

Fases Estratégicas para la Implementación de RPA: Caso de Estudio UTPL

Strategic Phases for RPA Implementation: UTPL Case Study

1st Given Name Surname
dept. name of organization (of Aff.)
name of organization (of Aff.)
City, Country
email address or ORCID

2nd Given Name Surname
dept. name of organization (of Aff.)
name of organization (of Aff.)
City, Country
email address or ORCID

Resumo—Este artículo presenta una guía completa para la implementación de Robotic Process Automation (RPA), una solución basada en software que automatiza procesos rutinarios para mejorar la eficiencia y reducir los costos operativos. Desde una perspectiva del ciclo de implementación de desarrollo de software, se abordan las fases a considerar a la hora de implementar RPA. Cada fase se examina en detalle, proporcionando los pasos necesarios para una exitosa implementación de RPA.

Palabras clave—RPA, Automatización, Fases, Implementación, Software

Abstract—This article presents a comprehensive guide for the implementation of Robotic Process Automation (RPA), a software-based solution that automates routine processes to enhance efficiency and reduce operational costs. From a software development implementation cycle perspective, the phases to consider when implementing RPA are addressed. Each phase is examined in detail, providing the necessary steps for a successful RPA implementation.

Keywords—RPA, Automation, Phases, Implementation, Software.

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es contribuir al campo de la automatización de procesos basados en RPA. Se propone la definición de fases que brinden lineamientos para cumplir con el ciclo de implementación del RPA, aprovechando una metodología ampliamente utilizada y reconocida en el ciclo de desarrollo de software. Esta metodología proporciona un enfoque sistémico y ordenado para gestionar proyectos de manera estructurada.

En este sentido, se argumenta que la implementación de un RPA puede aportar importantes beneficios a las empresas, como la eficiencia operativa, la reducción de costos, la estandarización de los procesos y calidad de los servicios, lo que puede traducirse en una mayor competitividad en un entorno cada vez más digitalizado. No obstante, también se reconoce que la implementación de un RPA no está exenta de desafíos, como la cultura digital, la seguridad y la capacitación adecuada del personal.

Por lo tanto, se busca generar una guía práctica dirigida a las organizaciones que deseen adentrarse en el ámbito de las automatizaciones basadas en RPA. El objetivo es mejorar su competitividad en un entorno cada vez más digitalizado. Este manuscrito presenta una propuesta y la valida a través de un caso de estudio llevado a cabo en la Universidad Técnica Particular de Loja, con el fin de demostrar las ventajas de la misma.

La automatización de procesos es una tendencia cada vez más popular en las empresas, que busca mejorar la eficiencia y la eficacia de los procesos empresariales, reducir los costos operativos y mejorar la calidad de los servicios. En este contexto, el RPA se ha convertido en una herramienta disruptiva dentro de la automatización de procesos, ya que permite la implementación de trabajadores digitales que pueden realizar tareas repetitivas y rutinarias de manera más rápida y precisa que los trabajadores humanos.

El RPA es una tecnología de software que utiliza robots de software para simular la interacción humana en la ejecución de tareas. Estos robots pueden automatizar procesos manuales, como la entrada de datos, el procesamiento de facturas, la gestión de inventarios, entre otros. Además, los robots de software pueden trabajar de forma autónoma o colaborativa con el personal humano, lo que permite una mayor flexibilidad en la gestión de los procesos empresariales.

La implementación de un RPA no está exenta de desafíos, ya que requiere una evaluación cuidadosa de los procesos y de la infraestructura tecnológica existente en la empresa. Además, la implementación de un RPA puede afectar la cultura digital de la empresa y requerir una capacitación adecuada del personal para adaptarse a la nueva tecnología. Por lo tanto, es importante contar con una guía práctica y útil que permita a las empresas evaluar los procesos que son adecuados para la automatización y proporcionar recomendaciones clave para superar los desafíos más comunes en la implementación de un RPA.

II. CONTEXTO

A. Definición de Automatización Robótica de Procesos

Según [1] el término 'Automatización de procesos', también conocido por la sigla RPA (Automatización Robótica de Procesos), es una solución basada en software. Consideran que es un paradigma de software en el que los robots son programas que imitan el comportamiento de los trabajadores humanos, interactuando con sistemas de información y cuyo objetivo es realizar tareas estructuradas y repetitivas de manera rápida y eficiente.

B. Beneficios de los Marcos de Trabajo de Automatización Robótica de Procesos (RPA)

Los artículos investigados concuerdan en que los principales beneficios ofrecidos por la RPA se centran en la capacidad de llevar a cabo tareas monótonas y tediosas, lo cual tiene un impacto significativo en la reducción de la tasa de errores al eliminar la necesidad de intervención humana. Esto, a su vez, permite que los trabajadores concentren sus esfuerzos en tareas que realmente requieren su atención.

Por otro lado, se destacan mejoras significativas en los servicios al cliente, como resultado de la ejecución de procesos de manera más fluida. Según [2], los beneficios cuantificables de una implementación exitosa se reflejan en ahorros de costos, indicando que se reportaron ganancias entre el 25 y el 75 por ciento en los ítems, así como una considerable reducción del tiempo requerido por los procesos, si se compara con el tiempo necesario en el pasado. Las empresas encuestadas indican que ahora realizan el proceso en una décima parte del tiempo que solían tardar.

C. Evaluación de los Marcos de Trabajo de Automatización Robótica de Procesos (RPA)

Existen una serie de criterios en relación a las mejores alternativas, que permiten obtener como resultado una implementación exitosa de la automatización de procesos basada en RPA, según [3], cuyo trabajo propone un modelo basado en fases.

En el caso de [4], proponen el desarrollo de un marco de trabajo basado en tres fases, nueve etapas que fueron definidas como resultado de los proyectos investigados y finalmente dos etapas continuas en apoyo del proyecto.

En el caso de [5], citado en [2], no indica que en otros casos hayan adoptado un marco de trabajo similar de cinco etapas, incluyendo una de pruebas. Vale la pena mencionar que una de las soluciones comunes dentro de las empresas que adoptaron RPA es un Centro de Excelencia (CoE), con el propósito de que dentro de la organización exista un centro especializado que aborde los temas asociados con la automatización, generando beneficios, entre los cuales se destacan el dominio en su totalidad del contexto de los procesos, dado que son de dominio exclusivo del mencionado centro, la agilidad en las pruebas y despliegues de las implementaciones.

En el caso de [6] considera que los proyectos deben dividirse en 4 fases, siendo el objetivo principal determinar en cada una de ellas el alcance de la automatización. Para

lograr este objetivo, considera importante involucrar a todas las áreas de la organización, de modo que se puedan definir las necesidades y objetivos comerciales.

A continuación, describimos los trabajos relacionados, las estrategias que cada uno de los autores propone para lograr la estructura de implementación de RPA, que puede ser adoptada por cualquier organización. En la Figura 4 se muestran algunas de las estrategias adoptadas por los autores como propuesta, los investigadores comienzan refiriéndose a las fases de implementación de RPA y nos muestran las consideraciones que se deben tomar, además de mostrarnos las contribuciones que hicieron y los casos de estudio más destacados en los que se pudieron validar sus trabajos.

D. Diseño de los Marcos de Trabajo de Automatización Robótica de Procesos (RPA)

1) *Taller de Análisis*: Durante esta fase, se lleva a cabo el análisis correspondiente de cada uno de los procesos que mantienen la organización, con el objetivo de identificar aquellos casos potencialmente adecuados para la automatización a través de RPA [3]. Profundizando más en esta fase, los autores [7] proporcionan pautas para determinar la viabilidad de considerar un proceso potencial para su automatización; los autores basan sus principios en las características que un proceso debe tener dentro de una organización. Los hallazgos encontrados después de la revisión de la literatura por [7] indican que decidieron agrupar las características a través de cinco perspectivas, que son tarea, tiempo, datos, sistemas y humanos, cada una con sus respectivas características. En el caso de [6], nos proporciona un mecanismo para determinar aquellos procesos candidatos a ser automatizados. el autor nos muestra la posibilidad de determinar una puntuación máxima de 4 para los casos a ser automatizados, por el contrario, una puntuación de 1 para los casos que definitivamente no deberían considerarse para la automatización.

2) *Evaluación de procesos*: En este punto es importante mantener contacto con el personal encargado de llevar a cabo las tareas, de tal manera que sea posible obtener un mejor detalle de los pasos a seguir para lograr su objetivo, las posibles reglas que puedan estar involucradas durante el desarrollo y posteriormente se deben tomar nota de los ajustes requeridos en el proceso [3].

Basado en el criterio de [6], quien enfatiza la importancia de documentar la información de los procesos mapeados, generalmente conocido como "Documento de Definición de Procesos" o PDD, cuyo propósito es detallar paso a paso las tareas involucradas en el proceso, si es necesario apoyado por diagramas de flujo, tiempos de ejecución, etc. Menciona la importancia de que el proceso sea descrito por una serie de reglas de negocio inequívocas, al mismo tiempo que los usuarios clave del proceso deben participar, quienes junto con el analista funcional, estarán a cargo de su validación.

3) *Propuesta de caso de negocio*: Durante esta fase, considerando la información recolectada en las fases anteriores, es momento de crear un prototipo de RPA para mostrar cómo el robot abordaría los procesos a través de la automatización

y cómo podría involucrar al personal, obteniendo beneficios importantes como aumento de productividad [3]. En el caso de [6], esta fase se maneja dentro del desarrollo. En este trabajo, se abordará en esta sección. El autor indica que este tipo de proyecto se trabaja principalmente con metodología ágil o DevOps y que es importante adoptar un documento llamado "Diseño de solución" o SDD como entrada de diseño, el cual detalla cómo se programará y permite determinar el trabajo interno de los desarrolladores.

4) *Implementación*: Finalmente, durante esta fase se inicia la implementación del robot, se realiza una validación detallada de los pasos registrados y se debe elaborar una guía minuciosa de cómo se lleva a cabo el proceso, que pueda ser adecuadamente interpretada por los expertos en la implementación de RPA [3].

Sin embargo,[6] menciona que para esta fase se debe realizar una revisión del SDD. Este debe ser estimado por el equipo de desarrollo, con el objetivo de determinar tiempos y esfuerzos para su implementación, además de ser validado por el área encargada del proceso dentro de la institución. Su objetivo principal es, en caso de requerir un ajuste en el diseño, hacerlo en etapas iniciales, mitigando los tiempos de desarrollo y los impactos en los costos de implementación. Indica que es mejor retrasar en las etapas de diseño de la solución antes que durante el desarrollo.

Durante esta etapa, se deben tener en cuenta las pruebas necesarias para cada uno de los procesos automatizados, para lo cual es necesario generar escenarios de prueba según [6], de tal manera que se garantice el comportamiento esperado del desarrollo.

III. PROPUESTA

Basándose en la necesidad de automatizar actividades operativas y liberar recursos humanos para labores estratégicas que respalden la toma de decisiones, este artículo tiene como objetivo desarrollar un método para analizar la viabilidad y correcta implementación de la tecnología robótica (RPA, por sus siglas en inglés). El enfoque inicial de este documento era vincularlo con contextos educativos. Sin embargo, después de llevar a cabo una revisión sistemática exhaustiva y considerando la amplitud del tema, surge la pregunta de por qué no enfocarlo a cualquier contexto, lo que permitiría cubrir un espectro más amplio. Por lo tanto, se propone abordar esta perspectiva en el presente trabajo.

Si el lector se encuentra en esta sección del documento, seguramente pudo obtener una idea de los beneficios que la tecnología RPA aporta, siempre y cuando los procesos que se pretenden automatizar cumplan con los requisitos mínimos necesarios. Se debe considerar que no todos los procesos son susceptibles de automatización, por lo que es importante comenzar por elaborar una lista de los procesos que el lector considere que están consumiendo un tiempo valioso en su organización.

La Figura 1 ilustra las 5 fases que deben llevarse a cabo para completar el ciclo de desarrollo del RPA. Este ciclo comienza con la etapa de análisis, en la cual se establecen contactos

iniciales con los expertos en los procesos. Se aprovecha el amplio conocimiento que poseen sobre los procesos para determinar la viabilidad de su automatización, generando así un registro de posibilidades a considerar en la automatización.

A lo largo del manuscrito, se ampliarán cada una de las fases indicadas en la Figura 1, así como los pasos que deben tenerse en cuenta para completar el subciclo correspondiente a cada fase.

A. Teams

La propuesta comienza definiendo uno de los aspectos fundamentales que debe tenerse en cuenta al establecer las responsabilidades de cada uno de los miembros del Centro de Excelencia (CoE). Esto implica identificar los roles que participarán en el proceso de automatización. En esta sección se presentan los roles clave desde la perspectiva del proponente, con el objetivo de iniciar el proceso de automatización de manera efectiva y son ilustrados por la tabla I.

Es importante destacar que la propuesta se basa en la creación de un Centro de Excelencia (CoE) dedicado exclusivamente a la automatización de procesos. Además, se sugiere la inclusión de un rol adicional desempeñado por un experto en procesos, quien poseería el conocimiento y la experiencia necesarios para aclarar dudas y tener un amplio dominio de los procesos a automatizar.

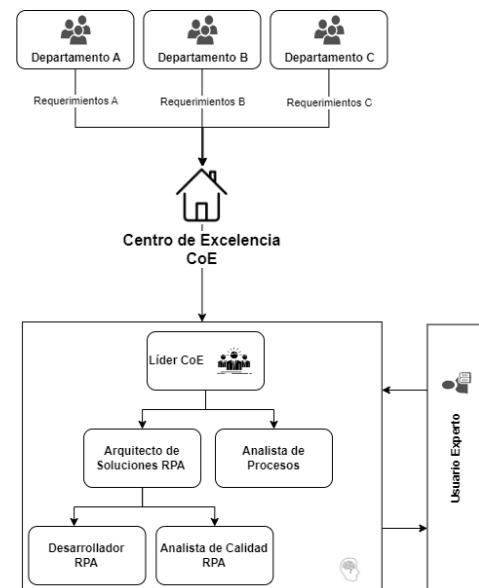


Figure 2: Diagrama Centro de excelencia

Si se considera necesario, se puede realizar ajustes en esta sección para adaptarla a las necesidades específicas de la organización.

Se debe aclarar que la propuesta no aborda la gestión del equipo de trabajo. No obstante, es valioso considerar el uso de Scrum como una metodología ágil que se ajusta de manera excelente a la gestión de actividades dentro de un Centro de Excelencia (CoE), como generalmente es conocido equipo de

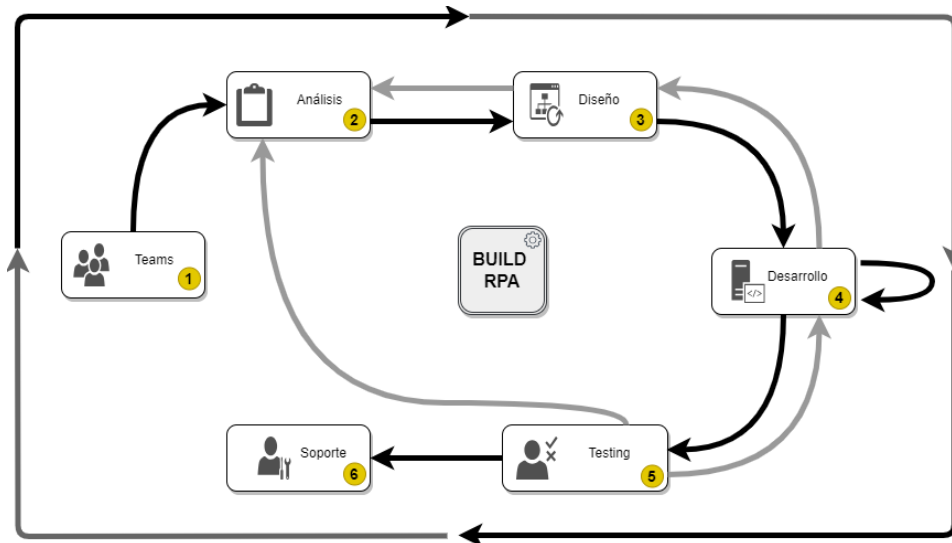


Figure 1: Diagrama general propuesta desarrollo ágil RPA'S

trabajo dedicado a la automatización de proceso. Además, la definición de roles presentada se basa en algunas secciones de esta metodología, tal como se puede observar en la Tabla I.

B. Análisis

Tras establecer las responsabilidades asignadas a cada miembro del equipo, se da inicio a la fase de análisis. En esta etapa de la propuesta, se busca comprender a fondo el funcionamiento del negocio, con el propósito de adquirir los conocimientos necesarios que puedan requerir una eventual reestructuración del proceso.

En la Figura 3 se presentan los pasos a considerar para cumplir con esta fase. Es importante destacar que, con el fin de documentar adecuadamente, se recomienda utilizar el "Process Definition Document" o PDD. Este documento tiene como objetivo mantener la documentación del proceso de manera estructurada y proporcionar un artefacto útil para los miembros del equipo que lo necesiten.

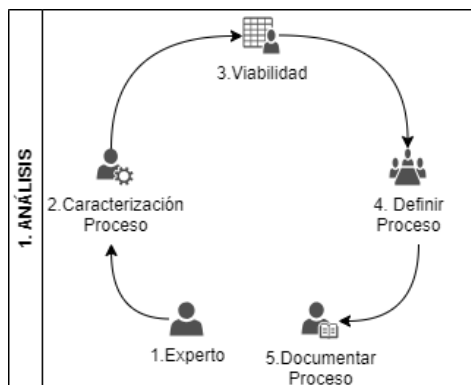


Figure 3: Etapas del análisis de la propuesta

1) *Caracterización del Proceso:* Es importante que se realice una contextualización del proceso a caracterizar en colaboración con los responsables correspondientes. Esto les

permitirá determinar los subprocesos, actividades y participantes involucrados. Asimismo, se recomienda estructurarlo de manera que se puedan identificar y visualizar los componentes clave de un proceso: Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas y Clientes. Esta estructuración proporciona una comprensión detallada y precisa del proceso, lo cual facilita la identificación de oportunidades de mejora y optimización.

La Tabla II presenta los elementos que deben ser considerados para lograr una mejor comprensión del proceso. Es fundamental tener en cuenta la interacción con el usuario experto, ya que su aporte resulta vital a la hora de completar la plantilla.

2) *Viabilidad:* En el análisis de procesos potenciales de automatización, se considera necesario utilizar plantillas basadas en el Modelo de Tarjeta de Puntuación, propuesto en la realización sistemática mencionada por [6]. Esta metodología se emplea para evaluar los procesos que presentan potencial para su automatización. A continuación se propone una adaptación de la misma.

La adaptación se basa en agregar los factores de cumplimiento de normativo y volumen de datos, el objetivo es nos brinde una mayor claridad de la situación actual del proceso.

Se considera que el proceso que actualmente se encuentre evaluando cuenta con la documentación necesaria que aporte al entendimiento del mismo, es necesario que el equipo de analistas levante de manera estructura toda la información aportada por el experto del proceso.

3) *Documentación de procesos:* Para obtener una documentación adecuada de los procesos evaluados previamente y considerados adecuados para ser automatizados, se pretende utilizar el PDD o "Process Definition Document" para tener un detalle de las tareas desarrolladas en el proceso.

Table I: Roles CoE - Definición responsabilidades

Rol	Descripción
Usuario Experto	Profesional con un profundo conocimiento y experiencia en los procesos empresariales de una organización específica.
Líder del Centro de Excelencia	Es el encargado principal del CoE y tiene la responsabilidad de establecer la visión estratégica, definir los objetivos y supervisar todas las actividades relacionadas con la automatización de procesos. Coordina y gestiona al equipo del CoE, y es el enlace entre el CoE y la alta dirección de la organización.
Arquitecto de Soluciones RPA	Es el encargado de diseñar la arquitectura de la solución de automatización de procesos en toda la organización. Trabaja en estrecha colaboración con los equipos de desarrollo para garantizar la integridad técnica de la plataforma RPA, la integración con otros sistemas y la escalabilidad.
Analista de Procesos	Analiza y evalúa los procesos empresariales existentes para identificar las áreas adecuadas para la automatización. Colabora con los equipos de desarrollo para definir los requisitos de automatización, documentar los flujos de trabajo y garantizar que los procesos automatizados cumplan con los objetivos de la organización.
Desarrollador RPA	Responsable de diseñar, desarrollar e implementar los robots de software que automatizan los procesos empresariales. Tienen experiencia en el uso de herramientas y lenguajes de programación específicos de RPA, y trabajan en estrecha colaboración con los analistas de procesos para garantizar una implementación exitosa.
Analista de Calidad RPA	Se encarga de realizar pruebas y asegurar la calidad de los robots de software desarrollados. Realiza pruebas funcionales, pruebas de integración y pruebas de rendimiento para garantizar que los robots funcionen de manera eficiente y cumplan con los requisitos establecidos.

Table II: Plantilla para caracterizar proceso

Elemento	Descripción
Proveedores	Enumera los proveedores externos o internos que suministran las entradas necesarias para el proceso.
Entradas	Identifica los insumos o materiales que se requieren para llevar a cabo el proceso.
Procesos	Describe las actividades y pasos específicos que se llevan a cabo para transformar las entradas en salidas.
Salidas	Indica los resultados o productos generados como resultado del proceso.
Clientes	Identifica a los destinatarios finales o usuarios que reciben o se benefician de las salidas del proceso.

Table III: Factores de Idoneidad para Automatizar

Factor	1	2	3	4
Naturaleza de los Datos	Escrito a mano	Mezcla escritura	Extracción digital	Digital, estructurado
Dependencia de Sistemas	+10 sistemas	7-10 sistemas	4-7 sistemas	1-3 sistemas
Dificultad del Proceso	Muy desafiante	Moderadamente desafiante	Relativamente sencillo	Proceso directo
Frecuencia de cambios	Muy común	Algo común	Raramente	Muy raro
Aplicaciones para automatizar	Sin API	API externo	Influencia con desarrolladores	API interno
Nivel cognitivo	Alta tarea	Moderada tarea	Tarea leve	Baja tarea
Horas dedicadas (FTEs)	Baja cantidad	Cantidad moderada	Gran cantidad	Muy alta cantidad
Cumplimiento normativo	Incumple	Parcialmente cumple	Mayoría de normas	Cumple todas las normas
Volumen de datos	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto

C. Diseño

Durante esta fase, se debe tener en cuenta la adopción del documento denominado "Diseño de Solución" o SDD. Este documento proporciona un nivel de detalle sobre la planificación de la programación y también ayuda a determinar el trabajo interno de los desarrolladores, lo cual es especialmente relevante en el contexto de metodologías ágiles o DevOps.

Como se observa en la Figura 3, se definen los pasos necesarios para cumplir con el objetivo establecido en esta tabla, que consiste en obtener de manera documentada los detalles de la solución.

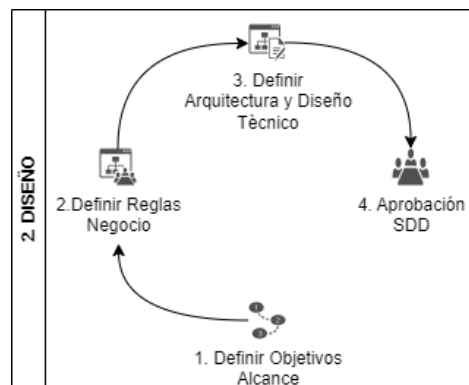


Figure 4: Etapas del diseño de la propuesta

1) *Objetivos y alcance*: Establece claramente los objetivos y el alcance del proyecto, es fundamental para asegurar que la automatización se enfoque en los requerimientos que debe cubrir durante la ejecución del RPA.

2) *Reglas de negocio y lógica de procesos*: Abordar cada una de las reglas del negocio y lógica del proceso asegura que

el RPA realice las tareas requeridas de manera precisa y consistente. Esto implica comprender y capturar adecuadamente las reglas y decisiones que los empleados realizan actualmente en el proceso manual.

3) *Arquitectura y diseño técnico*: Durante este paso, es fundamental realizar una descripción detallada de la arquitectura y el diseño técnico del RPA. Para lograr esto, puedes utilizar una variedad de representaciones visuales, como diagramas de flujo, diagramas de arquitectura, diagramas de actividades y cualquier otra herramienta que facilite una comprensión clara de la estructura de tu solución. Estas representaciones visuales ayudan a visualizar el flujo de trabajo, las interacciones entre los componentes y la lógica del proceso automatizado. Asimismo, permiten identificar posibles puntos de optimización, detectar posibles problemas y comunicar de manera efectiva el diseño a los miembros del equipo y otras partes interesadas involucradas en el proyecto. Al utilizar estas representaciones visuales, se logra una comprensión más precisa y completa de la arquitectura y el diseño del RPA, lo que facilita su implementación exitosa

D. Desarrollo

Después de completar las etapas de análisis y diseño, se pasa a la fase de codificación. La Figura 5 ilustra los pasos a considerar en esta etapa. En caso de surgir novedades, es crucial mantener una comunicación constante con el responsable de la fase de diseño para garantizar una implementación efectiva.

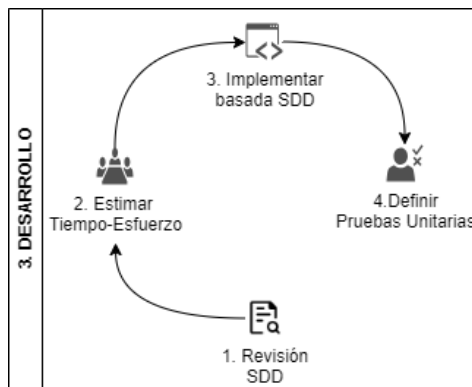


Figure 5: Etapas del desarrollo de la propuesta

1) *Estimar tiempo-esfuerzo*: La capacidad de llegar a un consenso sobre el tiempo y el esfuerzo requeridos dependerá principalmente de las tareas que se deben abordar. Es recomendable establecer una referencia promedio en términos de tiempo y esfuerzo dentro del equipo de desarrollo, que esté directamente relacionada con la complejidad de los requisitos y su estimación. Esto permite categorizar y utilizar estas estimaciones como referencia para futuros proyectos.

2) *Selección de software*: Durante esta fase, es crucial realizar una elección acertada del software de RPA que permita cumplir con las necesidades de o los procesos a automatizar. Para ello, se llevó a cabo una evaluación detallada de varios

software dirigidos al desarrollo de RPA disponibles en el mercado, considerando diferentes factores como la complejidad de los procesos, la compatibilidad con los sistemas existentes, la capacidad de escalabilidad y la facilidad de mantenimiento, entre otros aspectos relevantes. Tras analizar los resultados obtenidos, se tendrá una posición informada y se seleccionó el software de RPA más adecuado para cubrir las necesidades del desarrollo. De esta manera, se garantiza que el proyecto pueda llevarse a cabo de manera efectiva y eficiente, con el software de RPA adecuado para su implementación.

3) *Pruebas Unitarias*: Es importante asegurar que el código de programación definido en los robots, sea implementado correctamente y de forma consistente. Se debe realizar comprobación de casos de uso, para asegurar que los robots puedan desarrollar las tareas para los cuales fueron definidas. Por su parte se requiere realizar pruebas de rendimiento, que permitan garantizar cargas operativas altas, dirigidas en caso de ser requeridas optimizar tiempos de respuesta. Finalmente y no por ello menos importante se debe realizar una validación de la calidad de los resultados de tal forma que se cumpla con las expectativas.

E. Testing

Durante esta etapa, es de vital importancia que el personal encargado de las pruebas tenga un profundo conocimiento del proceso de negocio. Para lograr esto, se recomienda que posean un amplio dominio de los documentos previamente elaborados, tanto en las etapas de análisis como en las de diseño. De esta manera, se asegura que las pruebas se realicen de manera efectiva y se puedan identificar posibles problemas o desviaciones en relación con los requisitos establecidos.

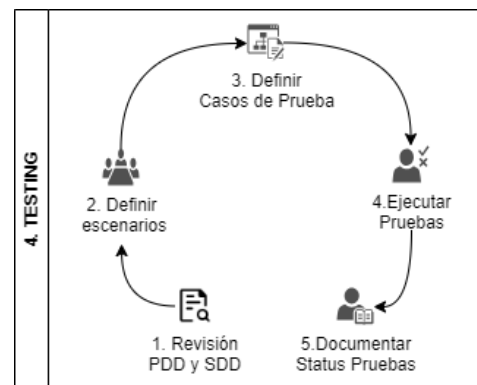


Figure 6: Etapas del testing de la propuesta

El equipo de pruebas se dedica a identificar y documentar los diversos escenarios que requieren validación y deben ser abordados por la lógica de RPA. Una vez que se hayan definido los escenarios de prueba, se procederá a preparar el conjunto de datos de prueba que permitirá iniciar la validación de los escenarios contemplados.

Durante la ejecución de los escenarios, es importante documentar el estado de cada uno de ellos. El personal de pruebas no debe esperar hasta que se finalicen todos los escenarios para notificar cualquier falla. Se recomienda reportarlos de forma

gradual, considerando que se tenga un número considerable de errores, para que puedan ser abordados de manera inmediata por el personal correspondiente, que generalmente es el desarrollador de RPA. Sin embargo, esto no implica que no puedan surgir nuevas definiciones en el proceso. En ese caso, se deberá notificar al analista correspondiente.

En el mercado existen diversas herramientas disponibles que pueden ser utilizadas con este propósito. Algunas de ellas son de pago, mientras que otras son de código abierto. En la figura 7 se proporciona un ejemplo del formato de una plantilla de validación, la cual puede ser editada según las necesidades específicas de cada caso.

F. Soporte

Durante esta fase, se considera que se ha logrado implementar la solución de automatización basada en RPA, cumpliendo con los escenarios de validación establecidos en la fase anterior. En la etapa de soporte, esta solución puede convertirse en un gran aliado para el proceso, ya que ofrece una visión global de posibles oportunidades de optimización.

En la figura 8 se presentan los pasos a considerar en esta fase. Es relevante destacar que la capacitación desempeña un papel integral durante esta etapa. También es importante mantener registros de monitoreo para detectar posibles problemas de rendimiento que puedan haber pasado desapercibidos en la fase de pruebas. Asegúrese de contar con una documentación adecuada del seguimiento de su proceso.

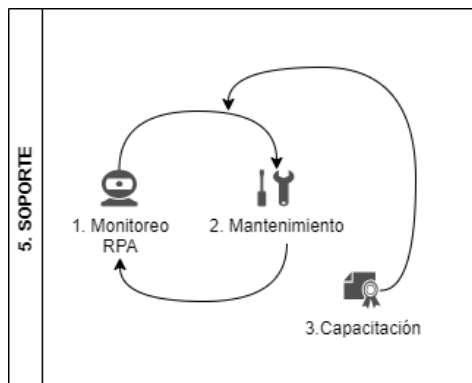


Figure 8: Etapas del soporte de la propuesta

1) *Monitoreo*: Realiza regularmente revisiones de tu RPA, de tal forma que te permita verificar la correcta ejecución de tu proceso. Considera el uso de bitácoras de monitoreo, de tal forma que te permita obtener métricas respecto de tiempos de ejecución y volumen de trabajo procesado.

2) *Capacitación*: Es importante determinar un plan de capacitación, te facilitará la definición de la población objetivo a capacitar. Considera llevar a cabo sesiones tanto teóricas como prácticas durante el proceso de capacitación, ya que esto ayudará a que los participantes se familiaricen con el proceso de manera más efectiva.

3) *Mantenimiento*: Define un cronograma de mantenimiento de tal forma que te permita mantener una adecuada gestión de tus procesos, tanto preventivos como correctivos.

Considera realizar copias de seguridad periódicas con el fin de salvaguardar la integridad de tu RPA.

IV. CASO DE ESTUDIO

En esta sección, se realizará la validación de la propuesta presentada en el punto 4, con el objetivo de verificar su efectividad mediante un caso de estudio. Para este propósito, se ha seleccionado una institución educativa como escenario idóneo. Durante el proceso de validación, se abordarán todas las fases planteadas en la propuesta con el fin de evaluar su viabilidad y beneficios en este contexto específico.

La figura 9 representa el proceso de generación y revocación de certificados digitales, que se lleva a cabo antes de la automatización mediante RPA. Este diagrama proporciona una visualización clara de las etapas y actividades involucradas en dicho proceso, lo cual resulta fundamental para comprender el contexto antes de proceder con la implementación de RPA.

A. Análisis

1) *Caracterización del Proceso*: Mediante el uso de plantilla propuesta, se busca obtener una visión completa del proceso de Administración de certificados digitales, además se trata de identificar los componentes claves en el proceso en la tabla II se aprecia la aplicación:

2) *Viabilidad*: Con el objetivo de evaluar la viabilidad de automatizar el proceso y después de realizar una caracterización del mismo, considerando los actores involucrados, se procede a utilizar tabla de score adaptado por la propuesta para determinar su idoneidad. Utilizando el Modelo de scorecard para evaluar procesos potenciales a automatizar.

En la Tabla V se presenta la aplicación de la plantilla definida en la propuesta para evaluar si el proceso en cuestión cumple con los criterios necesarios para su automatización. La plantilla proporciona una estructura clara y sistemática para analizar cada elemento del proceso y determinar su idoneidad para la implementación de la automatización.

Al utilizar esta plantilla, se examinan los diferentes aspectos del proceso, como los proveedores, las entradas, los procesos, las salidas y los clientes. Cada uno de estos elementos se evalúa cuidadosamente para identificar si cumplen con los requisitos y las condiciones necesarios para ser automatizados de manera eficiente y efectiva.

El propósito de esta evaluación es garantizar que el proceso seleccionado sea adecuado para la implementación de la automatización, y que los beneficios esperados, como la mejora de la eficiencia, la reducción de errores y la optimización del tiempo, puedan lograrse de manera satisfactoria.

B. Diseño

1) Objetivos de RPA:

- El objetivo principal de la implementación de RPA es eliminar las tareas realizadas por parte del administrador de forma manualmente por cada una de las solicitudes, como es el caso de la generación de certificados, exportación, notificación, actualización y revocación.

PROYECTO ID		XXXXXXXX		RESPONSABLE PROYECTO		XXXXX		FECHA INICIO TESTING:		XXXXXXXXX	
PROYECTO TÍTULO		XXXXXXXXXX		RESPONSABLE CALIDAD		XXXXX		FECHA FIN TESTING		XXXXXXXXX	
ID	CATEGORÍA	DEPARTAMENTO	REQUERIMIENTO	RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS REALES	REPORTADO POR	ASIGNADO PARA	ESTADO	FECHA		
REI_01	ACADÉMICO	DEPARTAMENTO A	REQUERIMIENTO X	---	---	---	---	---	---		
REI_02	FINANCIERO	DEPARTAMENTO B	REQUERIMIENTO Y	---	---	---	---	---	---		
REI_03	SEGURIDAD	DEPARTAMENTO A	REQUERIMIENTO Z	---	---	---	---	---	---		
REI_04	ACADÉMICO	DEPARTAMENTO B	REQUERIMIENTO X	---	---	---	---	---	---		
REI_05	FINANCIERO	DEPARTAMENTO A	REQUERIMIENTO Y	---	---	---	---	---	---		
REI_06	SEGURIDAD	DEPARTAMENTO B	REQUERIMIENTO Z	---	---	---	---	---	---		
REI_07	ACADÉMICO	DEPARTAMENTO A	REQUERIMIENTO X	---	---	---	---	---	---		
REI_08	FINANCIERO	DEPARTAMENTO B	REQUERIMIENTO Y	---	---	---	---	---	---		

Figure 7: Plantilla redactar escenarios pruebas

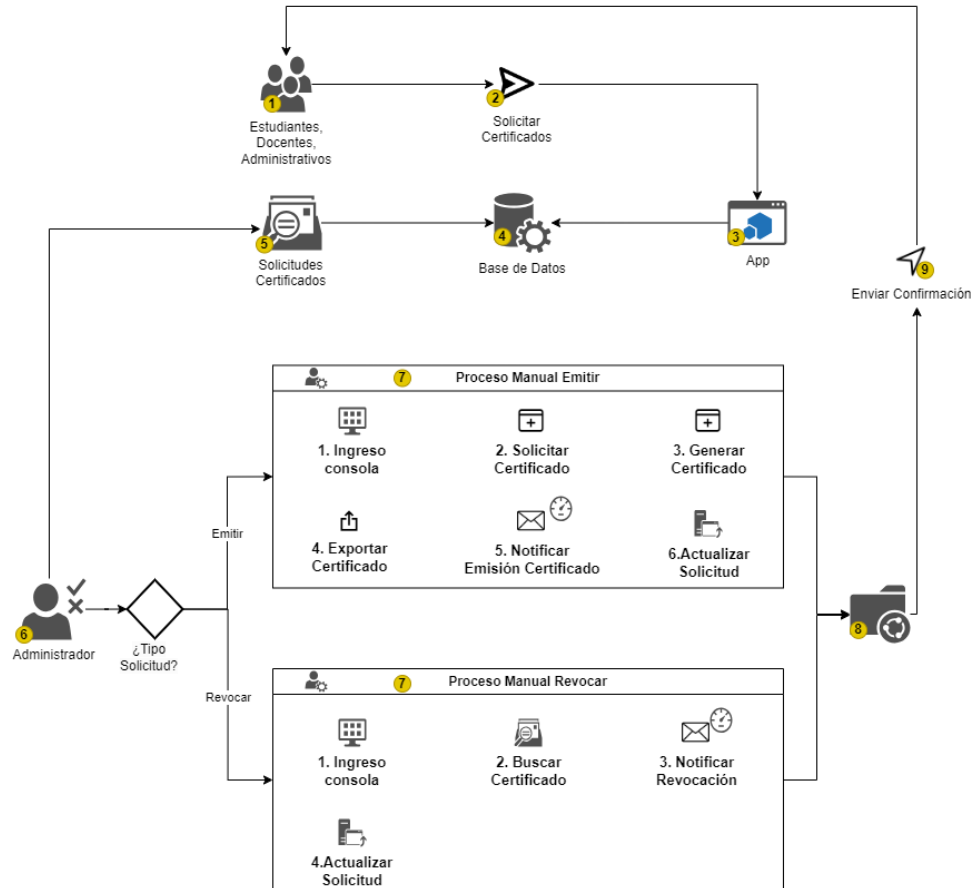


Figure 9: Flujo caso estudio antes automatización certificado digital

2) *Alcance de RPA*: El alcance de RPA en el proceso de administración de certificados digitales considera:

- Desarrollar un RPA capaz de acceder a la consola de generación o revocación de certificados y realizar las acciones necesarias de forma automatizada.
- Configurar el RPA para generar solicitudes de generación de certificado en la consola.
- Automatizar la exportación de certificados previamente generados.
- Establecer la lógica de notificación vía correo electrónico al solicitante y entrega del archivo.
- Configurar la automatización para actualizar automáticamente el estado de la solicitud como "finalizada" en el portal de solicitudes.

En la figura 10 se puede apreciar de manera gráfica el alcance de la automatización mediante RPA para el proceso

de generación y revocación de certificados digitales.

El diagrama se utiliza como insumo durante la fase de diseño para brindar al personal que estará involucrado en el proceso de implementación un mejor entendimiento del dominio del proceso.

C. Desarrollo

Para poder plasmar el diseño dentro de esta etapa se usara la herramienta UIPATH, la misma que nos permitirá, llevar el desarrollo de nuestra solución de una forma ordenada, entre las principales razones por las que se decidió es principalmente su grado de madurez frente a otras herramientas, a pesar de ser una herramienta de pago nos brinda la opción para

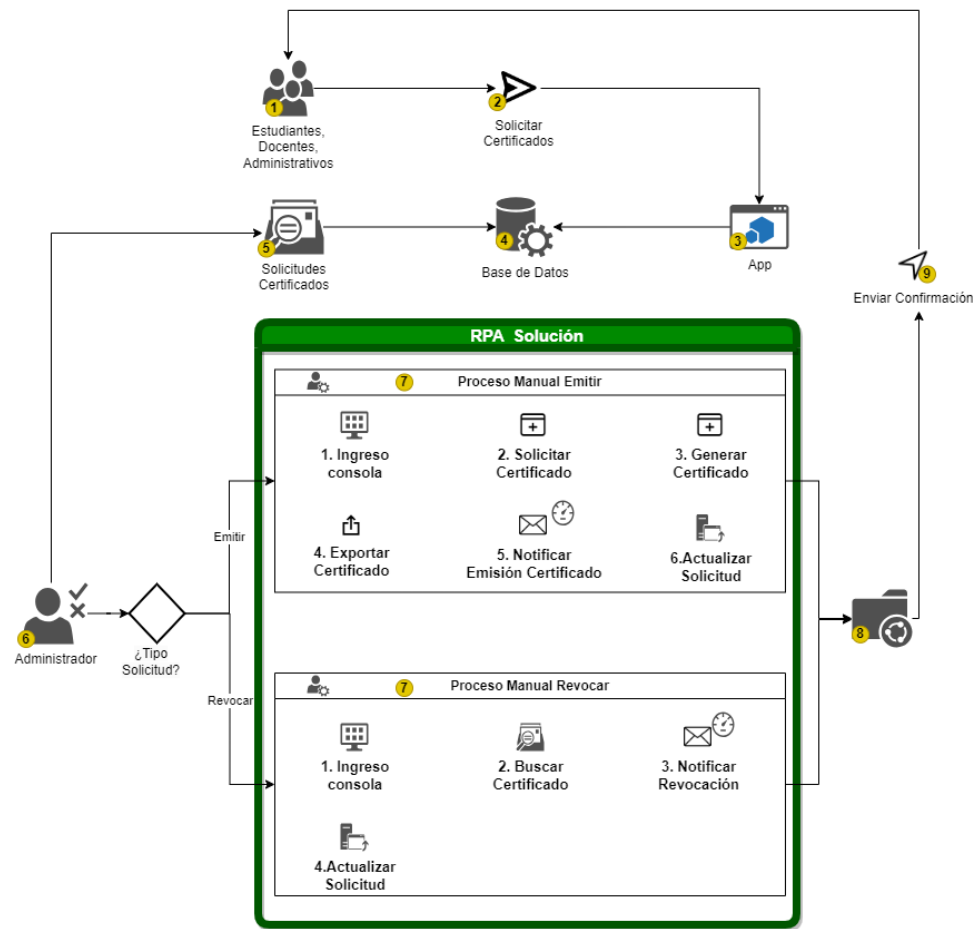


Figure 10: Flujo caso estudio después automatización certificado digital

poder generar una RPA por usuario, ideal para poder validar la propuesta.

El proceso de desarrollo comienza con la definición de cada una de las secuencias que guiarán nuestro trabajo, como se muestra en la figura 10 resaltadas con un recuadro de color verde.

D. Testing

Luego de haber desarrollado el RPA y montado en un ambiente para pruebas, se inicia la ejecución de los escenarios de pruebas, para ello se considero la información generada de las fases de análisis y diseño

Para efectos del documento se realiza un resumen de las pruebas realizada en el caso del proceso de generación del certificado se cubrieron los siguientes escenarios:

- Se lleva a cabo un flujo completo del proceso de emisión del certificado, que comienza con la creación de la solicitud por parte de los proveedores designados durante la fase de análisis. A continuación, la solicitud es revisada y aprobada por un administrador encargado de validar su legalidad. Una vez aceptada, el certificado queda listo para ser procesado por el RPA. Este flujo abarca los

pasos detallados en la figura 10, específicamente en lo que concierne a la emisión del certificado.

- Por otra parte se lleva a cabo un flujo completo del proceso de revocación del certificado, que comienza con la creación de la solicitud por parte de los proveedores designados durante la fase de análisis. A continuación, la solicitud es revisada y aprobada por un administrador encargado de validar su legalidad. Una vez aceptada, el certificado queda listo para ser procesado por el RPA. Este flujo abarca los pasos detallados en la figura 10, específicamente en lo que concierne a la emisión del certificado.

Durante el proceso de pruebas, se realizó una evaluación exhaustiva del flujo completo, desde la creación de la solicitud por parte de los proveedores definidos en la fase de análisis, hasta la aceptación por parte de un administrador encargado de avalar la legalidad de la solicitud. Posteriormente, el proceso continuó con la etapa de generación o revocación del certificado, en la cual se verificó su correcta ejecución y funcionamiento. Estas pruebas permitieron validar la integridad y eficiencia del proceso, garantizando que todas las etapas se llevaran a cabo de manera adecuada y que el resultado final

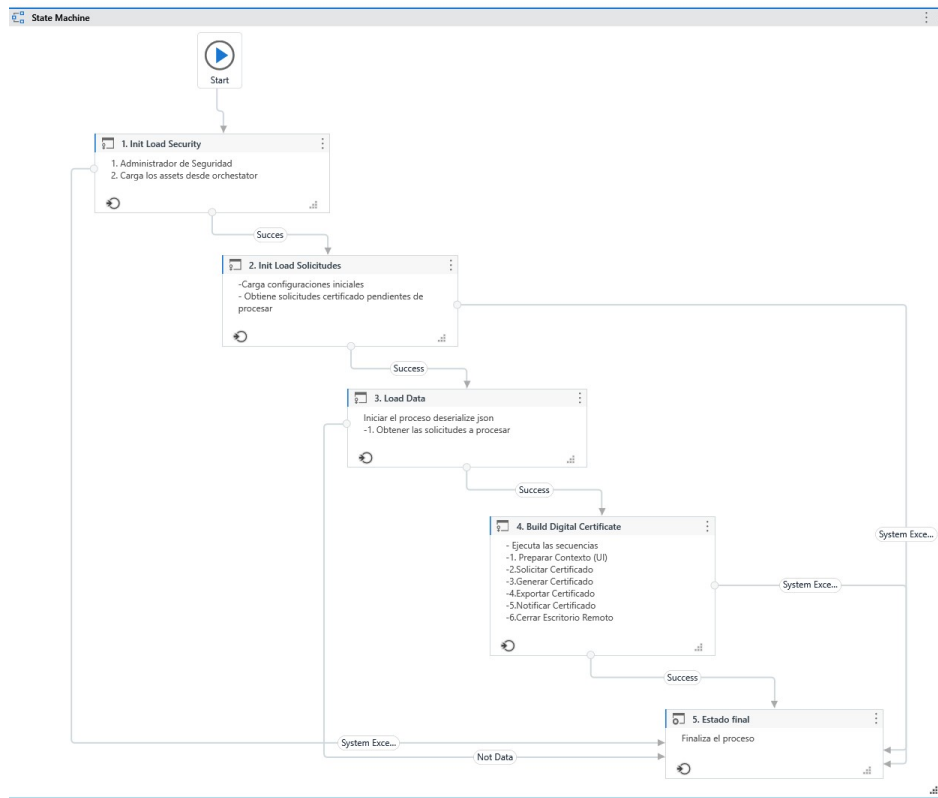


Figure 11: Máquina de estados del procesos RPA

estuviera listo para ser procesado por el RPA. La Figura 10 proporciona una representación visual de los pasos involucrados en el proceso de emisión de certificados, los cuales fueron cubiertos durante las pruebas realizadas

momentos específicos. Al establecer un horario predefinido para la ejecución, se asegura una gestión efectiva del tiempo y se maximiza la productividad del proceso.

E. Soporte

Con el objetivo de llevar a cabo un monitoreo constante del RPA, se utiliza el monitor proporcionado por el orquestador de UiPath. Es importante destacar que este monitoreo debe ir de la mano del desarrollo en cuanto al control de excepciones se refiere. Si no se hace un uso correcto de los bloques "try-catch", es posible que no se realice una notificación adecuada al monitor del orquestador, lo que podría desencadenar en falsos positivos.

La implementación del monitor del proceso de emisión y revocación de certificados, representado en la Figura 11, tiene como objetivo fundamental proporcionar una trazabilidad detallada de la ejecución del proceso. Este enfoque es crucial para garantizar la transparencia y la visibilidad de las etapas del flujo de trabajo, desde la creación de la solicitud por parte de los proveedores hasta la aceptación y el procesamiento final por parte del sistema RPA.

Una de las estrategias clave utilizadas en este monitor es la configuración de un evento de ejecución en el orquestador de UIPATH. Esta configuración permite iniciar automáticamente el proceso en momentos específicos, lo que optimiza la eficiencia del sistema al procesar las solicitudes pendientes en esos

V. RESULTADOS

Los resultados obtenidos tras la aplicación de la propuesta en el caso de estudio demuestran una mejora significativa en la documentación relacionada con el proceso. Esto ofrece una ventaja considerable en caso de que sea necesario realizar ajustes en el RPA.

La implementación de RPA ha demostrado un aumento significativo en la tasa de procesamiento en comparación con el proceso manual previamente utilizado. Mediante el uso de RPA, se ha observado la capacidad de procesar un número considerablemente mayor de solicitudes de certificados en comparación con el método tradicional manual. Esta mejora en la eficiencia y productividad se debe a la capacidad de RPA para automatizar tareas rutinarias y repetitivas, lo que permite un procesamiento más rápido y preciso de las solicitudes. Además, el uso de RPA reduce la posibilidad de errores humanos y agiliza el flujo de trabajo, lo que contribuye a un aumento significativo en la productividad y satisfacción del cliente. En resumen, la implementación de RPA ha demostrado ser una solución eficaz para mejorar la tasa de procesamiento y la capacidad de respuesta en el manejo de solicitudes de certificados.

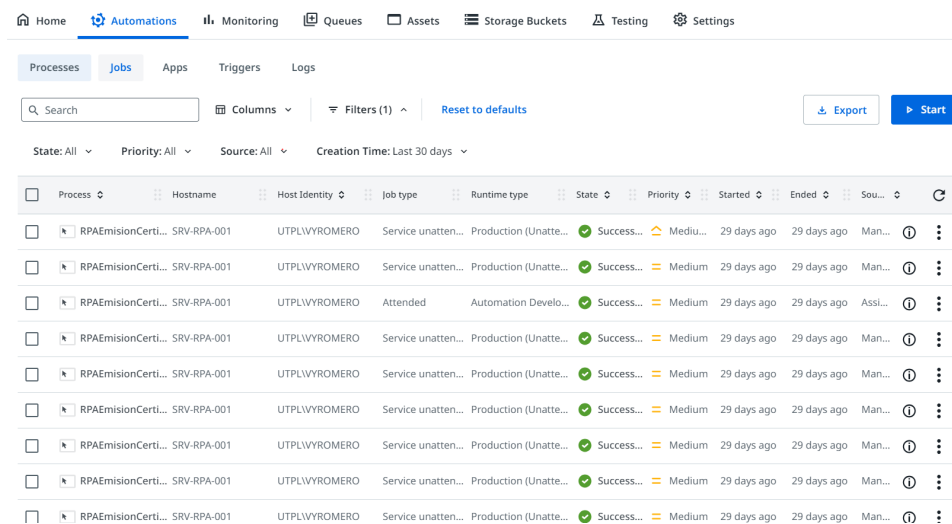


Figure 12: Monitor de RPA con UIPATH

Table IV: Administración de Certificados Digitales

Elemento	Descripción
Proveedor	<ul style="list-style-type: none">EstudiantesDocentesAdministrativos
Entradas	Solicitud de emisión o revocación de certificado digital
Proceso	<ol style="list-style-type: none">Los Estudiantes, Docentes, Administrativos realizan una solicitud de emisión o revocación del certificado digital mediante un portal de solicitudes.Un administrador procesa manualmente cada una de las solicitudes.El administrador ingresa a la consola de generación de certificados.El administrador genera una solicitud de generación de certificado en la consola.El administrador realiza la exportación del certificado previamente generado.El administrador notifica al solicitante y envía el archivo vía correo.El administrador actualiza el estado de la solicitud como procesada.
Salidas	<p>Certificado digital generado</p> <p>Notificación y archivo del certificado enviados al solicitante</p> <p>Estado de la solicitud actualizado</p>
Cliente	<ul style="list-style-type: none">EstudiantesDocentesAdministrativos

Table V: Factor de idoneidad

Factor de idoneidad	1	2	3	4
Naturaleza de los Datos				x
Dependencia de Sistemas				x
Dificultad del Proceso				x
Frecuencia de cambios en el proceso				x
Aplicaciones para automatizar			x	
Nivel cognitivo				x
Horas humanas dedicadas (FTEs dedicados al trabajo)			x	
Nivel cognitivo				x
Cumplimiento normativo			x	
Volumen de datos			x	

Rol	Descripción
Estudiantes	Encargado de generar una solicitud de emisión de certificado
Docentes	Encargado de generar una solicitud de emisión de certificado
Empleados	Encargado de generar una solicitud de emisión de certificado
Administrativos	Validará la solicitud para emitir un certificado, será el encargado de aprobar una generación o revocación de un certificado

Table VI: Roles y Descripciones en el proceso de emisión de certificados

1) *Tasa de Procesamiento:* Para calcular la tasa de procesamiento, se utilizó la última iteración del proceso realizado de forma manual, en la cual se registraron 250 solicitudes de generación y 50 solicitudes de revocación. En este escenario, se contó con la participación de un equipo compuesto por 5 administradores encargados tanto de la emisión como de la revocación de las solicitudes. Considerando un tiempo

promedio de 5 minutos por solicitud, se determinó que el procesamiento de las 300 solicitudes en total requería un tiempo estimado en la modalidad manual. A continuación, se realizó el mismo ejercicio utilizando el mismo número de participantes y solicitudes pero el tiempo promedio en el caso de la automatización fue de 1 minuto, los resultados se presentan en la tabla 7.

Table VII: Tasa de procesamiento RPA

Tipo	Participantes	Solicitudes		T.Ejecución
		Emitidas	Revocadas	
Manual	5	250	50	5 Hrs
Automatizado	5	250	50	1Hrs

Para determinar la tasa de procesamiento del proceso se utiliza la siguiente formula

$$\text{Tasa de procesamiento} = \frac{\text{Número de solicitudes procesadas}}{\text{Tiempo total de procesamiento}}$$

En el caso manual:

$$\text{Tasa de procesamiento} = \frac{300}{5}$$

$$\text{Tasa de procesamiento} = \frac{60 \text{ sol}}{h}$$

En el caso automático:

$$\text{Tasa de procesamiento} = \frac{300}{1}$$

$$\text{Tasa de procesamiento} = \frac{300 \text{ sol}}{h}$$

2) *tasa de Cumplimiento*: Tanto en el proceso basado en RPA como en el proceso manual, el cumplimiento se evalúa teniendo en cuenta el número de iteraciones y el número de pruebas positivas realizadas durante la ejecución de las pruebas. Se ha preparado una tabla para presentar esta información.

Table VIII: Total de iteracciones del RPA

Tipo	Iteracciones	Pruebas
Manual	190	80
Automatizado	150	80

De las pruebas obtenidas se pudo determinar en la tasa de cumplimiento en caso del proceso manual necesito un mayor número de iteracciones para poder cumplir con el flujo de pruebas planteadas

VI. TRABAJOS FUTUROS

Durante esta sección se exploran las posibles direcciones que la automatización inteligente, incluyendo la automatización robótica de procesos (RPA), puede tomar como potenciales áreas de investigación, según [13]. La implementación de RPA puede tener un impacto significativo en diversas áreas

de trabajo, permitiendo una gestión más eficiente, reducción de costos y mayor precisión en la toma de decisiones.

Por ejemplo, en el campo de la aviación, los robots de RPA pueden ayudar a la oficina de apoyo a organizar una lista urgente de tripulación de vuelo, reduciendo considerablemente la carga operativa y eliminando la necesidad de procesos manuales de BPM. De esta manera, se mejora la eficiencia en la asignación de recursos y se reduce el margen de error.

En la cadena de suministro y logística urbana, los robots de RPA pueden apoyar el desarrollo de la predicción de inventario y cumplimiento de la demanda, el seguimiento de la entrega y la exploración de las preferencias y demandas del cliente. Al automatizar estos procesos, se puede mejorar la rapidez y la precisión en la gestión del inventario y la entrega, lo que a su vez puede mejorar la satisfacción del cliente y la rentabilidad del negocio.

En cuanto a la gestión de carteras, patrimonio y activos, la automatización de RPA podría significar una solución a las limitaciones de recursos y permitir una toma de decisiones de alto nivel, al mismo tiempo que detecta inconsistencias en los datos históricos. De esta manera, se puede mejorar la precisión en la gestión de carteras y la detección de riesgos potenciales, lo que puede tener un impacto significativo en la rentabilidad del negocio.

En el sector de los productos y servicios, la automatización de RPA puede proporcionar información valiosa sobre la demanda de productos mediante el comportamiento del usuario. Al obtener información detallada sobre las preferencias y necesidades del cliente, las empresas pueden adaptar su oferta de productos y servicios de manera más efectiva, lo que puede mejorar la satisfacción del cliente y aumentar las ventas.

Por último, en el sector de la construcción, la automatización de RPA puede ser utilizada para monitorear en tiempo real las actividades, generar flujos de trabajo y evaluar el cronograma de actividades para mitigar riesgos y evitar retrasos en los proyectos. Al automatizar estos procesos, se puede mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos de construcción, lo que a su vez puede tener un impacto positivo en la rentabilidad del negocio.

Como se puede apreciar, existen diversas áreas en las que la automatización basada en RPA podría ser de gran utilidad.

VII. CONCLUSIONES

Tras examinar los resultados obtenidos por los autores en el marco de sus propuestas de framework para la automatización de procesos basada en RPA, se concluye que estas herramientas son valiosas para identificar los aspectos clave al evaluar los procesos susceptibles de ser automatizados. Además, proporcionan una base sólida para la toma de decisiones y permiten reestructurar aquellos procesos que no cumplen con los requisitos necesarios para su automatización.

La implementación de un marco de trabajo adecuado ha demostrado ser muy beneficioso para las empresas, ya que se ha observado un aumento significativo en los niveles de productividad, una reducción en los costos operativos, mejoras importantes en la calidad y una mayor estandarización de los

procesos. Por otra parte, se logran reducciones notables en cuanto a errores humanos.

No obstante, es importante tener en cuenta que existen ciertos desafíos que las organizaciones deben enfrentar para la implementación exitosa de los trabajadores digitales. Entre ellos, se destacan la cultura digital, la falta de dominio de los procesos, los problemas de seguridad, la capacidad tecnológica y la necesidad de una capacitación adecuada.

La implementación de la propuesta planteada permitió evidenciar una notable reducción en los tiempos de procesamiento de las solicitudes de emisión y revocación mediante el uso de RPA. En comparación con el enfoque manual, se logró alcanzar una mejora del 80

En resumen, los resultados de este estudio son una valiosa contribución científica al campo de la automatización de procesos basada en RPA. El marco de trabajo propuesto permite identificar y automatizar procesos clave, lo que se traduce en mejoras significativas en la productividad y calidad. Sin embargo, es importante tener en cuenta los desafíos que se presentan para la implementación exitosa de estos trabajadores digitales.

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría expresar nuestro sincero agradecimiento al equipo de investigación del presente manuscrito por su dedicación y contribución en el desarrollo de este estudio. Su arduo trabajo y esfuerzo han sido fundamentales para la elaboración de este artículo. Apreciamos enormemente su compromiso y valiosa aportación, que ha enriquecido significativamente este manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] Asatiani, A., Penttinen, E.(2016)., Turning robotic process automation into commercial success—case opuscapita. *Journal of Information Technology Teaching Cases* 6
- [2] Costa, D. A. D. S., Mamede, H. S., and Mira da Silva, M. (2022). Robotic Process Automation (RPA) Adoption: A Systematic Literature Review. *Engineering Management in Production and Services*, 14(2), 1-12. <https://doi.org/10.2478/emj-2022-0012>
- [3] Nørstø, P., Kock, R., and Kastrup, S. (2020). Designing a decision-making framework for assessing Robot Process Automation potential. *Cbs*. <http://bit.ly/3ZTGqbS>
- [4] Herm, L. V., Janiesch, C., Helm, A., Imgrund, F., Hofmann, A., and Winkelmann, A. (2022). A framework for implementing robotic process automation projects. *Information Systems and e-Business Management*. <https://doi.org/10.1007/s10257-022-00553-8>
- [5] Gex, C., Minor, M. (2019). Make your robotic process automation (RPA) implementation successful. *Armed Forces Comptroller*, 64(1), 18-22
- [6] Gutiérrez, C. (2020). La ventaja competitiva detrás de la implementación de RPA en procesos de BackOffice en la industria del retail en Argentina. UDESA. <http://bit.ly/3j1ViUT>
- [7] Wellmann, C., Stierle, M., Dunzer, S., Matzner, M. (2020). A Framework to Evaluate the Viability of Robotic

Process Automation for Business Process Activities. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 200-214. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58779-614>

[8] Beetz, R., and Riedl, Y. (2018). Robotic Process Automation: Developing a Multi-Criteria Evaluation Model for the Selection of Automatable Business Processes. In *Americas Conference on Information Systems*. <http://bit.ly/3J9syEu>

[9] Dey, S., and Das, A. (2019). Robotic process automation: assessment of the technology for transformation of business processes. *International Journal of Business Process Integration and Management*, 9(3), 220. <https://doi.org/10.1504/ijbpim.2019.100927>

[10] Fosch Villaronga, E., and Golia, A. J. (2019). Robots, standards and the law: Rivalries between private standards and public policymaking for robot governance. *Computer Law and Security Review*, 35(2), 129-144. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2018.12.009>

[11] Jaison, J. (2020). *Robotic Process Automation using Container-related Methodologies*. Springer, 1. <https://bit.ly/3H2uk7x>

[12] Mora, H. L., and Sanchez, P. P. (2020). Digital Transformation in Higher Education Institutions with Business Process Management: Robotic Process Automation mediation model. *2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. <https://doi.org/10.23919/cisti49556.2020.9140851>

[13] Ng, K. K., Chen, C. H., Lee, C., Jiao, J. R., and Yang, Z. X. (2021). A systematic literature review on intelligent automation: Aligning concepts from theory, practice, and future perspectives. *Advanced Engineering Informatics*, 47, 101246. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101246>