



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

**ARQUITECTURA DE SOFTWARE PARA APOYAR LA
INTERACCIÓN ENTRE CONTRALORÍA UNIVERSITARIA Y
UNIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

CÉSAR ARTURO AGUILERA SEPÚLVEDA

PROFESOR GUÍA:
SERGIO OCHOA DELORENZI

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
DANIEL PEROVICH GEROSA
JOSÉ PINO URTUBIA
PEDRO ROSSEL CID

SANTIAGO DE CHILE
2020

Resumen

La Universidad de Chile es una institución de educación, de carácter nacional y pública. Producto de esto, todos sus actos administrativos se encuentran afectos a Toma de Razón por parte de la Contraloría General de República (CGR). La Universidad gestiona aproximadamente 50.000 documentos al año, correspondientes a actos administrativos oficializados a través de decretos y resoluciones. Estos decretos y resoluciones son confeccionados en las Unidades de la Universidad y luego son impresos para dar vida a un expediente, junto a las evidencias que justifican el acto administrativo. Los expedientes son autorizados y firmados por las autoridades y jefaturas de las Unidades, posteriormente son checkeados por la Contraloría Universitaria y finalmente son enviados a la CGR.

La gestión y tramitación completa de expedientes presenta diversos inconvenientes en su ejecución. Las interacciones manuales en el proceso provocan un alto riesgo de pérdida de documentos, debido a su traslado en físico entre Unidades geográficamente distantes. La continuidad en el procesamiento de un expediente se ve afectado por los tiempos destinado a otros expedientes, producto de las revisiones de documentos por lote. La cantidad de expedientes que se tramita es tan alta, que su almacenamiento durante la gestión se vuelve caótico. No existe un seguimiento claro que permita saber donde se encuentra un expediente. Los tiempos estimados de procesamiento tanto de las distintas unidades intervinientes, como del proceso completo, son altos. En consecuencia, todos estos inconvenientes afectan directamente a diversos procesos internos de la Universidad, como por ejemplo, el proceso de contratación de personal, gestión de comisiones, pago de asignaciones, e incluso en ocasiones afecta el pago de las remuneraciones de los funcionarios.

Dadas las limitaciones transversales que impone la forma actual de procesar expedientes, se vuelve necesario concebir una solución estructural que ayude a mitigar los aspectos negativos del actual sistema. Por ese motivo, este trabajo de tesis propone el diseño e implementación de una arquitectura de software, que ayude a mejorar las interacciones entre las Unidades de la Universidad y la CU, además de facilitar la gestión de los expedientes de decretos y resoluciones.

Para evaluar las capacidades de la arquitectura, se desarrolló un sistema sobre la arquitectura propuesta, el cual representa una prueba piloto que permite el procesamiento completo (de punta a punta) del trámite asociado al decreto de Asignación Universitaria Complementaria (AUC).

La solución fue diseñada aplicando principios de arquitectura de software utilizados habitualmente por la Dirección de Servicios de Tecnologías de la Información (DSTI) de la Universidad de Chile, así como también fue implementada utilizando las tecnologías que permiten poner en producción fácilmente dicha implementación y realizar futuras extensiones en caso de necesitarlo.

El sistema fue implementado con éxito, por lo que se alcanzaron los objetivos planteados para esta tesis. Sin embargo, tanto la arquitectura propuesta, como el sistema desarrollado, aún no se encuentra en producción debido a decisiones políticas y prioridades establecidas por la Universidad de Chile.

Tabla de contenido

1. Introducción	1
1.1. Problema a abordar	2
1.2. Objetivos de la tesis	5
1.3. Descripción inicial de la Solución	5
1.4. Estructura del documento	8
2. Marco teórico	9
2.1. Contexto legal	9
2.2. Conceptos del negocio	9
2.3. Descripción del proceso a apoyar	10
2.4. Sistemas de soporte al procesamiento	12
3. Concepción de la Solución	13
3.1. Requisitos y restricciones	13
3.2. Tipos de usuarios soportados	16
3.3. Arquitectura propuesta	17
3.4. Modelo de datos	22
3.5. Principios tecnológicos	23
4. Aplicación Web para el procesamiento de expedientes AUC	24
4.1. Tecnologías escogidas para la implementación de la aplicación	24
4.2. Principales interfaces de la aplicación	25
5. Evaluación de la solución	39
5.1. Descripción del proceso de evaluación de la arquitectura	39
5.2. Resultados obtenidos de la evaluación de la arquitectura	39
5.3. Descripción del proceso de evaluación de la aplicación	41
5.4. Resultados obtenidos de la evaluación de la aplicación	44
6. Conclusiones y trabajo a futuro	48
6.1. Conclusiones	48
6.2. Lecciones aprendidas	49
6.3. Trabajo a futuro	50
7. Glosario	51
8. Bibliografía	52

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de arquitectura de contenedores	6
Figura 2. Proceso de tramitación de decretos y resoluciones	11
Figura 3. Diagrama de contexto de la solución	18
Figura 4. Diagrama Contenedor	20
Figura 5. Diagrama de Componentes	21
Figura 6. Modelo de Datos	22
Figura 7. Interfaz de Creación de un Nuevo Expediente	25
Figura 8. Mis Expedientes a Tramitar	26
Figura 9. Detalle del Expediente	27
Figura 10. Envío de Expedientes para la Firma	28
Figura 11. Expedientes Por Firmar	28
Figura 12. Firma de Expedientes	29
Figura 13. Interfaz de Firma UChile	30
Figura 14. Enviar el Expediente a la CU	31
Figura 15. Expedientes a Clasificar	32
Figura 16. Expedientes a Revisar	33
Figura 17. Firma CU Expedientes	34
Figura 18. Expedientes en Contraloría Universitaria	34
Figura 19. Seguimiento Interno de Expedientes	35
Figura 20. Ejemplo de Documento Electrónico con Código QR y URL	36
Figura 21. Sitio de Validación	37
Figura 22. Mis Expedientes Archivados	38

1. Introducción

La Universidad de Chile es la institución de educación superior, de carácter nacional y pública, más antigua del país y una de las de mayor prestigio y tradición de América Latina [1]. Ésta cuenta con personalidad jurídica, patrimonio propio, y plena autonomía académica, económica y administrativa. La Universidad está dedicada a la enseñanza superior, investigación, creación y extensión en las ciencias, las humanidades, las artes y las técnicas, y está enfocada a servir al país en el contexto universal de la cultura.

La administración del personal académico y no académico de la Universidad (18.000 funcionarios aproximadamente) es oficializada a través de documentos formales llamados *decretos* y *resoluciones*, los cuales provienen de la voluntad de una autoridad o jefe de servicio, y que en este caso representan hechos y solicitudes comunes en la vida de un funcionario dentro de la institución; por ejemplo, nombramientos de funcionarios, contratos con terceros, suplencias, designaciones, promociones, ascensos, comisiones, cometidos, permisos, vacaciones, sueldos, asignaciones, bonos, horas extras, licencias médicas, cese de funciones, y calificaciones de desempeño, entre otras. Cabe destacar que cada decreto y cada resolución, junto a sus documentos de respaldo, toman la forma de un *expediente* (es decir, colección de documentos), los cuales siguen un flujo de trabajo predeterminado, hasta completar su procesamiento.

Como organismo del Estado (de carácter nacional y público), la Universidad de Chile está sujeta a *toma de razón* de sus actos administrativos, por parte de la Contraloría General de República (CGR). Esta toma de razón consiste en un control jurídico general y obligatorio, propio del sistema de administración gubernamental chileno, que en materia de legalidad y constitucionalidad se realiza respecto de los decretos y resoluciones. Cabe señalar que algunos decretos y resoluciones sobre algunas materias sólo son requeridos por la CGR para su registro, es decir, estos decretos y resoluciones son informados, pero no requieren que se realice acciones de toma de razón.

La Universidad de Chile cuenta con una Contraloría Universitaria (CU), la cual posee como función principal ejercer un control que asegure la legalidad de los decretos y resoluciones de las autoridades y jefaturas de servicios de la Universidad de Chile [2]. Además, esta unidad debe velar porque las decisiones respectivas se ajusten al orden jurídico universitario, y a las atribuciones propias (o delegadas) que a cada autoridad o jefatura de servicio correspondan. Estas autoridades pueden *decretar* actos que sólo son válidos dentro de la institución (decretos universitarios), y los cuales siguen conductos similares a los usados en la interacción entre la Universidad y la CGR. Entre otras cosas, la Contraloría Universitaria (CU) controla previamente los actos que se envían a CGR, como una forma de asegurar su correctitud, y más aún, para acelerar la ejecución de dichos actos. Este trabajo de tesis sólo considerará las interacciones entre la CU y las Unidades de la Universidad de Chile; a futuro se analizarán posibles extensiones.

La interacción entre la CU y las Unidades de la Universidad comienza cuando estas últimas envían a la CU los expedientes que contienen los decretos o resoluciones con sus respectivos documentos de respaldo. Estos expedientes son recepcionados en la oficina de partes de la CU y clasificados según diversos criterios; por ejemplo, por materia, por unidad desde donde proviene el acto, o por disponibilidad y experiencia de profesionales de la CU. Luego, cada expediente es derivado a un profesional de la CU, quien revisa

manualmente su decreto o resolución, cotejando el contenido de éste, contra las evidencias que le acompañan en el expediente. Esto se hace con el fin de establecer si legalmente el decreto o resolución en trámite se ajusta o no las normativas Universitarias y leyes de la administración pública. Finalizada la revisión, el Contralor a cargo de la CU realiza el *control de legalidad* del decreto o resolución, a través de su firma y timbre. Luego el expediente regresa a la oficina de partes para que sea despachado a la Unidad proveniente, o a la CGR según sea el caso.

Las Unidades de la Universidad de Chile tramitan en promedio 55.000 expedientes anuales, entre decretos y resoluciones en materia de personal. De éstos, cerca de 5.000 se gestionan de forma digital a través de SIAPER-TRA, plataforma de la CGR destinada a la tramitación electrónica de los actos administrativos emitidos por los organismos públicos, y aproximadamente 50.000 aún se gestionan en papel. De estos últimos 32.000 aproximadamente se informan a la CGR (para su registro) mediante el envío de un archivo XML. Todo lo que no se va a registro, se va a toma de razón.

La CU cuenta con un profesional dedicado a revisar decretos y resoluciones que dicen relación con el personal de la Universidad. Esta categoría es una de las materias por las cuales la oficina de partes clasifica los expedientes a tramitar por la CU. Este profesional revisa en total unos 4.500 trámites al mes. Hay trámites que obligatoriamente deben controlarse legalmente antes de cumplir un mes de plazo (normalmente los relacionados con pago de sueldos), por lo que en muchas ocasiones la CU debe reservarse un tiempo para asegurar el procesamiento de ellos. Con el fin de que se pueda cumplir esa meta, la CU podría pronunciarse sobre la legalidad de un decreto o resolución dentro del plazo de 15 días, contados desde la fecha de recepción. Este es el máximo tiempo establecido por el Reglamento Orgánico de la Contraloría de la Universidad de Chile. Este periodo considera los actos de: (1) recepción, revisión y clasificación de expedientes por parte de la oficina de partes, (2) la entrega de estos al profesional de la CU y su posterior procesamiento, (3) la recepción, revisión, firma y entrega por parte del Contralor, y (4) el despacho del decreto o resolución a la unidad que corresponda.

1.1. Problema a abordar

La CU recibe diariamente unos 250 expedientes de decretos y resoluciones en papel, junto a sus evidencias de respaldo, para ser sometidos a su control de legalidad. Estos expedientes son almacenados en estantes y muebles de la oficina de partes, y también en pasillos de la CU, hasta que el encargado de la recepción los clasifique y los entregue a los profesionales correspondientes para su revisión. Estos expedientes pueden estar hasta un día a la espera de clasificación por parte de la oficina de partes.

La recepción de los expedientes se realiza de forma presencial, por ende, el encargado de la oficina de partes debe velar por la correspondencia entre los documentos recibidos, y la *nómina* de registros que acompaña a cada trámite. El traslado manual de expedientes genera un alto riesgo en términos de pérdida de documentos.

La clasificación de los expedientes a ser revisados por los profesionales de la CU, depende de distintos factores, como por ejemplo, de las Unidades desde donde provienen los trámites, las materias asociadas a ellos, y la disponibilidad y experiencia de los profesionales, entre otras. Sin embargo, el criterio de clasificación efectivamente usado

depende del encargado de la oficina de partes. Este criterio no está formalmente definido, ni es transmitido oficialmente, por lo que la CU depende mucho del conocimiento de esta persona.

Un expediente está compuesto por un decreto o resolución, junto a sus documentos de evidencia por cada caso. Un decreto o resolución, puede incluir uno o varios casos relacionados a la materia autorizada (por ej., un caso por funcionario). Cada caso contenido en el decreto o resolución, debe ser acompañado (en el expediente) como mínimo de una evidencia que lo justifique, y permita un procesamiento apropiado del mismo. Por otra parte, la aprobación de cada caso contenido en un decreto o resolución, condiciona la aprobación del decreto o resolución completa.

Para llevar a cabo el proceso de revisión, el profesional de la CU recibe una lista de expedientes (es decir, decretos y/o resoluciones con sus correspondientes documentos de respaldo), clasificados previamente por el encargado de la oficina de partes, donde la aprobación de cada uno de ellos depende de la prioridad definida por la Universidad para la revisión de las materias asociadas a los decretos y resoluciones. Normalmente tienen mayor prioridad los trámites relacionados con pago de sueldos. Toda revisión requiere contar obligatoriamente con el expediente correspondiente.

Por otro lado, las Unidades que envían los decretos y resoluciones a la CU no se enteran del estado en que se encuentra su trámite, hasta que éste es devuelto a la Unidad de origen. En muchas ocasiones el medio utilizado para obtener esta información sobre un trámite es el teléfono, a través del cual se le consulta a algún funcionario de la CU por el estado de un expediente. Además, este tipo de consulta telefónica es factible de responder sólo para los casos en que el expediente ya fue recibido por la oficina de partes. Sin embargo, si el expediente se encuentra en trámite de firmas de las autoridades de la Unidad, o en tránsito físico, no existe forma de conocer el estado del mismo.

Los errores en la información contenida en los expedientes de decretos y resoluciones son detectados tardíamente. Muchas veces estos errores son detectados por las Unidades de origen cuando el documento se encuentra en CU, y en ese caso las Unidades solicitan correcciones sobre el papel para evitar tener que realizar otra vuelta al proceso. La CU sólo puede detectar errores desde la evidencia adjunta en el expediente, y siguiendo el principio de buena fe de la Unidad que lo solicita.

La gran cantidad de Unidades que componen la estructura académica de la Universidad de Chile, y las nuevas necesidades que surgen con el crecimiento y modernización de la institución y el Estado, año a año generan un crecimiento aproximado de entre un 3% a un 5% en la cantidad de documentos a tramitar.

Los problemas antes descritos tienen relación, en su gran mayoría, con todos los procesos que la Universidad aún gestiona en papel, pero se vuelven relevantes en la interacción entre las Unidades de Universidad y la CU, por el impacto provocado en la administración de su personal. Las actividades que los usuarios hoy realizan manualmente son deficientes, producto de la carga de trabajo, el crecimiento anual y la burocracia de la administración pública, entre otros. Considerando todo lo anterior, los problemas que abordados en este trabajo de tesis son los siguientes:

Traslado de expedientes: El traslado de expedientes es manual y es realizado por personas que deben trasladarse entre puntos geográficamente distantes, y sin información sobre este tránsito. Por ende, el riesgo de pérdida temporal o permanente de expedientes, y de los documentos que los componen, es alto.

Almacenamiento de expedientes: La cantidad de expedientes de decretos y resoluciones que recibe y despacha la CU es muy alta. Estos expedientes son almacenados en muebles de su oficina de partes y estantes ubicados en los pasillos de la Contraloría. Sólo la persona que almacena físicamente el expediente, sabe eventualmente dónde encontrarlo. Si otra persona lo mueve de una ubicación a otra, el riesgo de pérdida temporal es muy alto.

Clasificación de expedientes: El proceso de clasificación de expedientes es importante, porque controla la cola de documentos a revisar por la CU. Los criterios para realizar esta clasificación dependen de varios factores, sin embargo, estos criterios no están escritos, ni son transmitidos claramente a otras personas que eventualmente tienen acceso a los expedientes.

Tiempos derivados de la revisión de expedientes: Hoy la aprobación de un expediente se encuentra condicionada a la prioridad definida por la Universidad para la revisión de ciertas materias, las cuales legalmente deben controlarse en un período mensual determinado, por ejemplo, materias relacionadas con el pago de sueldos. Para la revisión de un decreto o resolución, la aprobación de un caso (situación particular de una persona) está condicionada a la aprobación de todos los casos que se presentan en dicho expediente. Por ejemplo, en un decreto que representa casos de 100 personas, si una sola tiene un problema, el decreto completo no puede ser aprobado, dejando a los 99 restantes sin tramitación. Esto claramente genera demoras importantes e ineficiencia en la tramitación de solicitudes.

Correcciones sobre la versión impresa de los expedientes: En la mayoría de los casos en que se detecta un error, se solicita la corrección sobre la copia impresa del decreto o resolución contenida en el expediente (que es la única que existe en la actualidad) para evitar tener que reemplazar documentos, lo cual requeriría reprocesar la solicitud de control de legalidad por parte de la CU. Sin embargo, esta situación provoca una falta, dado que en la cadena de revisión se encuentran todos los vistos buenos de jefaturas y autoridades que participaron en las etapas previas del procesamiento del expediente, por ende, la corrección sobre el papel pierde la validez y anula la responsabilidad de los actores anteriores. El problema actual es que el papel es alterable. Este problema también aparece cuando un antecedente no se adjunta al expediente, o se adjunta de forma tardía.

Seguimiento de expedientes: Las Unidades que envían los expedientes a la CU no tienen forma de hacerle seguimiento de sus solicitudes. Hoy sólo se puede realizar consultas telefónicas acerca del estado de un trámite, sobrecargando a los funcionarios de la oficina de partes. Además, el estado de un trámite, incluso para la oficina de partes de la CU, muchas veces es desconocido (por ejemplo, cuando éste entra al proceso de firmas).

Tiempos de respuesta a una solicitud: Los tiempos de respuesta a una solicitud de control de legalidad son mucho más extensos que los que la CU tiene disponible para pronunciarse eficazmente sobre los trámites de la Universidad. Un profesional puede

tener en su poder un expediente de decreto o resolución por hasta 10 días, sólo por el hecho de que la materia del decreto o resolución no sea parte de las definidas como prioritarias por la Universidad o no finalice el procesamiento del lote completo. Por otro lado, el Contralor también despacha los expedientes en lotes, lo cual permite que él pueda retener una aprobación por hasta 5 días en promedio. Además, el proceso de clasificación de decretos y resoluciones realizado también es en lotes, lo que le agrega más tiempo al procesamiento de una solicitud.

1.2. Objetivos de la tesis

El objetivo general de este trabajo de tesis es diseñar e implementar una arquitectura de software, que mejore la interacción entre las Unidades y la Contraloría Universitaria de la Universidad de Chile, y ayude en la gestión de los expedientes de decretos y resoluciones en materia de personal. Como consecuencia de esto, los procesos que lleva a cabo la CU deberían volverse más ágiles. Los objetivos específicos que se desprenden del objetivo general son los siguientes:

- Establecer una forma de transferencia y almacenamiento de expedientes en formato electrónico, a fin de estandarizar la gestión e interacción entre las Unidades de la Universidad y la CU, buscando mitigar el riesgo de pérdida de documentos durante su traslado y almacenamiento.
- Permitir a las Unidades dejar disponible la información completa requerida por la CU, para facilitar a los profesionales de dicha unidad, la revisión de todos los antecedentes y evitar tanto los errores como sus correcciones.
- Integrar aprobaciones que permiten oficializar expedientes y realizar el control de legalidad, a través de mecanismos de firma electrónica, de modo que ayude a mejorar los tiempos de respuesta en la interacción entre las Unidades y la CU.
- Permitir el seguimiento de expedientes, con el objetivo de transparentar tareas, responsables y tiempos involucrados en su procesamiento.

Para probar las capacidades de la arquitectura propuesta, se realiza la sistematización del procesamiento de un decreto en materia de personal, particularmente la Asignación Universitaria Complementaria (AUC), declarado como prioritario por la CU. Esto permite, entre otras cosas, proponer un único formato de expediente para estos trámites. Dichos expedientes se caracterizan por ser entendibles, revisables y auditables ante los controles legales según los reglamentos Universitarios y Estatales.

1.3. Descripción inicial de la Solución

Durante los últimos 3 años, la actual Dirección de los Servicios de Tecnologías de Información (DSTI) de Universidad de Chile está dando pasos importantes en el concepto instaurado como “*Cero Papel*”, permitiendo que varios trámites del orden jurídico, académico, contable y legal se hagan de manera electrónica, en conformidad con la ley 19.799 sobre “Documentos Electrónicos, Firma Electrónica y Servicios de Certificación de dicha Firma” [3]. Por otra parte, surge la necesidad de implementar algún tipo de solución que permita paliar los problemas que surgen del manejo de expedientes físicos.

Para dar solución a los problemas planteados y a su vez alinearse con las políticas impulsadas por la DSTI, en este trabajo de tesis se diseña e implementa una arquitectura de software para apoyar la interacción entre la Contraloría Universitaria y las Unidades de la Universidad de Chile. De esa forma se provee una solución estructural, que puede utilizarse como base para construir sistemas que automaticen cada uno de los procesos de la Universidad.

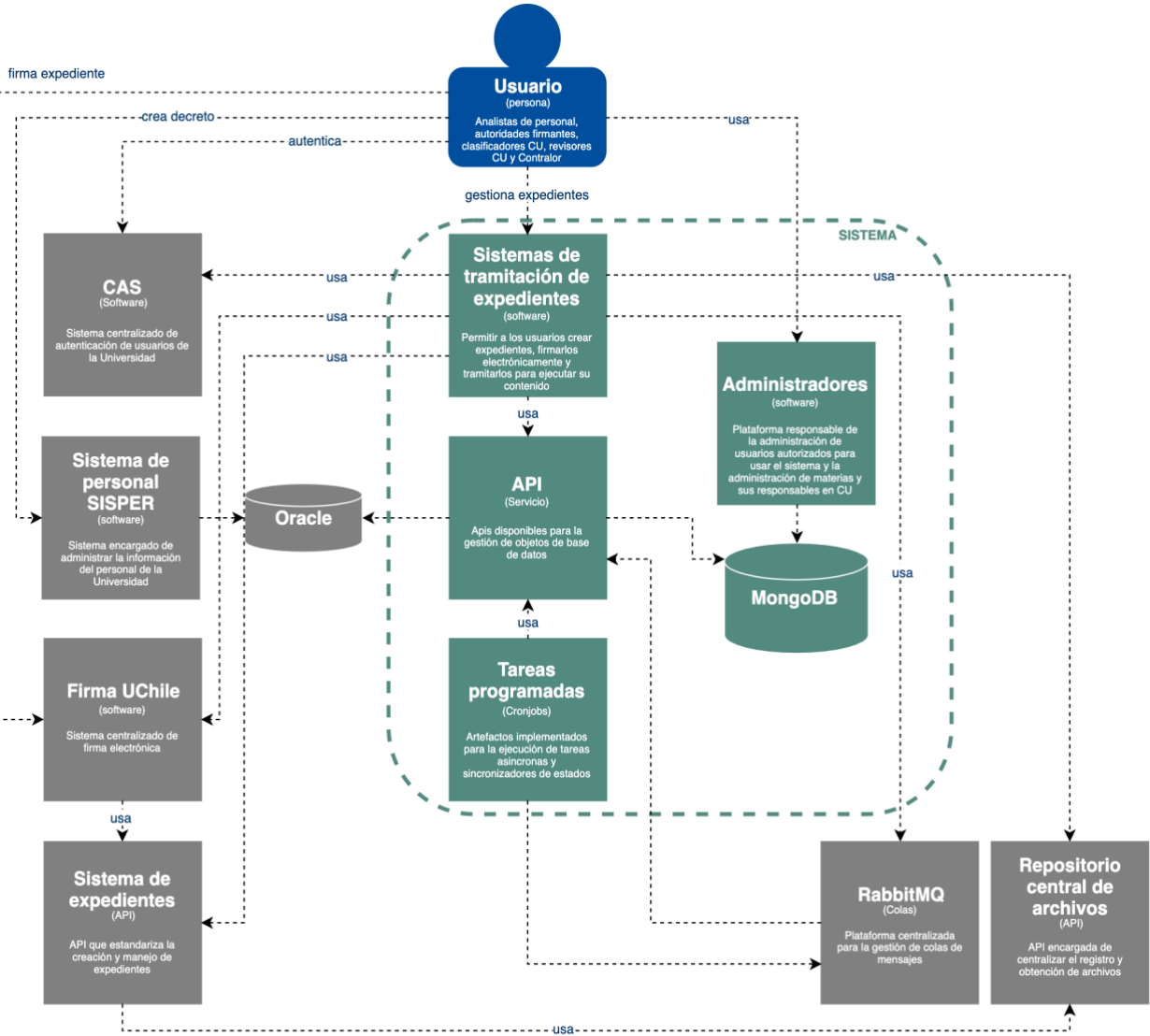


Figura 1. Diagrama de arquitectura de contenedores

Como muestra la figura 1, el diseño de la solución basado en contenedores consta de un sistema de tramitación de expedientes, el cual permite gestionar electrónicamente los decretos y resoluciones en línea entre las Unidades y la CU. Este sistema de tramitación de expedientes utiliza mecanismos de firma electrónica y sistemas de expedientes ya disponibles en la Universidad. Para el manejo de documentos electrónicos y su reglamentación, esta infraestructura usa un repositorio central de archivos. La información del sistema es almacenada en una base de datos documental (MongoDB), y la transferencia de datos es gestionada a través de sus propias APIs.

Esta arquitectura fue propuesta para enfrentar el problema del traslado manual de expedientes, reducir el tiempo que ello toma, y el riesgo de pérdida de documentos. Este punto permite responder a la realidad de aquellas Unidades que, a través de sus sistemas, pueden integrarse electrónicamente con la CU, así como también considerar las realidades de aquellas Unidades que aún tramitan sus expedientes en papel. El uso de una arquitectura común ayuda a estandarizar formatos de los expedientes, y establece la información mínima requerida, con el propósito de facilitar la revisión de estos por parte de los profesionales de la CU y del Contralor.

El manejo digital de expedientes electrónicos es un factor muy importante, no sólo porque facilita la distribución, seguimiento y procesamiento de documentos, sino porque agiliza el proceso de auditoría. Para estos efectos la ley obliga a la Universidad a mantener el documento firmado electrónicamente al menos por 5 años.

La arquitectura propuesta permite además clasificar de forma oportuna los documentos enviados desde las Unidades a la CU, según distintos criterios y prioridades, cosa que hoy en día es muy difícil de realizar. Con la arquitectura propuesta el ruteo de expedientes se realiza a través de el servicio administrador, el cual asocia profesionales (que cumplen roles específicos en un proceso) a tipos de documentos particulares. Por su parte los profesionales manejan su cola de trabajo (con expedientes a procesar) a través del sistema, realizando el despacho de expedientes de manera individual, y no por lotes como lo hacía el sistema manual. Esto claramente mejora la circulación de expedientes y ayuda a reducir los tiempos de procesamiento de los mismos. Por otra parte, las Unidades cuentan con acceso a la información de seguimiento de sus expedientes, lo cual debería reducir las consultas telefónicas para saber el estado de los trámites y mejorar el servicio de seguimiento.

Para evaluar las capacidades de la arquitectura propuesta, se desarrolló una aplicación Web que sistematiza el procesamiento de expedientes asociados a la materia "Asignación Universitaria Complementaria (AUC)". En dicho proceso participa la Unidad de Personal de los Servicios Centrales de la Universidad, y la Contraloría Universitaria (CU). Para efectos de la revisión de estos expedientes, la aplicación Web pone a disposición los documentos oficiales (decretos o resoluciones de respaldo) y toda la información que la Unidad solicitante ingresa como apoyo a la gestión de dicho expediente. Para completar la gestión de los expedientes, la aplicación considera que los actos de aprobación de la autoridad y el control de legalidad del Contralor, se hagan a través del sistema de firma electrónica que posee la Universidad de Chile.

La automatización de las actividades de la CU generará beneficios importantes en cuanto a tiempos de respuesta, flexibilidad ante las realidades sistémicas en las Unidades, capacidad de monitoreo y seguimiento, entre otros factores. En el marco de esta tesis sólo se abordará el procesamiento de expedientes asociados a la AUC, sin embargo, a futuro se espera que se puedan automatizar el resto de los procesos que maneja la CU. De esa forma se podrá enfrentar el crecimiento de Universidad y la modernización del Estado de manera más apropiada.

1.4. Estructura del documento

Este documento de tesis incluye ocho capítulos. El capítulo 1 presenta una introducción a la organización, el problema a abordar, los objetivos de esta tesis y una descripción inicial de la solución. El capítulo 2 presenta el marco teórico, el contexto legal, los conceptos del negocio, la descripción del proceso a apoyar y los sistemas de soporte al procesamiento. El capítulo 3 describe los aspectos generales de la solución, la arquitectura propuesta y el modelo de datos que ésta usa. El capítulo 4 presenta el sistema implementado sobre la arquitectura diseñada y las principales interfaces del mismo. El capítulo 5 describe el proceso de evaluación de la solución y los resultados obtenidos. El capítulo 6 presenta las conclusiones y las proyecciones para trabajos futuros. El capítulo 7 contiene la bibliografía consultada durante este trabajo de tesis. El capítulo 8 presenta un glosario de los principales términos utilizados en el presente documento.

2. Marco teórico

Tal como se mencionó antes, en este capítulo se introducen los principales conceptos involucrados en el trabajo de tesis, a fin de que el lector pueda comprenderlo en toda su magnitud. Para ello se describe brevemente el contexto legal en el que se encuadra este trabajo, los conceptos de negocio que hacen parte de él, el proceso a apoyar y los sistemas de soporte al procesamiento de expedientes que interactúan con la arquitectura propuesta.

2.1. Contexto legal

El Decreto con Fuerza de Ley (DFL) N° 153 de 1981 establece los estatutos de la Universidad de Chile, y en su Artículo 1° define que La Universidad de Chile, Persona Jurídica de Derecho Público Autónoma, es una Institución de Educación Superior del Estado de carácter nacional y público. Por otro lado, de acuerdo al DFL N° 400-bis de 1927, se encuentra la Contraloría General de la República (CGR), que es la entidad fiscalizadora superior de Chile, de carácter autónomo y rango constitucional, encargada de ejercer el control de legalidad de los actos de la Administración Pública, fiscalizar el ingreso y la inversión de los fondos fiscales, municipales y de los demás organismos y servicios que determinen las leyes.

La Universidad de Chile, dada su naturaleza pública, está sujeta a toma de razón de sus actos administrativos por parte de la Contraloría General de República (CGR). Esta toma de razón consiste en el acto mediante la cual la CGR señala que un decreto o resolución, emitido desde una institución pública como la Universidad de Chile, se encuentra conforme a la Constitución y a las leyes, o bien, en caso contrario, procede a representarlo cuando tiene algún vicio de inconstitucionalidad o de legalidad.

Así como la CGR a nivel Nacional, la Universidad de Chile cuenta con una Contraloría Universitaria (CU) a cargo del Contralor de la Universidad quien, de acuerdo al Artículo 30 de los estatutos de la Universidad de Chile, debe ejercer el control de la legalidad de los actos de las Autoridades de la Universidad, fiscalizar el ingreso y uso de sus fondos y desempeñar las demás funciones que se señalen en un Reglamento Orgánico de la Contraloría Interna y demás normas aplicables, sin perjuicio de las facultades que conforme a las leyes le correspondan a la Contraloría General de la República.

De esta forma, las Autoridades de la Universidad de Chile pueden decretar actos relacionados con la institución, los cuales deben seguir, ante la CU, conductos similares a los usados entre la Universidad y la CGR. Entre otras cosas, la Contraloría Universitaria (CU), a través de su Contralor, debe controlar previamente los actos que se envían a CGR, como una forma de asegurar su correctitud, y más aún, para acelerar la ejecución de dichos actos.

2.2. Conceptos del negocio

Todos los actos administrativos sujetos a control de legalidad por parte de la CU, y toma de razón por la CGR, provienen de manifestaciones o declaraciones de las Autoridades de la Universidad, que en su ejercicio de la actividad administrativa imponen su voluntad sobre los derechos u obligaciones de otros sujetos públicos, como por ejemplo, los

funcionarios. Esta manifestación o declaración (acto administrativo) se presenta por escrito y da vida a un decreto o resolución.

Un decreto es un tipo de “acto administrativo” y se refiere a la decisión de una Autoridad sobre la materia en que tiene competencia. Existen varios tipos de decreto (supremos, aplicación inmediata, afectos, exentos, de insistencia, de emergencia, y con fuerza de ley). Sin embargo, los utilizados regularmente por la Universidad de Chile corresponden a decretos afectos y decretos exentos. Los decretos afectos son aquellos que se encuentran sujetos a toma de razón por la CGR y los decretos exentos son aquellos que no se encuentran sujetos a toma de razón por la CGR. Ambos tipos de decretos están sujetos a control de legalidad por parte de la CU.

Una resolución es otro tipo de acto administrativo y consiste en una orden escrita dictada por el jefe superior de un servicio público. En el caso de la Universidad de Chile esta orden es emanada por su Rector, y tiene carácter general, obligatorio y permanente, y se refiere al ámbito de competencia del servicio. Por regla general todas las resoluciones van a toma de razón por la CGR, salvo las exentas (declaradas así por ley o por el Contralor General de la República en ejercicio de su facultad legal). Todas las resoluciones están sujetas a control de legalidad por parte de la CU.

Cada decreto o resolución, puede contener uno o varios casos relacionados con la materia autorizada (por ej. en un decreto de pago de horas extraordinarias un caso corresponde a un funcionario). Cada caso contenido en el decreto o resolución, debe ser acompañado por un mínimo de una evidencia o documento de respaldo que lo justifique. El conjunto de documentos formados por el decreto o resolución (como documento oficial) y sus evidencias o documentos de respaldo toman la forma de un expediente (es decir, colección de documentos).

El expediente es creado en las Unidades de la Universidad, y para alcanzar su objetivo de ejecutar los actos y casos contenidos en el decreto o resolución, éste debe seguir un conjunto de acciones definidas para ello. Este conjunto de acciones lleva por nombre trámite, y entre sus pasos se puede destacar: la creación del decreto o resolución, la creación del expediente, la firma de la autoridad (Jefe de Unidad o Rector), la firma de los ministros de fe, el traslado del expediente a la CU, la revisión y/o aprobación por parte de la CU, la firma del Contralor de la Universidad, el traslado del expediente a la CGR, y la toma de razón por parte de la CGR.

2.3. Descripción del proceso a apoyar

A continuación se describen brevemente las actividades que se realizan en la tramitación manual de un decreto o resolución. El flujo de trabajo de estas actividades representa el proceso general a apoyar (Fig. 2).

El proceso comienza con la voluntad de una Autoridad de alguna Unidad de la Universidad para ejecutar un hecho o solicitud común, relacionado la vida de uno o varios funcionarios de dicha Unidad. Esta información es digitada por un analista de personal (de la Unidad) en el sistema de personal denominado SISPER, donde se almacena el historial de actividades y solicitudes de cada funcionario. La información ingresada es impresa (en

papel) en un documento denominado decreto o resolución, al cual luego se le anexan las evidencias o documentos de respaldo y dan forma a un expediente.

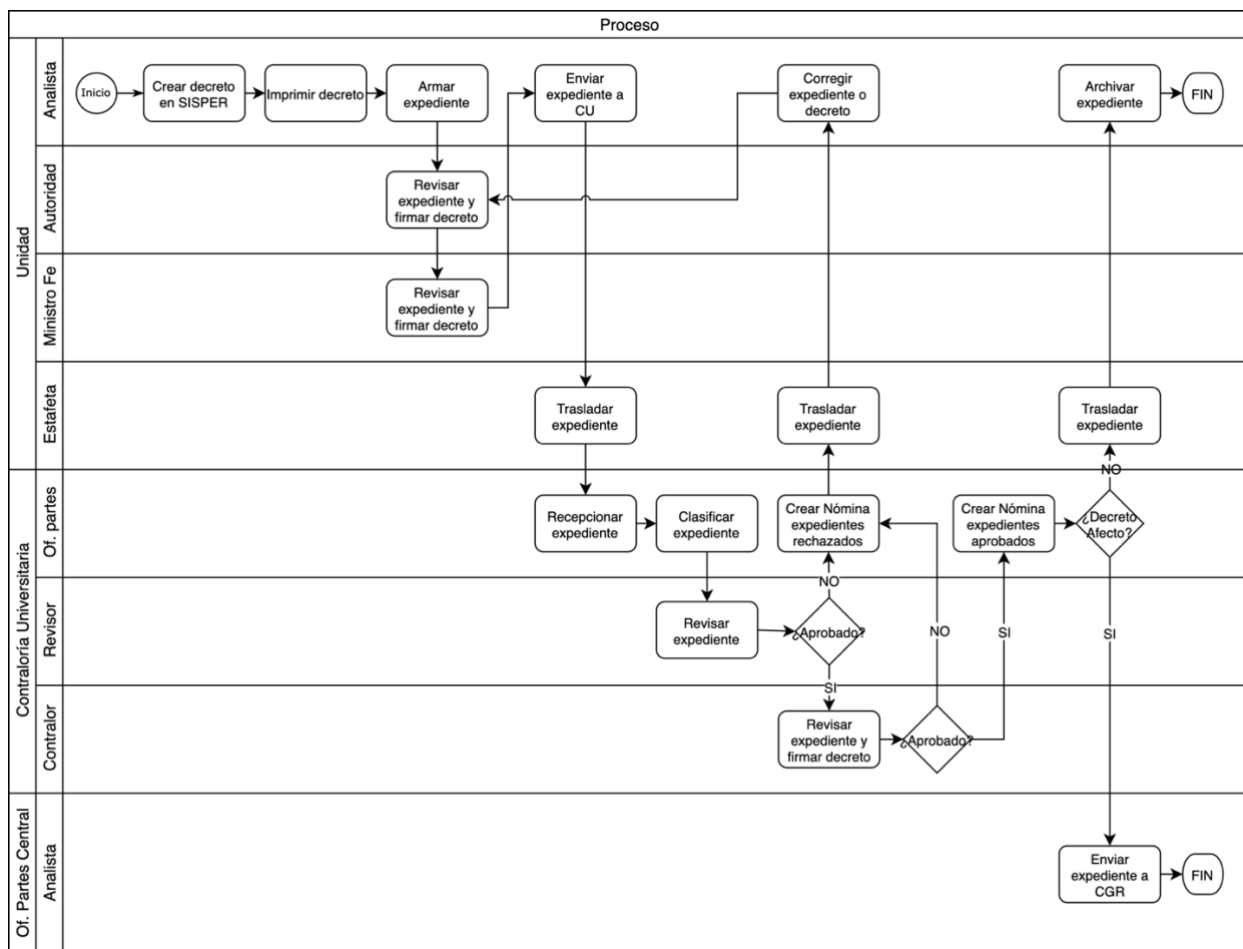


Figura 2. Proceso de tramitación de decretos y resoluciones

El expediente es luego enviado a las autoridades y ministros de fe de la Unidad para las respectivas firmas y autorizaciones. Cuando este expediente es firmado por todos los involucrados de la Unidad, regresa al analista de personal quien lo despacha a la CU. La CU recibe el expediente en una oficina de partes propia, donde además lo clasifica para asignarlo a un profesional encargado de su revisión. Luego el expediente es trasladado al profesional revisor quien determina que la información se ajusta o no al orden jurídico y legal.

Si el expediente es aprobado, entonces es trasladado a la oficina de Contralor de la Universidad. Si el expediente es rechazado, entonces es devuelto a la oficina de partes de la CU para que sea despachado a la Unidad respectiva para su reparo. Una vez atendido el reparo, el profesional revisor vuelve a revisar el expediente para determinar su aprobación. Por otro lado, el Contralor revisa nuevamente el expediente (segunda revisión), y a través de su firma da por hecho el control de legalidad. Si el Contralor tiene alguna objeción al expediente, el procesamiento de éste sigue los mismos mecanismos que un rechazo realizado por parte del profesional revisor. Los expedientes aprobados y con la respectiva firma de Contralor son trasladados a la oficina de partes central de la Universidad, para luego ser despachados a la CGR.

La CGR realiza internamente su proceso de toma de razón, y la Unidad puede ejecutar los casos y hechos descritos en el expediente. Los expedientes que fueron rechazados y devueltos a las Unidades, deben repetir las mismas actividades de autorización interna y control de legalidad por parte de la CU, antes de ser enviados a la CGR.

2.4. Sistemas de soporte al procesamiento

A continuación se indican los siguientes sistemas que están involucrados como soporte al procesamiento de un decreto o resolución.

Sistema de Personal (SISPER): Este es un sistema de personal que contiene la información de todos los funcionarios de la Universidad, y todos los hechos o solicitudes que le afecten. Este sistema está implementado como una aplicación de escritorio, que se instala en el computador del funcionario que la requiera usar.

Firma UChile: Este es un sistema centralizado de firma electrónica que permite a cualquier autoridad de la Universidad, firmar electrónicamente los documentos que le sean asignados. Este sistema cuenta con una API para su integración con otros sistemas, así como una plataforma para realizar el acto de firma.

Sistema de Expedientes: Este sistema está disponible a través de servicios que se exponen por medio de una API restful, que estandariza la creación y manejo de expedientes. Esta API tiene como objetivo apoyar la gestión de documentos electrónicos. El sistema de Firma UChile es dependiente de esta API para su correcto funcionamiento.

Repositorio Central de Archivos: Similar al caso anterior, el uso de este repositorio está permitido a través de una API encargada de centralizar el registro y obtención de archivos. Cuenta con métodos de autenticación y autorización. La API posee un espacio de almacenamiento común, y apoya el respaldo y la gestión de documentos electrónicos. La API de expedientes es dependiente de esta API.

CAS: Representa al servicio centralizado de autenticación de usuarios de la Universidad. Este sistema autentica a los usuarios a través de un nombre de usuario y clave, utilizando la información de las cuentas uchile que posee cada académico, funcionario o estudiante. Su método de operar es a través de single sign on (sso), el cual facilita el acceso a múltiples aplicaciones.

3. Concepción de la Solución

En este capítulo se detallan los principales requisitos y restricciones involucrados en el diseño e implementación de la arquitectura propuesta.

3.1. Requisitos y restricciones

En base al análisis de los problemas ya enunciados en relación con el actual proceso de trámite de un decreto o resolución, y las entrevistas realizadas a los usuarios de las Unidades y de la CU que participan en dicho proceso, se pudo determinar un conjunto de requisitos y restricciones, los cuales deben ser tenidos en cuenta en el diseño y la implementación de la arquitectura. A continuación se presentan los principales requisitos y restricciones de la solución.

Los principales requisitos asociados al sistema propuesto son los siguientes:

Crear un expediente: Los usuarios deben poder crear un expediente a través de un formulario Web, adjuntando el documento oficial (decreto o resolución) y sus evidencias o documentos de respaldo. En este mismo formulario los usuarios deben indicar el número de documento, el tipo de documento y materia a la que se relaciona el decreto o resolución. Si el decreto o resolución tiene origen en el SISPER, entonces los usuarios tienen la opción de obtener los datos básicos desde allí. Como función adicional los usuarios deben poder hacer ingreso de cualquier otro antecedente o dato (metadato) relevante para la revisión y/o aprobación.

Tramitar un expediente: Desde una bandeja de trámite, los usuarios responsables de la gestión del expediente deben poder realizar las acciones necesarias para que el expediente cumpla las etapas del proceso. Las acciones disponibles para los usuarios deben ser (al menos) las siguientes: crear un expediente, enviar a firmar un expediente (a cualquier usuario que se requiera su participación, por ej. Autoridades y Ministros de fe de la Unidad), enviar expediente a la CU, y archivar el expediente. El listado de expedientes en trámite debe mostrar (al menos) la siguiente información por cada uno de ellos: número de documento, materia, tipo de documento, estado, fecha de creación, tiempo transcurrido del trámite y firmantes seleccionados (incluido su estado de firma).

Ejecutar acciones con efecto inmediato: Para cada acción que se realice sobre un expediente, su ejecución deberá tener un efecto inmediato; por ende, los envíos, revisiones, firmas y cambios de estado son automáticos y no involucran traslados manuales.

Firmar expedientes: Los usuarios responsables de la firma de un expediente deben poseer un listado de expedientes a firmar, ordenados por fecha de creación. Estos expedientes se deben poder firmar individual o masivamente. Desde el listado de expedientes se debe mostrar (al menos) la siguiente información por cada uno de ellos: número de documento, materia, tipo de documento, estado, fecha de creación, tiempo transcurrido del trámite y firmantes seleccionados (incluido su estado de firma). Los usuarios firmantes deben poder acceder al detalle del expediente, el cual debe contener la lista de documentos adjuntos en su creación, y al presionarlo se visualiza su contenido. Junto a los documentos, el detalle también se debe poder desplegar una sección con la

información digitada, los datos adicionales y el historial de acciones que ha seguido ese expediente. Para firmar masivamente los documentos, el usuario deberá seleccionar, desde el listado, los expedientes a firmar y escoger la opción que indique “enviar a firmar”.

Clasificar expedientes en la CU: Los expedientes enviados a la CU se deben poder clasificar de dos formas. Una forma consiste en clasificación automática, y para ello los posibles responsables deben estar asociados a la materia del decreto o resolución (del expediente) a clasificar. De la lista ordenada de responsables asociados a la materia se selecciona de forma secuencial el siguiente responsable para la revisión del expediente. Cuando la lista se acaba, el índice vuelve al inicio. La otra forma de clasificación de expedientes es manual, para ello el encargado de clasificación en CU debe escoger al responsable al cual le va a asignar el expediente. El encargado de clasificación en CU también debe poder cambiar al responsable de un expediente siempre que los documentos aún no hayan sido revisados por el responsable actual.

Revisar expedientes en la CU: Los usuarios de la CU responsables de la revisión de expedientes deben tener acceso al listado de expedientes asignados a ellos a través del proceso de clasificación. Desde el listado de expedientes se debe mostrar (al menos) la siguiente información por cada uno de ellos: número de documento, materia, tipo de documento, estado, fecha de ingreso a la CU, tiempo transcurrido del trámite, firmantes participantes en la Unidad y responsables de la CU. Por cada expediente el revisor debe poder acceder a su detalle, el cual debe contener los documentos adjuntos para su visualización, la información digitada en la creación, los datos adicionales y el historial de acciones que ha seguido ese expediente. El revisor debe poder aprobar o devolver un expediente para reparo en la Unidad. Si el revisor aprueba el expediente, éste debe pasar al listado de firma del Contralor. Si el revisor devuelve el expediente para reparo en la Unidad, entonces el usuario debe ingresar el motivo de la devolución y luego el expediente debe quedar en el listado de reparo del usuario responsable del trámite en la Unidad. El revisor debe poder realizar la acción de aprobar, o devolución para reparo de la Unidad, de forma individual y masiva.

Firmar expedientes en la CU: El usuario Contralor de la CU o su respectivo subrogante deben poder acceder el listado de expedientes a firmar, ordenados por fecha de ingreso a la CU. Estos expedientes se deben poder firmar individual o masivamente. Desde el listado de expedientes se debe poder acceder a la siguiente información por cada uno ellos: número de documento, materia, tipo de documento, estado, fecha de ingreso a la CU, tiempo transcurrido del trámite, firmantes participantes de la Unidad y responsables de la CU. El usuario firmante debe poder acceder al detalle del expediente, el cual contiene los documentos adjuntos para su visualización, la información digitada en la creación, los datos adicionales y el historial de acciones que ha seguido ese expediente. Para firmar masivamente el usuario debe poder seleccionar, los expedientes a firmar y escoger la opción que indique “enviar a firmar”.

Permitir dar seguimiento a expedientes: Los usuarios de las Unidades deben tener la capacidad de realizar seguimiento de expedientes, para revisar el estado de todos aquellos que no se encuentran en su poder. Este listado debe considerar los expedientes que se encuentran en la CU. Los usuarios de la CU también deben tener acceso a dicho seguimiento, pero para revisar sólo el estado de los expedientes que ya han ingresado a la oficina de la Contraloría.

Buscar expedientes: Todos los usuarios con permisos para operar en cualquier funcionalidad del sistema de trámites en la Unidad o CU, deben poder realizar búsquedas de expedientes por estado, rango de fechas u otros índices, como por ejemplo, número de documento, materia, tipo de documento, firmante, metadatos o responsable del trámite.

Archivar expedientes: Los usuarios deben poder archivar expedientes como una forma de llevar a este estado todos aquellos expedientes que se desea sacar del trámite o almacenar como finalizado. A pesar de estar archivados, todos los expedientes deben estar disponibles para ser consultados.

Administrar usuarios: Los usuarios que participen del trámite, firma y control de legalidad de un expediente deben estar registrados. Para el registro de usuarios se deberá crear un administrador de usuarios donde se debe ingresar el nombre del usuario en el sistema (username), el nombre real del usuario, y seleccionar los permisos que el usuario tendrá para gestionar expedientes que se encuentran para ser procesados por la CU. Estos permisos apoyan la autorización de acciones del usuario en el sistema. Cuando el usuario haga ingreso al sistema, luego de la autenticación, se le debe desplegar las funcionalidades relacionadas con los permisos registrados para él.

Administrar materias: Las materias disponibles para tramitar a través de este sistema, deben estar registradas en el mismo. Para su registro se implementará un administrador de materias, que poseerá un formulario para ingresar el tipo de documento que representa el expediente, el nombre de la materia, y asociar opcionalmente los posibles revisores que tendrá en la CU. El dato de los revisores es fundamental para hacer uso de la clasificación automática de expedientes en la CU. Cada materia que se requiera sumar para su tramitación y control de legalidad electrónica, debe registrarse en este administrador.

Validar documentos: El documento oficial del expediente (decreto o resolución) deberá llevar estampado (por el servicio de firma electrónica) un código QR, y una URL que permita al portador del documento electrónico validar las autorizaciones y firmas legales de las autoridades de la Unidad y del Contralor de la CU. Mientras el expediente se encuentre en trámite, el estado de validación debe ser “en proceso”. Cuando el expediente tenga su trámite finalizado, el estado de validación deberá cambiar a “validado”.

A continuación se indican las restricciones asociadas al sistema propuesto:

Autenticación de usuarios: Para ingresar al sistema es necesario que los usuarios posean una cuenta UChile. Esta cuenta UChile es entregada regularmente a todos los académicos, funcionarios y estudiantes de la Universidad.

Autorización de usuarios: Una vez superado el método de autenticación, es necesario que los usuarios posean permisos para operar las funcionalidades de la aplicación. Estos permisos deberán ser otorgados a través del administrador de usuarios. Si los usuarios no tienen permisos para operar la aplicación, se le deberá indicar que tiene acceso denegado.

Firmantes de expedientes: Para enviar a firmar un expediente se debe indicar el o los firmantes requeridos, y para ello se debe mostrar la lista sólo de aquellos firmantes enrolados en el sistema de Firma UChile.

Firma de expediente: Para firmar un expediente el firmante debe tener un certificado de firma electrónica válido cargado en HSM de la Universidad o enrolado en la plataforma de SEGPRES (Secretaría General de la Presidencia).

Firma masiva de expedientes: Para firmar masivamente expedientes debe ser necesario que el usuario firmante acceda a lo menos una vez al detalle del expediente, como forma de asegurar que el usuario está consciente con la información que está firmando.

Registro de materias: Las materias disponibles para tramitar a través de este sistema deben estar registradas a través del administrador creado para ellas.

Clasificación automática de expedientes en CU: Para que un expediente se clasifique de forma automática, es necesario que los posibles responsables se encuentren asociados a la materia del expediente a clasificar.

Sincronización con el SISPER: Para que un expediente se pueda sincronizar con el SISPER, es necesario que al crear el expediente el decreto se encuentre con estado oficializado en el SISPER. Cuando se finaliza el trámite del expediente, éste deberá ser sincronizado hacia el SISPER cuando todos los casos del decreto no posean dependencia de otros decretos (regla impuesta por el SISPER).

3.2. Tipos de usuarios soportados

Los actores involucrados en el proceso de trámite de un expediente, y relacionados con las principales funcionalidades de la solución, son los siguientes:

Unidades:

- **Analista de Personal:** Es el responsable principal del trámite de expediente. Este actor debe poder crear expedientes, enviar a firmar expedientes, archivar expedientes, enviar expedientes a la CU y realizar seguimiento de aquellos que creó (no puede cambiar su estado, sólo el sistema puede hacerlo).
- **Autoridad Firmante:** Este usuario es el responsable de establecer la voluntad y casos redactados en el decreto o resolución. Su participación como firmante es importante porque la responsabilidad de los actos y acciones a ejecutar son de él. Este actor debe poder firmar expedientes de forma masiva e individual. De un modo similar debe poder tener acceso a todos los expedientes en los que ha participado como firmante.
- **Ministro de Fe Firmante:** Es el responsable de comprobar y validar que la Autoridad Firmante sea quien dice el expediente, y sus símbolos de firma correspondan a lo registrado en el sistema. Este actor participa con su firma para comprobar la existencia de la Autoridad Firmante. Dicho actor debe poder firmar

expedientes de forma masiva e individual. De un modo similar debe poder tener acceso a todos los expedientes en los que ha participado como firmante. Se espera que en un futuro este actor ya no participe porque el enrolamiento y certificado de firma electrónica sería suficiente para comprobar y validar la existencia de la Autoridad Firmante.

Contraloría:

- **Clasificador:** Responsable encargado de clasificar los expedientes que ingresan a la CU, para que estos posean un revisor asignado. Este actor debe poder clasificar expedientes, modificar revisor y hacer seguimiento a los expedientes que han ingresado a la CU.
- **Revisor:** Es el responsable de la primera línea de revisión legal al interior de la CU. Este actor debe poder revisar expedientes, aprobarlos y devolverlos, y además hacer seguimiento a los expedientes que han ingresado a la CU.
- **Contralor:** Es el responsable del control de legalidad del expediente. Su aprobación y firma es relevante para asegurar la ejecución de los actos contenidos en el decreto o resolución. Este actor debe poder firmar expedientes de forma masiva e individual. De un modo similar debe poder tener acceso a todos los expedientes en los que ha participado como firmante. Además, debe poder acceder a los servicios de seguimiento de expedientes que han ingresado a la CU.

3.3. Arquitectura propuesta

Para describir gráficamente la arquitectura diseñada se utiliza el Modelo C4 propuesto por Brown [5]. Este modelo de comunicación busca describir un sistema por medio de cuatro diagramas, cada uno a distinto nivel de abstracción:

- Nivel 1 - Diagrama de contexto: Éste busca describir a grosso modo el contexto dónde se encuentra el sistema.
- Nivel 2 - Diagrama contenedor: Éste presenta un acercamiento al sistema, para mostrar los grandes bloques o contenedores que lo constituyen.
- Nivel 3 - Diagrama de componentes: Éste tiene por objetivo mostrar los componentes de cada contenedor, y cómo estos se relacionan entre ellos.
- Nivel 4 - Diagrama de clases: En este nivel se hace uso de los diagramas de clases de UML para explicar cómo cada componente es implementado en términos de software.

Dado que la propuesta de este documento de tesis es presentar una arquitectura, sólo se describirán los tres primeros niveles de abstracción.

3.3.1. Nivel 1 - Diagrama de Contexto

El siguiente diagrama (Fig. 3) muestra el sistema de software construido, y cómo éste encaja en el ecosistema, considerando las personas que lo utilizan y los otros sistemas de software con los que interactúa.

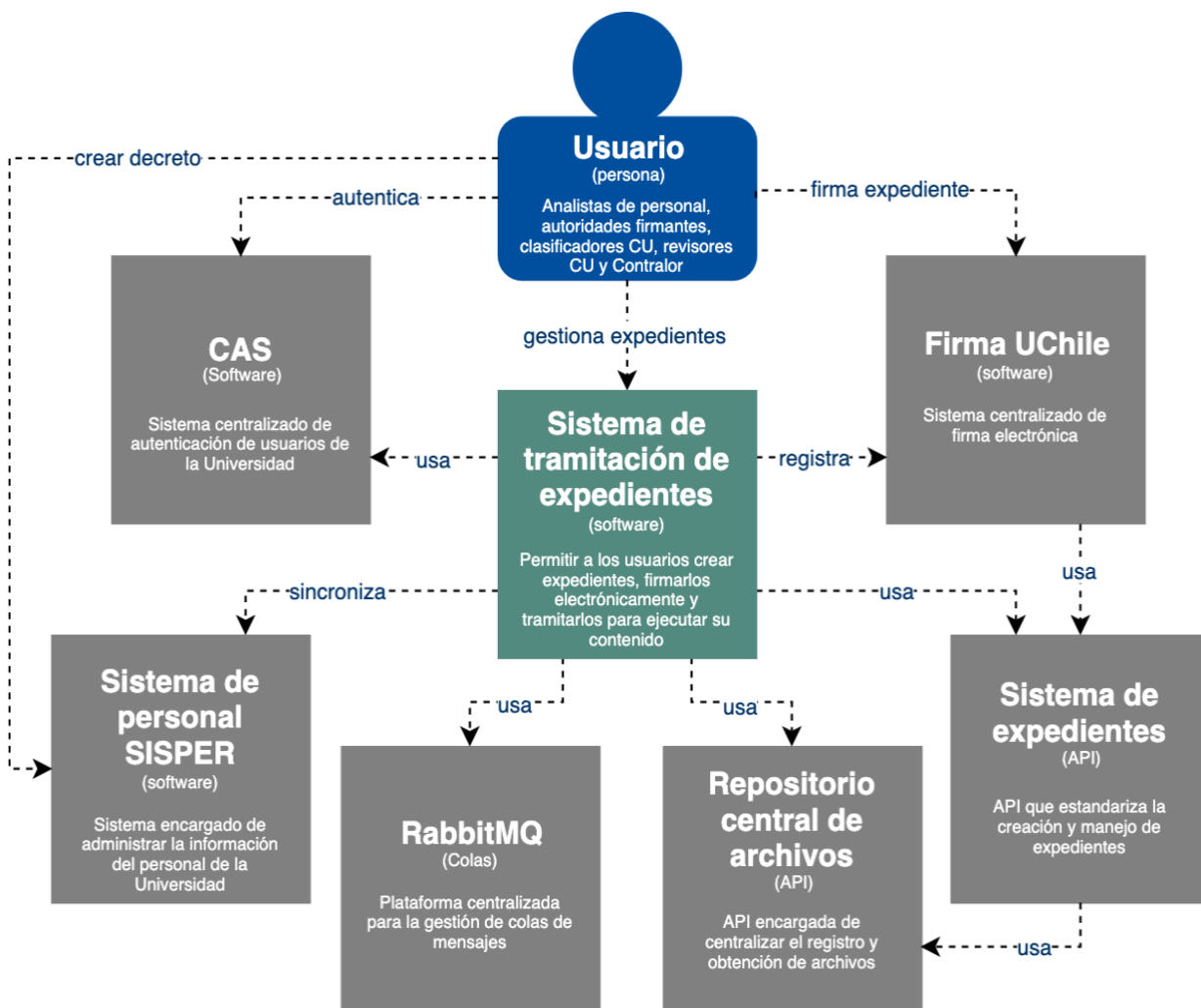


Figura 3. Diagrama de contexto de la solución

Los usuarios utilizan el sistema para tramitar completamente los expedientes de decretos y resoluciones de manera electrónica, reduciendo los riesgos asociados al almacenaje y traslado de documentos físicos. Por su parte el sistema interactúa con el Sistema Centralizado de Autenticación de Usuarios (CAS), para que las personas se autenticuen y así poder ingresar. El sistema interactúa con el Repositorio Central de Archivos (RCA) para la carga de documentos, el cual busca dar solución al almacenaje de archivos durante el proceso.

Por otra parte, este proceso hace uso de Firma Electrónica. A través de Firma UChile es posible apoyar la gestión completa de modo electrónico, dado que los usuarios pueden revisar y firmar electrónicamente los documentos. La relación con Firma UChile restringe al sistema a depender de lo que establece la "API expedientes", creada para su uso por parte de terceros. Independiente de esta dependencia, la API expediente proporciona las

bondades de formato y estandarización buscada en los objetivos del proyecto; característica que resulta relevante al proyectar esta solución como base para soportar distintas interacciones entre las unidades de la Universidad y la CU.

El sistema interactúa con la plataforma centralizada a través del uso de colas de mensajes, que permiten apoyar la ejecución de tareas asíncronas. Finalmente, el sistema también interactúa con el Sistema de Personal (SISPER) para sincronizar el estado de revisión de los expedientes cuyo decreto adjunto haya sido creado allí.

3.3.2. Nivel 2 - Diagrama Contenedor

El siguiente diagrama (Fig. 4) amplía la descripción del sistema de software y muestra los contenedores (aplicaciones, almacenamiento de datos, servicios, etc.) que lo componen. Particularmente, el sistema de tramitación de expedientes consta de 5 contenedores: (1) un contenedor aplicación de tramitación de expedientes, (2) un contenedor de administradores, (3) un contenedor de APIs para abstraer técnicamente la capa de base de datos, (4) un contenedor de tareas programadas y (5) un contenedor de base de datos.

La existencia del contenedor de administradores permite registrar y gestionar a los usuarios que están autorizados para el uso u operación del sistema. Dicho contenedor también permite gestionar las materias a resolver y sus revisores en CU. La administración de materias y revisores apoya directamente al proceso de clasificación de expedientes en CU.

Por su parte, el contenedor del sistema de tramitación de expedientes posee todas las aplicaciones que los usuarios necesitan para gestionar y controlar legalmente los expedientes de forma electrónica. El contenedor de APIs permite comunicar con la base de datos, a todos los contenedores que requieran la información del proceso y sus documentos. El componente de APIs apoya la integración de otras plataformas que requieran gestionar expedientes de decretos o resoluciones, así como apoya el seguimiento de los expedientes desde otras integraciones. El contenedor de tareas programadas administra todas aquellas tareas que se ejecutan asíncronamente para apoyar aquellos trabajos que, por su propósito o tiempo de respuesta, no pueden ser realizados en línea.

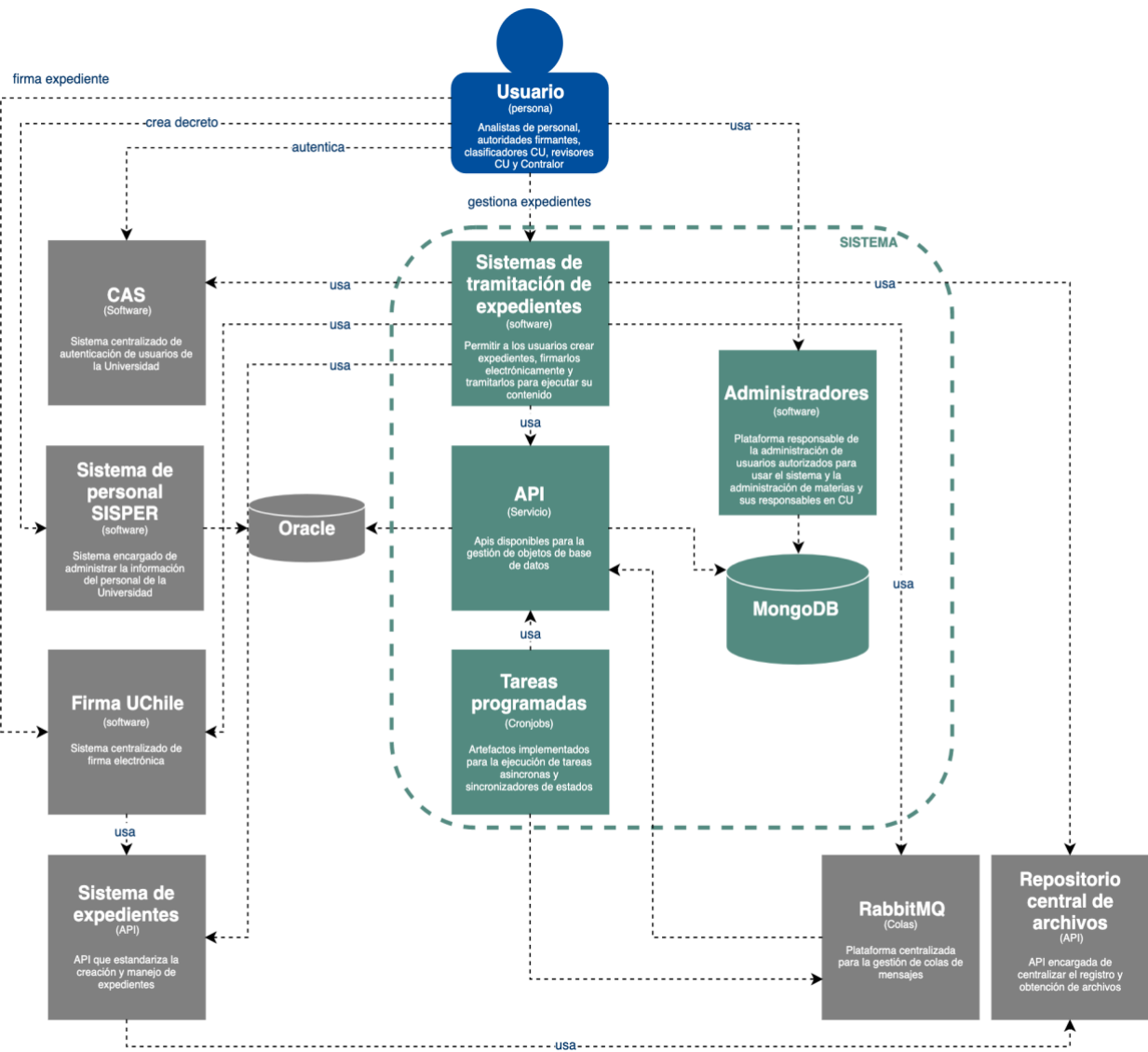


Figura 4. Diagrama Contenedor

3.3.3. Nivel 3 – Diagrama de Componentes

La figura 5 muestra los componentes del sistema y varias de las decisiones arquitectónicas de la solución propuesta. Siguiendo el principio de responsabilidad única, la aplicación de tramitación de expedientes se desglosa en un tramitador de expedientes para las unidades y en un sistema de control de legalidad de expedientes para la CU. De esta manera, es posible segmentar el usuario objetivo de la aplicación, y mitigar los riesgos de que un cambio solicitado por un tipo de usuario, impacte en las funciones de otro tipo de usuario en el sistema.

Siguiendo una arquitectura de capas y el principio de segregación de interfaz, el contenedor de API (mostrado en la Fig. 4) se desglosa en dos componentes: la API documentos y la API SISPER. Ambas APIs permiten abstraer la comunicación de las aplicaciones con la base de datos. La API de documentos se encarga de transmitir el modelo responsable de la gestión electrónica de expedientes. La API SISPER se encarga

de recuperar un decreto desde el SISPER, y sincronizar su estado de aprobación según la CU.

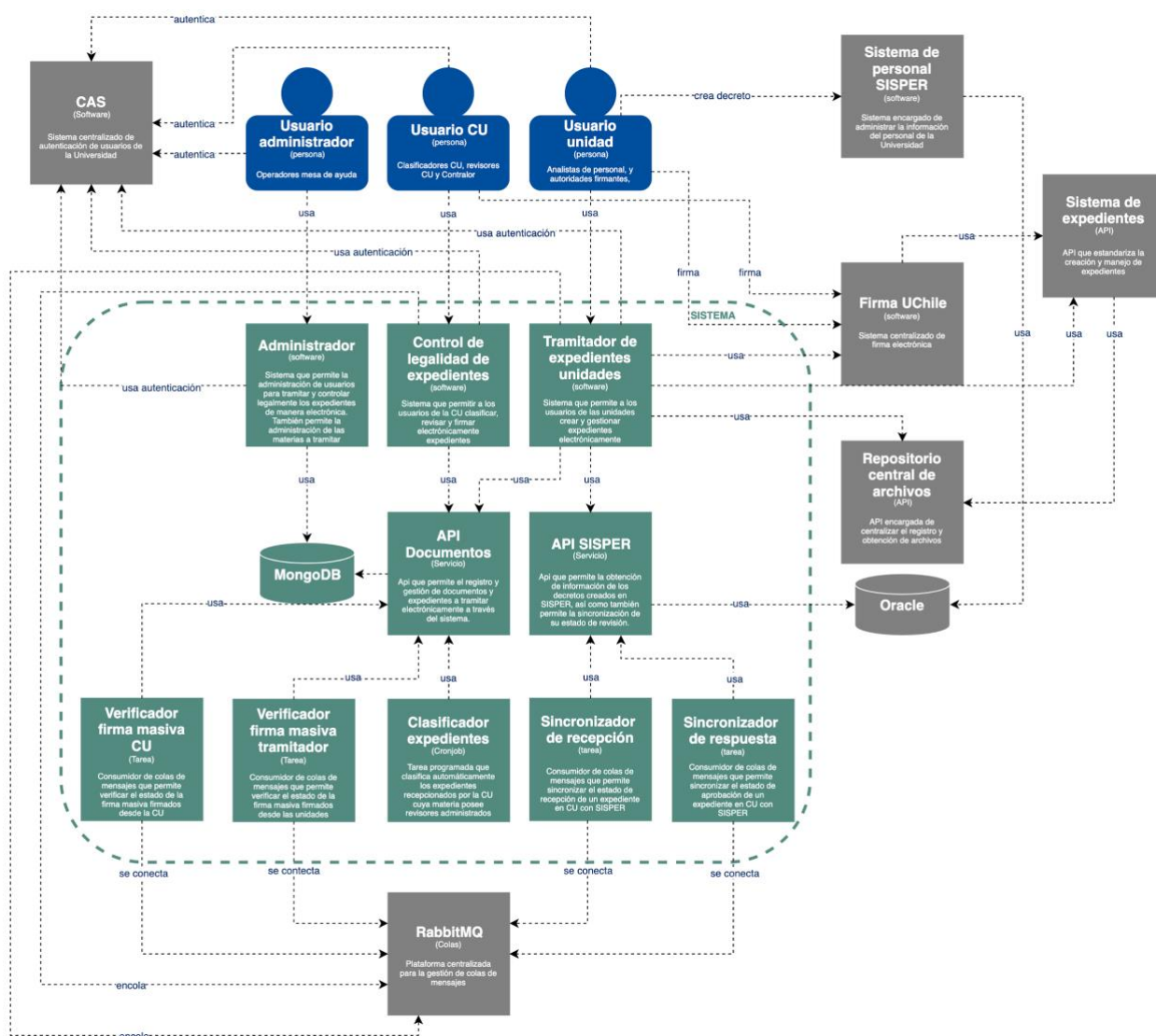


Figura 5. Diagrama de Componentes

Teniendo en cuenta el principio de bajo acoplamiento y responsabilidad única de los módulos, el contenedor de tareas programadas se descompone en 5 componentes (Fig. 5): (1) el verificador de firma masiva CU, (2) el verificador de firma masiva tramitador, (3) el clasificador CU de expedientes, (4) el sincronizador de recepción, y (5) el sintonizador de respuesta.

El verificador de firma masiva CU se encarga de verificar que el proceso de firma masiva realizado en la CU haya concluido, y además actualiza el estado de control de legalidad del expediente (esto puede gatillar el mecanismo de sincronización de estados en el SISPER). El verificador de firma masiva tramitador se encarga de verificar que el proceso de firma masiva realizado en la unidad haya concluido, y además actualiza el estado de firma del expediente. El clasificador de expedientes se encarga de seleccionar automáticamente un revisor para el expediente que ingresa a la CU, permitiendo acelerar este proceso. La sincronización de recepción se encarga de indicar en el SISPER (en caso de que el decreto

provenza desde el SISPER) que el expediente ha sido recibido en la CU. El sincronizador de respuesta se encarga de indicar en el SISPER (en caso de que el decreto provenga desde el SISPER) que el expediente ha sido aprobado o enviado a reparo por la CU.

3.4. Modelo de datos

Las entidades y sus relaciones definidas para soportar el proceso de trámite de un expediente son las señaladas en la siguiente figura.

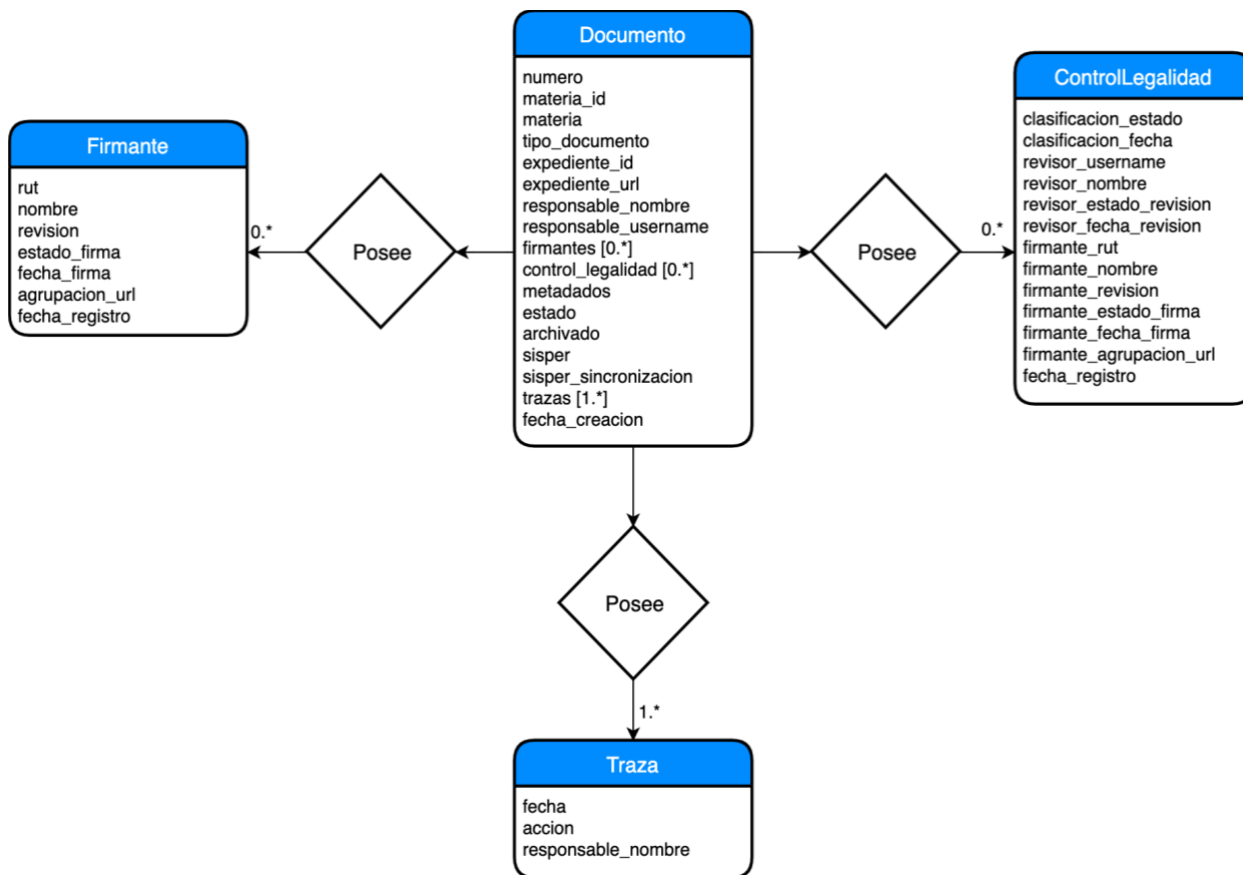


Figura 6. Modelo de Datos

La entidad principal es el “Documento”, el cual contiene la información necesaria para su gestión. Entre sus atributos se destaca la materia, el tipo de documento, el expediente relacionado, el responsable, los firmantes asociados, los controles de legalidad afectos y la trazabilidad de sus pasos para permitir un seguimiento más preciso. Un documento puede tener cero o muchos firmantes asignados. La entidad “Firmante” contiene la información requerida para la participación de este actor, como por ejemplo su rut, su nombre, el estado de revisión, y el estado de firma, entre otros. Un documento también puede tener cero o muchos controles de legalidad. La entidad “ControlLegalidad” contiene la información requerida para su gestión como los datos de clasificación, los datos de revisión y los datos de su firma. Finalmente, un documento puede tener una o muchas trazas. La entidad “Traza” representa y contiene todas las acciones afectas al documento, comenzando desde su creación.

3.5. Principios tecnológicos

A continuación se indican las tecnologías escogidas para implementar la arquitectura propuesta. Las aplicaciones que se construyan sobre esta arquitectura heredarán estas tecnologías, y por lo tanto las utilizarán como parte de sus soluciones.

APIs: Proporcionan una capa de abstracción de la base de datos. De este modo, a partir de su creación se controlan el conjunto de definiciones y protocolos con que las aplicaciones deben gestionar los datos. Las APIs construidas en este proyecto de tesis siguen el protocolo REST, que facilita el manejo de peticiones a través de HTTP.

Frontend: La capa de front-end proporciona las interfaces de usuario del sistema. A partir de estas interfaces, los usuarios podrán interactuar con el sistema y gestionar completamente el trámite de expedientes. Estas interfaces utilizan las APIs REST para registrar y acceder a la información de la base de datos.

Tareas Programadas: Las tareas programadas permiten realizar trabajos específicos, que realizan acciones de forma asíncrona o paralela al funcionamiento lineal del sistema. Para efectos de este proyecto de tesis se han implementados 2 tipos de tareas programadas: los cronjobs y los consumidores de colas. Los cronjobs se ejecutan bajo una frecuencia definida y se usan para resolver una situación particular. Los consumidores de colas de mensajes viven conectados a una cola, con el fin de procesar en cualquier momento los mensajes recibidos.

Microservicios: Los microservicios responden a la forma de independencia en que se despliega y pone en funcionamiento un componente del proyecto. Cada componente implementado en el proyecto se pone en funcionamiento dentro de un docker (contenedor), el cual posee las características necesarias para que el componente opere de la mejor forma. Cada contenedor docker posee un componente, y por ende, las configuraciones requeridas para el funcionamiento de ese componente no afecta a las configuraciones requeridas para el funcionamiento de los otros. El uso de microservicios beneficia la separación de responsabilidades entre los componentes implementados.

4. Aplicación Web para el procesamiento de expedientes AUC

En este capítulo se presenta la aplicación Web desarrollada, considerando la arquitectura propuesta, que sistematiza el procesamiento de expedientes asociados a la Asignación Universitaria Complementaria (AUC). Esta aplicación representa un sistema piloto con el que se busca mostrar la utilidad de la arquitectura. A continuación se detallan brevemente las tecnologías escogidas para la implementación de la aplicación, las cuales están alineadas con lo definido para la implementación de la arquitectura, y se presentan las principales interfaces y funcionalidad de la aplicación Web.

4.1. Tecnologías escogidas para la implementación de la aplicación

Las tecnologías escogidas para la implementación de la aplicación Web son las siguientes:

Python: Lenguaje de programación con el que se ha escrito aproximadamente el 90% del código fuente de la implementación. Este lenguaje fue escogido por ser sumamente flexible y fácil de usar. Su tipado dinámico lo hace un lenguaje con varias ventajas para construir prototipos o artefactos que requieran de una rápida validación con usuarios.

Jinja: Jinja es un motor de plantillas Web para el lenguaje de programación Python. Tecnología escogida por ser el complemento ideal para la construcción del front-end en desarrollo con Python.

Flask: Micro Framework escrito en Python y concebido para facilitar el desarrollo de aplicaciones Web bajo el patrón MVC. Tecnología escogida por ser el complemento sencillo y minimalista para construir aplicaciones sencillas utilizando patrones de diseño.

Flask-Admin: En un mundo de microservicios y API, Flask-Admin resuelve el problema de construir una interfaz de administración sobre un modelo de datos existente. Tecnología escogida porque con poco esfuerzo, permite administrar los datos de un modelo a través de una interfaz fácil de usar.

MongoDB: Es una base de datos NoSql orientada a documentos. En lugar de guardar registros esta base de datos guarda una representación binaria de JSON. La elección de esta tecnología tiene relación con que el crecimiento del software era muy indeterminado inicialmente y se requería la flexibilidad de modificar las estructuras con bastante frecuencia.

RabbitMQ: Este es un software de encolado de mensajes, también conocido como gestor de colas. Este software es escogido por la necesidad de apoyar la ejecución de tareas asíncronas, y otras tareas de sincronización con sistemas externos donde su tiempo de proceso es lento.

Docker: Docker es un proyecto de código abierto que automatiza el despliegue de aplicaciones dentro de contenedores de software. La elección de esta tecnología tiene relación con la independencia diseñada en la arquitectura para cada artefacto y componente de software. Cada componente toma el comportamiento de un microservicio, para poder funcionar bajo un ambiente preparado específicamente para él.

Otros motivos por los cuales fueron escogidas estas tecnologías son los siguientes:

- Son tecnologías de vanguardia.
- El desarrollador las conoce y las usa habitualmente.
- Son compatibles con la infraestructura del DSTI.
- En el DSTI el personal conoce estas tecnologías por lo que a futuro no había mayores limitantes para extender los sistemas.

4.2. Principales interfaces de la aplicación

Siguiendo las tareas del proceso de tramitación de expedientes, se presentan las principales interfaces Web del sistema. Para ilustrar esta presentación se utiliza como ejemplo el Decreto Exento de AUC con número 201920027281. Particularmente, para iniciar el trámite, la interfaz *Nuevo Expediente* de la plataforma Tramitación Electrónica, provee un formulario para crear un nuevo expediente (Fig. 7). En este formulario se debe cargar obligatoriamente el *Documento Oficial*, o sea un decreto o una resolución. Desde la sección de *Anexos* es posible cargar opcionalmente todos los documentos de respaldo necesarios para el trámite. Además, el formulario requiere obligatoriamente digitar el *número* del documento oficial, seleccionar el *tipo de documento* y seleccionar la *materia*. Con el botón SISPER es posible consultar y obtener la información del decreto registrada en el SISPER. Desde la sección *Otros Datos* es posible digitar opcionalmente una clave, y también los valores de los atributos del trámite, o cualquier antecedente que el usuario estime conveniente registrar en el expediente.

The screenshot displays the 'Nuevo Expediente' interface. It features a sidebar with 'Trámites', 'Archivados', and 'Seguimiento CU'. The main form includes:

- Documento Oficial:** A field to select a PDF document, with a file named 'Documento Oficial.pdf' shown.
- Anexos:** A field to select additional PDF documents, with a file named 'Anexos.pdf' shown.
- Documento cargado desde SISPER:** A search field containing '201920027281' and a 'SISPER' button.
- Decreto Exento:** A dropdown menu with 'ASIGNACION UNIVERSITARIA COMPLEMENTARIA' selected.
- Otros Datos:** A table with the following data:

Procedencia	Universidad de Chile	-
Fecha Ingreso	15 de Mayo de 2019	-
Año	2019	-
Número	0027274	-
monto_1	\$45.365	-
nombre_1	Cesar Aguilera	-
periodo_1	1 de Enero de 2018 al 30 de Noviembre de 2018	-
rut_1	15.219.036.0-0	-
Nombre	Valor	+

At the bottom, there are 'Guardar' and 'Cancelar' buttons.

Figura 7. Interfaz de Creación de un Nuevo Expediente

Una vez creado el expediente, éste queda disponible en la interfaz de Mis Expedientes a Tramitar (Fig. 8), la cual lista todos los expedientes creados por el usuario analista logueado, y entrega las funciones necesarias para gestionar el trámite de los expedientes. El listado muestra todos los expedientes filtrados por su estado (inicialmente todos corresponden al estado “Creado”).

Por cada expediente se muestra su número, tipo de documento, nombre de materia, estado, fecha de creación, firmantes (si los tuviera), y una bandera que indica si el expediente proviene del SISPER o no. Además, la interfaz permite realizar búsquedas de expedientes por distintos criterios. Desde la barra de búsqueda es posible buscar expedientes por número, nombre de materia, tipo de documento, firmante o algún otro dato adicional ingresado en su creación. Desde el rango de fechas es posible filtrar expedientes por su fecha de creación, según el rango ingresado.

Por otra parte, desde la sección de acciones se puede gatillar una acción particular sobre un grupo masivo de expedientes previamente seleccionados desde la bandeja de trámites. Cada estado posee una lista de acciones distintas. El estado Creado gatilla las acciones de Enviar a Firmar y Archivar. El estado Rechazado gatilla la acción de Archivar. El estado Por Firmar no gatilla acciones porque sólo permite visualizar el estado de firma de las autoridades. El estado Firmado gatilla las acciones de Enviar a Firmar (para enviar a otro firmante), Enviar a la CU y Archivar. El estado Para Reparación gatilla la acción de Archivar. Estas acciones también son ejecutables desde el detalle de un expediente.

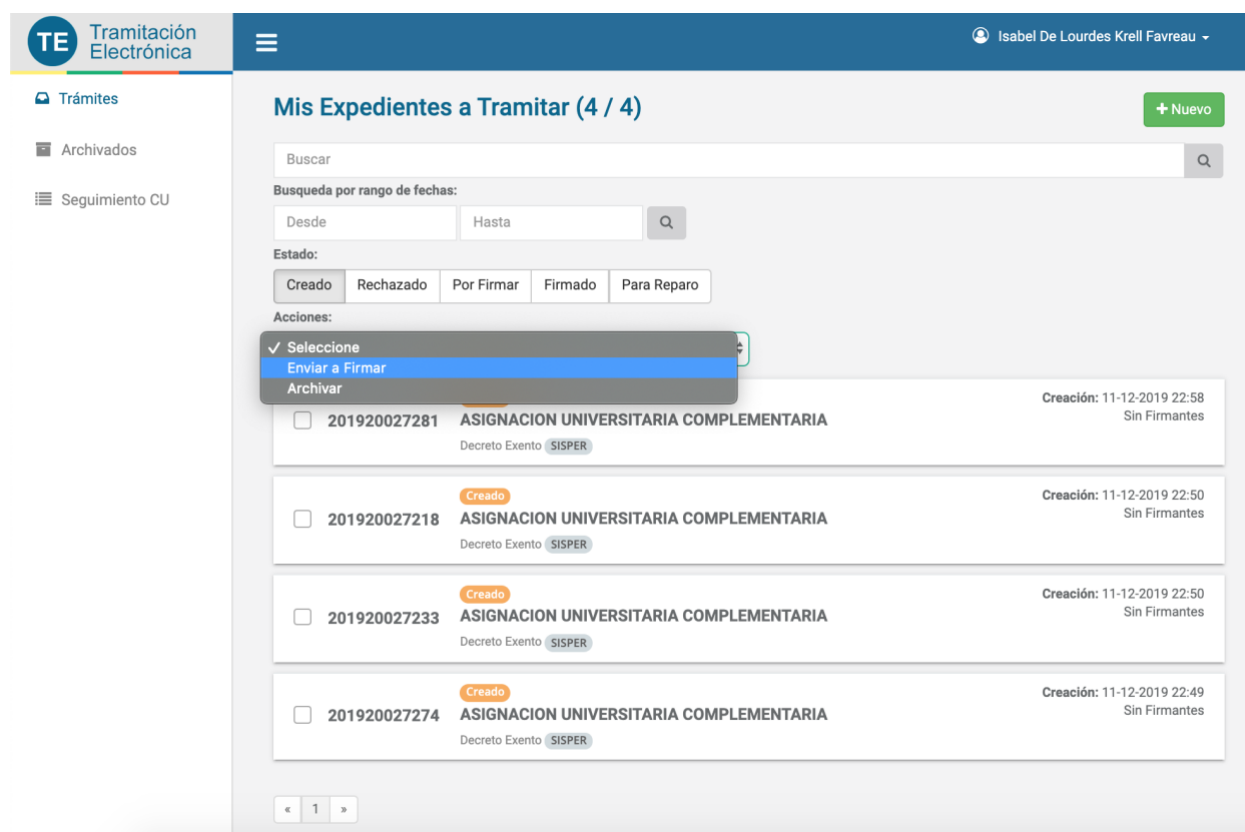


Figura 8. Mis Expedientes a Tramitar

Desde el listado de expedientes, al hacer click sobre el nombre de la materia de un expediente, el sistema accede al *Detalle del Expediente* (Fig. 9). El detalle despliega varias secciones a través de las cuales se organiza la información. La sección de *Archivos* lista todos los documentos cargados en la creación expediente. Cada documento es un link para previsualizar su contenido en la sección de *Vista Rápida* (por defecto se despliega el documento oficial). La sección de *Información* despliega el *número del documento*, el *tipo de documento*, el *nombre de la materia*, la *fecha de creación*, el *estado* y los *firmantes* asociados a él (sólo si los hubiera). La sección de *Otros Datos* despliega todos los datos adicionales registrados en la creación de expediente. La sección de *Historial* despliega todas las acciones que han afectado al expediente, y el responsable de cada acción. Finalmente, y de acuerdo al estado del expediente, se despliegan los botones relacionados con las acciones que puede realizar el usuario en ese momento.

Figura 9. Detalle del Expediente

Para que el analista envíe a firmar un expediente, es necesario que gatille la acción *Enviar a Firmar*. Esta acción se puede gatillar desde el listado de expedientes (para ejecuciones masivas) y desde el detalle del expediente (Fig. 9). Al ejecutar la acción de *Enviar a Firmar*, el sistema solicita al usuario seleccionar el o los firmantes que deben participar del proceso de firma en la Unidad (Fig. 10). La siguiente figura representa un ejemplo de envío a firma desde el detalle del expediente.

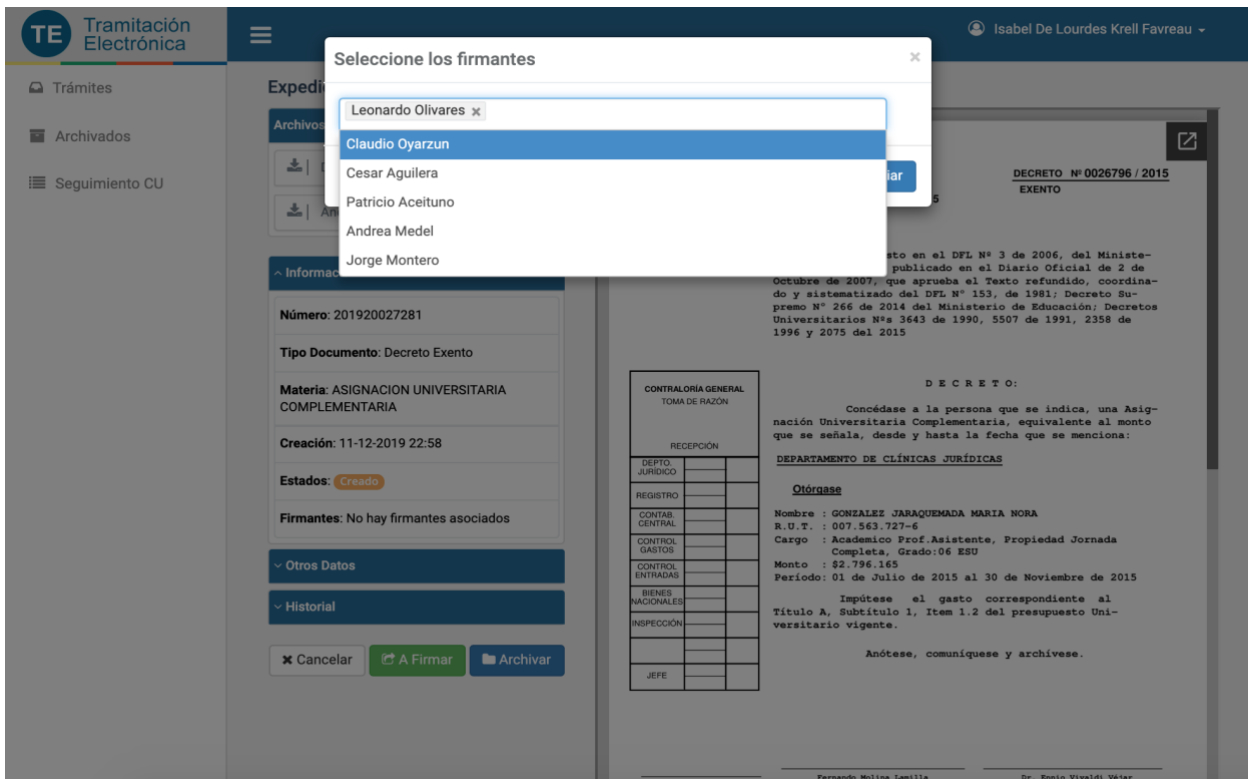


Figura 10. Envío de Expedientes para la Firma

Una vez enviado a firmar el expediente, la interfaz *Mis Expedientes a Tramitar* muestra el expediente en el listado filtrado por el estado *Por Firmar* (Fig. 11). El elemento nuevo que comienza a aparecer desde este estado es el firmante seleccionado. Si el ícono del firmante se encuentra en blanco, significa que aún no ha sido firmado. Si el ícono del firmante se encuentra en negro significa que éste ya firmó. Al pasar el mouse sobre el ícono del firmante se despliega su nombre.

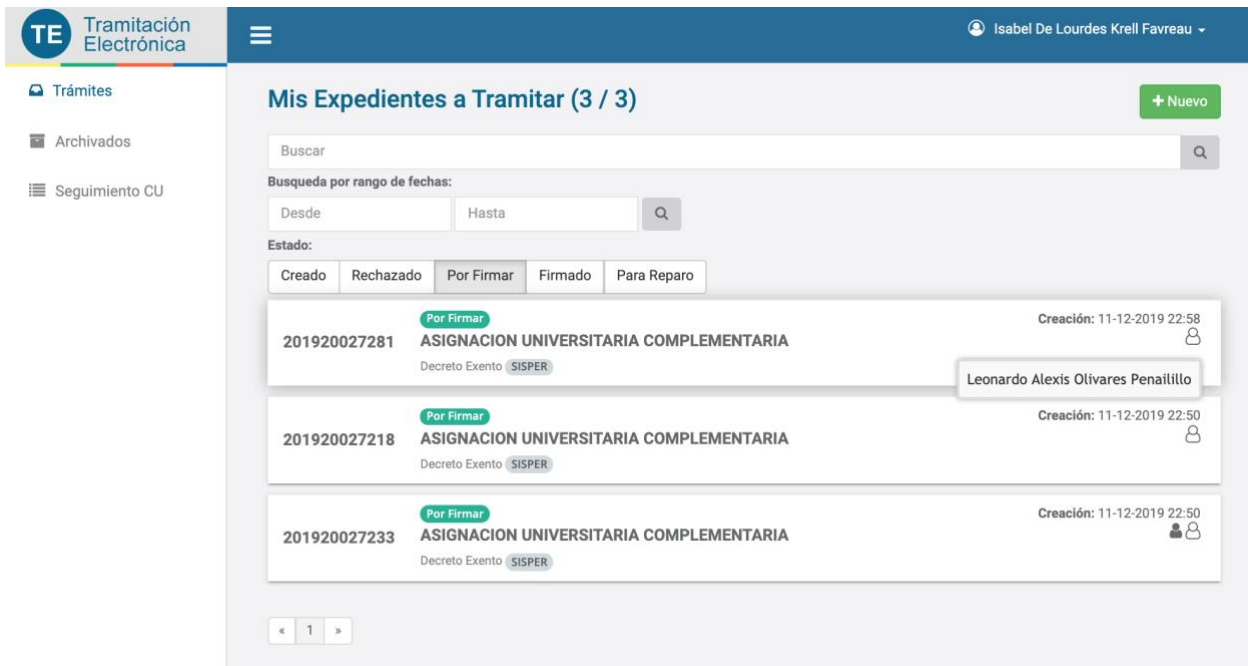


Figura 11. Expedientes Por Firmar

Desde la interfaz *Firma Expediente* (Fig. 12), la autoridad firmante puede acceder a todos aquellos expedientes donde se encuentra seleccionado (es decir, autorizado) para firmar. Los expedientes se despliegan filtrados por su estado (inicialmente todos corresponden al estado *Por Firmar*). El otro estado por el cual es posible filtrar la lista es *Firmado*. Esta interfaz mantiene los mismos mecanismos de búsqueda y acciones que la interfaz de *Mis Expedientes a Tramitar*. El estado *Por Firmar* gatilla las acciones de *Firmar* y *Rechazar*. El estado *Firmado* no gatilla acciones más bien sólo permite mantener en línea los expedientes firmados por el usuario logueado.

Por cada expediente se muestra su *número*, *tipo de documento*, *nombre de materia*, *estado*, *fecha de creación*, *firmantes* (si los tuviera), una *bandera* que indica si el expediente proviene del SISPER y una bandera que indica si el expediente ya ha sido revisado por el firmante. Como se indicó antes, al hacer click sobre el nombre de la materia se accede al detalle del expediente.

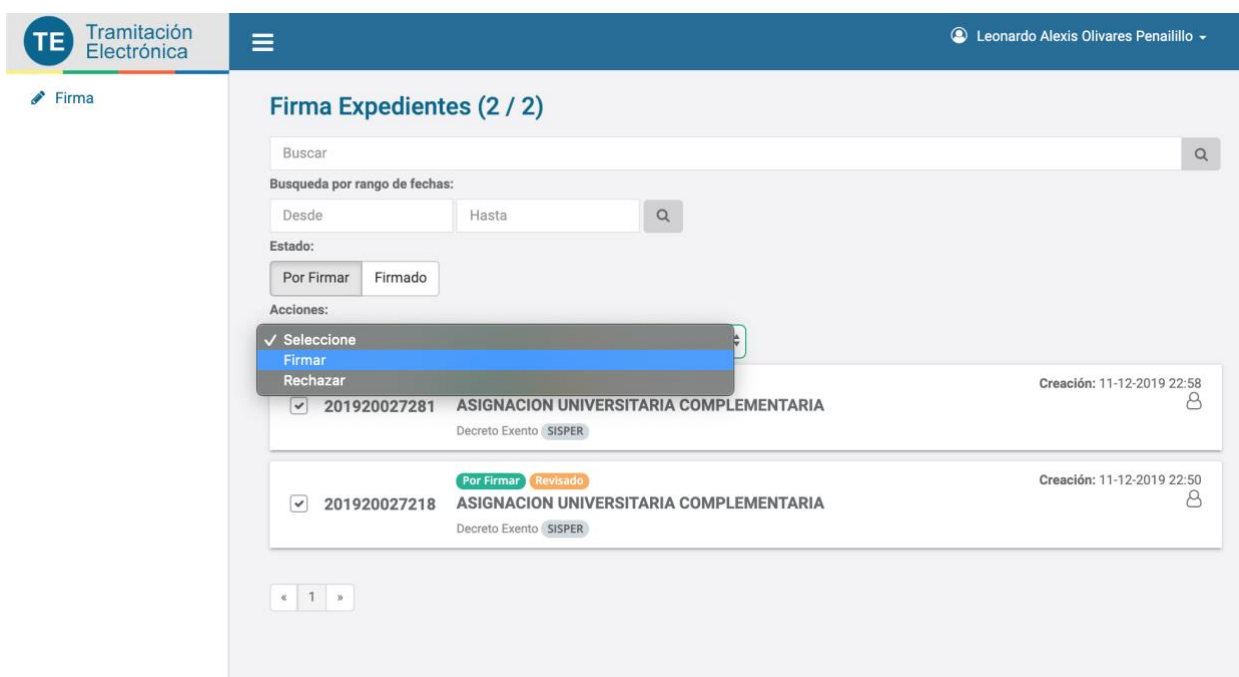


Figura 12. Firma de Expedientes

Cuando la autoridad firmante gatilla la acción de *Firmar* (Fig. 12), ya sea desde el detalle del expediente o desde el listado de expedientes por firmar (Firma Expedientes), el sistema deriva al usuario a la plataforma de *Firma UChile*. En Firma UChile el firmante puede visualizar el o los documentos oficiales que está firmando. La interfaz de *Firma UChile* provee el botón firmar para realizar esta acción, y además provee el botón volver para regresar al listado de expedientes *Por Firmar* (Fig. 13).

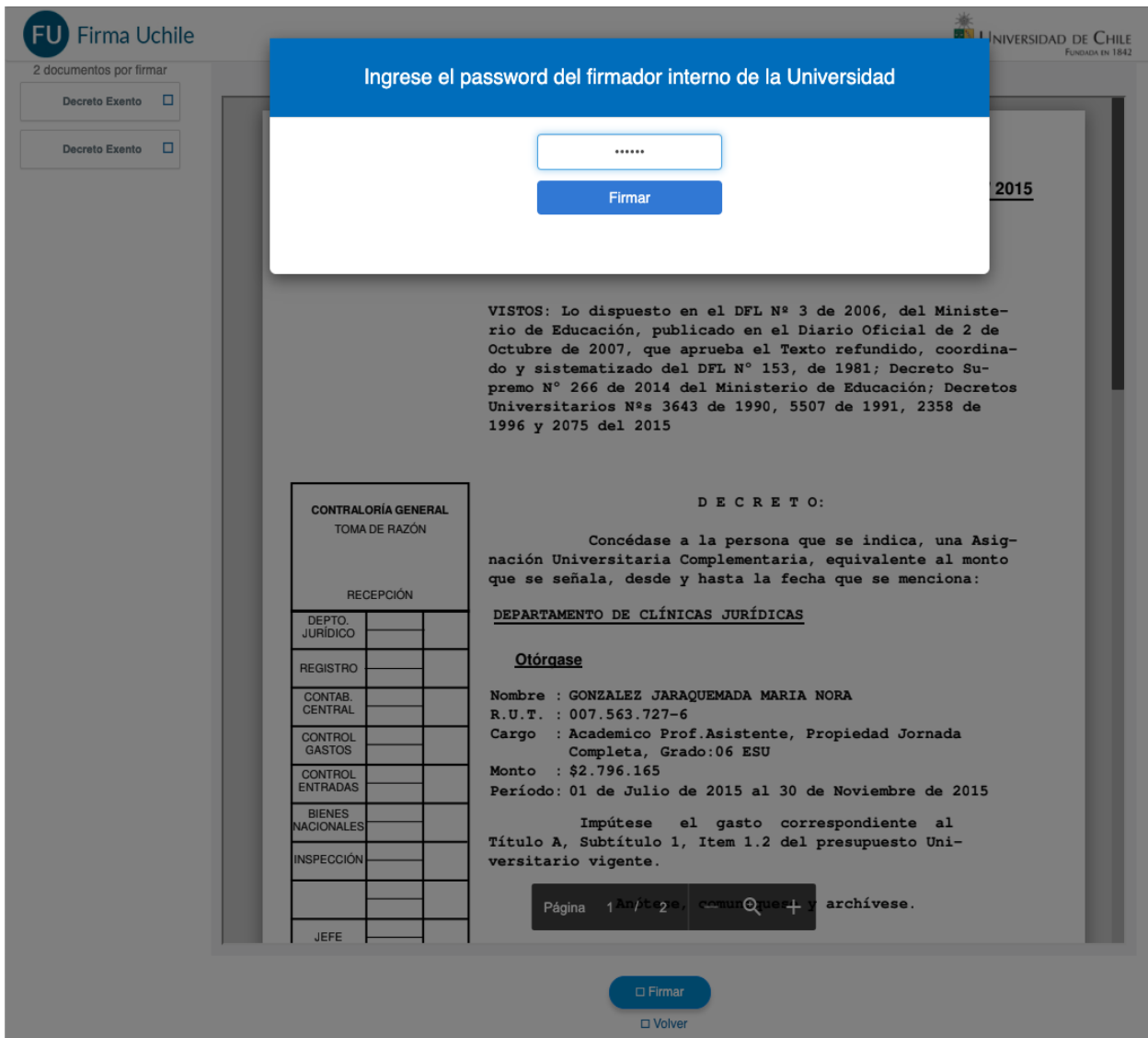


Figura 13. Interfaz de Firma UChile

Cuando el expediente se encuentra firmado por la o las autoridades pertinentes, entonces el usuario analista dispone del expediente en la interfaz *Mis Expedientes a Tramitar* filtrada por estado *Firmado*. Desde esta vista filtrada por estado *Firmado*, el analista dispone de la acción (desde el listado y desde el detalle) para *Enviar el Expediente a la CU* (Fig. 14).

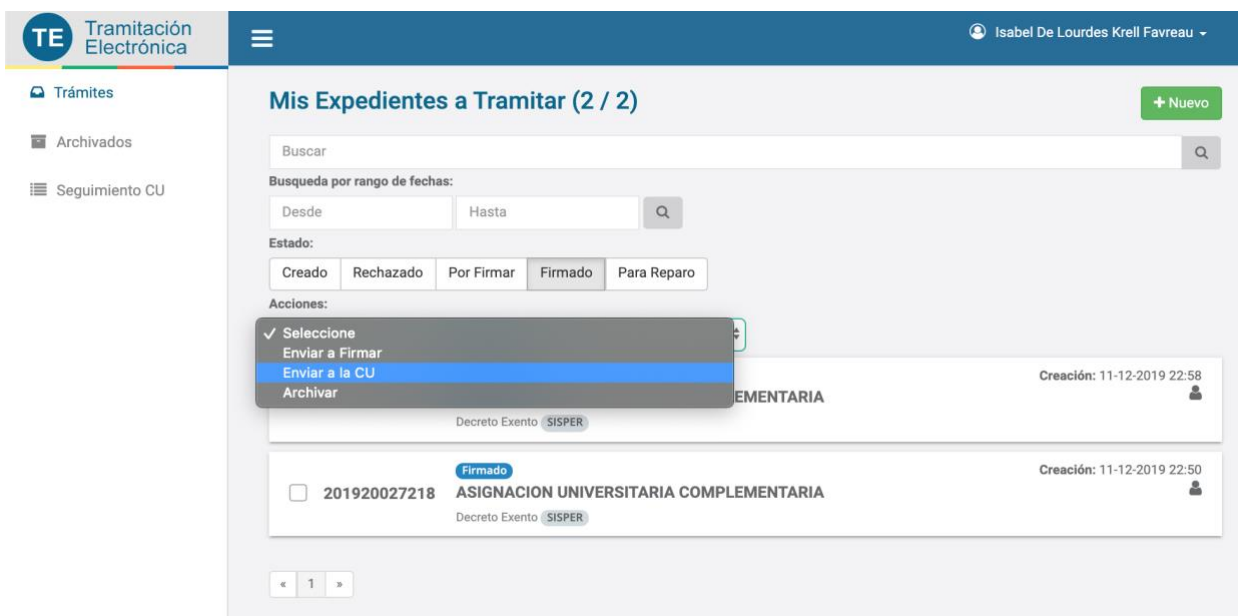


Figura 14. Enviar el Expediente a la CU

Una vez que el expediente ha sido enviado a la Contraloría Universitaria, el usuario con el perfil *Clasificador CU* puede clasificar y asignar (o reasignar) los expedientes para un revisor de la CU desde una interfaz llamada *Expedientes a Clasificar* de la plataforma CU (Fig. 15). Esta interfaz despliega el listado de expedientes enviados a la CU filtrados por su estado (inicialmente todos corresponden al estado *Clasificación CU*).

El estado *Clasificación CU* despliega todos los expedientes que han llegado a la CU y no poseen una clasificación. El estado *Revisión CU* despliega todos los expedientes que han llegado a la CU y ya poseen una clasificación. Por cada expediente se muestra su *número*, *tipo de documento*, *nombre de materia*, *estado*, *fecha de ingreso a la CU*, *tiempo transcurrido* (desde la fecha de ingreso a la CU), *firmantes* (si los tuviera) y una *bandera* que indica si el expediente proviene del SISPER.

Esta interfaz mantiene los mismos mecanismos de búsqueda y acciones que la interfaz de *Mis Expedientes a Tramitar* de la plataforma de Tramitación Electrónica. Los estados *Clasificación CU* y *Revisión CU* gatillan la acción de *Asignar Responsable*. La clasificación es posible realizarla tanto desde el detalle del expediente, así como desde el listado para acciones masivas.

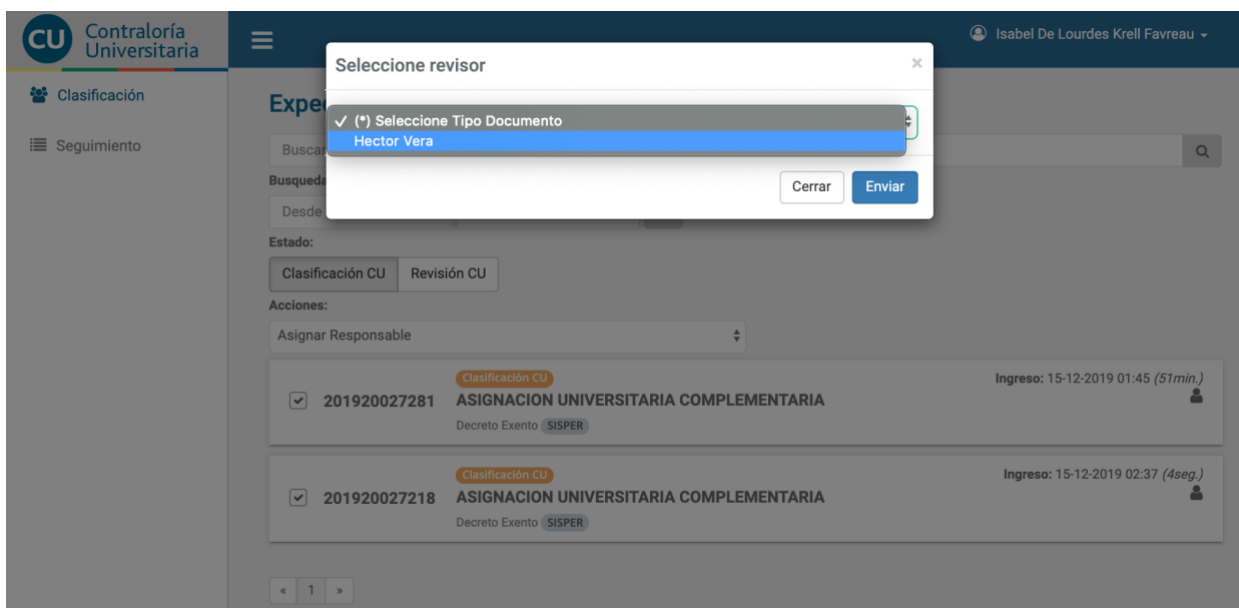


Figura 15. Expedientes a Clasificar

Los expedientes clasificados quedan disponibles para su revisión en la interfaz de *Expedientes a Revisar* que posee cada revisor de la CU (Fig. 16). Esta interfaz despliega todos los expedientes asociados al usuario *Revisor CU*, filtrados por su estado (inicialmente todos corresponden al estado *Revisión CU*).

El estado *Revisión CU* representa todos aquellos expedientes pendientes de revisión por el revisor CU conectado (logueado). El estado *Para Reparar* representa todos aquellos expedientes revisados por el revisor CU conectado y devueltos a la Unidad de origen para su reparación. El estado *Por Firmar CU* representa todos aquellos expedientes aprobados por el revisor CU conectado, y que se encuentran pendientes de firma por el Contralor. El estado *Firmado CU* representa todos aquellos expedientes aprobados por el revisor CU conectado y firmados por el Contralor.

Por cada expediente se muestra su *número*, *tipo de documento*, *nombre de materia*, *estado*, *fecha de ingreso a la CU*, *tiempo transcurrido* (desde la fecha de ingreso a la CU), *firmantes* (si los tuviera) y una *bandera* que indica si el expediente proviene del SISPER. Esta interfaz mantiene los mismos mecanismos de búsqueda y acciones que la interfaz de *Mis Expedientes a Tramitar* de la plataforma de Tramitación Electrónica. El estado de *Revisión CU* gatilla las acciones de *Aprobar* y *Devolver para Reparar*. Los otros estados no gatillan acciones, dado que su objetivo es sólo consultivo. La *Aprobación* o *Devolución para Reparar* es posible también realizarla desde el detalle del expediente, así como desde el listado para acciones masivas.

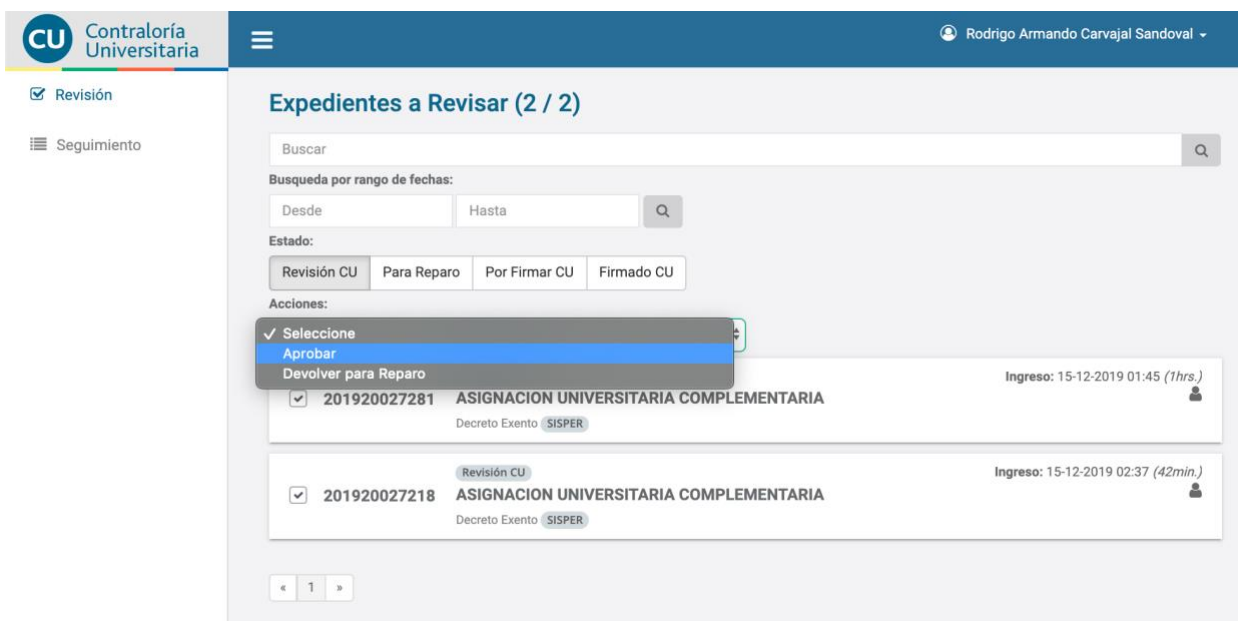


Figura 16. Expedientes a Revisar

Desde la interfaz *Firma CU Expedientes* en la plataforma de la Contraloría Universitaria, el Contralor puede acceder a todos aquellos expedientes aprobados por los revisores CU y requieran su firma (Fig. 17). Allí los expedientes se despliegan filtrados por su estado (inicialmente todos corresponden al estado *Por Firmar CU*). El otro estado por el cual es posible filtrar la lista es *Firmado CU*.

Esta interfaz mantiene los mismos mecanismos de búsqueda y acciones que la interfaz de *Mis Expedientes a Tramitar* de la plataforma de Tramitación Electrónica. El estado *Por Firmar CU* gatilla las acciones de *Firmar* y *Devolver para Reparar*. El estado *Firmado CU* no gatilla acciones, más bien sólo permite mantener en línea los expedientes firmados por el Contralor. Por cada expediente se muestra su *número*, *tipo de documento*, *nombre de materia*, *estado*, *fecha de ingreso a la CU*, *tiempo transcurrido* (desde la fecha de ingreso a la CU), *firmantes* (si los tuviera), *revisor* (bajo la fila de firmantes) y una *bandera* que indica si el expediente proviene del SISPER. Al gatillar la acción de firmar, desde el detalle del expediente o desde el listado de expedientes *Por Firmar CU*, el sistema deriva al usuario a la plataforma de *Firma UChile* (mostrada en la Fig. 13).

Desde la plataforma de Tramitación Electrónica los usuarios analistas tienen acceso a una interfaz que les permite hacer seguimiento a los *Expedientes en Contraloría Universitaria*. Esta interfaz despliega todos los expedientes creados por el analista conectado (logueado), y que además se encuentran en trámite de Control de Legalidad en la CU (Fig. 18). Este listado de expedientes se despliega filtrado por su estado (inicialmente todos corresponden al estado *Clasificación CU*).

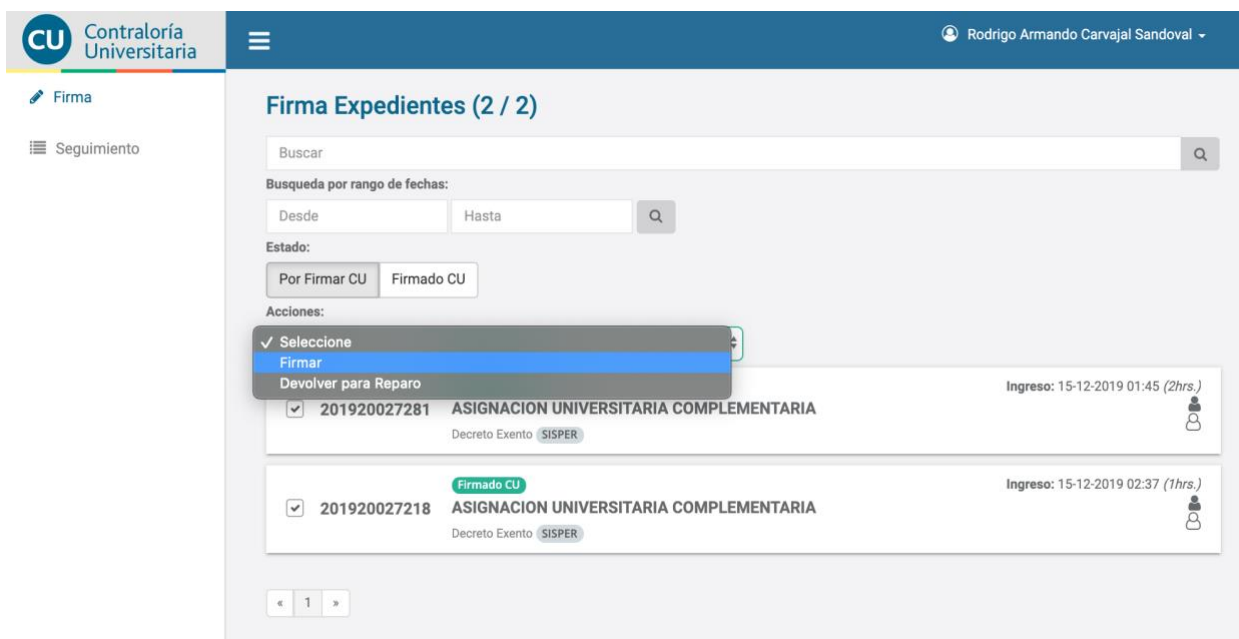


Figura 17. Firma CU Expedientes

Esta interfaz (Fig. 18) mantiene los mismos mecanismos de búsqueda y acciones que la interfaz de *Mis Expedientes a Tramitar* de la plataforma de Tramitación Electrónica. Por cada expediente se muestra su *número*, *tipo de documento*, *nombre de materia*, *estado*, *fecha de creación*, *firmantes* (si los tuviera), *revisor CU*, *firmante CU* y una *bandera* que indica si el expediente proviene del SISPER.



Figura 18. Expedientes en Contraloría Universitaria

La plataforma de Contraloría Universitaria también posee a una interfaz que permite a los usuarios de la CU hacer *Seguimiento Interno de Expedientes* (Fig. 19). Esta interfaz despliega todos los expedientes ingresados a la CU y filtrado por su estado (inicialmente todos corresponden al estado Clasificación CU). Esta interfaz mantiene los mismos mecanismos de búsqueda y acciones que la interfaz de *Mis Expedientes a Tramitar* de la plataforma de Tramitación Electrónica. Por cada expediente se muestra su *número*, *tipo de documento*, *nombre de materia*, *estado*, *fecha de ingreso a la CU*, *tiempo transcurrido*

(desde la fecha de ingreso a la CU), *firmantes* (si los tuviera), *revisor CU*, *firmante CU* y una bandera que indica si el expediente proviene del SISPER.

The screenshot shows the 'Seguimiento Interno de Expedientes (2 / 2)' interface. The header includes the 'CU Contraloría Universitaria' logo and the user name 'Leonardo Alexis Olivares Penailillo'. The left sidebar has 'Firma' and 'Seguimiento' options. The main area features a search bar, a date range filter, and a status filter set to 'Firmado CU'. Two records are displayed, both with the title 'ASIGNACION UNIVERSITARIA COMPLEMENTARIA' and the type 'Decreto Exento' from 'SISPER'. The first record has an ID of 201920027281 and an entry time of 15-12-2019 01:45 (2hrs.). The second record has an ID of 201920027218 and an entry time of 15-12-2019 02:37 (1hrs.).

Figura 19. Seguimiento Interno de Expedientes

Una vez que los expedientes completan el proceso de trámite en su Unidad y en la CU, entonces el documento oficial electrónico queda validado para ser corroborado por su portador. El documento oficial, contenido en el expediente, porta en su pie de página un *Código QR* y la *URL* donde éste puede validarse (Fig. 20). Ambos medios (QR y URL) dirigen al portador del documento al *Sitio de Validación* de documentos electrónicos de la Universidad. Este sitio de validación requiere el ingreso de un Captcha para asegurar el acceso de una persona humana (Fig. 21).

Vista Rápida:

RECEPCIÓN		
DEPTO. JURÍDICO		
REGISTRO		
CONTAB. CENTRAL		
CONTROL GASTOS		
CONTROL ENTRADAS		
BIENES NACIONALES		
INSPECCIÓN		
JEFE		

que se señala, desde y hasta la fecha que se menciona:

DEPARTAMENTO DE CLÍNICAS JURÍDICAS

Otórgase

Nombre : GONZALEZ JARAQUEMADA MARIA NORA
 R.U.T. : 007.563.727-6
 Cargo : Academico Prof.Asistente, Propiedad Jornada Completa, Grado:06 ESU
 Monto : \$2.796.165
 Período: 01 de Julio de 2015 al 30 de Noviembre de 2015


Impútese el gasto correspondiente al Título A, Subtítulo 1, Item 1.2 del presupuesto Universitario vigente.

Anótese, comuníquese y archívese.

Claudio Eduardo Gonzalez Diaz
 Director Economico Y Administrativo

Fernando Molina Lamilla
 Secretario General (S)

Dr. Ennio Vivaldi Véjar
 Rector



Documento emitido con Firma Electrónica Avanzada por la Universidad de Chile.
 La autenticidad puede ser verificada en:
<https://ceropapel-desa.uchile.cl/validacion/5defbfea1438a60018174345>

Decreto N° 0026796 Página 1 de 1





Figura 20. Ejemplo de Documento Electrónico con Código QR y URL

Documento Validado



Tipo de Documento: Decreto Exento

Firmantes

 Leonardo Alexis Olivares Pencillillo Firmado el 15/12/2019 03:57:29	 Leonardo Alexis Olivares Pencillillo Firmado el 15/12/2019 03:55:59	 Leonardo Alexis Olivares Pencillillo Firmado el 15/12/2019 01:19:20
 Leonardo Alexis Olivares Pencillillo Firmado el 15/12/2019 01:02:47		

[Descargar documento](#)

[Validar nuevo documento](#)

Figura 21. Sitio de Validación

La plataforma de Tramitación Electrónica les permite a sus usuarios analistas archivar expedientes, y separar de las interfaces de tramitación a aquellos expedientes sin continuidad. La interfaz de *Mis Expedientes Archivados* despliega todos los expedientes archivados durante su tramitación en la Unidad. Los expedientes se listan filtrados por estado (Fig. 22).

Los estados utilizados son *Creado*, *Rechazado*, *Firmado* y *Para Reparar*. Esta interfaz mantiene los mismos mecanismos de búsqueda y acciones que la interfaz de *Mis Expedientes a Tramitar* de la plataforma de Tramitación Electrónica. Por cada expediente se muestra su *número*, *tipo de documento*, *nombre de materia*, *estado*, *fecha de creación*, *firmantes* (si los tuviera), *revisor CU*, *firmante CU* y una *bandera* que indica si el expediente proviene del SISPER.

- Trámites
- Archivados
- Seguimiento CU

Mis Expedientes Archivados (2 / 2)

Buscar

Busqueda por rango de fechas:
Desde Hasta

Estado:

Acciones:
Seleccione

<input type="checkbox"/>	201920027260	Rechazado ASIGNACION UNIVERSITARIA COMPLEMENTARIA Decreto Exento SISPER	Creación: 10-12-2019 12:49 Sin Firmantes
<input type="checkbox"/>	201920027274	Rechazado ASIGNACION UNIVERSITARIA COMPLEMENTARIA Decreto Exento SISPER	Creación: 10-12-2019 12:49 Sin Firmantes

< 1 >

Figura 22. Mis Expedientes Archivados

5. Evaluación de la solución

En este capítulo se especifica la forma en que se evaluó la arquitectura diseñada y el sistema implementado. Además, se describe también el tipo de prueba realizada y los resultados obtenidos.

5.1. Descripción del proceso de evaluación de la arquitectura

En la evaluación de la arquitectura se aplicó la técnica de juicio de experto [6], la cual consiste básicamente, en solicitar a una serie de personas con trayectoria en el tema, y reconocidas por otros como expertos calificados en el dominio de evaluación, su juicio respecto a un objeto, instrumento, material de enseñanza, u otro elemento específico.

Para identificar a las personas que formaron parte del juicio de experto, se consideraron los siguientes cinco criterios de selección: (1) poseer amplia trayectoria en el diseño de arquitectura de software y desarrollo de soluciones tecnológicas, (2) poseer estudios en el ámbito tecnológico, (3) trabajar en un centro de producción de recursos tecnológicos a nivel de software, (4) poseer conocimientos de estructura y funcionamiento de las instituciones públicas y (5) poseer disponibilidad para participar del focus group. Como resultado de aplicar estos cinco criterios se seleccionaron como expertos a: 3 líderes de equipos de desarrollo, 1 líder técnico y 1 arquitecto de software.

Por otra parte, se ha elaborado una presentación (PowerPoint) que describe el contexto del proyecto, el problema a resolver y la arquitectura diseñada como solución propuesta. Para poner en acción la técnica de juicio de experto, se reunió a las personas seleccionadas y se les expuso la presentación elaborada explicándoles en detalle las decisiones involucradas, y cómo éstas resuelven la problemática planteada para el proyecto de tesis.

Una vez presentada la arquitectura, se abre la conversación para que los expertos opinen y debatan en torno a las siguientes preguntas sobre la arquitectura: ¿Se entiende su estructura?, ¿La encuentras razonable?, ¿Hay algo que le cambiarías?, ¿Te sentirías cómodo/a usándola como base para desarrollar un nuevo sistema?, ¿La recomendarías como base para los futuros desarrollo en este ámbito?.

Para finalizar, se le solicita a los expertos valorizar la usabilidad y utilidad potencial de la arquitectura con una nota basada en una escala de 1 a 10, donde 1-2 representa un nivel de usabilidad y utilidad "Claramente deficiente", 3-4 un nivel de usabilidad y utilidad "Pobre", 5-6 un nivel de usabilidad y utilidad "Razonable", 7-8 un nivel de usabilidad y utilidad "Buena", y 9-10 un nivel de usabilidad y utilidad "Excelente".

5.2. Resultados obtenidos de la evaluación de la arquitectura

A continuación se presentan los resultados del proceso de evaluación de la arquitectura utilizando expertos, así como sus opiniones respecto a la arquitectura diseñada:

5.2.1. ¿Se entiende su estructura?

Todos los expertos participantes manifestaron entender la estructura de la arquitectura, dado que la estrategia utilizada para describirla fue el modelo C4, que es ampliamente

conocido y utilizado por todos ellos. Queda claro, cuáles son los usuarios del proyecto, las entidades externas y los componentes implementados para dar solución al problema planteado, en términos de los 3 niveles presentados en la arquitectura (nivel de contexto, nivel de contenedores y nivel de componentes).

5.2.2. ¿La encuentras razonable?

Una vez explicado cómo el diseño resuelve los problemas planteados (problemas no conocidos en detalle por los expertos) y respondidas las dudas presentadas por los expertos, estos últimos encontraron muy razonable a la arquitectura de software propuesta. Los expertos señalan que, para este caso, la aplicación de tecnología al proceso sí tendría un impacto positivo en mejorar la interacción entre la CU y las Unidades de la Universidad, y que esto claramente permitiría reducir los tiempos de respuesta de los procesos. Como recomendación, los expertos manifiestan mejorar el modo en que se explica cómo la arquitectura resuelve los problemas planteados. En este sentido hay que intentar hacerlo de modo más didáctico, y contar con un lugar único que tuviera el match entre el diseño y los problemas resueltos.

Sólo un experto manifestó preocupación por no considerar la participación de la CGR (Contraloría general de la República) en el proceso, y como respuesta a ello se le indicó que el alcance del proyecto resuelve inicialmente sólo la interacción entre la CU y las Unidades de la Universidad.

5.2.3. ¿Hay algo que le cambiarías?

Los expertos, de forma unánime, manifiestan que realizarían algunos cambios a la arquitectura propuesta, pero estos cambios no estarían relacionados con la estructura base, más bien apuntarían a la forma en que se describen los componentes involucrados. Los expertos declaran que los nombres de las entidades externas son muy técnicos y concluyen en una arquitectura exclusiva para la Universidad; y más aún, que probablemente sólo la implementaría un ingeniero de software que trabaje en el DSTI y manipule esas tecnologías. Sería más atractivo para el lector abstraer los nombres de las tecnologías (o soluciones de software específicas de la Universidad de Chile) asociadas a las entidades externas, por nombres de conceptos de más alto nivel, por ejemplo, en vez de mencionar “CAS”, mencionar “Sistema de Autenticación de Usuarios”.

Un experto señala la necesidad de incorporar alguna capa de visibilidad a los logs, como un modo de monitorear los errores, sobre todo por el arrastre de sistemas legacy en las entidades externas.

5.2.4. ¿Te sentirías cómodo/a usándola como base para desarrollar un nuevo sistema?

Todos los expertos declaran que sí utilizarían la arquitectura como base para desarrollar un sistema. Mencionan que la arquitectura no posee nada desconocido y se podría usar fácilmente como base para implementar nuevos sistemas. Por sobre todo, los expertos señalan que utilizarían la arquitectura porque su diseño apunta a resolver los problemas antes enunciados.

5.2.5. *¿La recomendarías como base para los futuros desarrollo en este ámbito?*

Los expertos manifiestan que sí recomendarían la arquitectura como base para futuros desarrollos en este ámbito, dado que la propuesta de aplicar tecnología a un proceso manual podría generar grandes beneficios en la agilización de estos procesos, y por sobre todo, traer consigo un impacto social y ambiental importante. Además, los expertos indican que esta arquitectura y su base de conocimientos podrían extrapolarse a muchos otros procesos documentales al interior de la Universidad, e incluso a otras instituciones de carácter público.

En la valorización entregada por los expertos individualmente respecto a la usabilidad y utilidad potencial de la arquitectura propuesta, los cinco entregaron la nota 9, por lo tanto, de acuerdo a la escala antes señalada, el nivel de usabilidad y utilidad potencial, según los expertos es **Excelente**.

Tras la evaluación de los expertos, se concluye que, pese a las recomendaciones de mejorar algunos aspectos basados en los niveles de abstracción de la información que la arquitectura presenta, estos les otorgan unánimemente un alto valor a la arquitectura propuesta para resolver los problemas declarados en este proyecto. Los expertos manifiestan además, que trabajarían con ella y la propondrían para otros desarrollo del mismo ámbito. Así mismo, los participantes valorizan como **Excelente** el nivel de usabilidad y utilidad de la arquitectura.

5.3. Descripción del proceso de evaluación de la aplicación

Para el proceso de evaluación de la aplicación, se implementaron los mecanismos necesarios para tramitar en línea un expediente de Asignación Universitaria Complementaria (AUC), utilizando como base la arquitectura propuesta. Esta tramitación consistió en una prueba de punta a punta de un expediente de AUC, la cual consideró su creación en el SISPER, su carga, su tramitación y su control de legalidad en el sistema implementado. El resultado de esta prueba fue un expediente validado y firmado con firma electrónica, resultado que sólo se logra luego del control completo de legalidad de un expediente.

Para realizar esta evaluación, la arquitectura y sistema implementado fueron puestos a disposición a través de la infraestructura de desarrollo del DSTI. Para la evaluación del trámite en línea de un expediente AUC se escogieron siete usuarios directa e indirectamente involucrados en este trámite. Estos usuarios fueron un analista de personal para el DSTI, una autoridad firmante del DSTI, un clasificador de expedientes de la CU, un revisor de expedientes de la CU, un usuario transversal que conoce completamente el proceso al interior de la CU, un usuario transversal que conoce el proceso completo desde la Unidad hasta la CU y un patrocinador (o stakeholder) que apoya la formulación de este proyecto. Debido a aspectos políticos de la organización, la participación del Contralor se limitó sólo a escuchar una presentación del trabajo realizado y entregar su feedback (sin tareas a evaluar). Sin embargo, la funcionalidad disponible para este rol es similar a la de una autoridad firmante, y por lo tanto, fue evaluada por la autoridad firmante de DSTI.

La actividad de evaluación se llevó a cabo con cada usuario de manera presencial e independiente. A cada usuario se le presentó el sistema y se le indicaron los accesos para su participación. Para esta actividad a cada usuario se le solicitó realizar algunas tareas específicas en el sistema, dependiendo del rol que desempeña en el proceso (excepto el patrocinador del proyecto que sólo recibió la presentación del sistema para emitir su opinión y/o evaluación). Dado que la actividad fue independiente por tipo de usuario, el autor de este trabajo de tesis ha completado presencialmente las tareas del proceso correspondientes a los roles no presentes. De esta forma, el usuario pudo percibir una pequeña demostración de las otras funcionalidades del sistema, que completan el proceso.

Luego de realizar la actividad asignada de acuerdo a su rol, el usuario entregó una opinión general respecto al sistema, y al aporte que éste le brinda al proceso y sus tareas. Para finalizar se le solicitó al usuario completar una encuesta de usabilidad, basada en la System Usability Scale (SUS) [7], o Escala de Usabilidad de Sistemas en español, que permite evaluar la usabilidad y utilidad de la aplicación Web.

Las tareas realizadas por los usuarios, de acuerdo a sus roles en el proceso, fueron las siguientes:

Analista de personal:

- Crear un expediente.
- Enviar a firmar el expediente.
- Enviar el expediente a la CU.
- Monitorear el estado del expediente.
- Archivar el expediente.

Autoridad firmante:

- Firmar un expediente.
- Rechazar un expediente.
- Revisar historial de expedientes firmados.

Clasificador de expedientes de la CU:

- Clasificar un expediente para un revisor de la CU.
- Monitorear el estado del expediente clasificado por la CU.

Revisor de expedientes de la CU:

- Aprobar un expediente.
- Enviar un expediente a reparo por unidad.
- Monitorear el estado de los expedientes ingresados a la CU.

Usuario transversal CU:

- Clasificar un expediente para un revisor de la CU (Clasificador CU).
- Aprobar el expediente en la CU (Revisor CU).

- Firmar el expediente como Contralor (Contralor CU)
- Monitorear el estado de un expediente ingresado a la CU (Funcionario CU).
- Revisar el expediente validado (Portador del expediente).

Usuario transversal al proceso:

- Crear un expediente (Analista).
- Enviar a firmar el expediente creado (Analista).
- Firmar el expediente como autoridad (Autoridad).
- Revisar historial de expedientes firmados como autoridad (Analista).
- Enviar el expediente a la CU (Analista).
- Aprobar el expediente en la CU (Revisor CU).
- Firmar el expediente como Contralor (Contralor CU)
- Monitorear el estado de un expediente (Analista).
- Monitorear el estado de un expediente ingresado a la CU (Funcionario CU).
- Revisar el expediente validado (Portador del expediente).
- Archivar el expediente.

Patrocinador:

- Recibir presentación del sistema y de todo el proceso completo.

La encuesta de usabilidad basada en la System Usability Scale (SUS), o Escala de Usabilidad de Sistemas, en español, provee un instrumento confiable y rápido de aplicar para medir usabilidad de una aplicación Web. Esta herramienta consiste en un cuestionario de 10 preguntas, cuyas respuestas se indican en escala Likert de 1 a 5 (siendo 1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo). Así los usuarios evalúan cómo ellos perciben aspectos del sistema que debieron utilizar durante el proceso de evaluación. Finalmente, se calcula el promedio de las respuestas de los participantes, y con ello una calificación final que define el nivel de usabilidad de la aplicación Web.

El cuestionario SUS utilizado incluyó los siguientes 10 ítems:

- 1) Creo que me gustaría usar este sistema frecuentemente.
- 2) Encuentro el sistema innecesariamente complejo.
- 3) Creo que el sistema fue fácil de usar.
- 4) Creo que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar este sistema.
- 5) Las funciones de este sistema están bien integradas.
- 6) Creo que el sistema es muy inconsistente.
- 7) Imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar este sistema en forma muy rápida.
- 8) Encuentro que el sistema es muy engorroso de usar.
- 9) Me siento seguro al usar este sistema.
- 10) Necesité aprender muchas cosas antes de aprender a usar este sistema.

Para el cálculo de la escala de usabilidad (SUS) [8], se suman los resultados entregados por los usuarios, la cual adhiere a la siguiente estrategia:

- Las preguntas impares (1, 3, 5, 7 y 9) tomarán el valor de la respuesta y se les restará 1.
- Las preguntas pares (2, 4, 6, 8 y 10) tomarán el valor de 5 menos el valor de la respuesta.

Una vez obtenida la suma total, este resultado se multiplica por 2,5, así la fórmula de cálculo queda como se muestra a continuación:

$$\text{Nivel de Usabilidad: } ((r(1)-1) + (5-r(2)) + (r(3)-1) + (5-r(4)) + (r(5)-1) + (5-r(6)) + (r(7)-1) + (5-r(8)) + (r(9)-1) + (5-r(10))) * 2,5$$

El cálculo final de la usabilidad se evalúa en la siguiente escala:

- Si el cálculo es mayor a 80.3, entonces su resultado corresponde al grado “A” y calificación “Excelente”.
- Si el cálculo va desde 68 a 80.3, entonces su resultado corresponde al grado “B” y calificación “Buena”.
- Si el cálculo es igual a 68, entonces su resultado corresponde al grado “C” y calificación “Está Bien”.
- Si el cálculo va desde 51 a 68, entonces su resultado corresponde al grado “D” y calificación “Pobre”.
- Si el cálculo es menor a 51, entonces su resultado corresponde al grado “E” y calificación “Horrible”.

5.4. Resultados obtenidos de la evaluación de la aplicación

Considerando que los servicios y las aplicaciones que se habilitan desde la arquitectura propuesta han sido probados en una infraestructura de desarrollo, con datos de desarrollo y en algunos casos con información preparada para las entrevistas con los usuarios, los resultados de la evaluación fueron positivos. La solución propuesta en este trabajo de tesis ha tenido buena acogida por los usuarios del proceso de tramitación de expedientes de decretos y resoluciones, así como también ha tenido buena acogida por parte de autoridades que han apoyado el desarrollo de este proyecto.

A continuación se presentan los resultados de usabilidad y utilidad de la aplicación desarrollada, así como una lista de apreensiones y sugerencias entregadas por los participantes en esta evaluación.

5.4.1. Resultados de usabilidad

En la siguiente tabla se muestran los resultados recopilados en la evaluación de usabilidad percibida por parte de los usuarios, a través del cuestionario SUS antes descrito.

Usuarios	Ite m1	Ite m2	Ite m3	Ite m4	Ite m5	Ite m6	Ite m7	Ite m8	Ite m9	Ite m10	Total
Analista de Personal	5	1	5	1	4	2	5	1	3	2	87,5
Autoridad Firmante	4	1	4	1	5	1	3	1	4	2	85
Clasificador CU	5	1	4	1	4	1	4	1	4	1	90
Revisor CU	5	1	4	2	5	1	5	2	4	2	87,5
Transversal de CU	5	1	4	1	5	1	4	1	5	1	95
Transversal Proceso	4	1	5	2	4	1	3	1	5	3	82,5
Patrocinador	5	1	5	2	4	1	5	1	5	1	95
Promedio General	4,7	1	4,4	1,4	4,4	1,1	4,1	1,1	4,3	1,7	89

Tabla 1: Resultados de la evaluación con los usuarios.

El cálculo SUS, de acuerdo a su fórmula descrita anteriormente, le asigna a cada pregunta un peso mínimo de 0 y un peso máximo de 10, por lo tanto, los distintos tipos de usuario calificaron al sistema en un rango total entre 0 y 100. El promedio general, que resume el nivel de satisfacción de los usuarios, fue de **89**. Basado en la escala de interpretación de resultados de SUS, descrita anteriormente, el valor total califica al sistema con un grado de usabilidad y utilidad **A** por los usuarios que participaron de su evaluación. Este resultado también es interpretado como una calificación de usabilidad y utilidad **Excelente**.

5.4.2. Resultados de utilidad

De acuerdo al feedback recibido desde los usuarios participantes del proceso de evaluación, los objetivos de este proyecto de tesis se ven cubiertos. Básicamente, los usuarios manifiestan que es muy viable, desde el punto de vista planteado en la tesis, tramitar de modo electrónico un expediente de decreto o resolución de punto a punto con el sistema implementado. Los usuarios expresan que las etapas del proceso se encuentran completamente cubiertas, consistentes y bien integradas, sólo necesitaría algunas mejoras para perfeccionar algunas tareas específicas.

Los usuarios que participan y conocen las actividades de tramitación de un expediente al interior de las Unidades de la Universidad, en su etapa anterior a la CU, se manifiestan satisfechos por la forma es que se abordó su participación en el proceso. Este sistema les permite llevar un claro y mejor control del trámite de expedientes, que actualmente no es posible llevar con el proceso manual. Desde este mismo punto de vista estos usuarios visualizan este sistema como una gran oportunidad para mejorar sus labores.

En general, todos los usuarios participantes del proceso de evaluación declaran que, con este sistema de tramitación, su trabajo se ve totalmente beneficiado en los tiempos de respuesta, tanto de este proceso de decretos y resoluciones, como de otros procesos y trámites que se ven afectados por los tiempos utilizados en este proceso. Del mismo modo, los usuarios expresan que esta solución les entrega utilidades importantes en el monitoreo en línea del estado y el tránsito de expedientes, reduciendo en gran cantidad los tiempos involucrados en la búsqueda de expedientes y su estado.

5.4.3. Aprehensiones y sugerencias de los participantes

Los participantes en esta evaluación también declararon algunos temores que les surgían al momento de comenzar a utilizar este sistema, como por ejemplo:

- Confundir el propósito del sistema, y usarlo como un gestor documental por sobre un tramitador electrónico (y firma electrónica) de expedientes de decretos y resoluciones (u otros documentos).
- Confundir y/o duplicar esfuerzo y trabajo con el Área de Infotecnologías (ADI) de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, que se encuentra actualmente realizando un estudio y pilotos de un sistema con propósitos de tramitación similares para UCampus.
- Incerteza acerca de la posibilidad de pérdida de expedientes, y la generación de folios duplicados.

Durante el proceso de evaluación también fue posible descubrir algunas mejoras para incorporar en trabajos futuros, como las siguientes:

- Permitir incorporar notificaciones para informar la llegada de un expediente a la bandeja de un usuario.
- Permitir incorporar vistos buenos al expediente al interior de la Unidad, durante el proceso de trámite antes de llegar a la CU.
- Dado el manejo actual de folios (en el SISPER), es importante que el sistema les permita a los analistas de personal, poder reemplazar los documentos adjuntos (en modo de versión) cuando el expediente es rechazado, y desde ese instante recomenzar el trámite sin perder la historia del rechazo.
- Permitir identificar el organismo de origen.
- Para agilizar aún más las actividades de un revisor CU. Es importante que el sistema les permita realizar aprobaciones por caso de un decreto o resolución, y que el conjunto de aprobaciones determine la aprobación del expediente. Esto apuntando a que esta es la actual estrategia seguida por los revisores en la CU.
- Dado la cuestionada imagen que tiene este proceso en la Universidad, se vuelve necesario poder contar con indicadores de gestión que muestren estadísticas sobre

cantidad de expedientes tramitados mensualmente y los tiempos en promedio involucrados por cada actividad.

- Por un tema reglamentario, se debería incorporar un módulo o funcionalidad que permita a la Oficina de Partes central de la Universidad de Chile, tener acceso a los expedientes con sus decreto o resoluciones tramitados electrónicamente por esta solución.

6. Conclusiones y trabajo a futuro

El objetivo de este capítulo es analizar en qué medida se lograron los objetivos y se dio solución al problema planteado. Además, en este capítulo se presentan las lecciones aprendidas y el trabajo a futuro para este proyecto de tesis.

6.1. Conclusiones

Las motivaciones que llevaron a cabo este proyecto de tesis tienen relación con el interés de mejorar y agilizar los procesos de tramitación de decretos y resoluciones, a través de mecanismos sistémicos y electrónicos, como una forma de modernizar la gestión Universitaria y formar parte de las bases que apoyan e impulsan la instauración del concepto Ceropapel. Además, este interés personal se conjuga con el interés de la CU por modernizar sus labores y gestiones internas, producto de la mala imagen que proyectan sus funciones en las Unidades de la Universidad.

Para abordar las motivaciones e intereses del proyecto fue necesario realizar un estudio de la situación actual del proceso. Este estudio de la situación actual reveló al papel como principal factor de las falencias en el proceso de expedientes de decretos y resoluciones. Los procesos, las prácticas y las gestiones con el uso de papel, sumados a la burocracia de la institución pública, como la Universidad de Chile, se ven afectados por los excesivos tiempos involucrados en su manejo, mostrando claras debilidades en el almacenamiento, en el traslado, en la búsqueda, en la disponibilidad presencial de usuarios, entre otros.

Para resolver las debilidades identificadas en el uso de papel, el diseño de la arquitectura propuesta considera necesariamente diferentes factores relevantes para el proceso, como por ejemplo, aspectos legales, reglamentarios y administrativos propios del contexto público donde se desarrolla la Universidad. Otros factores relevantes son la cantidad de usuarios responsables involucrados en el proceso, la cantidad de Unidades pertenecientes a la Universidad con sus diferentes realidades y prácticas para llevar a cabo el proceso, así como también la proyección de democratización del desarrollo de software a nivel tecnológico al interior de la Universidad, entre otros.

Cabe señalar que, durante el proyecto, el diseño de la solución siempre mantuvo en la mira los objetivos del éste y consecuencia de ello la resolución del problema planteado es abordado de modo natural. Con esta solución, se espera que la interacción entre la Unidades de la Universidad y la CU mejoren considerablemente. Los expertos que evaluaron la usabilidad y la utilidad de la arquitectura la calificaron como excelente.

Por otra parte, y tal como se explicó antes, se diseñó un sistema Web que utiliza la arquitectura propuesta con el fin procesar la Asignación Universitaria Complementaria (AUC). El sistema fue descrito en el capítulo 4, y su evaluación por parte de los usuarios fue presentada en el capítulo 5 (Secciones 5.3 y 5.4). El resultado de la evaluación fue muy positivo (en términos de utilidad y usabilidad del sistema), y evidencia con claridad la necesidad de contar con sistemas que soporten electrónicamente el proceso de expedientes de decretos y resoluciones, como también otros procesos que involucran uso de papel. Este último punto deja en evidencia además la obligación de contar con un diseño arquitectónico de base, que sea robusto y que permita escalar la infraestructura de software a otros niveles de tramitación.

Si bien, la evaluación del sistema también arrojó la necesidad de incorporar mejoras para que éste pueda utilizarse en su completitud, es importante señalar que los principios de diseño aplicados en la arquitectura apoyan a que estas mejoras puedan ser aplicadas con el menor impacto posible, incluso escalar a un proyecto mayor de tramitación electrónica de documentos.

Finalmente, respecto del cumplimiento de los objetivos planteados en esta tesis de magíster, se puede señalar que el diseño de la arquitectura propuesta fue evaluado como excelente por parte de los expertos, y además permitió el desarrollo exitoso de un sistema piloto para procesar las AUC bajo los parámetros definidos en este trabajo de tesis. Por lo tanto, los objetivos inicialmente planteados fueron alcanzados. En este sentido, la solución tecnológica desarrollada en este trabajo permite mejorar la interacción entre las Unidades y la Contraloría Universitaria, y apoya claramente la gestión de los expedientes de decretos y resoluciones, beneficiándose esencialmente en los tiempos de respuesta, mejorados por la aplicación de mecanismos de tramitación y firma electrónica, así como también con la eliminación del papel.

6.2. Lecciones aprendidas

Este proyecto de tesis dejó algunas lecciones aprendidas a considerar como posibles recomendaciones al momento de diseñar una arquitectura de software e implementar un sistema sobre ella en el contexto de tramitación electrónica de documentos.

La arquitectura de software es la forma que se le da a un sistema aquellos que lo crean. La arquitectura de software es necesaria cuando el tamaño y la complejidad de los sistemas de software crecen. Su propósito es facilitar la comprensión, el desarrollo, la implementación, la operación y el mantenimiento del sistema de software contenido en ella.

Aplicar el uso de APIs (siguiendo el principio de segregación de la interfaz) permite diferenciar e independizar los distintos objetos de negocio y su administración. Las APIs proporcionan una capa de abstracción independiente de los recursos almacenados en base de datos, evitando generar dependencias entre ellos. Esta decisión arquitectural apoya la implementación por capas (modelo, vista) y la integración de otros sistemas, beneficiando el escalamiento y crecimiento del proyecto con el menor impacto posible.

Aplicar el principio de responsabilidad única apoya independizar los módulos o componentes que pueden cambiar por distintas razones, por ejemplo, si un módulo es utilizado por diferentes roles de usuario es importante que se mantenga diseñado e implementado dos módulos por separado (uno para cada usuario), ya que los cambios que un usuario necesite afectará directamente al comportamiento del módulo para el otro usuario.

Mantener de forma asíncrona aquellas tareas que su tiempo de respuesta es alto para la espera en línea de un usuario.

Utilizar tecnologías livianas para el desarrollo de prototipos, pilotos o sistemas que apoyen la investigación. Algunas tecnologías que apoyan la implementación de sistemas o

prototipos para adquirir un rápido feedback de los usuarios serían: Python (lenguaje de programación interpretado), flask (complemento de Python con funciones suficientes para crear una aplicación pequeña), flask-admin (administradores prediseñados), entre otros.

6.3. Trabajo a futuro

En la evaluación con los usuarios se identificó un claro interés para que este proyecto permita en un futuro próximo tramitar cualquier tipo de documento al interior de la Universidad. Para poder llevar a cabo este interés es importante desacoplar o escribir las reglas de negocio que permite hacer válido y final un trámite diferente a control de legalidad, junto a ello incorporar mecanismos de vistos buenos para aprobaciones internas al interior de las Unidades y además incorporar envío de notificaciones. Estos serían los tres puntos necesarios de trabajar para conseguir un producto mínimo viable que permita tramitar otro tipo de documentos, a través del tramitador interno de las Unidades.

Como una forma de acercar los decretos y resoluciones de los expedientes tramitados a los usuarios que los requieran (auditores, abogados, etc.), es necesario incorporar un módulo que permita a la oficina de partes central de la Universidad encontrar los documentos requeridos y proporcionarlos en caso de ser necesario.

El Gobierno de Chile ha publicado a través de su página web el mandato Cero Papel, el cual busca liberar a las instituciones públicas de todos los trámites impresos y que estos sean 100% digitales. La finalidad de este mandato es proporcionar un mejor servicio a los ciudadanos, al reducir el tiempo y espacio que se invierte en el almacenaje de estos documentos y también colaborar en reducir el impacto medio ambiental. Esta finalidad está directamente relacionada con los objetivos de este trabajo de tesis, por ende, este proyecto podría ser el puntapié inicial y la base necesaria para llevar a cabo este mandato desde la Universidad de Chile durante el año 2020, plazo definido por el Gobierno para eliminar el Papel.

Con el objetivo de mejorar la búsqueda de documentos por diferentes índices, compartir documentos entre diferentes usuarios y organismos, y administrar los privilegios de acceso para los documentos, se recomienda en un futuro integrar un gestor documental (como alfresco [9]) que provee esos beneficios de forma natural.

Considerando que la tramitación de expedientes, en especial de decretos y resoluciones es reglamentario para todas las instituciones de carácter público como la Universidad de Chile, es posible, como punto de partida, proyectar la solución propuesta en este trabajo de tesis para otras instituciones públicas.

7. Glosario

Cero Papel: Concepto utilizado para enmarcar los proyectos a implementar o implementados por los Servicios de Tecnologías de Información y Comunicaciones (DSTI) que tienen relación con eliminar el papel de los procesos de la Universidad de Chile.

Control de Legalidad: Acto formal, realizado por la Contraloría Universitaria, con el objetivo de controlar que legalmente los decretos y resoluciones cumplen las normativas universitarias y leyes de la administración pública.

Decreto: Norma dictada por cualquier autoridad sobre los asuntos o negocios de su competencia y que, generalmente, posee un contenido normativo reglamentario, por lo que su rango es jerárquicamente inferior a las leyes. Cuando emana del Presidente de la República se denomina Decreto Supremo.

Decretar: Decidir, dictar u ordenar la ejecución de los casos y materias contenidos en un decreto o resolución.

Expediente: En general, se trata de un instrumento administrativo que recopila la documentación imprescindible que sustenta un acto administrativo. Un expediente puede estar compuesto por un decreto o resolución, que es emitido por la unidad de origen, más un conjunto de evidencias (documentos) que respaldan a dicho decreto o resolución.

Firma Electrónica: Es un concepto jurídico, equivalente electrónico al de la firma manuscrita, donde una persona acepta el contenido de un mensaje electrónico a través de cualquier medio electrónico válido.

Nómina: Documento que registra el listado de todos los decretos y/o resoluciones que despacha o recibe una Unidad en un momento dado.

Resolución: Es una orden que dicta el responsable de un servicio público y que está basada en el área donde rige el servicio en cuestión. Según los expertos, tiene carácter general, obligatorio y permanente.

Toma de Razón: Es un control jurídico previo, general y obligatorio, propio del sistema chileno, que en materia de legalidad y constitucionalidad realiza la Contraloría General de la República de Chile (CGR), respecto de los decretos, decretos con fuerza de ley y resoluciones.

Workflow: El término significa literalmente, flujo de trabajo. En la práctica, se trata de la [automatización de procesos de negocio](#) en los cuales los documentos, la información y las tareas pasan de un funcionario a otro, siguiendo una cierta jerarquía y de acuerdo con un conjunto de reglas preestablecidas.

8. Bibliografía

- [1] Universidad de Chile. Presentación. [en línea] <https://www.uchile.cl/portal/presentacion/institucionalidad/72838/presentacion>. Última visita: Enero de 2020.
- [2] Universidad de Chile. Contraloría. [en línea] <http://www.uchile.cl/portal/presentacion/estructura/organismos-centrales/7824/contraloria>. Última visita: Enero de 2020.
- [3] Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Ley 19799, sobre documentos electrónicos, firma electrónica y servicios de certificación de dicha firma, 2014. [en línea] <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=196640>. Última visita: Enero de 2020.
- [4] Universidad de Chile. Reglamento Orgánico de la Contraloría de la Universidad de Chile, 2009. [en línea] <http://www.uchile.cl/portal/presentacion/senado-universitario/reglamentos/reglamentos-aprobados-o-modificados-por-el-senado-universitario/54616/reglamento-organico-de-la-contraloria-de-la-universidad-de-chile>. Última visita: Enero de 2020.
- [5] Simon Brown. The C4 model for visualising software architecture. [en línea] <https://c4model.com>. Última visita: Enero de 2020.
- [6] La Aplicación del Juicio de Experto como Técnica de Evaluación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), 2013. [en línea]. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/eduweb/v7n2/arto1.pdf>. Última visita: Enero de 2020.
- [7] John Brooke. System Usability Scale (SUS), 1986. [en línea] <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>. Última visita: Enero de 2020.
- [8] John Brooke. Measuring and Interpreting System Usability Scale (SUS), 1986. [en línea] <https://uiuxtrend.com/measuring-system-usability-scale-sus>. Última visita: Enero de 2020.
- [9] Alfresco. Software para la gestión de documentos. [en línea] <https://www.alfresco.com/es/ecm-software/document-management>. Última visita: Enero de 2020.