliente un producto completo.

Por otra parte, debido a la reducción de tareas de baja prioridad, se buscó incluir algunas que permitan aumentar el valor de la empresa, y que sean de aporte para la toma de decisiones. A partir de este objetivo, se planteó un nuevo requerimiento (***RF47 – Estadísticas para la toma de decisiones*** – ver detalle en Componente web), que fue incluido como parte de los requerimientos funcionales del proyecto.

Como factores a tomar en cuenta al momento de realizar la priorización de los casos de uso restantes se destacan:

- La implementación de todas las notificaciones automáticas no aporta valor al Proyecto de Fin de Carrera; una vez efectuada una notificación, el resto son implementadas de forma similar, por lo que pueden ser incluidas luego de finalizada la primera etapa del Proyecto.
- Las operaciones de baja y modificación de entidades (baja de alumno, empresa, etc.) tienen prioridad baja, dado que no aportan valor al proyecto y únicamente requieren tiempo de desarrollo sin ninguna complejidad.
- Únicamente se estimarán los casos de uso de prioridad alta, y que se consideren dentro del alcance final a incluir en la primera etapa del Proyecto.

A partir de estas premisas se obtuvo el siguiente resultado, teniendo en cuenta las prioridades del cliente:

Caso de uso	Nombre	Prioridad	Estimación (hs.)
CU13.1	Asignar Alumno a dictado grupal	Alta	6
CU14.1	Asignar Alumno a dictado individual	Alta	2
CU25.2	Asignar profesor suplente a clase	Alta	6

Caso de uso	Nombre	Prioridad	Estimación (hs.)
CU11.4	Baja clase	Alta	6
CU38.1	Calculo de sueldos por clases dictadas	Alta	6
CU44.1	Completar resultados de evaluación de dictado	Alta	8
CU15.1	Eliminar alumno de dictado grupal	Alta	3
CU48.1	Listado de alumnos de una clase	Alta	4
CU39.1	Listado de dictados actuales de un profesor	Alta	3
CU40.1	Listar alumnos de una clase	Alta	5
CU48.2	Marcar asistencia	Alta	4
CU40.2	Marcar asistencias de alumnos	Alta	7
CU11.3	Modificación clase	Alta	6
CU47.1	Mostrar información de sus dictados	Alta	4
CU16.1	Eliminar alumno de dictado individual	Alta	3
CU47.1	Tabla de porcentaje de asistencias por profesor	Alta	5
CU47.2	Tabla de porcentaje de evaluaciones aprobadas en cada dictado y por profesor	Alta	5
CU47.3	Tabla de ingreso de profesores por clases dictadas	Alta	5
CU47.4	Tabla de porcentaje de ausencia de profesores	Alta	5
Total			**93**

Tabla 9-48 Detalle de funcionalidades a finalizar en el proyecto.

Tal como se puede apreciar, la estimación de los casos de uso de prioridad alta es baja en relación al tiempo insumido en los cuatros Sprints anteriores. Sin embargo, el equipo decidió únicamente incluir los casos de uso de prioridad alta, aumentar las pruebas sobre las funcionalidades del calendario, y relevar algunas funcionalidades extra que puedan aportar valor al negocio.

Funcionalidades a completar a futuro
Modificación y baja de entidades
Completar el componente de notificaciones

Tabla 9-49 Módulos que quedan fuera del alcance.

Por otro lado, en este proceso de estimación se debatió sobre la necesidad de realizar una aplicación móvil, dado que el *template* adquirido tiene la característica de ser *resposive*.

Luego de varias consultas a expertos en el área (Ing. Nicolás Fornaro, MSc. Gastón Mousques), así como también de debates internos entre los integrantes del equipo, se llegó a la conclusión de que construir una aplicación móvil adaptada únicamente a una tecnología (en este caso Android), no aportaba demasiado valor al negocio y significaría una inversión de tiempo importante (ninguno de los integrantes del equipo contaba con experiencia en desarrollo móvil).

En su lugar se decidió construir una adaptación de la aplicación web para ser utilizada en dispositivos móviles, con interfaz específica para celulares, y particularmente apuntada al profesor. Esta aplicación es ingresada a través de cualquier navegador, y se adapta completamente al tamaño del dispositivo. La justificación de la adaptación móvil sobre la aplicación nativa puede consultarse en Componente móvil.

Caso de uso	Nombre	Estimación (hs.)
CU47.1	Acceso a aplicación	6,25
CU47.2	Conexión con el sistema central para traer información relativa al login	7,25
CU48.1	Mostrar información de sus dictados	6,25
CU48.2	Conexión con el sistema central para traer información de los dictados de un profesor	6,25
CU49.1	Listado de clases por dictado	5,25
CU49.2	Solicitud de listado de clases por dictado al sistema central	6,25
CU49.3	Listado de alumnos de una clase	6,25
CU49.4	Solicitud de listado de alumnos por clase al sistema central	6,25
CU49.5	Marcar asistencia	5,25
CU49.6	Enviar información al sistema central sobre las asistencias	5,25
Total		**60,5**

Tabla 9-50 Estimación para la construcción de una aplicación móvil.

Caso de uso	Nombre	Estimación (hs.)
CU49.1	Listado de alumnos de una clase	4
CU49.2	Marcar asistencia	4
CU48.1	Mostrar información de sus dictados	4
Total		**12**

Tabla 9-51 Estimación para la construcción de una adaptación móvil.

Tal como se muestra en las **Tablas 9-50 y 9-51**, la diferencia del tiempo estimado para la construcción de una aplicación móvil y la adaptación de la aplicación web para ser accedida por dispositivos móviles, es significativamente alta.

Sin embargo, en este escenario de negocio, no se visualizan beneficios claros en tener una aplicación por sobre un diseño responsive, por lo que finalmente se resolvió adaptar el sistema para ser accedido a través de pantallas más pequeñas y que automáticamente se detecte y abra el sistema acorde al dispositivo de acceso. La justificación completa de la selección del diseño responsive puede ser consultada en Componente móvil.

9.17. Anexo 17: Monitoreo y Control de Riesgos

9.17.1. Riesgos identificados

A continuación se expone la lista completa de los riesgos detectados, conteniendo su valoración, plan de respuesta y medida de contingencia. Este listado fue confeccionado a partir de los documentos de gestión involucrados en el proyecto, las reuniones con los clientes, reuniones de equipo y finalmente con la participación de la tutora del proyecto.

Se definió una serie de colores para poder agrupar los riesgos de acuerdo a su clasificación:

- Riesgos relativos a la tecnología
- Riesgos relativos a desarrollo
- Riesgos relativos al cliente
- Riesgos relativos al proyecto
- Riesgos relativos al equipo de trabajo

Identificación de Riesgo	Análisis Cualitativo	Respuesta al Riesgo		
Riesgo	**Valoración**	**Respuesta**	**Contingencia**	**Estrategia**
Los requerimientos no están claros	1.20	Evacuar dudas exhaustivamente	Realizar consultas por todos los medios posibles, por ejemplo correo electrónico	Mitigar
Mal entendimiento de las necesidades de la empresa	0.90	Evacuar dudas exhaustivamente	Realizar consultas por todos los medios posibles, por ejemplo correo electrónico	Mitigar
Cronograma limitado de tiempo	1.50	Comienzo temprano	Invertir mayor cantidad de horas por recurso para llevar a cabo el proyecto	Mitigar
Alcance del proyecto indefinido	0.40	Realizar reuniones periódicas con el cliente para evacuar dudas	Realizar reuniones con el cliente para evacuar dudas	Transferir
Cambios en las necesidades de la empresa	1.80	El alcance se establecerá de forma temprana	Realizar reuniones con el cliente para evacuar dudas	Transferir
La empresa no está conforme con el producto final	1.00	Realizar una cantidad razonable de demos antes del final del proyecto para validar el producto	Realizar reuniones con el cliente para evacuar dudas sobre por qué no lo acepta	Evitar
La empresa no está conforme con los entregables intermedios	1.60	Obtener *feedback* sobre los motivos por los que no conforman	Realizar reuniones con el cliente para evacuar dudas	Aceptar
El equipo no conoce el negocio en profundidad	0.30	Realizar investigación del negocio al comienzo del proyecto	Realizar investigación del negocio y aumentar cantidad de entrevistas	Mitigar
Dificultad para comunicarse con el cliente para realizar relevamientos pertinentes	0.90	Aprovechar al máximo las instancias de reunión	Aprovechar al máximo las instancias de reunión	Mitigar

Identificación de Riesgo	Análisis Cualitativo	Respuesta al Riesgo		
Riesgo	**Valoración**	**Respuesta**	**Contingencia**	**Estrategia**
Dificultad para comunicarse con el cliente para realizar relevamientos pertinentes	0.80	Realizar varias consultas a las diferentes áreas de la empresa	Realizar varias consultas a las diferentes áreas de la empresa	Mitigar
Cancelación abrupta del proyecto	0.50	Firmar un contrato para impedir la cancelación del proyecto	Contar con un respaldo económico en caso de la cancelación	Evitar
Problemas de integración entre los módulos del sistema	0.10	Evaluar razones de problemas de integración y solucionarlas	Manejar estos problemas de integración sin que afecte el proyecto	Mitigar
Resistencia al cambio en los procesos debido a soluciones implantadas	0.80	Trabajar en conjunto con el cliente en actividades de capacitación y posible reestructura de procesos	Revertir los procesos a sus instancias originales siempre y cuando sea posible mientras se reestructuran los nuevos	Mitigar
Error en la estimación de esfuerzo, el producto requiere más horas/hombre que lo estimado	2.00	Negociar la reducción del alcance del proyecto	Se re-planifica y se propone al equipo de trabajo una mayor dedicación	Aceptar
	2.00	Conseguir recursos		
	2.00	Verificar la planeación del proyecto técnico		
El sistema no resulta fácil de usar	1.60	Crear programa de capacitación	Se plantea al cliente el problema y reuniones para ver la magnitud de la dificultad	Mitigar
	1.60	Reuniones con usuarios para lograr interfaz permita realizar las tareas en pocos pasos		
Problemas con las herramientas de desarrollo	3.20	Mayor dedicación por parte del equipo de trabajo	Si es un *bug*, se abre un caso. Si no, se plantea al equipo brindar toda la colaboración posible. Por último, se plantea con el cliente	Mitigar
	3.20	Capacitar al equipo con profesionales en dicha herramienta		
La revisión de la empresa es más lenta de lo esperado	1.60	Proponer revisiones más frecuentes para disminuir su volumen	Se plantea una nueva forma de revisión	Mitigar
	1.60	Solicitar compromiso por parte de la dirección de la empresa		

Identificación de Riesgo	Análisis Cualitativo	Respuesta al Riesgo		
Riesgo	**Valoración**	**Respuesta**	**Contingencia**	**Estrategia**
Lentitud en la toma de decisiones	1.20	Ser lo bastante explicativo para que se entiendan las situaciones	Al cliente, se le "recuerda" que el proyecto está acotado a un tiempo. Y dentro del equipo, se asigna a otra persona que tome esa responsabilidad	Mitigar
	1.20	Proponer reuniones para lograr una respuesta rápida		
Falta de disponibilidad de los integrantes del equipo	1.20	Crear cronogramas personales, analizarlos y quitar las actividades superfluas	Si una persona tiene mucha falta de disponibilidad o fue incrementando, se le quita esa tarea	Aceptar
	1.20	Priorizar las tareas y asignar el tiempo de manera acorde		
Falta de Experiencia con la tecnología	2.40	Obtener entrenamiento y asesoría de personas expertas	Se busca otro equipo de trabajo con experiencia en la herramienta	Mitigar
	2.40	Negociar compromisos adecuados		
Enfermedades - Accidentes	0.80	Convocar una reunión para revisar la planificación y reasignación temporal de tareas	Se busca otro recurso	Transferir
Baja motivación	0.60	Posponer la tarea que genera el inconveniente	Cambio de rol dentro del equipo de forma momentánea	Aceptar
Incumplimiento por los miembros del equipo de los compromisos pactados	0.60	Hacer revisiones/entregas más seguidas	Penalizar la falta de cumplimientos de dichas tareas	Mitigar
	0.60	Reasignar trabajos críticos a personas confiables		
El progreso del proyecto no se controla y monitorea contra el plan	0.60	Incluir en los reportes de avance sólo lo esencial: tareas terminadas, tareas en curso, tareas a terminarse próximamente y problemas encontrados	Asignar uno de los recursos del equipo al control y monitoreo del plan de proyecto	Mitigar

Identificación de Riesgo	Análisis Cualitativo	Respuesta al Riesgo		
Riesgo	**Valoración**	**Respuesta**	**Contingencia**	**Estrategia**
	0.60	Utilizar metodología determinada para lograr consenso en las tareas y la manera de llevarlas a cabo		
Mala comunicación entre los integrantes del grupo	0.60	Crear sistemas de comunicación diversos (mail, celular)	Reuniones fuera de horario de trabajo para integración del equipo	Mitigar
Supuestos no validos	0.40	Reuniones con usuarios para corregir supuestos	Se re-crean los supuestos	Aceptar
Errores en la estimación	2.00	Reestimar en tiempo de ejecución del proyecto	Abarcar lo máximo posible en el tiempo disponible	Aceptar
Problemas con el software utilizado en el proyecto	2.00	Solucionar el inconveniente sin consumir horas de trabajo	Contar con software licenciado y testeado	Aceptar
Falta de disponibilidad de la tutora	2,4	Evacuar dudas en las instancias con las que se cuenta	Abarcar lo máximo posible en el tiempo disponible	Aceptar
Casos de uso no finalizados correctamente o con fallas por falta de regresión.	1,2	Asignar horas de trabajo a la corrección de bugs	Pruebas en el momento que se desarrollan las funcionalidades	Aceptar
Bugs no detectados en pruebas surgen en etapas posteriores al *testing* unitario	2,4	Asignar horas de trabajo a la corrección de bugs	Realizar pruebas exhaustivas en el momento del *testing* unitario	Aceptar
El producto es más grande que lo estimado	2,8	Reducir la lista de casos de uso a implementar	Acordar con el cliente un nuevo alcance, ya que el tiempo es limitado	Mitigar

Tabla 9-52 Riesgos identificados en el proyecto.

En cada sprint se manifestaron una serie de riesgos, algunos repitiéndose entre los manifestados y otros surgiendo en las nuevas iteraciones. A continuación se muestra como los distintos riesgos fueron manifestándose en el desarrollo del proyecto:

Riesgo	Valoración	1	2	3	4	5	6	7	8
Cambios en las necesidades de la empresa	1,8								
El equipo no conoce el negocio en profundidad	0,3								
Falta de experiencia con la tecnología	2,4								
Baja motivación	0,6								

Riesgo	Valoración	1	2	3	4	5	6	7	8
Errores en la estimación	2								
El producto es más grande que estimado	2,8								
Error en la estimación de esfuerzo, el producto requiere más horas/hombre que lo estimado	2								
Problemas con el software utilizado en el proyecto	2								
Falta de disponibilidad de los integrantes del equipo	1,2								
Falta de disponibilidad de la tutora	2,4								
El sistema no resulta fácil de usar	1,6								
Enfermedades - Accidentes	0,8								
Casos de uso no finalizados correctamente o con fallas por falta de regresión	1,2								
Falta de disponibilidad de los integrantes del equipo	1,2								
Bugs no detectados en pruebas surgen en etapas posteriores al *testing* unitario	2,4								

Tabla 9-53 Riesgos manifestados por Sprint.

En la **Tabla 9-53** se encuentran marcados en verde los casilleros correspondientes a los sprints en los cuales se manifestaron los riesgos. Por ejemplo, el riesgo "Error en la estimación del esfuerzo, el producto requiere más horas/hombre de lo estimado" se manifiesta en el sprint 2, 4 y en el 6. El detalle del evento se puede encontrar en la sección Riesgos por Sprint de este anexo, en él se describe de qué forma fueron tratados los riesgos al manifestarse.

De la **Tabla 9-53** surge la siguiente, la cual muestra la cantidad de riesgos manifestados en cada sprint, y la valoración total de los riesgos por sprint:

Sprint	Cantidad de Riesgos manifestados	Valoración total
1	5	7,1
2	5	9,2
3	2	3,2
4	1	2
5	2	4
6	2	2
7	2	2,4
8	1	2,4

Tabla 9-54 Riesgos y valoración por Sprint.

Al avanzar el tiempo el equipo fue madurando y aprendiendo, lo que llevó a que se controlara la aparición de eventos que pudieran afectar al proyecto.

En la **Tabla 9-88** se puede visualizar claramente un descenso importante de la valoración a lo largo de las iteraciones.

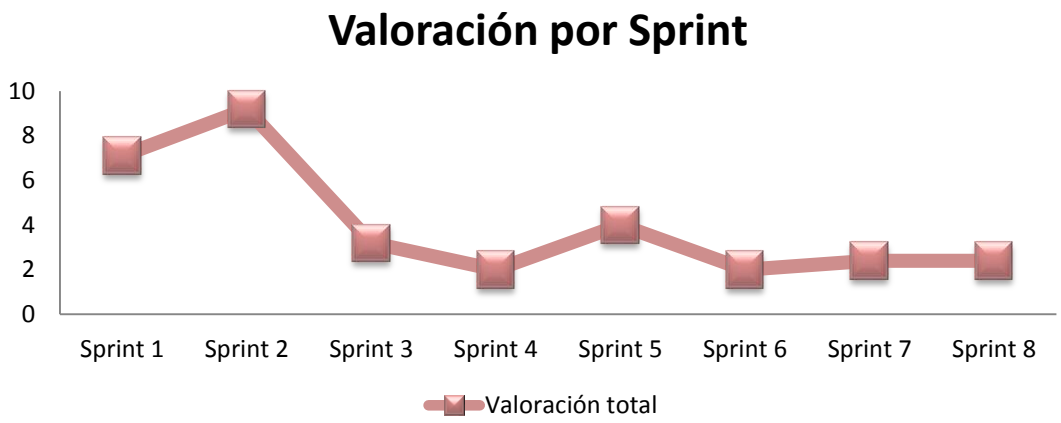


Ilustración 9-88 Valoración de los riesgos por Sprint.

9.17.2. Riesgos por sprint

A continuación se expone de forma tabular cómo se manifestaron los riesgos a lo largo del tiempo. Para cada iteración se menciona el riesgo, cuál fue el evento y qué respuesta tuvo.

9.17.2.1. Sprint 1

Riesgo	Descripción del evento	Respuesta
Cambios en las necesidades de la empresa	Dentro del sprint se registró un cambio solicitado por parte del cliente: Se solicitó una notificación al momento de dar de baja un profesor. El cambio fue analizado e introducido en el sprint sin mayores inconvenientes. Significó un leve retraso al terminar el sprint	Se aceptó el cambio y se asumió que no sería posible cumplir con el cronograma inicial para el sprint, quedando tareas para la siguiente iteración
El equipo no conoce el negocio en profundidad	Al momento de implementar diversas funcionalidades no se tenía claro cuál debía ser el diseño correcto para la misma, de modo tal de adaptarse completamente a las necesidades de nuestro cliente	Se consultó en diversas oportunidades al cliente para obtener mayor información
Falta de Experiencia con la tecnología	Muchas de las funcionalidades se comenzaron y no se tuvo claro cómo se iban a implementar por limitantes técnicas por parte del equipo	Se investigó sobre las tecnologías utilizadas y se logró completar las tareas

Riesgo	Descripción del evento	Respuesta
Baja motivación	Directamente relacionada con el riesgo "Falta de Experiencia con la tecnología", se notó una falta de motivación por la dificultad encontrada a la hora del desarrollo	Se dividieron las tareas en otras más pequeñas y sencillas, las cuales fueron tratadas por ambos miembros del equipo en conjunto para poder salir adelante
Errores en la estimación	Los casos de uso insumían más tiempo en completarse de lo que originalmente estimamos	Se aumentó la productividad en la misma cantidad de horas. Se pasaron tareas para el siguiente sprint

Tabla 9-55 Riesgos manifestados en Sprint 1.

9.17.3. Sprint 2

Riesgo	Descripción del evento	Respuesta
El producto es más grande que estimado	Al reestimar se notó que muchos de los casos de uso implicarían más tiempo, tareas y dedicación que la inicialmente estimada, llevando así a un aumento en el tamaño de los casos de uso, desembocando en un aumento del tamaño del producto	Se toman los cambios en la estimación como una lección para el siguiente sprint, donde se estimará basándose en la experiencia adquirida
Error en la estimación de esfuerzo, el producto requiere más horas/hombre que lo estimado	Se estimó el caso de uso Alta dictado en 5 horas, cuando en la reestimación previa al comienzo del sprint se le asignaron 9 horas	Se mitigó el riesgo tratando de que no impacte en el proyecto. Se dejaron tareas fuera del sprint y se priorizó este caso de uso. Se trabajó intensamente sobre este tema para reducir el impacto
Falta de Experiencia con la tecnología	Muchas de las funcionalidades se comenzaron y no se tuvo claro cómo se iban a implementar por limitantes técnicas por parte del equipo	Se investigó sobre las tecnologías utilizadas y se logró completar las tareas
Errores en la estimación	Los casos de uso insumían más tiempo en completarse de lo que originalmente se estimó	Se aumentó la productividad en la misma cantidad de horas. Se pasaron tareas para el siguiente sprint

Tabla 9-56 Riesgos manifestados en Sprint 2.

9.17.4. Sprint 3

Riesgo	Descripción del evento	Respuesta
Problemas con el software utilizado en el proyecto	Se manifestó un problema de compilación en uno de los equipos del integrante, llevando a una des instalación del IDE	Se dedicó el tiempo necesario para solucionar el problema. No se contabilizó como trabajo dentro del sprint ni dentro de las horas estimadas. Se introdujo un nuevo riesgo: Problemas con el software utilizado en el proyecto
Falta de disponibilidad de los integrantes del equipo	Se mantuvieron reuniones por diversos temas, siempre relativas al proyecto, lo que provocó que el tiempo dedicado al desarrollo se redujera	Se aumentó la productividad en las horas disponibles y se pasaron tareas para la siguiente iteración

Tabla 9-57 Riesgos manifestados en Sprint 3.

9.17.5. Sprint 4

Riesgo	Descripción del evento	Respuesta
Error en la estimación de esfuerzo, el producto requiere más horas/hombre que lo estimado	El CU de asignación de alumnos a un dictado llevó más tiempo del estimado	Se pasó el CU al siguiente sprint para su posterior desarrollo

Tabla 9-58 Riesgos manifestados en Sprint 4.

9.17.6. Sprint 5

Riesgo	Descripción del evento	Respuesta
Falta de disponibilidad de la tutora	Por motivos de licencia no se mantuvieron las reuniones estipuladas	Se realizaron las consultas que surgieron previamente a la licencia mencionada
El sistema no resulta fácil de usar.	Mediante las pruebas de regresión se detectó que el acceso a ciertas funcionalidades como por ejemplo la asignación de alumnos al dictado, no era sencillo ni fácil de utilizar	Se realizó una reestructura del componente gráfico permitiendo un acceso más rápido.

Tabla 9-59 Riesgos manifestados Sprint 5.

9.17.7. Sprint 6

Riesgo	Descripción del evento	Respuesta
Enfermedades - Accidentes	Problemas de salud con el integrante Fabián Salamó causan la pérdida de un día de trabajo de su parte	Se recuperan las horas de trabajo por fuera del tiempo estimado
Error en la estimación de esfuerzo, el producto requiere más horas/hombre que lo estimado	La asignación de horas a diferentes casos de uso no fue la mejor, por lo que nos encontramos con un *carry over* de tareas	Se movieron tareas al sprint numero 7

Tabla 9-60 Riesgos manifestados Sprint 6.

9.17.8. Sprint 7

Riesgo	Descripción del evento	Respuesta
Casos de uso no finalizados correctamente o con fallas por falta de regresión	Se realizaron pruebas exhaustivas y se generaron *bugs* a raíz de estas	Se dedicó tiempo del que se asignó a la realización de pruebas, a la corrección de dichos bugs.
Falta de disponibilidad de los integrantes del equipo	Días libres de los integrantes	Si bien fue un riesgo conocido desde el comienzo del proyecto, desembocó en una notoria baja de la productividad del sprint debido a que se contaron con menos horas/hombre de lo estimado.

Tabla 9-61 Riesgos manifestados Sprint 7.

9.17.9. Sprint 8

Riesgo	Descripción del evento	Respuesta
Bugs no detectados en pruebas surgen en etapas posteriores al *testing* unitario	Se detectaron problemas en el guardado de la información relativa a los dictados de los alumnos	Se analizó el problema, se consultó con referentes externos y se solucionó

Tabla 9-62 Riesgos manifestados Sprint 8.

9.18. **Anexo 18: Gestión de la calidad**

9.18.1. Políticas de calidad

Las políticas de calidad definidas a lo largo del proyecto fueron las siguientes:

- Cumplir con los plazos especificados
- Cumplir con los estándares definidos
- Cumplir con los tiempos de respuesta definidos
- Rapidez en el tiempo de respuesta ante incidentes
- Constante monitoreo de los riesgos
- Cumplir con estándares de usabilidad
- Mantener el nivel de las desviaciones en las estimaciones por debajo del 25%

Estas políticas fueron monitoreadas constantemente en cada una de las iteraciones. Se consideró clave respetar cada uno de estos puntos ya que de no hacerlo, no se conseguiría un producto final esperado.

En cuanto a los estándares de usabilidad, se respetaron los principios de usabilidad de Jakob Nielsen. Dichos principios se detallan en Anexo 8: Principios de Jakob Nielsen aplicados al sistema, conjuntamente con una serie de pruebas realizadas al sistema para garantizar la usabilidad del mismo.

9.18.2. Actividades de calidad

El objetivo de esta sección es generar el Plan de Aseguramiento de la Calidad de Software, SQA. Definir un conjunto de pautas que guíen las actividades de aseguramiento de la calidad a cargo del Líder de SQA. El Plan de SQA identifica los productos a controlar, los criterios a utilizar, los estándares a aplicar, las actividades a realizar y las técnicas a utilizar en cada caso.

Se buscó asegurar la calidad mediante ciertas prácticas establecidas en la tabla de responsabilidades y roles presentada a continuación, la cual expresa qué práctica se llevó a cabo, con qué objetivo y quién fue el responsable de dicha actividad.

9.18.2.1. Gestión

En la **Tabla 9-63** se detallan los responsables del aseguramiento y control de la calidad en este proyecto. Si bien al ser un equipo pequeño no se establecieron roles únicos, es decir, cumplidos por un sólo integrante, se considera correcto realizar esta división.

Rol	Integrante	Responsabilidades
Líder de SQA	Fabián Salamó	Reporta al Líder de Proyecto los avances del proceso de SQA o cualquier dificultad que se presente
Líder de SQA	Fabián Salamó	Elaborar y realizar el seguimiento del Plan de SQA
Líder de SQA	Fabián Salamó	Revisar el Plan de SQA
Líder de SQA	Fabián Salamó	Aprobar el Plan de SQA
Líder de SQA	Fabián Salamó	Realizar actividades de aseguramiento de la calidad de cada uno de los entregables del proyecto

Tabla 9-63 Responsabilidades y roles de SQA.

9.18.2.2. Organización

Como se mencionó anteriormente, los roles para las actividades de calidad no fueron estrictamente definidos. Se actuará como líder de SQA y líder de proyecto de forma alternada, de modo de proporcionar una visión más global a la calidad final del proyecto. Sin embargo, Fabián Salamó fue el principal encargado de gestionar y monitorear la calidad durante el transcurso del proyecto; mientras que Julieta Irrazábal ejecutó el rol de Gerente de Proyecto en la mayor parte del tiempo. Al ser un grupo de dos integrantes, se cree que carece de sentido establecer roles fijos, ya que ambos integrantes estarán en constante contacto con todas las partes del proyecto.

9.18.2.3. Actividades

Existe una serie de actividades que se desarrollan a lo largo del proyecto. Para la realización de las validaciones se hizo una planilla de Monitoreo y control de la calidad, que se completa luego de cada sprint en la las revisiones de equipo.

El análisis de los resultados de las revisiones obtenidos en cada sprint se muestra más adelante en la documentación detallada de cada uno de los sprints.

9.18.2.4. Testing

Para la realización del *testing* se efectuaron actividades de creación, y ejecución de casos de prueba dentro de cada tarea de codificación. Dado a que el marco de trabajo en lo que respecta a tareas de desarrollo es *Scrum* [1], se determinó que todos los miembros del equipo serían responsables de realizar pruebas.

Para eso se llevaron a cabo pruebas de tipo caja negra cruzadas. De esa manera, las pruebas no las realiza únicamente el desarrollador del caso de uso en el momento de hacerla (testing unitario), sino que luego son probadas por otro miembro del equipo, de manera de aumentar la probabilidad de encontrar defectos resultando en un producto de mayor calidad.

9.18.2.5. Estándares

Otra de las etapas del proceso de SQA, es la especificación de estándares a utilizar en el momento de la realización de los distintos productos. Para ello se especificó en una planilla los estándares a contemplar.

9.18.2.5.1. Estándares de Documentación

Siendo la documentación el pilar descriptor del proyecto, se emplean estándares para mantener la calidad deseada y la correcta integración de los documentos resultantes del proyecto.

Con el fin de facilitar el cumplimiento de los mismos, se proporciona a los miembros del equipo los siguientes documentos:

Documentación	Estándares
Documentación general del proyecto	Documento 302
Normas de presentación	Documento 302: Normas de presentación de trabajos finales de carreras
Plan de comunicación	Estándar para el plan de comunicación
Diagrama de clases	Estándar de diagramado UML [37]
Nombres de documentos	Se especificará claramente en el nombre en qué consiste el documento. Se agregará al final del mismo *"_X"* dónde *X* representa el número de versión del mismo
Tipos de documentos	La documentación entregada deberá ser de alguno de los siguientes tipos sin excepciones, de modo de mantener la compatibilidad: **-Documentos de texto:** *.docx o .doc, .pdf* **-Planillas de datos:** *.xls o .xslx* **-Imágenes:** *.jpeg o .png*

Tabla 9-64 Estándares de documentación.

9.18.2.5.2. Estándar de Codificación

Al comienzo del proyecto se describieron reglas y recomendaciones para el desarrollo del producto de software. Se definió una guía para mantener la consistencia de estilos y formatos, evitando errores. Abarca principalmente conceptos de nomenclaturas, definición de variables, métodos, manejo de errores y comentarios que permiten acomodar el producto final a las necesidades y costumbres del equipo. La aplicación fue dividida en tres paquetes, cada uno con una serie de características y responsabilidades específicas.

Dentro de los componentes de la aplicación, el estándar fue el siguiente:

- Los nombres de cada una de las carpetas fue tomado del generado por el IDE Visual Studio 2013 [13].
- Los nombres de las clases del modelo fueron establecidos en español, continuando con el estándar especificado por Microsoft, en el cual los nombres de las clases comienzan con mayúscula.

- Los nombres de los controladores resulta de la composición entre el nombre de la clase modelo en español y la palabra *Controller*.
- Dentro de la carpeta de vistas, se encuentran una serie de sub carpetas, una por cada modelo, siguiendo los nombres de los mismos. En cada una de las subcarpetas se tienen cuatro vistas con nombres en inglés, correspondiendo a la acción que realizan: *Create*, *Delete*, *Details*, *Index*, siendo de creación, eliminación, detalles y listado respectivamente.
- Como patrón general para la codificación, se respetó en forma estricta la documentación provista por el sitio de desarrolladores de Microsoft [38], en el cual se detallan estándares de codificación, en lo que respecta a nombres de variables, sangrías, nombres de métodos, llamadas, etc.

9.18.3. Métricas de calidad

A continuación se detallan las métricas definidas para asegurar la calidad del producto construido y del proceso mediante el cual se implementa. En conjunto, las métricas del producto y proceso aseguran la calidad requerida de acuerdo a las necesidades del cliente y magnitud del proyecto en cuestión.

9.18.3.1. Detalle de métricas del producto

Errores reportados: Se usó como indicador de esta métrica el porcentaje de tareas con errores encontrados en el sprint sobre la totalidad de *bugs* resueltos en el sprint. Junto con lo anteriormente mencionado, se establecieron tres categorías de errores, para hacerlos más manejables y de esta forma evaluar la severidad que éstos tienen y poder determinar el impacto y el riesgo que representan en el proyecto. Las categorías establecidas son: *major*, *medium* y *minor*. Se estableció un valor de aceptación de *bugs* reportados menor a diez.

Horas de re-trabajo: Para esta métrica, se usó como indicador el porcentaje de horas de re-trabajo en el sprint, sobre la totalidad de horas trabajadas en el mismo. Se estableció en el equipo que sería aceptable un porcentaje menor a diez y que no se tolerarían porcentajes mayores a quince, para este indicador.

Es importante destacar que la métrica de horas de re-trabajo siempre se refiere a las horas de re-trabajo sobre errores del sprint, tanto los encontrados en una iteración, como los que se hayan desprendido de iteraciones pasadas. Al concluir cada sprint, se calcularon y evaluaron tanto las métricas de gerencia como las de calidad. El análisis detallado de las métricas se verá más adelante y se presentarán los resultados y conclusiones obtenidos.

9.18.3.2. Detalle de métricas del proceso

Errores de estimación: Se trata principalmente de garantizar que los tiempos estimados en el proyecto sean correctos, permitiendo de esta forma cumplir con el alcance establecido inicialmente. El valor de este indicador es el porcentaje entre las estimaciones y el esfuerzo real insumido, tanto para tareas de desarrollo como para aquellas actividades enfocadas al proceso. Se estableció un porcentaje menor al 25%, en cuanto a las desviaciones en la estimación.

9.18.3.3. Resultados obtenidos a partir de las métricas definidas

De las métricas mencionadas anteriormente se obtuvo la información que a continuación se expone.

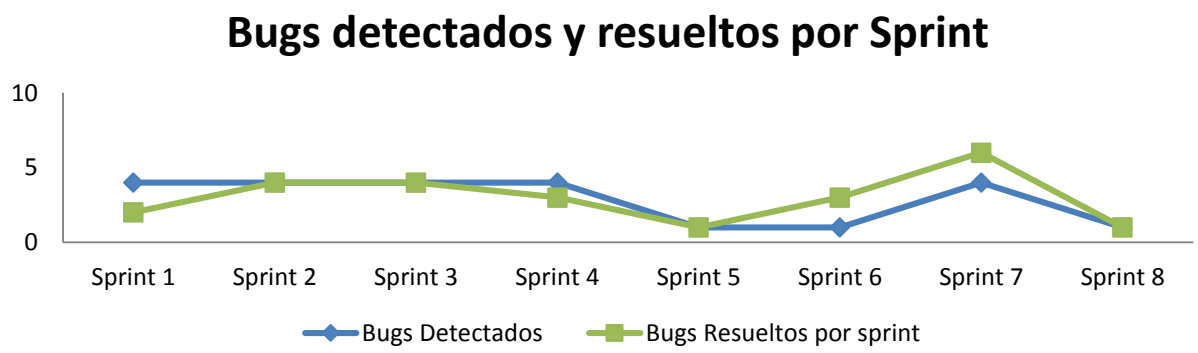


Ilustración 9-89 Bugs detectados y resueltos por Sprint.

Se evaluó la cantidad de errores detectados por sprint y se comparó con la cantidad de *bugs* que se resolvieron en ese sprint. Es importante destacar que en cada iteración, los *bugs* detectados corresponden a aquellos que surgieron en ese Sprint, y no los que se encuentran acarreados de Sprints anteriores.

A partir del gráfico se puede concluir que si bien hubo errores que tuvieron que ser corregidos, estos no se presentaron de forma desmedida y pudieron ser resueltos en las iteraciones de desarrollo, tal vez no dentro de la misma donde eran detectados, pero finalmente se pudo entregar un producto sin *bugs* conocidos por resolver. En adición se visualiza que la cantidad de *bugs* se mantiene dentro del nivel de aceptación establecido (menor a diez *bugs* reportados por sprint). Finalmente resulta importante destacar que a partir del Sprint 5 la resolución de errores comienza a ser mayor que la detección de nuevos, lo que permite asumir que comienza la etapa de cierre del prototipo funcional, y con ello la corrección de todos los errores que se encuentran identificados hasta el momento.

En cuanto al re-trabajo, se concluye que se pudo cumplir satisfactoriamente con la meta establecida, tal como se refleja en el siguiente gráfico:

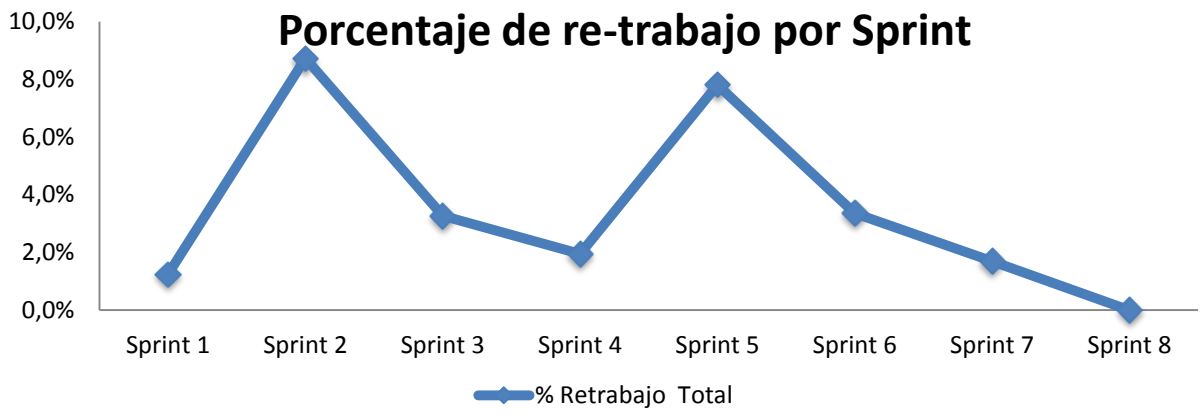


Ilustración 9-90 Porcentaje de re-trabajo por Sprint.

La variación que existe en este indicador se debe a la curva de aprendizaje y la variación en la productividad del equipo en etapas iniciales.

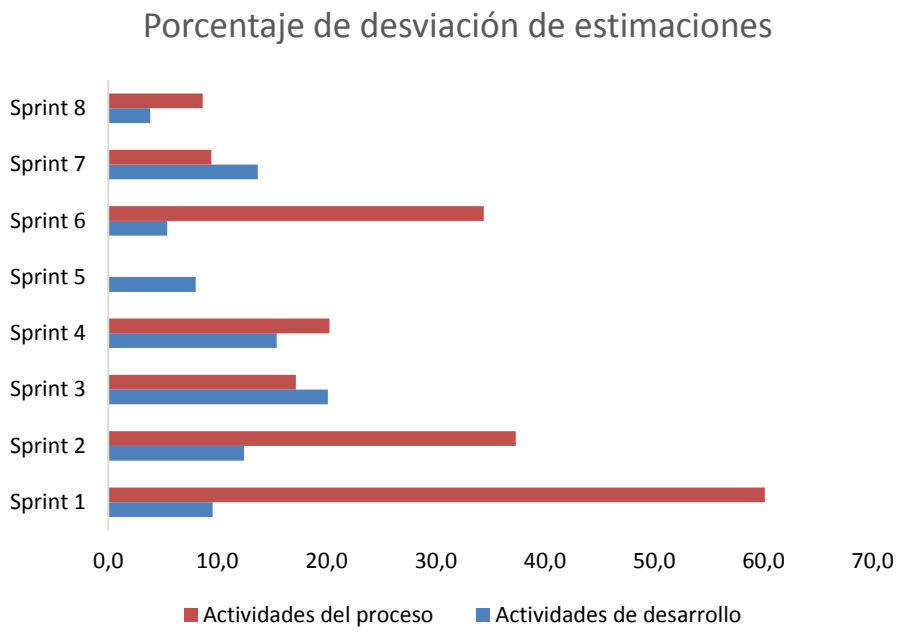


Ilustración 9-91 Porcentaje de desviación de estimaciones.

Los resultados de las métricas de desviaciones permiten identificar los errores en las estimaciones para cada iteración. Si bien se estableció un nivel de aceptación del 25%, se pueden visualizar algunos significativamente mayores, particularmente en las actividades del proceso.

Estos no fueron demasiado significativos debido a que, las estimaciones del proceso se establecieron a través de la diferencia entre el tiempo disponible para cada iteración y la estimación de las tareas de desarrollo (el detalle del proceso de estimación puede consultarse en Estimación del proceso). Si bien los resultados de las desviaciones para actividades del proceso no indican errores en las estimaciones, éstas permiten medir cuán alejado se estuvo de la disponibilidad calculada para actividades del proceso, permitiendo así extraer conclusiones relativas al tiempo necesario para completar estas tareas.

En cuanto a la estimación de las actividades de desarrollo, este nivel de aceptación establecido se mantuvo durante todo el proyecto, alcanzando valores máximos del 20% de desviación únicamente en una iteración.

9.18.4. Pruebas

Se definieron las siguientes etapas de prueba:

Pruebas por parte de cada desarrollador: se realizaron dentro del sprint en curso. Es importante aclarar que se tuvieron en cuenta casos comunes, así como particulares y casos de borde.

Pruebas de integración al caso de uso: se ejecutan con el objetivo de verificar que las funcionalidades desarrolladas funcionaran correctamente en conjunto, así como también que no afecten otras funcionalidades previamente implementadas.

Pruebas de regresión al final de cada iteración: se realizaron luego de terminar una iteración pero antes de liberar una versión. El objetivo de las mismas es verificar que el avance de lo realizado hasta el momento funcione correctamente.

Pruebas de validación con el cliente: se realizaron en la medida que el *software* incluya cambios importantes partiendo de la versión anterior. Para la primera instancia de validación se optó por realizar una demostración luego de concluido el segundo sprint.

Prueba de usabilidad con usuarios: se realizaron a partir del segundo Sprint y el objetivo fue conocer en detalle su opinión y relevar aspectos que éstos percibieran sobre la usabilidad del sitio.

9.18.5. Métricas de procesos internos de INC

Dentro del proceso de desarrollo del proyecto se creyó conveniente definir ciertas métricas que ayudaran a entender mejor cómo el sistema aportaría valor al negocio. Si bien las mismas fueron propuestas para retornar mejores resultados cuando el sistema sea construido en su totalidad, algunas de las que se definirán a continuación serán utilizadas para medir el avance de INC en dos puntos:

- En primer lugar desde el punto de vista de los profesores, considerados actores claves en el negocio.

- Por otro lado se hará foco en los procesos centrales que hacen funcionar a la empresa, como lo son registro y mantenimiento de alumnos, cursos, dictados y fundamentalmente calendario y cronograma.

Para medir el desempeño actual y futuro de la empresa y así poder constatar el avance de la misma, se definen las siguientes métricas:

- Tiempo que insume registrar un usuario
- Tiempo que insume asignar un alumno a un grupo
- Tiempo que insume registrar una nueva empresa
- Tiempo que insume confeccionar el calendario semana
- Tiempo que insume buscar un profesor sustituto
- Tiempo que insume comunicarles a los alumnos la suspensión de una clase
- Tiempo que insume comunicarles a los alumnos de un dictado sobre una nueva evaluación
- Tiempo que insume comunicarles a los alumnos de un dictado el resultado de una evaluación
- Tiempo que insume notificar a los alumnos sobre un nuevo curso

Los resultados de los tiempos insumidos actualmente por la empresa en estas actividades puede consultarse en Anexo 5: Tiempos registrados en la ejecución actividades de la empresa.

9.19. Anexo 19: Plan de Comunicación

En este anexo se detallan todas las instancias de comunicación entre los integrantes incluidos en el plan, con el mecanismo utilizado.

Información a comunicar	Encargado de comunicar	Receptor de información	Frecuencia de comunicación	Mecanismo utilizado
Equipo de proyecto				
Reuniones diarias de equipo *(Daily meetings)*	Miembro del equipo	Otro miembro del equipo	Diaria	Chat de *Hangout*

Información a comunicar	Encargado de comunicar	Receptor de información	Frecuencia de comunicación	Mecanismo utilizado
Reuniones de planificación *(Planning Meetings)*	Miembro del equipo	Otro miembro del equipo	Cada dos semanas (lunes en el que comienza un Sprint)	Reuniones presenciales
Reuniones de retrospectiva *(Retrospective Meetings)*	Miembro del equipo	Otro miembro del equipo	Cada dos semanas (domingo en el que finaliza un Sprint)	Reuniones presenciales
Impedimentos técnicos	Miembro del equipo	Otro miembro del equipo	Cuando es necesario	Reuniones presenciales / Mails / Chat
Detección de errores graves	Miembro del equipo	Otro miembro del equipo	Cuando es necesario	Reuniones presenciales
Reuniones semanales de avance	Miembro del equipo	Otro miembro del equipo	Dos veces por semana	Presenciales
Aviso de actualización de documento / producto	Miembro del equipo	Otro miembro del equipo	Cuando es necesario	Mail / Chat / *Whatsapp*
Directores de INC (cliente)				
Reuniones de Demostración	Miembros del equipo	Directores de INC	Al finalizar un Sprint	Presenciales
	Directores de INC	Miembros del equipo		
Reuniones de relevamiento	Directores de INC	Miembros del equipo	Cuando es necesario	Presenciales / Mail
	Miembros del equipo	Directores de INC		
Consultas funcionales	Miembros del equipo	Directores de INC	Cuando es necesario	Presenciales / Mail
	Directores de INC	Miembros del equipo		
Funcionarios de INC				
Reuniones de aceptación de usuario	Funcionarios de INC	Miembros del equipo	Dos veces en el proyecto	Presenciales
	Miembros del equipo	Funcionarios de INC		

Información a comunicar	Encargado de comunicar	Receptor de información	Frecuencia de comunicación	Mecanismo utilizado
Tutor				
Reuniones semanales con el tutor	Miembros del equipo	Tutor	Una vez por semana	Presenciales / Skype (casos particulares)
	Tutor	Miembros del equipo		
Fijación de reuniones con tutor	Miembros del equipo	Tutor	Una vez por semana	Mail
	Tutor	Miembros del equipo		

Tabla 9-65 Detalle del Plan de Comunicación.

9.20. Anexo 20: Plan de SCM

9.20.1. Introducción

9.20.1.1. Propósito

En este capítulo se describen las actividades de gestión de la configuración del software llevadas a cabo en el proyecto. En el mismo documento se describirán los elementos que se encuentran bajo control de configuración, así como también lineamientos a seguir por el equipo de trabajo.

9.20.1.2. Alcance

Dadas las restricciones de tiempo y recursos con que se cuenta en el proyecto, es importante tener en cuenta:

- La respuesta a los cambios debe producirse de forma casi inmediata, buscando una respuesta rápida y evitando burocracias.

- Dentro del control de configuración se tomarán en cuenta los productos de mayor valor y que son candidatos a sufrir cambios durante el proyecto.

9.20.2. Gestión de SCM

9.20.2.1. Responsabilidades

- El responsable de la gestión de la configuración debe procurar un correcto entendimiento del plan y promover la ejecución del mismo en todo momento del proyecto.
- Debe especificar de forma clara cuáles son las actividades del proyecto que serán incluidas en el control de configuración, y evaluar que se estén cumpliendo satisfactoriamente.
- Es también trabajo del responsable de la configuración, la creación de una nomenclatura adecuada, que permita identificar y ubicar los diferentes elementos que lo conforman.

9.20.3. Actividades de SCM

9.20.3.1. Identificación de la configuración

9.20.3.1.1. Elementos de configuración

Los elementos de la configuración son definidos por el responsable de esta tarea. Dadas las características de este proyecto, así como también los factores definidos en el alcance del plan de SCM (véase Alcance), el responsable tomó como referencia para la identificación y seguimiento de los elementos de configuración, a todos los entregables que se incluyen en el proyecto, es decir todas aquellas actividades de gestión, especificación de requerimientos y desarrollo.

9.20.3.1.2. Nomenclatura de los elementos de configuración

En este subcapítulo se detallarán todos los elementos de configuración evaluados, las referencias de nomenclatura respetadas que permitirán identificar versiones y elementos, así como también la extensión de cada uno.

El formato de nomenclatura definido es el siguiente: "<Nomenclatura del elemento>_ vX.extensión".

- **<Nomenclatura del elemento>** corresponde al nombre definido por el responsable de la configuración para cada uno de los elementos identificados en el plan de configuración. Son especificados más adelante en este subcapítulo.
- **vX** refiere a la versión específica del elemento en cuestión. La letra v representa la palabra versión, y la X al número de versión especifica. Dadas las características de este proyecto, la versión aumenta de a una unidad entre una y otra, sin importar el tipo de cambio producido en el elemento.
- **Extensión** refiere al tipo de elemento de configuración, que permitirá identificar de forma visual y clara si se corresponde a un documento técnico (ejecutable) o a un documento de gestión.

A continuación se detallan todos los elementos que han sido incluidos en el plan de gestión de la configuración junto con la nomenclatura utilizada para identificar a cada uno y la naturaleza del documento (enfocado al producto o al proceso).

Elemento de configuración	Naturaleza	Nomenclatura asociada
Gestión de la configuración	Proceso	"Gestión de la configuración"
Gestión de la calidad	Proceso	"Gestión de la calidad"
Gestión de la comunicación	Proceso	"Gestión de la comunicación"
Gestión de riesgos	Proceso	"Gestión de riesgos"
Especificación de requerimientos	Proceso	"Especificación de requerimientos"
Casos de uso	Proceso	"Casos de uso"
Documento principal	Proceso	"Documento Principal"
Código del sistema	Producto	"INC"

Tabla 9-66 Identificación y nomenclatura de elementos de configuración.

Si bien se identificaron otros potenciales elementos a incluir en el plan de configuración, dadas las características del equipo (únicamente conformado por dos integrantes), se consideró suficiente abordar los documentos principales de gestión por separado, el resto de la documentación incluida en el elemento "Documento principal", los elementos del negocio ("Especificación de requerimientos" y "Casos de uso"), y como parte del producto, el código o ejecutable del sistema.

9.20.3.1.3. Elementos de la línea base del proyecto

Repositorio de documentación

Para almacenar y gestionar los documentos relacionados al proceso, se utilizó la herramienta "Google Drive". La decisión de utilizar este repositorio y no cualquier otro, fue principalmente la experiencia del equipo en su manejo, así como también la facilidad de acceso a través del correo electrónico (Gmail) o a través de su cliente de escritorio.

La carpeta relacionada al proyecto fue dividida en sub carpetas, con el fin de identificar claramente las diferentes áreas del proyecto y acceder con mayor facilidad a toda la documentación. En cada subcarpeta, se detalla el versionado, identificado tal como se detalló anteriormente (véase Nomenclatura de los elementos de configuración).

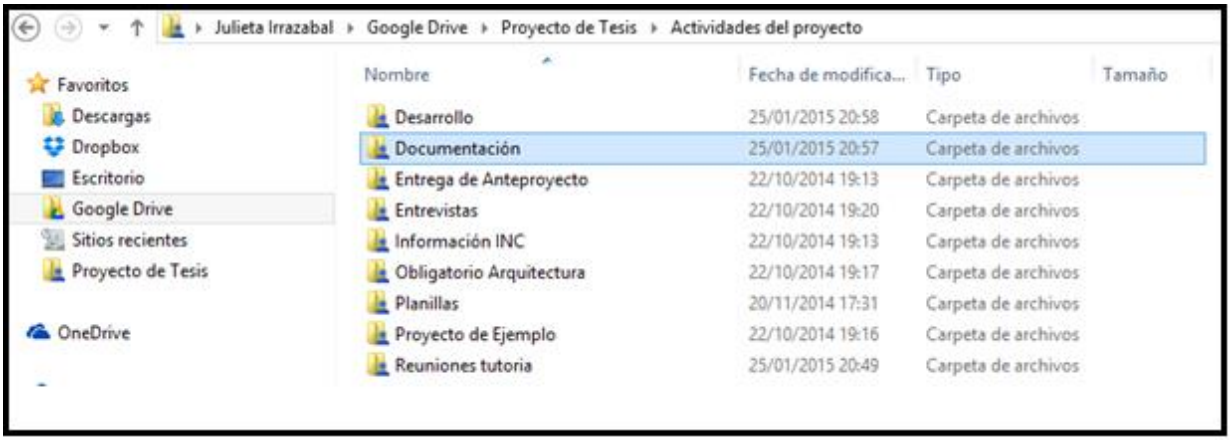


Ilustración 9-92 Captura de organización de carpetas utilizando Google Drive.

Ilustración 9-93 Captura de versionado de un elemento de configuración: Documento Principal.

Repositorio de desarrollo

Con el fin de gestionar las versiones del código, se utilizó el repositorio ofrecido por Microsoft: TFVC (Team Foundation Version Control [28]). Debido a la selección de la tecnología de desarrollo, y aprovechando la posibilidad de obtener los productos de Microsoft a través del convenio brindado por la Universidad ORT Uruguay, se decidió utilizar este repositorio para almacenar las versiones del producto. Dado que también se utiliza un IDE de Microsoft (Visual Studio 2013 [13]), la utilización de un repositorio de la misma tecnología, resultó significativamente más sencillo.

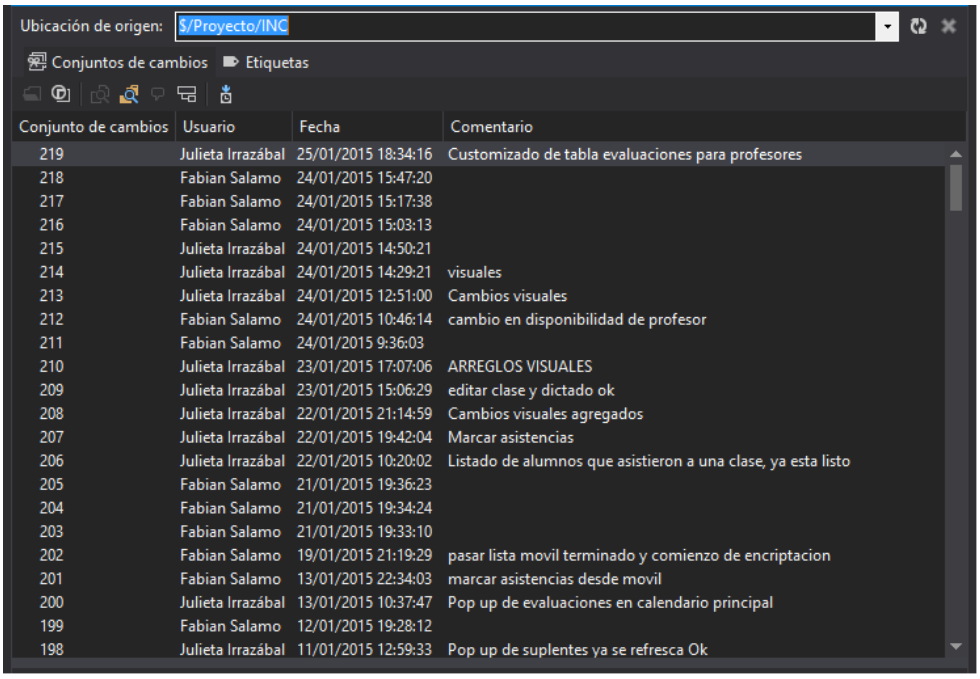


Ilustración 9-94 Captura de historial de versiones gestionado por TFS.

9.20.3.2. Control de configuración

En este subcapítulo se detallan las actividades a realizarse al momento de realizar algún cambio en los elementos que conforman la línea base. Este procedimiento deberá ser respetado por los integrantes del equipo, y el encargado de gestionar la configuración deberá asegurar su cumplimiento.

Un cambio en la línea base incluye una modificación de:

- Requerimientos, dado que afecta al elemento de Especificación de requerimientos y Casos de uso.
- Diseño, dado que afecta al Documento Principal.
- Cambios en el código, dado que afecta al elemento Código del sistema.
- Cualquier cambio que afecte la estructura de las carpetas almacenadas.

Naturaleza del elemento	Repositorio	Extensión	Requerimientos de aceptación	Procedimientos de control de acceso
Producto	TFVC	.csproj, CSHTML, css, js, etc.	Debe compilar sin errores para poder incluir una versión en el repositorio	Los integrantes podrán acceder a todas las versiones subidas luego de ingresar con su usuario y contraseña
Proceso	Google Drive	.pdf, .xls, .doc, etc.	La versión del documento debe estar indicada y debe respetarse el estándar establecido en la nomenclatura	Los integrantes podrán acceder a los documentos que se encuentren en la carpeta compartida del proyecto.

Tabla 9-67 Detalle del control de la configuración por naturaleza de los elementos.

9.20.3.3. Evaluación de cambios y análisis de impacto

Dadas las restricciones de tiempo y recursos, se definió como parte del alcance asegurar una rápida evaluación e implementación de los cambios. Es por esto que la evaluación del cambio y el análisis del impacto no son incluidos en este proyecto.

9.20.4. Recursos

- **Team Foundation Server (TFS) [39]:** es un producto de Microsoft que proporciona la gestión del código fuente, informes, requisitos, gestión de proyectos, construcciones automatizadas, gestión de laboratorio, pruebas y gestión de liberación capacidades. Cubre todo el ciclo de vida de la aplicación. TFS puede ser utilizado como un *back-end* a numerosos entornos de desarrollo integrados, pero se adapta para Microsoft Visual Studio y Eclipse [40].
- **Team Foundation Version Control (TFVC):** es un sistema centralizado de control de versiones que permite granular los permisos y restringir el acceso a nivel de carpetas. Debido a que los controles del equipo se realizan en el servidor de Team Foundation, se puede auditar fácilmente los cambios e identificar qué usuario registró cada un conjunto de cambios [28].
- **Ankh SVN [41] :** es un proveedor de control de código fuente de Subversion para Microsoft Visual Studio 2005-2010, 2012, 2013, y 2015. Ofrece apoyo a la gestión de todo tipo de proyectos apoyados por Visual Studio y le permite realizar las operaciones más comunes de control de versiones directamente desde dentro del IDE de Visual Studio Microsoft.
- **Team Explorer:** permite administrar el trabajo asignado a los integrantes de un equipo y coordinar esfuerzos con otros miembros del equipo para desarrollar un proyecto. Team Explorer conecta Visual Studio a proyectos de equipo creados en Visual Studio Team Foundation Server (TFS) o Visual Studio Online [39].
- **Google Drive:** permite almacenar y acceder a los archivos personales desde cualquier lugar: en la Web o en la unidad de disco duro personal. Para su utilización es necesario contar con una cuenta en drive.google.com [42].

9.20.5. Mantenimiento del Plan de SCM

Responsable: Julieta Irrazábal.

Luego de cada iteración, se evaluará el plan para asegurar su correcta ejecución. Los cambios a realizarse serán evaluados de forma rápida entre los dos integrantes del equipo, sin necesidad de formalizar una reunión para su ejecución.

Los cambios serán ejecutados por el responsable del Plan de SCM, y se comunicará al equipo a través de algún medio de comunicación establecido entre los integrantes (el detalle del Plan de Comunicación puede consultarse en Anexo 19: Plan de Comunicación).

9.21. **Anexo 21: Pruebas del Sistema**

Dentro del equipo de proyecto se tomó la decisión de no incluir los casos de prueba en la documentación entregada, ya que por el tiempo que se dispuso para el proyecto, carecía de sentido realizar pruebas exhaustivas a todo el sistema. Se adoptó una estrategia para manejar las pruebas a los casos de uso de la siguiente forma:

Se categorizaron los casos de uso de acuerdo a su nivel de criticidad para el sistema y para el cliente. El resultado de esta división fue la intensidad con la que se probó cada caso, haciendo énfasis en los más importantes para el producto y la empresa cliente.

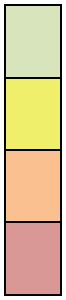
A continuación se muestra la división realizada, en cuatro categorías:

Altamente testeados

Pruebas unitarias + pruebas de regresión

Pruebas unitarias

Levemente testados



A continuación se expone el resultado de dicha categorización, en lo que respecta a casos de uso:

Nombre del caso de uso
Asignar Alumno a dictado grupal
Asignar Alumno a dictado individual
Asignar profesor suplente a clase.
Completar resultados de evaluación de dictado.
Login de usuario
Alta dictado empresarial a calendario
Alta dictado a calendario
Alta salón
Asignar Alumno a dictado grupal
Asignar Empresa a dictado grupal
Asignar Alumno a dictado individual
Alta alumno
Alta profesor
Marcar asistencias de alumnos
Listado de clases por dictado
Alta empresa
Alta categoría
Listado de dictados
Alta dictado
Alta de evaluaciones
Tabla de porcentaje de ausencia de profesores
Tabla de porcentaje de evaluaciones aprobadas en cada dictado y por profesor
Calculo de sueldos por clases dictadas
Gestión de autorización
Modificación dictado empresarial en calendario
Modificación dictado en calendario
Listado Clase
Alta clase
Modificación clase
Listado salones
Notificación de bienvenida a alumno
Notificación de bienvenida a empresa
Alta usuario
Suspensión momentánea de dictado

Nombre del caso de uso
Listar profesores disponibles
Asignar profesor suplente a clase
Calculo de sueldos por clases dictadas
Listado de dictados actuales de un profesor
Listado de profesores
Listar alumnos de una clase
Completar resultados de evaluación de dictado
Definición de niveles
Mostrar información de sus dictados
Listado de alumnos de una clase
Marcar asistencia
Modificación empresa
Listado de cursos
Modificación dictado
Listado de evaluaciones
Listado de alumnos de una clase.
Listado de dictados actuales de un profesor.
Listar alumnos de una clase
Marcar asistencia.
Mostrar información de sus dictados.
Tabla de cantidad de dictados habilitados por mes
Tabla de porcentaje de asistencias a dictados por profesor
Controles de seguridad
Modificación salón
Listado de alumnos
Modificación alumno
Modificación profesor
Listado de empresas
Listado de categorías
Modificación categoría
Modificación curso
Modificación de evaluaciones
Marcar asistencias de alumnos
Modificación clase
Baja clase
Baja dictado empresarial del calendario
Baja dictado del calendario
Baja clase
Baja salón

Nombre del caso de uso
Eliminar alumno de dictado grupal
Eliminar alumno de dictado individual
Notificación de baja de alumno de dictado grupal
Listado de usuarios
Modificación usuario
Baja usuario
Notificación de baja de alumno de dictado individual
Notificación de inscripción a dictado
Notificación de ausencias a un dictado
Notificación de suspensión momentánea de dictado
Notificación de suplencia de una clase
Notificación de cambio de una clase
Notificación de calendario a profesores
Notificación de nuevo curso
Baja alumno
Notificación de cumpleaños
Notificación de resultado de dictado
Notificación de resultado de evaluación a alumno
Notificación de resultado de evaluación a empresa
Notificación de próxima evaluación
Envío del cuestionario al alumno
Buscar alumnos inactivos
Agregar alumnos inactivos
Listar alumnos inactivos
Notificación de asistencias a empresa
Reporte de asistencias
Baja profesor
Recordatorio de registro de asistencias
Notificación de olvido de registro de asistencias
Notificación de baja de un profesor
Baja empresa
Baja categoría
Alta curso
Baja curso
Baja dictado
Eliminar alumno de dictado grupal
Eliminar alumno de dictado individual

Tabla 9-68 Detalle de nivel de pruebas por caso de uso.