

Trabajo Fin de Máster
Máster Universitario en Ingeniería de
Telecomunicación

Asignación automática de tareas mediante tecnología
de robotización RPA

Autor: Paloma Caramé Matres

Tutor: Jesús Capitán Fernández

Dpto. Ingeniería de Sistemas y automática
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2020



Trabajo Fin de Máster
Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación

Asignación automática de tareas mediante tecnología de robotización RPA

Autor:

Paloma Caramé Matres

Tutor:

Jesús Capitán Fernández

Profesor Contratado Doctor

Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2020

Trabajo Fin de Máster: Asignación automática de tareas mediante tecnología de robotización RPA

Autor: Paloma Caramé Matres

Tutor: Jesús Capitán Fernández

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2020

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis maestros

Agradecimientos

En primer lugar y ante todo me gustaría aprovechar este espacio para agradecer a mis padres y hermano el apoyo constante que me han otorgado y sin el que no hubiese sido posible haber alcanzado el punto en el que me encuentro hoy día.

La realización del Trabajo Fin de Máster pone punto y final a la carrera universitaria de un estudiante. En este trabajo el estudiante tiene que poner de manifiesto que está preparado para realizar un proyecto digno en el que haya utilizado los conocimientos adquiridos durante los años de estudio y en el que vaya más allá introduciendo nuevas herramientas. De esta forma presento a continuación un trabajo que, en mi opinión, plasma los puntos más importantes que se enseñan durante la carrera. En primer lugar, la base de conocimiento que he recibido de numerosos profesores a través de cada asignatura que me ha sido impartida, a todos ellos les doy las gracias. Por otra parte, la necesidad de ser uno mismo el que centre sus objetivos y se enfoque en cumplirlos. Y por último la evidencia de que toda persona debe buscar más allá cuando no encuentre los resultados obtenidos, teniendo que investigar e instruirse en conocimientos que no le han sido impartidos.

Me gustaría agradecer en especial a mi tutor, Don Jesús Capitán Fernández, el haber depositado en mi su voto de confianza y haber apostado por un trabajo centrado en una tecnología tan novedosa como es RPA, así como por su actitud siempre receptiva a cualquier cuestión o asunto planteado.

No puedo dejar escapar estas líneas sin agradecer de igual modo a todos mis compañeros de trabajo y a mi jefe, que me han animado a adentrarme en esta aventura y cuyos consejos e ideas me han sido muy útiles a la hora de enfocar este trabajo, además de darme todas las facilidades para que pudiera compatibilizar ambos mundos. Muchas gracias compis.

Por último, me gustaría agradecer a todos mis compañeros de universidad, en especial a Luis, que han compartido clases y prácticas conmigo, por haber sido parte de esta etapa de mi vida y haberme aportado experiencias que me han ayudado a mejorar personal y profesionalmente.

Paloma Caramé Matres

Sevilla, 2020

Resumen

Los negocios de hoy en día se enfrentan a una continua transformación digital para conseguir mantenerse competitivos en un mercado que es cada vez más creciente. La digitalización ya no es simplemente una palabra de moda; incorporar nuevas tecnologías no es una opción, es un imperativo para tener éxito. Dentro de este contexto surge la automatización robótica de procesos, o RPA, como una tecnología que promueve añadir nuevos niveles de calidad y productividad en la estrategia de transformación digital de toda empresa mediante el uso de robots, los cuales interactúan con otras aplicaciones y sistemas de forma similar a como lo haría un ser humano.

El presente proyecto se adentra en esta novedosa tecnología de la mano de una de las principales herramientas del mercado, Blue Prism, para conseguir analizar y automatizar un proceso de negocio real. Para ello se ha determinado la infraestructura necesaria para alojar el robot y se ha seguido el ciclo de vida completo de un proyecto de robotización, incluyendo las fases de consultoría necesarias para el desarrollo de la solución: Descubrimiento, Caracterización, Levantamiento, Desarrollo y homologación, Producción y Soporte. Los resultados derivados de las pruebas muestran que la automatización planteada es, en efecto, real, asumible y factible.

Abstract

Nowadays, business faces a continuous digital transformation to stay competitive in a market that is increasingly growing. Digitalization is no longer a buzzword and incorporating new technologies is not an option but an imperative to succeed. Within this context Robotic Process Automation, RPA, emerges as a technology that adds new levels of quality and productivity in the digital transformation strategy of every company through the use of robots. These robots represent software agents capable of interacting with other applications and systems by mimicking user actions.

This project delves into this new technology with the help of one of the main tools available on the market, Blue Prism, to analyze and automate a real business process. In order to do so, the necessary infrastructure to house the robot has been determined and the complete life cycle of an RPA project has been followed, including the consulting phases which are necessary for the development of the solution: Discovery, Characterization, Design, Development and testing, Production and Maintenance and support. The results show that the automatization is real, affordable and feasible.

Índice

Agradecimientos	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
Índice	xiv
Índice de Tablas	xvi
Índice de Figuras	xviii
1 Introducción	1
2 Estado del Arte	7
3 Comparativa entre Tecnologías	13
3.1 <i>Comparativa con tecnologías similares</i>	13
3.1.1 Comparación de RPA con Inteligencia Artificial y Machine Learning	14
3.1.2 Comparación de RPA con BPM	15
3.2 <i>Comparativa de soluciones RPA</i>	16
3.2.1 Blue Prism	18
3.2.2 Automation Anywhere	19
3.2.3 UiPath	21
3.2.4 Comparativa	22
4 Arquitectura	27
4.1 <i>Diagrama de red</i>	29
4.2 <i>Dimensionamiento</i>	29
4.2.1 Entorno de producción	29
4.2.2 Entorno de desarrollo	31
4.2.3 Middleware necesario	32
4.2.4 Backup y Recovery	33
5 Metodología	35
5.1 <i>Discovery</i>	36
5.2 <i>Caracterización y Priorización</i>	37
5.3 <i>Levantamiento</i>	39
5.4 <i>Desarrollo y Test</i>	44
5.4.1 Desarrollo	44
5.4.2 Homologación	64
5.4.3 Prueba demostrativa	65
5.5 <i>Pase a Producción</i>	70
5.6 <i>Soporte</i>	72
6 Conclusiones y Líneas Futuras	75
Bibliografía	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Comparativa de RPA con BPM	16
Tabla 3-2. Resumen de comparativa de Blue Prism, Automation Anywhere y UiPath	25
Tabla 4-1. Configuración mínima Robots – Entorno producción	30
Tabla 4-2. Configuración mínima BBDD – Entorno de producción	30
Tabla 4-3. Configuración mínima Servidor de Aplicaciones – Entorno de producción	31
Tabla 4-4. Configuración mínima Robots – Entorno de desarrollo	31
Tabla 4-5. Configuración mínima BBDD – Entorno de desarrollo	32
Tabla 4-6. Configuración mínima Servidor de Aplicaciones – Entorno de desarrollo	32
Tabla 4-7. Middleware necesario para la infraestructura de robotización	33
Tabla 4-8. Resumen backup para cada elemento	33
Tabla 5-1. Resumen del Discovery del proceso de Asignación de Tareas	37
Tabla 5-2. Caracterización exhaustiva del proceso de Asignación de Tareas	39
Tabla 5-3. Complejidad evaluada prevista de la automatización	39
Tabla 5-4. Formato fichero Excel de Expertise de los ingenieros	40
Tabla 5-5. Prueba demostrativa – Datos de las tareas	66
Tabla 5-6. Prueba demostrativa – Datos de los ingenieros	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1-1. Robotic Process Automation (RPA)	1
Ilustración 1-2. Características de un proceso automatizable	2
Ilustración 1-3. Objetivos de la tecnología RPA	3
Ilustración 1-4. Ventajas de RPA. Robots vs fuerza humana.	4
Ilustración 2-1. Interés del término RPA los últimos 5 años (Fuente: Google Trends) [16]	7
Ilustración 2-2. Madurez de las diferentes tecnologías de automatización	8
Ilustración 2-3. Actualidad y futuro de RPA	8
Ilustración 2-4. Tendencia de publicaciones	9
Ilustración 2-5. Diagrama resumido del proceso de selección de estudios primarios [15]	9
Ilustración 2-6. Clasificación según naturaleza del estudio	10
Ilustración 2-7. Clasificación según validación experimental: si están validados o no (izda), en qué ámbito (dcha)	10
Ilustración 2-8. Clasificación según técnicas estudiadas	11
Ilustración 2-9. Clasificación según foco del estudio (izda) y ámbito de los estudios (dcha)	11
Ilustración 3-1. Gráfico de concepto centrado en RPA y principales campos con los que se la compara [5]	13
Ilustración 3-2. Gráfico de relación entre RPA, Machine Learning, IA	14
Ilustración 3-3. Cuadrante Mágico Gartner RPA - 2019	18
Ilustración 3-4. Logo BluePrism	19
Ilustración 3-5. Logo Automation Anywhere	20
Ilustración 3-6. Logo UiPath	22
Ilustración 3-7. Resumen del informe Gartner: comparativa Blueprism, Automation Anywhere y UiPath	22
Ilustración 3-8. Comparativa de búsquedas de Blue Prism, Automation Anywhere y UiPath.	24
Ilustración 4-1. Esquema ilustrativo de la arquitectura de entorno de producción Blue Prism	27
Ilustración 4-2. Infraestructura Blue Prism. Modalidad: acceso directo	28
Ilustración 4-3. Infraestructura Blue Prism. Modalidad: Blue Prism Server	28
Ilustración 4-4. Infraestructura completa Blue Prism	28
Ilustración 4-5. Diagrama de interconexión de red para proyectos RPA virtualizados	29
Ilustración 5-1. Metodología de un proyecto de RPA	35
Ilustración 5-2. Diseño del flujo de trabajo principal del proceso	41
Ilustración 5-3. Diseño del flujo de trabajo para el descubrimiento de tareas nuevas	42
Ilustración 5-4. Diseño del flujo de trabajo para obtener los datos de los ingenieros de una jefatura	43
Ilustración 5-5. Diseño del flujo de trabajo para la obtención del ingeniero al que asignar la tarea	43

Ilustración 5-6. Diseño del flujo de trabajo para la modificación del fichero original	44
Ilustración 5-7. Modelo ilustrativo de conexión en desarrollo en Blue Prism	45
Ilustración 5-8. Integración de Objetos en Procesos	45
Ilustración 5-9. Desarrollo de la acción “Crear Instancia” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas (dcha)	46
Ilustración 5-10. Código para crear instancia – Objeto Excel	46
Ilustración 5-11. Desarrollo de la acción “Abrir Libro Excel” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)	47
Ilustración 5-12. Código para abrir libro excel – Objeto Excel	47
Ilustración 5-13. Desarrollo de la acción “Aplicar Filtro” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas (dcha)	47
Ilustración 5-14. Código para aplicar filtro – Objeto Excel	48
Ilustración 5-15. Desarrollo acción “Guardar Colección” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)	49
Ilustración 5-16. Código para guardar colección – Objeto Excel	49
Ilustración 5-17. Desarrollo de la acción “Guardar dato” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)	49
Ilustración 5-18. Código para guardar dato – Objeto Excel	49
Ilustración 5-19. Desarrollo de la acción “Obtener última fila” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)	50
Ilustración 5-20. Código para obtener última fila – Objeto Excel	50
Ilustración 5-21. Desarrollo de la acción “Obtener número de filas” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)	51
Ilustración 5-22. Código para obtener número de filas – Objeto Excel	51
Ilustración 5-23. Desarrollo de acción “Ir a Referencia de Celda” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas (dcha)	52
Ilustración 5-24. Código para ir a una referencia – Objeto Excel	52
Ilustración 5-25. Desarrollo de la acción “Ir a siguiente celda” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)	53
Ilustración 5-26. Código para ir a siguiente celda – Objeto Excel	53
Ilustración 5-27. Desarrollo de acción “Ir a la siguiente celda visible” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)	54
Ilustración 5-28. Código para ir a siguiente celda visible – Objeto Excel	54
Ilustración 5-29. Desarrollo de acción “Cerrar Libro” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas (dcha)	55
Ilustración 5-30. Código para cerrar libro – Objeto Excel	55
Ilustración 5-31. Desarrollo de la acción “Cerrar Instancia” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas (dcha)	55
Ilustración 5-32. Código para cerrar instancia – Objeto Excel	56
Ilustración 5-33. Desarrollo de la acción “Configuración” – Objeto Email. Workflow y parámetros	56
Ilustración 5-34. Desarrollo de la acción “Enviar mensaje” – Objeto Email. Workflow (izda) y entradas (dcha)	57
Ilustración 5-35. Código para mandar mensaje – Objeto Email	57

Ilustración 5-36. Modelo ilustrativo de conexión en desarrollo en Blue Prism	58
Ilustración 5-37. Desarrollo del Workflow principal del Robot (izda) y entradas y otras variables (dcha)	59
Ilustración 5-38. Formato de la variable “Tareas”	59
Ilustración 5-39. Nueva tarea - Desarrollo del Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)	60
Ilustración 5-40. Formato de la variable “Ingenieros”	61
Ilustración 5-41. Cuenta tareas – Desarrollo del Workflow (inferior) y entradas y salidas (superior)	61
Ilustración 5-42. Calcula Espacio – Desarrollo del Workflow (inferior) y entradas y salidas (superior)	62
Ilustración 5-43. Madar Email - Configuración del correo electrónico	63
Ilustración 5-44. Mandar Email – Desarrollo del Workflow (izda) y entradas (dcha)	63
Ilustración 5-45. Modificar Fichero – Desarrollo del Workflow (izda) y entradas (dcha)	64
Ilustración 5-46. Opciones de depuración de Blue Prism	65
Ilustración 5-47. Captura del documento Excel de Datos de Prueba	66
Ilustración 5-48. Prueba demostrativa – Resultado de la variable “Tareas”	67
Ilustración 5-49. Prueba demostrativa – Resultado de la variable “Ingenieros”	67
Ilustración 5-50. Prueba demostrativa – Resultado de la variable “Ingeniero seleccionado” para la primera (dcha superior) y segunda iteración (dcha inferior)	68
Ilustración 5-51. Prueba demostrativa – Resultado del envío de correo electrónico al ingeniero asignado (dcha superior) y jefe (dcha inferior) en la primera iteración.	68
Ilustración 5-52. Prueba demostrativa – Resultado del envío de correo electrónico al ingeniero asignado (dcha superior) y jefe (dcha inferior) en la segunda iteración	69
Ilustración 5-53. Prueba demostrativa – Resultado de la evaluación de tareas restantes. Iteración 1(izda) y 2(dcha)	69
Ilustración 5-54. Prueba demostrativa – Fichero Excel modificado con la matrícula del ingeniero	70
Ilustración 5-55. Session Management de la Control Room de Blue Prism	70
Ilustración 5-56. Schedules - Configuración de horarios de la Control Room de Blue Prism	71
Ilustración 5-57. Scheduler – Calendario de la Control Room de Blue Prism	72
Ilustración 5-58. Scheduler – Visualizador de programaciones de la Control Room de Blue Prism	72

1 INTRODUCCIÓN

RPA permite que los empleados se centren en tareas más estratégicas que ayudan al negocio.

Enterprise RPA, un estudio de Forrester Consulting

LA Automatización de Procesos mediante Robots, RPA de sus siglas en inglés (*Robotic Process Automation*) es una tecnología que permite crear y utilizar una fuerza de trabajo virtual, flexible y escalable que interactúa con los sistemas y el software de aplicaciones existentes imitando la acción de un ser humano, lo que permite realizar tareas y procesos de una forma más eficiente, rápida, sin errores y con disponibilidad 24x7.



Ilustración 1-1. Robotic Process Automation (RPA)

Esta nueva fuerza de trabajo virtual (robots), es capaz de asumir, de manera coordinada con las personas, aquellas tareas rutinarias, repetitivas y de poco valor que son necesarias dentro de una compañía, de tal manera que las empresas puedan proteger y potenciar el talento digital de sus empleados con tareas de más valor dentro de la compañía, aquellas que requieren: aportar creatividad, emitir juicios de valor, resolver problemas, gestionar excepciones, conocimiento humano, interpretación de datos, etc.

Cuando se habla de robots tendemos a pensar en máquinas pesadas que llevan a cabo tareas industriales, principalmente en cadenas de montaje. RPA extrapola ese concepto de automatización a los modelos puramente informáticos, por lo que hablamos de robots software, y es la tendencia que promueve añadir nuevos niveles de calidad y productividad en la estrategia de Transformación Digital de toda empresa [1].

RPA es una tecnología no intrusiva ya que, de acuerdo con el IRPA-AI (*Institute for Robotic Process Automation and Artificial Intelligence*) [2], esta tecnología no es parte de la infraestructura de la TI (Tecnologías de la Información) de una empresa, sino que está en niveles o capas superiores [3]. Los robots

emplean la interfaz de usuario para capturar datos y manipular aplicaciones existentes del mismo modo que los humanos [4]. Esto es una diferencia significativa con respecto a las formas tradicionales de integración de TI que históricamente se han basado en Interfaces de Programación de Aplicación (API) es decir, formas de comunicación máquina a máquina basadas en capas de datos que operan en una capa arquitectónica debajo de la IU.

Los robots de RPA son capaces de imitar muchas, sino la mayoría, de las acciones de los usuarios humanos. Ellos inician sesión en aplicaciones, mueven archivos y carpetas, copian y pegan datos, rellenan formularios y extraen datos estructurados y semiestructurados de documentos y navegadores, entre otras tareas [4]. Es por ello que permiten la liberación del talento de los equipos responsables del proceso para la ejecución de tareas de mayor valor. Es una tecnología que lucha contra la desmotivación a la hora de realizar tareas repetitivas, lo que redundará en mejora de la eficiencia y disminución del error humano.

Los procesos ideales para ser automatizados son aquellos que cumplen buena parte de las siguientes características [5]:

- **Maduros:** deben ser estables y escalables. Los recursos dedicados al proceso deben conocerlo y controlarlo a la perfección.
- **Bien documentados:** tener una descripción del proceso es esencial para poder programar adecuadamente, al detalle, los robots.
- **Estandarizados:** Los procesos a los que mejor se adapta RPA son aquellos con un alto grado de estandarización. Su ejecución debe ser consistente y seguir un flujo bien definido, con pocas excepciones a manejar.
- **Basados en reglas:** deben estar basados en reglas claras. La lógica de decisión debe poder expresarse en estos términos de forma inequívoca.
- **Tienen entrada de datos estructurados y digitalizados:** todas las entradas del proceso deben ser digitales y en formato estructurado.
- **Alto volumen:** deben involucrar un elevado número de transacciones y de datos a procesar.
- **Alta dedicación:** tienen un gran número de personas dedicadas o involucradas en el proceso, o una dedicación elevada de los mismos debido en parte al alto volumen de transacciones del proceso. Su ejecución, por tanto, lleva mucho tiempo.
- **Altamente repetitivos:** deben incluir tareas rutinarias y repetitivas, de poco valor añadido para la empresa.
- **Interactúan con muchos sistemas:** requiere la consulta y acceso a numerosos sistemas o documentos y los empleados deben dedicar mucho tiempo en realizarlo. Esto puede llevar a un incremento del error humano.

De todas estas características, hay 3 que son indispensables: que estén basados en reglas, que sean estructurados y que sean repetitivos.



Ilustración 1-2. Características de un proceso automatizable

De acuerdo con estas premisas, se ha identificado y propuesto caso real de un proceso interno de una empresa profesional, en el cual se basa este proyecto: Asignación de Tareas.

Los objetivos que persigue esta tecnología coincide con los beneficios que aporta. Estos son numerosos, y se pueden diferenciar en cuantitativos y cualitativos. Aquellos que se pueden cuantificar de manera sencilla son:

- **Aumento de la productividad y eficiencia:** Se reducen los tiempos de ejecución, incrementando de esa manera la productividad. Los robots pueden trabajar 24x7, sin interrupciones ni paradas.
- **Ahorro de costes:** Es una tecnología de bajo coste comparada con la automatización tradicional [6] y muy rentable, ya que un robot puede realizar tareas estructuradas de forma equivalente a como 2 o 5 usuarios humanos y su licencia cuesta entre un tercio y un quinto del precio de un empleado a tiempo completo [7] [8]. (Ilustración 1-4)

Los proyectos de RPA suelen llevar de 9 a 12 meses en implantarse (según la complejidad y volumen de procesos), y, en menos de un año, la mayoría de las empresas han obtenido una rentabilidad de la inversión [4].

- **Minimiza riesgos:** es menos propenso a errores. Los robots están programados para seguir reglas sin errores, por lo que sus resultados altamente fiables [9].

Existen otros, con más complejidad a la hora de medir, pero igualmente importantes como:

- **Mayor calidad en la ejecución:** los robots se adaptan fácilmente a picos de trabajo y disminuyen la probabilidad de errores inherentes al ser humano.
- **Mayor control y seguridad de la información:** todo lo que hace el robot se monitoriza y se registra, lo que permite su seguimiento de cara a auditorías.
- **Aumento del compromiso:** Proporciona mayor satisfacción para el empleado ya que les permite trabajar en tareas de mayor valor.



Es todo esto lo que la convierte en la tecnología ideal para iniciar y acometer la Transformación Digital de cualquier empresa. La “Digitalización” ya no es simplemente una palabra de moda. Los negocios de hoy en día se enfrentan a una continua transformación digital para mantenerse competitivos en un mercado cada vez más creciente. Incorporar las nuevas tecnologías no es una opción, es un imperativo para tener éxito [10].

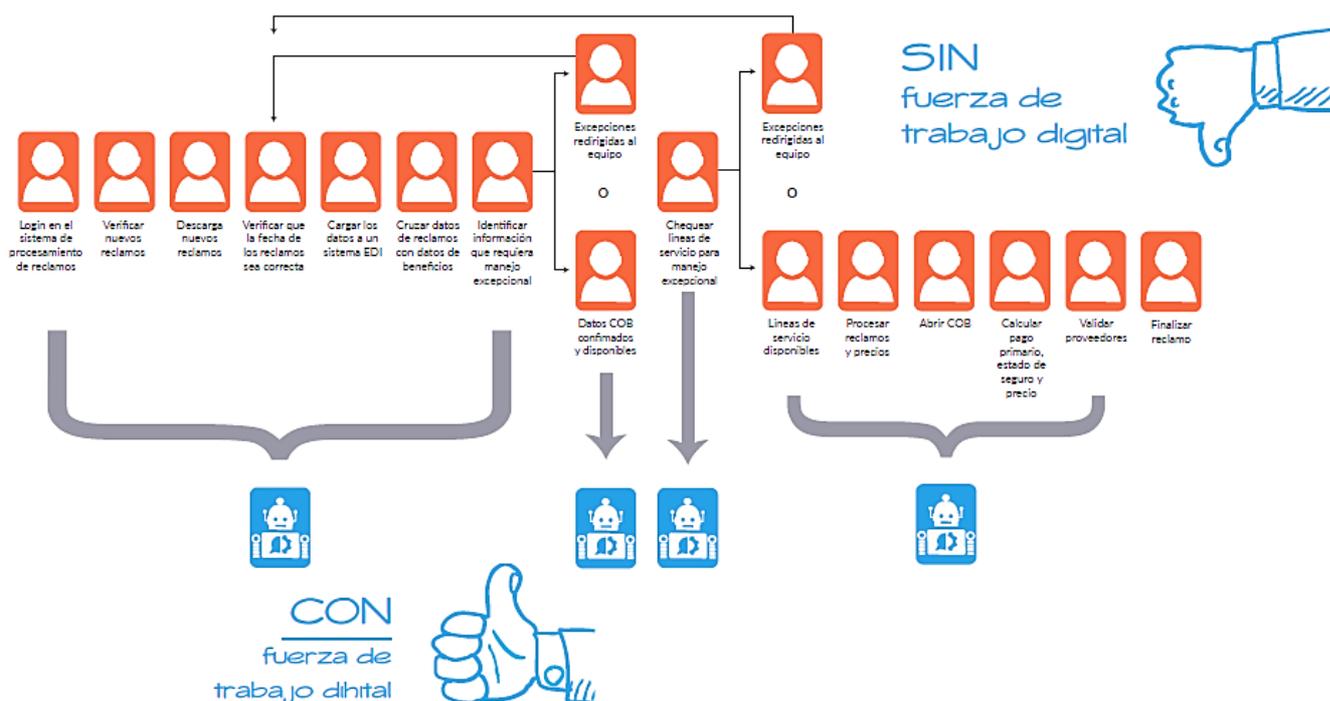


Ilustración 1-4. Ventajas de RPA. Robots vs fuerza humana

El proceso que se ha automatizado en el presente trabajo ha sido determinado en base a los requisitos descritos en este capítulo. Tras varias reuniones con los responsables de las diferentes áreas de la empresa se decide que el proceso más viable para la automatización es, dentro de la dirección de ingeniería, la asignación de tareas a los ingenieros. Se trata de un proceso altamente manual y con un gran volumen de datos que, hasta ahora, realizan los 62 jefes que componen esta área. Consiste en revisar si existen tareas nuevas pendiente de ser asignadas y, en su caso, determinar al ingeniero idóneo para realizarla en base a las tareas que tenga en ejecución dicho ingeniero y de su capacidad.

Para ello se ha desarrollado un robot que realice estas tareas de forma automática. El objetivo de esta automatización es, principalmente, descargar de la realización de este trabajo a los jefes para que puedan emplear su tiempo en tareas que aporten mayor valor a la empresa. También se pretende optimizar la gestión de la capacidad de los equipos, de forma que la carga de trabajo esté bien distribuida entre los recursos que las componen y no se produzcan desajustes o situaciones descompensadas.

En los próximos capítulos se sigue profundizando en la tecnología seleccionada, RPA. En el capítulo 2, Estado del Arte, se hace un breve repaso histórico para conocer sus orígenes y un análisis de los diferentes estudios que hay sobre esta tecnología.

Derivado de esos estudios se detecta que existe mucha confusión acerca de la relación de RPA con otras tecnologías, como pueden ser la inteligencia artificial, el machine learning o metodologías como BPM. Conocer las diferencias entre ellas es vital para saber discernir las diferentes oportunidades que puedan surgir, y elegir la mejor solución en cada caso. Es por eso que se ha considerado de interés incluir un capítulo donde se compara RPA con las principales tecnologías y soluciones con las que se la tiende a confundir, 3. Comparativa entre Tecnologías. En este capítulo también se abordan las diferencias existentes entre las tres principales soluciones de RPA: Blue Prism, Automation Anywhere y UiPath.

Los últimos capítulos siguen profundizando en diferentes aspectos de la tecnología, como son la infraestructura necesaria para llevar a cabo un proceso de automatización y la interconexión entre los distintos componentes que componen la arquitectura. Todo ello descrito en el capítulo 4, Arquitectura.

En el capítulo 5, Metodología, se explican los pasos a seguir en los proyectos de robotización, según recomendaciones de los principales proveedores de tecnologías de robotización, y que se han seguido para

automatizar el proceso en torno al que gira el trabajo, Asignación de Tareas. Se explica cómo se ha abordado cada uno de ellos para conseguir la automatización del proceso en cuestión.

Por último, se exponen las conclusiones derivadas del trabajo, así como las líneas futuras consideradas para la tecnología RPA y que se recogen en el punto 6, Conclusiones y Líneas Futuras.

2 ESTADO DEL ARTE

El concepto de automatización ha existido durante mucho tiempo, con técnicas como el *machine learning* o el *screen scraping*.

Uno de los primeros pasos hacia el RPA fue precisamente el Machine Learning, cuyo término fue acuñado en el año 1959 por Arthur Samuel. Esta tecnología ha permitido el desarrollo de capacidad computacional para que los ordenadores puedan acometer multitud de tareas [11] [12].

No obstante, hoy en día sigue habiendo límites en el procesamiento de lenguaje por parte de estos sistemas. Esto condujo al desarrollo del Lenguaje de Procesamiento Natural, NLP de sus siglas en inglés (*Natural Language Processing*), en la década de 1960. El principal foco de esta tecnología era ayudar a los ordenadores a entender y procesar el lenguaje humano de forma más precisa [11] [12].

Ya en la década de 1990 hubo varios desarrollos clave y que son necesarios para entender la tecnología RPA tal y como la conocemos hoy en día. En primer lugar, aunque el término de *Workflow automation* data de la década de los años 20, no comenzó a explotarse como tal hasta la década de 1990. Este tipo de software eliminó la necesidad de contar con entradas manuales de datos e incrementaba la velocidad, eficiencia y precisión de los procesos y programas involucrados. Por otro lado, también surgió la técnica de *Screen Scraping*, centrada en extraer datos de programas, sitios web y documentos. La última tecnología a destacar es la Inteligencia Artificial, que, aunque ya existía desde años atrás, repuntó en esta década gracias al desarrollo de los Agentes Inteligentes (entidades capaces de percibir su entorno, procesar esas percepciones y actuar en consecuencia). Esta tecnología hace referencia a la capacidad de las máquinas de acometer tareas propias de las personas [11] [12] [13].

Aunque podemos ver destellos de todas las tecnologías mencionadas, y de algunas más como el OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres) o el reconocimiento de imágenes, se dice que estas tres últimas tecnologías (Workflow Automation, Screen Scraping e Inteligencia Artificial) son las predecesoras clave de la robotización de procesos [11] [13].

RPA no surge, por tanto, como evolución natural de una única tecnología, sino que es una amalgama de varias. Todas ellas allanaron el camino para el RPA, que comenzó a surgir a principio de los 2000, y aunque las búsquedas de este término en Google cayeron entre 2004 y 2011 [12] [14] [15], a partir del 2016 - 2017 comenzaron a despuntar de nuevo, convirtiéndose en trendy topic en marzo de 2017 [5] [16]. Desde entonces el interés que suscita experimenta una tendencia creciente, llegando, Según Google Trends a una puntuación de 100 en septiembre de 2018 [5]. Se trata por tanto de una tecnología muy joven y novedosa, pero con grandes y potentes pilares tecnológicos, bien arraigados.

Interés a lo largo del tiempo ?

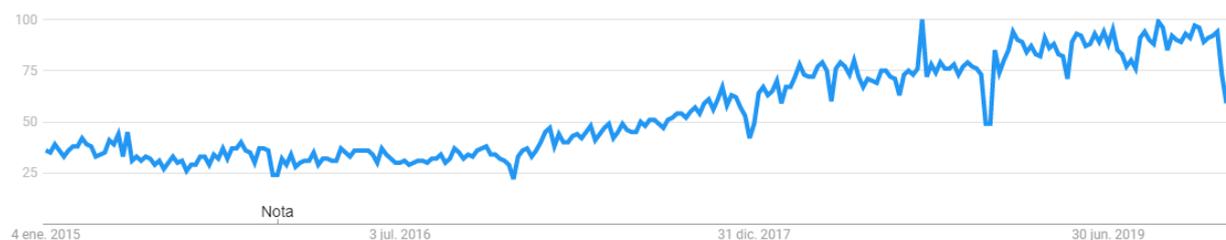


Ilustración 2-1. Interés del término RPA los últimos 5 años (Fuente: Google Trends) [16]

Actualmente esta tecnología se encuentra en un acusado crecimiento debido a la disminución del coste de su implementación y la alta productividad que ofrece. Un estudio realizado por Deloitte muestra que esta tecnología ya está desplegada en más del 53% de las empresas, las cuales alcanzan en menos de 12 meses el ROI. Además, cerca del 80% de estas empresas planean aumentar significativamente su inversión en automatización. La tasa de crecimiento de esta tecnología, actualmente, es del 65% y se prevee que para este 2020 aumente al 72% las empresas que inicien su travesía en RPA. [17]



Ilustración 2-2. Madurez de las diferentes tecnologías de automatización

En cuanto al futuro de esta tecnología, el escenario no se detiene y es cada vez más maduro. Se prevee que este mercado alcance los 2,9 billones de dolares para el 2021 [14] [18] y se habla de hasta 6,7 billones de dólares en 2025 [13].

Antes de que finalice 2021, Forrester estima que habrá más de 4 millones de robots realizando tareas administrativas, de ventas y actividades afines [4]. Además, se prevee una adopción de más del 90% para 2024 [5] y se estima que para 2025 el 45% de las compañías tendrán más robots que trabajadores (unos 100 millones de puestos serán robots) [18].

Dados estos datos, está claro que es un mercado en continuo crecimiento y que es una de las tecnologías llamadas a ser líderes a nivel mundial.

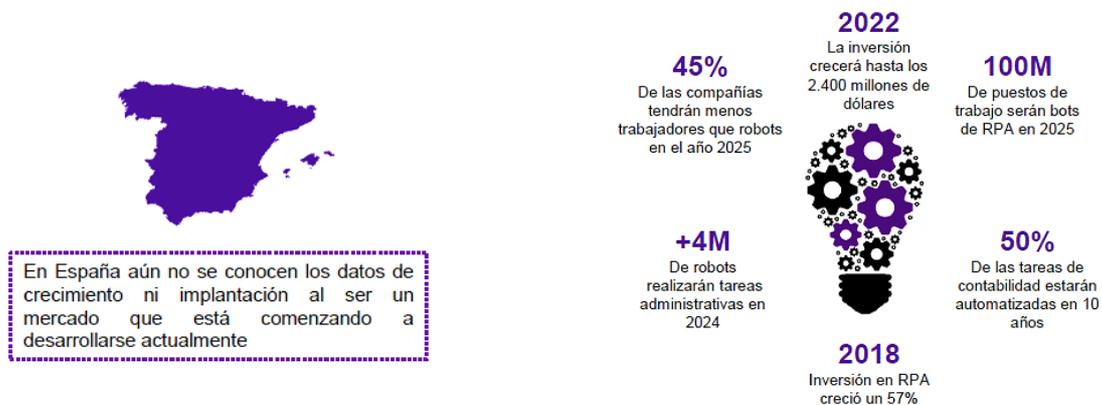


Ilustración 2-3. Actualidad y futuro de RPA

A pesar de ser una tecnología muy novedosa, existen varios estudios acerca de RPA en la literatura. Al ser una

tecnología creciente, también crece la frecuencia de las publicaciones que se pueden encontrar en los principales buscadores (Scopus, Web of Science, IEE Explore, etc.). Esto revela el creciente interés que esta tecnología está suscitando en la comunidad científica. [15].

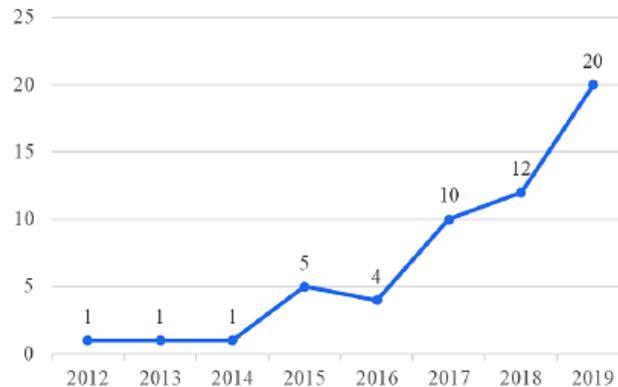


Ilustración 2-4. Tendencia de publicaciones

Un estudio realizado [15] a principios de este año 2020 realizó una exhaustiva búsqueda de papers recientes relacionados con RPA, obteniendo un total de 54 resultados. El proceso seguido se puede ver en la Ilustración 2-5.

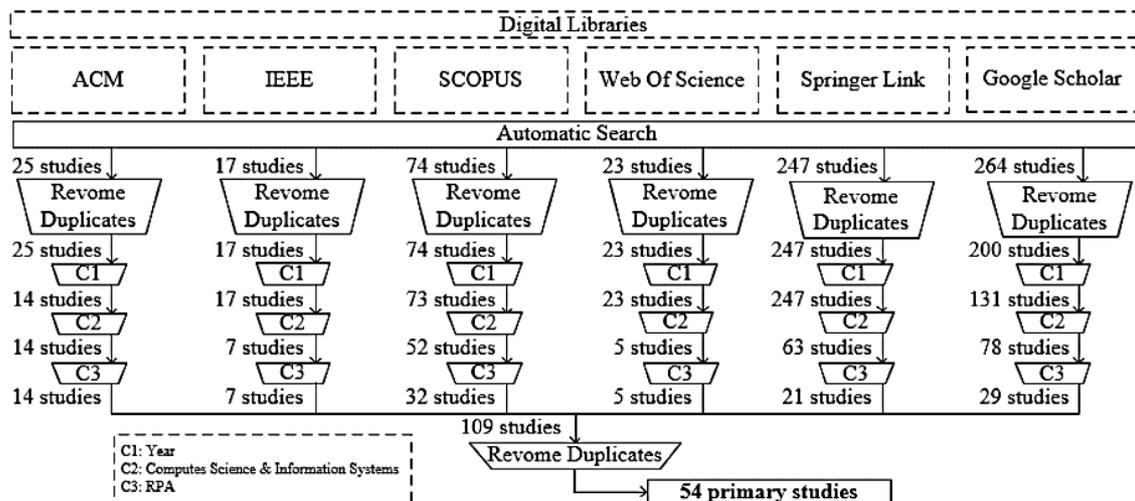


Ilustración 2-5. Diagrama resumido del proceso de selección de estudios primarios [15]

Los estudios encontrados se dividen en: Artículos de revistas [19] - [36], de Conferencias [37] - [61], y otros estudios [3] [62] - [72]. Se pueden categorizar en función de cuatro criterios:

1. **Naturaleza del estudio:** de todos los métodos, técnicas y herramientas que han sido investigadas para RPA, la mayor parte (un 53,57%) corresponde a estudios teóricos, mientras que un 42,86% se centran en plataformas software y solo un 3,57% de los estudios son acerca de componentes hardware.

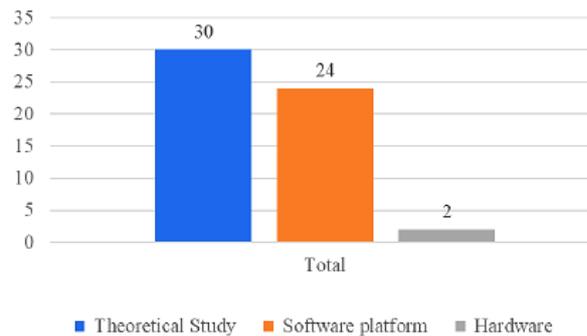


Ilustración 2-6. Clasificación según naturaleza del estudio

2. **Validación experimental:** de los estudios realizados, la mayoría (un 55,36% de los casos) están validados de forma experimental, frente a un 41,07% de los mismos que no lo están.

De los casos validados experimentalmente, también es interesante ver en qué ámbito se ha producido esa validación: en el ámbito académico o en el ámbito industrial, donde la validación es contra un caso real. En este sentido, los resultados muestran que un 67,74% presentan validación académica y que un 32,26% de los casos están validados en el ámbito industrial.

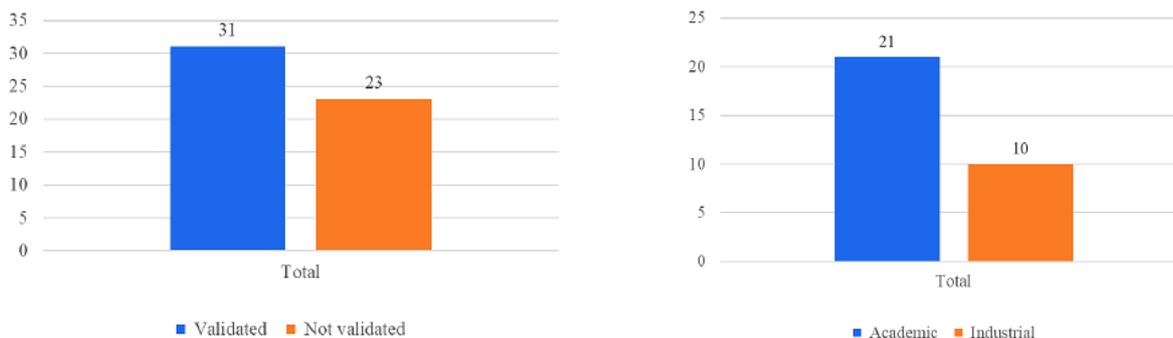


Ilustración 2-7. Clasificación según validación experimental: si están validados o no (izda), en qué ámbito (dcha)

3. **Naturaleza de las técnicas:** si antes se clasificaba según la naturaleza de los estudios, ahora es según la naturaleza de los métodos, técnicas y herramientas que proponen dichos estudios. En este sentido, se encuentra que la clasificación más baja la obtiene CRM con un 1,79% de los estudios, seguida de BPMS que, al igual que los estudios que se centran en los sensores, se posiciona con un 3,57%. A continuación, irían los estudios sobre frameworks con un 5,36% de los estudios y posteriormente los estudios que proponen librerías y robots software, con un 19,64% y un 32,14% respectivamente. No obstante, la mayoría de los estudios están categorizados bajo el concepto “Otros”, que hacen referencia a métodos y modelos ya que estos estudios no presentaban nuevas soluciones, sino estudios teóricos.

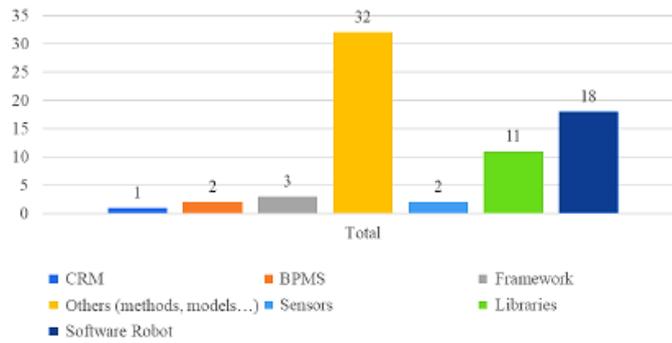


Ilustración 2-8. Clasificación según técnicas estudiadas

4. **Foco:** en este caso el criterio para clasificar es el área en la que se enfoca la propuesta. Se puede así distinguir entre estudios que se centran en el back-office (el 35,71%) y los que lo hacen en e Front-office (el 10,71%). Sin embargo, de nuevo, algunos estudios no se centran en nada de esto, puesto que se trata de estudios con una aproximación más científica que práctica y lo que hacen es proponer métodos o modelos. Estos representan el 21,43% de los casos. Por último, el caso menos significativo es el de estudios que se basan en pruebas o testing y que suponen el 5,36% de los casos.

Tras esto, se estudia el contexto en el que surgen o se acometen estas robotizaciones. Los dos principales son los ámbitos de BPO y Finanzas con un 27,78% y un 16,67% respectivamente. En suma ambos representan el 44,45% de los estudios. El siguiente grupo en magnitud es, con un 7,14% es el ámbito de la salud. La Administración pública, aseguradoras, telefonía, estandarización y el mundo del motor representan cada uno un 3,57% de los casos, mientras que otra serie de contextos presentan un único estudio, es decir, un 1,79% de los casos, como son el turismo, reconocimiento facial, militar, industria inalámbrica, etc. Por último, remarcar que un porcentaje elevado está sin categorizar, ya que, de nuevo, corresponden a estudios puramente teóricos.

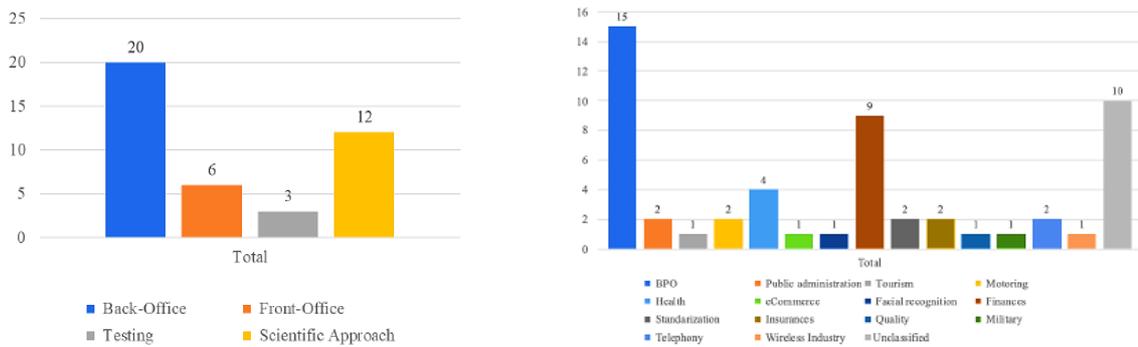


Ilustración 2-9. Clasificación según foco del estudio (izda) y ámbito de los estudios (dcha)

3 COMPARATIVA ENTRE TECNOLOGÍAS

RPA es uno de los enfoques para automatizar procesos dentro de una amplia gama de tecnologías. Cada una de ellas se adapta a diferentes procesos y objetivos [73] [6]. Entender las diferencias es vital para saber discernir las diferentes oportunidades que puedan surgir y elegir la mejor solución en cada caso.

En este capítulo se abordan las diferencias de RPA con las principales tecnologías o metodologías con las que se la tiende a comparar. Se hace especial hincapié en la estrategia BPM debido a la confusión que suele generar la distinción entre ambas. De esta forma se pretende que el ámbito de actuación de la misma quede lo más claro posible y se puedan identificar y clasificar las oportunidades de forma mucho más sencilla.

Además, también se señalan las diferencias que existen entre las principales soluciones RPA del mercado: BluePrism, Automation Anywhere y UiPath.

3.1 Comparativa con tecnologías similares

Al realizar el estudio del estado del arte se ha detectado que el término RPA se encuentra posicionado en los principales buscadores junto con otros conceptos, con los cuales se les compara, tal y como se muestra en la Ilustración 3-1.

La principal diferencia con ellas se puede decir que es de concepto, ya que típicamente RPA se considera más para procesos basados en reglas y estructurados que la inteligencia artificial, la automatización cognitiva o los expert systems, por ejemplo [5]. También la forma de acceso y actuación, ya que los robots acceden a los sistemas y realizan tareas del mismo modo en que lo haría un humano, casi imitándolos [21] [74].

En cuanto a la diferencia con las tecnologías de automatización tradicional y de gestión mediante procesos (BPM), RPA se considera una solución más ligera [75, 76], dirigida a la interfaz de usuario más que a las capas de back-end y de datos [26, 41].

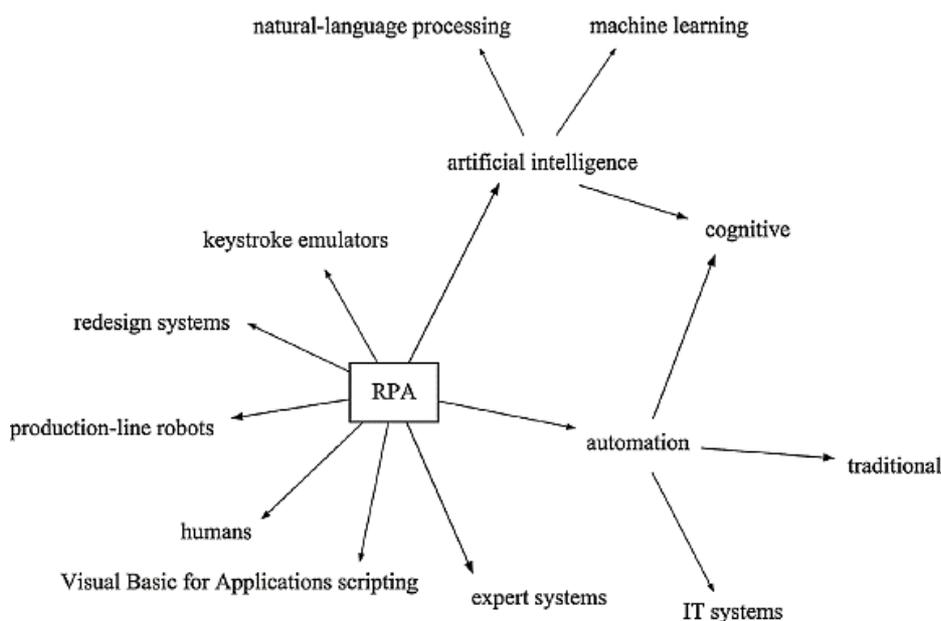


Ilustración 3-1. Gráfico de concepto centrado en RPA y principales campos con los que se la compara [5]

La mayoría de autores coinciden, además, en que RPA es más flexible y adaptable a los cambios que el resto de tecnologías.

Se analizan en detalle las tecnologías o metodologías con las que más se tiende a confundir la robotización de procesos.

3.1.1 Comparación de RPA con Inteligencia Artificial y Machine Learning

En el comienzo de la era de la automatización es lógico que las personas tiendan a confundirse entre RPA e Inteligencia Artificial. Es importante saber distinguir estos conceptos ya que, si bien ambos van de la mano, se encuentran en extremos totalmente opuestos de la cadena de la automatización. El RPA trata de imitar las acciones que realizan los seres humanos, mientras que la Inteligencia Artificial, IA de sus siglas en inglés (*Artificial Intelligence*), imita la inteligencia humana. [77].

Además, están comenzando a surgir otros términos como Automatización Inteligente, IA (*Intelligent Automation*) o Automatización Inteligente de Procesos, IPA (*Intelligent Process Automation*). Toda esta jerga puede llegar a ser muy confusa.

Es importante comprender que RPA e Inteligencia Artificial no son más que dos extremos de un continuo, la Automatización Inteligente [77]. Se entiende como Automatización Inteligente la fuerza digital (robot software o máquina que funciona como un empleado humano: con sus habilidades de ejecución y con su inteligencia [78]. En medio de esta cadena es donde tiene su hueco el Machine Learning.

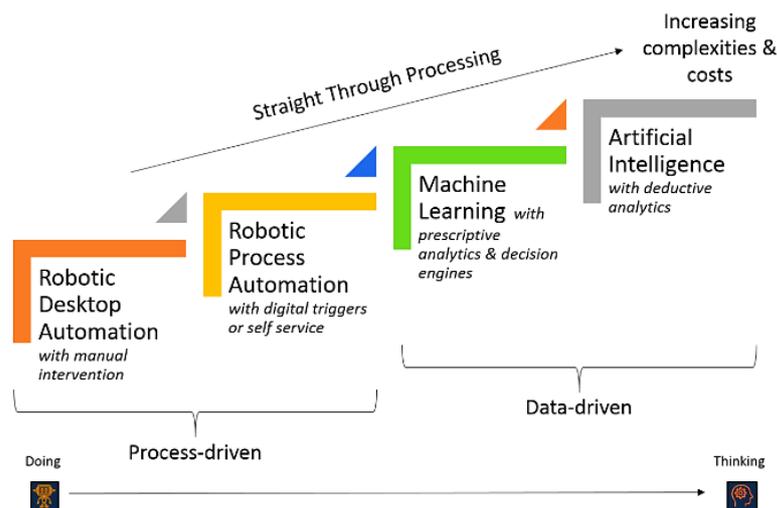


Ilustración 3-2. Gráfico de relación entre RPA, Machine Learning, IA

La diferencia básica y fundamental es que RPA está relacionado con “hacer” mientras el Machine Learning está relacionado con “aprender” y la Inteligencia Artificial con “pensar”.

La otra diferencia esencial es el foco de ambas tecnologías. RPA se centra en procesos, y la inteligencia artificial, así como el machine learning, lo hace en datos. Mientras que RPA necesita de entrada de datos estructuradas y una lógica definida, tanto la inteligencia artificial como el machine learning puede trabajar con datos desestructurados y desarrollar su propia lógica. [79]

En definitiva, se puede decir que la Inteligencia Artificial aprende por sí misma y una solución de automatización cognitiva puede aprender cuándo se ejecuta normalmente un proceso sin que se lo solicite. Sin embargo, RPA necesita que se le indique con anticipación qué condiciones son necesarias para implementar el flujo de trabajo. Es decir, RPA podría verificar regularmente los datos del mercado y ejecutar o no los procesos en base a esa información, pero la automatización cognitiva podría, potencialmente, hacer también predicciones del mercado. [80]

3.1.2 Comparación de RPA con BPM

La metodología con la que más se tiende a comparar RPA es la denominada BPM, acrónimo de Business Process Management [1]. Es una estrategia de gestión conocida desde hace varias décadas que ha sido implementada en numerosos entornos y aplicada a diferentes perfiles de usuario [81, 82] [15]. BPM hace referencia a una disciplina, no a una tecnología (en teoría no requiere de ninguna), pero suele estar ligado a estas soluciones, en particular a la automatización [80].

Tanto RPA como BPM operan con una lógica de proceso similar basada en eventos, acciones, condiciones y bucles, pero, no obstante, el contexto sobre el que se aplican y sobre todo su enfoque es sumamente diferente.

Ambas, como sus nombres indican, se basan en procesos y permiten un ajuste muy versátil ante cambios en los mismos. Se entiende proceso como una serie de actividades que las personas y sistemas deben realizar de forma ordenada para lograr un determinado fin.

Todas las organizaciones están basadas en procesos, pero éstos no siempre están eficientemente gestionados. A tal fin surge BPM, cuyo objetivo es la optimización de los procesos de una organización, asegurando para ello que la infraestructura operacional es sólida. Aunque RPA también busca la optimización de procesos, lo hace de manera diferente ya que se usa para acometer tareas repetitivas tal y como lo haría una persona, pero a una velocidad más elevada.

En cuanto al enfoque, en RPA es de abajo hacia arriba (bottom-up), interactuando con interfaces de alto nivel como son las interfaces gráficas y de usuario. Por el contrario, BPM emplea el enfoque estándar de ir de arriba hacia abajo (top-down), permitiendo las integraciones a través de APIs. Es decir, BPM opera a un nivel estructural y RPA opera a un nivel más superficial [5].

Mientras que BPM integra información, sistemas y labor humana en un workflow ordenado, RPA usa robots software para suplir tareas y procesos que normalmente serían realizados por humanos.

RPA es rápido de implantar y sus resultados pueden verse rápidamente, aunque carece de la capacidad de detección de puntos de fallo en el funcionamiento de la organización, ya que se centra fundamentalmente en el proceso a automatizar [1]. Si los robots ejecutan flujos predefinidos sobre procesos que contienen ineficiencias o fallos, el robot ejecutará pasos que también serán ineficientes. BPM, por su parte, es transformacional. Su implantación requiere más tiempo, pero supone una transformación en el funcionamiento y control de la organización.

Otra diferencia se palpa en el ciclo de vida, entendiendo ciclo de vida como una metodología sistemática para construir cualquier cosa, tangible o intangible (como un software), que garantice la calidad de lo construido. El ciclo de vida alrededor del cuál fluyen ambas metodologías es similar, pero el enfoque es totalmente diferente [1].

- BPM consta de cinco etapas que corresponden al ciclo de vida de los procesos:
 - Modelado: Se dibuja el diagrama del proceso usando objetos gráficos, y se asignan los atributos pertinentes a cada objeto. Por ejemplo, qué persona o sistema realizará las tareas.
 - Simulación: Es opcional. Se usa para poner a prueba el proceso modelado asignando a los objetos valores probabilísticos para analizar errores de flujo y cuellos de botella.
 - Ejecución: El proceso se pone en marcha en un entorno real.
 - Monitorización: Analizar los datos producidos y recopilados en la etapa de Ejecución. Para ello es habitual hacer uso de gráficos estadísticos.
 - Optimización: Se realizan los cambios necesarios para la mejora de tiempos, costes y recursos en los procesos. Las decisiones tomadas deben estar basadas en los análisis de la monitorización.
- El ciclo de vida de RPA consta de cinco fases, divididas en dos bloques:
 - Análisis: se analiza y determina la viabilidad de llevar a cabo la automatización del proceso.
 - Diseño: aquellos procesos que se determinan viables pasan a esta fase. El objetivo de esta fase es determinar el conjunto de acciones y actividades que se deben implementar, así como el flujo del propio proceso.

- **Construcción:** consiste en implementar las partes automatizables del proceso, identificadas en la fase anterior. El resultado de esta fase son los robots.
- **Despliegue:** los robots resultantes de la fase anterior necesitan un entorno en el que ser ejecutados, al igual que una persona también necesita un cierto entorno para trabajar. Cada robot necesita su propio entorno de ejecución, que generalmente corresponde con un ordenador.
- **Control y Monitorización:** una vez desplegados los robots, se supervisa el rendimiento de cada uno. En esta fase se inicia la ejecución de los robots, se supervisa el estado de ejecución, se detiene en caso de fallo grave, etc.

Como se puede detectar, en BPM el ciclo de vida está orientado a la gestión de los procesos, mientras que en RPA apunta a implementar sistemáticamente procedimientos para automatizar los procesos siguiendo las especificaciones del cliente.

BPM puede ser visto como la base sobre la que opera cualquier compañía, aplicando sobre esta tecnología el flujo de trabajo ordenado que integre usuarios, sistemas y datos de una forma coordinada y eficaz, siendo capaz de proveer integraciones nativas con sistemas externos. Por su parte, RPA permitirá que ciertas tareas dentro del flujo de trabajo de la empresa se acometan en tiempo récord, mejorando notablemente los tiempos en tareas repetitivas que generen cuellos de botella [1].

Podemos decir, por tanto, que BPM se posiciona como una metodología de reingeniería de procesos, mientras que RPA es una metodología de réplica de procesos mediante robots, lo que no implica que no pueda aplicarse una reingeniería si supone una mejora de la eficiencia para la ejecución mediante la automatización.

En definitiva, BPM y RPA no entran en conflicto la una con la otra. Aunque ambas buscan la optimización de procesos, su área de influencia es diferente. Elegir la mejor aproximación para automatizar en una empresa requiere considerar muchos aspectos, como la capacidad organizacional de la empresa, finanzas y tiempo. Es necesario ver caso a caso qué solución o combinación se adapta mejor [1].

En resumen, hasta la fecha, un proceso es especialmente adecuado para RPA si, entre otras cosas, sigue una estructura estandarizada y basada en reglas, es decir, no requiere esfuerzo cognitivo ni juicios de valor, es repetitiva y es realizada manualmente por las personas que la llevan a cabo [6] [26] [70] [74] [83] [84].

	RPA	BPM
Tecnología	Reduce costes y tiempo	Reingeniería de procesos
Foco	Replica y emula los procesos o tareas llevadas a cabo por el usuario	Definición de procesos para guiar al usuario
Esfuerzo	Rápida implementación	Implementación a medio y largo plazo
Impacto	Los resultados se observan muy pronto	Pueden tardar en apreciarse los resultados obtenidos
Servicio	Pueden asociarse servicios de consultoría para optimizar resultados	Se basa en una consultoría de procesos

Tabla 3-1. Comparativa de RPA con BPM

3.2 Comparativa de soluciones RPA

Existen múltiples herramientas y productos de software RPA enfocados en la automatización de procesos,

pero tres compañías son las que lideran el mercado de RPA. Estas compañías son: Blueprism, UiPath y Automation Anywhere.

En el Cuadrante Mágico de RPA de Gartner de 2019 [85] se puede ver que son estas tres soluciones las que despuntan (Ilustración 3-3) entre las 18 evaluadas. Este cuadrante aporta una visión imparcial del panorama global de la tecnología y su objetivo es informar a las empresas de los jugadores líderes y de las tendencias en el mercado. Para ello realiza una investigación de mercado sobre los principales subsectores de la industria tecnológica en la que evalúa dos criterios básicos: su capacidad de ejecución y su visión completa del negocio y sectores que operan.

Está formado por dos ejes, el eje X y el eje Y. En el eje X se evalúa la “integridad de visión”, que representa el conocimiento de los proveedores sobre cómo se puede aprovechar el momento actual así como el entendimiento de la dirección hacia la que va el mercado. En el eje Y se evalúa la “capacidad de ejecutar”, donde se mide la capacidad de los vendedores para ejecutar con éxito su particular visión del mercado. Es decir, el eje Y representa lo completo de su propuesta de valor [85].

Los dos ejes dividen el gráfico en cuatro partes o cuadrantes, donde se distribuyen las compañías [86]:

- **Challengers:** las empresas que caen en este cuadrante, según Gartner, tienen una buena ejecución del negocio actualmente y son capaces de dominar un gran segmento del mercado. Se comportan lo suficientemente bien en el mercado como para, en un momento determinado, llegar a ser una amenaza seria para los líderes. Tienen productos sólidos y los recursos suficientes como para mantener un crecimiento continuo. Sin embargo aún no demuestran un real entendimiento de la dirección en la que va el mercado y carecen del tamaño suficiente o de la influencia global de la que disponen los líderes.
- **Niche player:** las empresas que caen en este cuadrante se consideran de nicho, es decir, se enfocan con éxito en un segmento muy específico del mercado o trabajan en sectores muy verticalizados. Muchos de ellos no adquieren en su desempeño una visión global y no se caracterizan por hacer grandes innovaciones o superar a sus competidores.
- **Visionaries:** las empresas que caen en este cuadrante se consideran visionarias, ya que la visión del negocio puede llegar a ser bastante completa, entendiéndola hacia dónde van los mercados e incluso pueden tener una idea para cambiar las reglas y paradigmas y son capaces de ofrecer productos innovadores. Sin embargo, aún no son capaces de llevar a cabo estas ideas con éxito. Con frecuencia son empresas que no tienen una cuota de mercado realmente significativa o incluso que no resultan rentables. Aquí suelen englobarse la mayoría de startups.
- **Leaders:** las empresas en este cuadrante son las consideradas líderes del mercado, con una amplia visión del negocio y una excelente habilidad de ejecución. Destacan por tener una gran cuota del mercado, pero además por su capacidad para crecer y tener la fuerza necesaria para empujar la adopción de nuevas tecnologías [87]. En palabras de Gartner, “deben tener una buena ejecución con respecto a su visión actual y estar bien posicionados para el mañana” [88]. Para Gartner, “estas empresas demuestran una clara comprensión de las necesidades del mercado, son innovadores y líderes de opinión, y tienen planes bien articulados que sus clientes pueden utilizar.” Además valoran que tengan presencia en los cinco continentes, una buena situación financiera y un ecosistema de partners que apoyen su plataforma [87]. La solución que ofertan es amplia, completa, madura y evoluciona según la necesidad del mercado [85].

El detalle del informe de Gartner para Blue Prism, Automation Anywhere y UiPath se comenta en los apartados 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, respectivamente [85].



Ilustración 3-3. Cuadrante Mágico Gartner RPA - 2019

3.2.1 Blue Prism

Esta empresa con sede en Warrington, U.K., y algo menos de 500 empleados, se posiciona dentro del cuadrante como empresa líder en el mercado RPA. Fue creada en 2001 lo que la convierte en una de las primeras empresas creadas enfocadas a la automatización de procesos repetitivos. Fue uno de los primeros proveedores en darse cuenta del amplio potencial de la automatización de tareas a nivel de interfaz de usuario y, por tanto, en describir RPA como un “mercado real”.

Sigue una metodología Top-Down. Está basada en lenguaje de programación C# y permite el diseño de forma visual mediante comandos drag-and-drop. La forma de automatización que siguen es desatendida, es decir, sin intervención humana. Los robots están conectados al sistema y ofrecen respuestas inteligentes ante diferentes tipos de entornos. Además, el software permite el manejo de varios tipos de datos. De forma añadida, todo lo que concierne a esta herramienta y a los robots es auditado, desde el balance de carga hasta encriptación end-to-end.

Los dos principales beneficios de esta solución son:

- Mejora de la eficiencia y precisión.
- El Process Designer es muy visual, tipo diagrama de flujo, con comandos programables de tipo drag-and-drop.

3.2.1.1 Fortalezas

Las fortalezas de Blue Prism detectadas por Gartner son:

- **Estrategia de oferta de productos:** Blue Prism se ha centrado en apoyar las necesidades de TI en la ampliación de las iniciativas de RPA. Esto se refleja en la configuración de los llamados objetos para gestionar la interacción e interfaces con aplicaciones externas, lo que ayuda a los clientes a la reutilización y de esa forma respaldar internamente de forma más sencilla los cambios en esos sistemas.

Estos objetos conforman los componentes en los procesos de automatización. Todo esto se desarrolla usando el entorno gráfico de desarrollo de Blue Prism, basado en Visio, y complementado con herramientas para apoyar mejor a la organización de TI en la gestión del entorno general.

- **Marketing:** Blue Prism ha desarrollado un sólido ecosistema de socios tecnológicos para la consultoría e implementación. Además, invita a esos partners a crear aplicaciones que aumenten la plataforma core con capacidades como gestión de decisiones, análisis, soporte de datos no-estructurados, etc.
- **Estrategia vertical:** Blue Prism tiene una sólida estrategia de verticalización con expertos centrados en la industria, campañas, navegación web, etc.

3.2.1.2 Debilidades

Los puntos sobre los que tener cuidado son:

- **Estrategia de oferta de productos:** Blue Prism se centra en el control centralizado de la automatización desatendida y no tanto en la atendida. Para contrarrestar este problema, cuenta con integraciones con productos complementarios de BPM con socios como Appian, Bizagi y TrustPortal. Esto supone un reto para empresas que necesitan incluir interacciones humanas en el flujo del proceso automatizado, ya que les hace requerir licencias adicionales de terceros. No obstante, añadir esta casuística se encuentra en el roadmap de esta compañía.

Por otro lado, Blue Prism también rechaza los “grabadores” para construir las automatizaciones. Sin embargo, otros proveedores han demostrado con éxito cómo los grabadores pueden funcionar para capturar contornos iniciales.

- **Venta:** aunque Blue Prism tiene dentro de su compañía recursos dedicados tanto a tareas de desarrollo como de consultoría y ventas, este proveedor depende mucho de partners para la venta, implementación y soporte posterior.
- **Experiencia de usuario:** algunos clientes mencionan que Blue Prism necesita mejorar aspectos como la Control Room (funcionalidad de monitorización de forma centralizada), planificación de los robots e informes en automatizaciones grandes. Estas funcionalidades no son tan sencillas de utilizar como otros componentes de Blue Prism.



Ilustración 3-4. Logo BluePrism

3.2.2 Automation Anywhere

Esta empresa con sede en San José, California, y más de 1200 empleados, se posiciona dentro del cuadrante como empresa líder. Fue creada bajo el nombre de Tethys Solutions, y renombrada a Automation Anywhere en 2011. Se centra exclusivamente en el mercado RPA con un ecosistema de partners relativamente bien desarrollado y un fuerte respaldo de inversores.

Es conocida por ofrecer una solución robusta a la par que sencilla de usar. Esta solución ha sido implementada en muchos sectores como son finanzas, recursos humanos, salud y ventas entre otros. Algunas de sus principales características son la integración con PDFs, automatización de emails y los IQ Bots. Estos últimos son su característica más deseada, ya que permiten incorporar capacidades cognitivas (principalmente del campo de la visión) a la automatización, lo que permite trabajar con datos no estructurados. La compañía ha lanzado recientemente su Community Edition, que permite explorar las diferentes opciones y funcionalidades, y está pensado para usarse a nivel empresarial. Además, permite integrarse con diferentes plataformas.

Los dos principales beneficios de esta tecnología son:

- El software puede entender el lenguaje humano natural.
- Puede leer datos no estructurados.

El estudio de Gartner se basa en determinar las fortalezas y debilidades de cada solución, lo cual se expone a continuación.

3.2.2.1 Fortalezas

Las fortalezas de Automation Anywhere detectadas por Gartner son:

- **Innovación:** Automation Anywhere tiene un claro perfil de innovación, demostrado a través del crecimiento de su propio ecosistema. Usa este ecosistema para proporcionar a sus clientes una funcionalidad más amplia, con beneficios extendidos para partners y clientes a través de su Bot Store. Además, esto es complementado por otra serie de innovaciones internas, como el IQ Bot. Este robot es un robot inteligente que permite añadir capacidades cognitivas a los procesos principalmente con habilidades de visión, lo que permite trabajar con datos no estructurados.
- **Producto:** Automation Anywhere introduce una amplia gama de componentes de integración que los usuarios pueden utilizar de manera conjunta para crear scripts de automatización. Además, existen componentes preintegrados que permite a esta empresa extender su producto ya que es accesible desde dentro del mismo. También se proporciona una arquitectura escalable que permite a los clientes activar dinámicamente recursos adicionales cuando sea necesario.
- **Experiencia de usuario:** los clientes mencionan que Automation Anywhere es sencillo de usar, tiene una buena tención al cliente y es muy flexible. Sus logros en el mercado están impulsados por recursos dedicados a garantizar que los clientes más grandes tengan implementaciones exitosas.

3.2.2.2 Debilidades

Los puntos sobre los que tener cuidado son:

- **Producto:** el mensaje de Automation Anywhere hace hincapié en que el producto es accesible para cualquier negocio. Al igual que otras plataformas que cubren un espectro tan amplio, los desarrolladores necesitan trabajar con una gama amplia de componentes, cada uno de los cuales requiere una configuración especializada. Es decir, para producir una automatización sofisticada es necesario un gran conocimiento del producto.
- **Experiencia de usuario:** algunos clientes mencionan términos restrictivos en las licencias, paneles deficientes y un soporte no del todo adecuado cuando se trata de resolución de problemas ante errores del producto. También citan limitaciones en áreas como gestión del código fuente o la sofisticación de los grabadores y otros solicitan materiales de formación online más consistentes.
- **Marketing:** se suele hacer mención a la falta de transparencia cuando se trata de precios, así como falta de claridad acerca de la dirección y la funcionalidad del producto. Aunque la inteligencia artificial es la piedra angular de su mensaje, su uso se limita a la visión por computador y a la extracción de datos de fuentes no estructuradas como correos electrónicos, conversaciones de chatbot, etc. a través de su IQ Bot.



Ilustración 3-5. Logo Automation Anywhere

3.2.3 UiPath

Esta empresa con sede en Nueva York y unos 1900 empleados, se posiciona dentro del cuadrante como empresa líder en el mercado RPA. Fue fundada en 2005. La compañía adquirió un StepShot y un ProcessGold en 2019, y fue el primer proveedor en unir RPA y minería de procesos. Tiene un ecosistema de partners relativamente bien desarrollado y un fuerte respaldo de inversores. Se centra en la construcción de su propia marca a través de una base de clientes leales.

El software desarrollado por la compañía posee múltiples funcionalidades, y se enfoca en la reducción del esfuerzo humano en tareas monótonas y repetitivas y aumentar su eficiencia. El producto presenta funcionalidades avanzadas de Screen Scraping, compatibilidad con otras aplicaciones, medidas de seguridad entre otras muchas. Además cuenta con opciones de automatización tanto de forma atendida como desatendida, es decir, permite la integración con acciones humanas.

Es una herramienta muy fácil de usar gracias a sus comandos drag-and-drop y a un set de 300 acciones predefinidas, que cubren la automatización más básica. Tiene una versión estándar que ofrece un trial de 60 días. También cuenta con una Community Edition, gratuita y que contiene casi todas las funcionalidades de la versión estándar.

Sus beneficios principales son dos:

- Reduce la mano de obra requerida en esos procesos.
- Hay poco lenguaje código involucrado.

El estudio de Gartner se basa en determinar las fortalezas y debilidades de cada solución, lo cual se expone a continuación.

3.2.3.1 Fortalezas

Las fortalezas de UiPath detectadas por Gartner son:

- **Estrategia de mercado:** el ecosistema de partners de UiPath está bien estructurado con más de 100 socios tecnológicos que ofrecen tecnologías y herramientas complementarias. Esto le permite soportar integraciones con los principales productos y aplicaciones que cubren BPM, minería de procesos e inteligencia Artificial. La empresa ha calado en una gran variedad de sectores y tiene representación en 19 países.
- **Producto:** la plataforma de RPA de UiPath proporciona una experiencia de usuario intuitiva, con una gran cantidad de personal dedicado a ello como son comerciales y desarrolladores experimentados. Tiene opciones de seguridad e integración relativamente fuertes.
- **Experiencia de usuario:** en las encuestas realizadas, los usuarios generalmente puntúan esta solución por encima de la media en casi todos los aspectos. Citan, entre otras, las capacidades de integración y seguridad.

Además, UiPath busca impulsar el éxito de sus clientes alentando a los usuarios a colaborar y resolver problemas a través de su Academia UiPath RPA, su foro y canal de comunidad. A través de estos mecanismos de participación, más de 30000 usuarios activos han desarrollado más de 200 componentes reutilizables.

3.2.3.2 Debilidades

Los puntos sobre los que tener cuidado son:

- **Producto:** aunque UiPath ha creado una herramienta de fácil uso para desarrolladores expertos en negocio y tecnología, algunos clientes tienen problemas con el orquestador y el dashboard, ya que estos requieren algo más de código. En muchos casos, aunque el producto recoge los datos, los clientes tienen que desarrollar sus propias gráficas para esa información.
- **Estrategia de oferta de producto:** UiPath tiene alguna laguna en su estrategia cloud. A partir de la

versión 2018.3, UiPath Cloud Enterprise no se implementa, aunque opera en una nube alojada para los usuarios de su comunidad y empresas que realizan PoCs (*Proof of Concept*) y pilotos. Planea desarrollar la versión cloud, aún no está listo.

- **Experiencia de usuario:** aunque UiPath habla acerca de la inteligencia artificial, el machine learning, NLP e integración con chatbot, los clientes citan la falta de madurez en inteligencia artificial del producto. En muchos casos esperan una opción de machine learning fácil de implementar, tipo *pulg-and-play*, y encuentran que tienen que mejorar o incluso construir sus modelos de machine learning. Además, también citan la falta de conectores API para integración con plataformas CRM y ERP.



Ilustración 3-6. Logo UiPath

En la Ilustración 3-7 se encuentra un resumen de este informe detallado de Gartner. En el siguiente apartado se compararán más en detalle las tres soluciones.

	PROS	CONTRAS
	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilización gracias a la configuración de "objetos" • A través de su ecosistema, los Partners pueden crear aplicaciones que amplíen su plataforma central (soporte de datos no estructurados, gestión de decisiones...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Muy especializado en la automatización desatendida • Necesidad de ciertas mejoras en el control central y reporting en despliegues a gran escala
	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona una arquitectura escalable que permite a sus clientes activar recursos adicionales según sea necesario • Amplia gama de componentes de integración que pueden unirse entre sí. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menos low code del esperado. • Para automatizaciones sofisticadas se requiere una amplia comprensión del producto.
	<ul style="list-style-type: none"> • Experiencia de usuario intuitiva, fácil de usar para desarrolladores. • Seguridad, resistencia e integración relativamente fuertes. 	<ul style="list-style-type: none"> • El dashboard necesita más código de lo esperado. • Se queda atrás en su estrategia en la nube

Ilustración 3-7. Resumen del informe Gartner: comparativa Blueprism, Automation Anywhere y UiPath

3.2.4 Comparativa

Tras haber visto las principales características de cada solución, se comparan las principales funcionalidades de cada una de ellas.

Como se ha visto en apartados anteriores, las tres conforman las soluciones líderes del mercado de RPA a día de hoy, siendo las más completas y extendidas en el panorama actual. Por eso, tener una comparativa entre ambas puede ser de gran utilidad a la hora de seleccionar la herramienta idónea con la que trabajar.

En primer lugar, las diferencias más significativas o importantes [89, 90, 91, 85] :

- **Learning:** Blue Prism se centra en la creación de objetos o *business objects*, que son gestionados desde el centro de control. Se requieren habilidades de programación medias, al menos de programación orientada a objetos. Por otro lado, la interfaz de desarrollo de Automation Anywhere es user-friendly, ideal para recién iniciados en el desarrollo, por lo que las habilidades de programación que se requieren para usar esta tecnología son habilidades básicas, nivel principiante. No obstante, el que menos código requiere y que se caracteriza por ser el más visual y fácil de implementar es la solución de UiPath, la cual se caracteriza por no requerir habilidades de programación en absoluto.

El estar basado en objetos permite a Blue Prism, al contrario que las otras dos herramientas, automatizaciones independientes de la pantalla. Es decir, no importa la posición de los elementos en la pantalla, y además permite automatizaciones de aplicaciones en segundo plano e incluso pueden realizarse con la pantalla apagada.

- **Reutilización**: las tres disponen de formas de reutilización de código o robots. Blue Prism dispone de una librería de business objects que pueden ser reutilizadas en cualquier proceso. Automation Anywhere, por su parte, permite generar tablas de reutilización mediante su característica smart adapters con sus Metabots. Por último, UiPath desarrolla las automatizaciones de forma modular, lo que permite reutilizarlas a nivel de flujo de trabajo.
- **Capacidad cognitiva**: las tres tecnologías disponen de métodos y estrategias de automatización cognitiva, para poder trabajar en un futuro cercano con datos desestructurados. No obstante, Automation Anywhere destaca sobre el resto gracias a sus IQ Bots.
- **Precisión**: este término se usa para determinar con qué precisión se puede diseñar la automatización para llegar al resultado deseado en un tiempo aceptable. Blue Prism presenta un buen desempeño en la automatización para entornos Desktop, web y Citrix, entendiendo Desktop como actividades llevadas a cabo en un único ordenador, web como acciones llevadas a cabo en buscadores y páginas web y Citrix para acciones llevadas a cabo en entornos virtualizados. Mientras, UiPath destaca en Citrix para BPO (*Business Process Outsourcing*) y Automation Anywhere tiene un desempeño razonable en prácticamente todos los medios.
- **Robots**: En Automation Anywhere y UiPath se pueden desarrollar tanto robots enfocados en el front-office como en el back-office, mientras que Blue Prism sólo permite desarrollar robots de back-office, es decir, sólo presenta oportunidades de automatización desatendida.
- **Escalabilidad**: Blue Prism tiene buena respuesta a gestionar procesos de gran envergadura a una velocidad elevada. Automation Anywhere también permite gestionar de manera eficiente robots pero presenta limitaciones para despliegues a gran escala, mientras que en UiPath los robots suelen fallar al tratar de aplicarlos a procesos de nivel medio.
- **Recorders**: son características con las que podemos grabar determinadas acciones realizadas con el ratón y el teclado para que el Software por detrás pueda detectar y determinar la lógica que aplica. Tanto Automation Anywhere como UiPath proporcionan la opción del uso de recorders como ayuda al desarrollo. En Automation Anywhere se cuenta con hasta tres tipos de recorders: Smart Recorder para procesos desktop, basados en HTML, Java, WPF, Flex o Silverlight; Screen Recorder para grabar acciones muy sencillas en la pantalla mediante coordenadas; y Web Recorder para procesos web-based. Los recorders de UiPath son algo más limitados y Blue Prism directamente no cuenta con ninguno debido a restricciones de seguridad.
- **Arquitectura**: Tanto Blue Prism como Automation Anywhere se sustentan sobre arquitecturas cliente-servidor, mientras que UiPath es una orquestación web-based.

La arquitectura cliente-servidor persigue el objetivo de procesar la información de modo distribuido. Es una arquitectura de red en la que, cada equipo de la red o bien es cliente, o bien servidor. De esta forma los clientes pueden lanzar peticiones o solicitar servicios al servidor.

Por su parte, la arquitectura de orquestación que propone UiPath es web-based. Es decir, el control y la gestión se llevan a cabo de forma centralizada mediante el paradigma web-based, usando internet y protocolos HTML para comunicarse.

- **Acceso**: es decir, desde dónde se pueden ejecutar las tareas. En Blue Prism y Automation Anywhere el acceso a las consolas es a través de aplicación. UiPath lo hace a través de la web, bien con PC o bien mediante dispositivo móvil.
- **Process Designer**: es el estudio donde desarrollar los robots. En Blue Prism y UiPath son entornos visuales, tipo drag-and-drop, basados en otras herramientas, como es Visio en el caso de Blue Prism. Por otro lado, en Automation Anywhere también contiene funcionalidades drag-and-drop, pero su entorno es menos visual y más basado en scripts.
- **Tecnología base**: aunque las tres tienen funcionalidades similares, la tecnología sobre la que se

sustentan son diferentes. Blue Prism se sustenta sobre C#. Automation Anywhere lo hace sobre Microsoft, y UiPath sobre varias tecnologías Sharepoint, kibana y elasticsearch, etc.

- **Fiabilidad:** Blue Prism cuenta con una fiabilidad muy alta, Automation Anywhere alta y UiPath media o moderada.
- **Precio:** partiendo de la base de que los proyectos de RPA son, por lo general, proyectos de bajo costo en comparación con otras soluciones de automatización y transformación digital, se comparan los precios de las tres soluciones. En Blue Prism el coste de adquisición es alto, y el precio de licencia es por robot, independientemente del número de automatizaciones que éste realice. Automation Anywhere, por su parte, cuenta con el precio más alto de despliegue, y se paga también una licencia por cada robot. UiPath es el que, en esta categoría, cuenta con los precios más atractivos de entrada, aunque se paga por aplicación a automatizar.
- **Training y Certificaciones:** las tres soluciones tienen certificaciones oficiales. Las de Blue Prism tienen coste. Automation Anywhere ha lanzado sus certificaciones recientemente, y UiPath cuenta con un training gratuito y varias certificaciones disponibles.
- **Trial:** es decir, la posibilidad de probar el producto antes de la compra. Blue Prism no tiene versión trial. Únicamente tiene disponible versión licenciada. Automation Anywhere ofrece su Community Edition con la cual es posible explorar la herramienta, y además ofrece una versión trial de 45 días. De forma similar, UiPath ofrece una Community Edition de forma gratuita donde poder aprender, explorar y diseñar automatizaciones, y dispone de una versión trial de 30 días.
- **Market Trend:** de acuerdo con Google Trend, las búsquedas de estas tres soluciones en Google, lo que determina su popularidad, son como se muestran en la Ilustración 3-8. Como se puede ver, UiPath se posiciona por encima de las otras dos soluciones en número de búsquedas. Esto es debido a que es el término más buscado por personas de forma autónoma e individual, y no tanto a nivel empresa, a causa sobre todo al coste que tiene la herramienta y que el problema de la escalabilidad deja de ser un problema. Esto hace que su número de búsquedas se disparen.

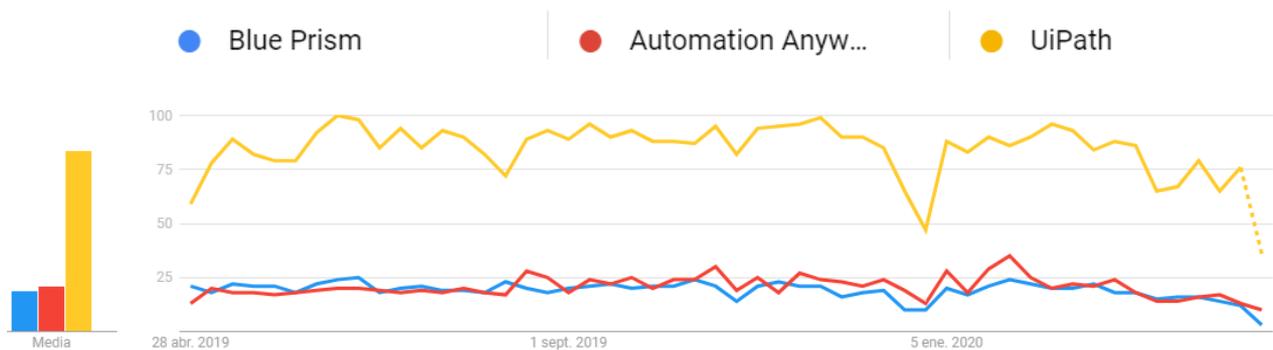


Ilustración 3-8. Comparativa de búsquedas de Blue Prism, Automation Anywhere y UiPath.

El detalle de esta comparación se encuentra de manera resumida en la Tabla 3-2. [89].

Característica	Automation Anywhere	UiPath	Blue Prism
Aprendizaje	Desarrollo básico,	Desarrollo visual	Basado en objetos

	friendly-user		
Reutilización	Sí	Sí	Sí
Capacidad Cognitiva	Media	Media-baja	Media
Precisión	Razonable en todos los medios	Destaca en Citrix	Desktop, web y Citrix
Robots	Front-office y back-office	Front-office y back-office	Back-office
Escalabilidad	Buena	Falla en procesos medianos	Bueno, y con gran velocidad
Recorders	Sí	Sí	No
Arquitectura	Cliente-servidor	Web-based	Cliente-servidor
Acceso	A través de aplicación	A través de internet	A través de aplicación
Diseño de Procesos	Scripting	Visual	Visual
Tecnología base	Microsoft	Microsoft – sharepoint, kibana, etc.	C#
Fiabilidad	Alta	Moderada	Muy alta
Precio	Coste de despliegue elevado	Agresivo. Precio de entrada atractivo	Alto coste de adquisición
Certificación y formación	Disponible de pago y gratuito	Disponible de pago y gratuito	Disponible de pago

Tabla 3-2. Resumen de comparativa de Blue Prism, Automation Anywhere y UiPath

En conclusión, UiPath es ideal para individuos o empresas de pequeño tamaño que quieran iniciarse en el mundo del RPA debido al coste y a la facilidad de uso y aprendizaje que requiere la herramienta, incluso aunque no se dispongan de habilidades o conocimiento sobre la programación. Para empresas de tamaño medio a grande, la herramienta ideal es Automation Anywhere que dispone de una amplia gama de funcionalidades y buena escalabilidad a media escala comparado con UiPath, y debido al coste es mejor opción que Blue Prism para este tipo de organizaciones. Para grandes empresas, la mejor opción suele ser Blue Prism, herramienta muy fiable y que ofrece muy buena escalabilidad.

Es por este motivo que la tecnología seleccionada para realizar este trabajo es Blue Prism. En el siguiente apartado se detallará la arquitectura necesaria para sustentar esta solución.

4 ARQUITECTURA

En el proceso de implantación de un programa de RPA, es necesario establecer una infraestructura adecuada a fin de poder correr las automatizaciones con seguridad. Las máquinas creadas deben ser estables a fin de no irrumpir los procesos de negocio. Tras haber seleccionado la herramienta con la que trabajar, se verá el entorno e infraestructura sobre la que va desarrollada la solución.

Blue Prism es un software construido en una base Microsoft .NET Framework, que puede interactuar con cualquier tecnología (mainframe, windows, WPF, java, web, etc.). Los componentes básicos para la implementación de Blue Prism son:

- **Servidor de Base de Datos:** es el repositorio centralizado de todas las automatizaciones e información de auditoría. Normalmente, se requiere una base de datos por entorno (producción, pruebas).
- **Entorno Productivo:** aloja los robots. Normalmente se hace en un entorno virtualizado en centros de datos completamente securizados. Aquí es donde se ejecutan los procesos automatizados de forma desatendida. Reciben la planificación de los trabajos, o bien desde el Servidor de Aplicaciones o bien de forma manual.
- **Servidor de Aplicaciones:** Opcionalmente se puede utilizar también un Application Server, donde iría instalado el Servidor BP. Éste dirige todas las comunicaciones operativas entre los componentes del entorno con el servidor de base de datos, que en todos los casos son convenientemente securizadas, gestiona las credenciales de acceso y aloja al planificador. Dependiendo de la solución, puede ser un servidor virtualizado o web. El número de robots que puede gestionar este servidor también varía mucho con la solución y puede ir desde los 100 hasta los 10.000 robots.

De forma visual y gráfica se puede ver en la Ilustración 4-1.

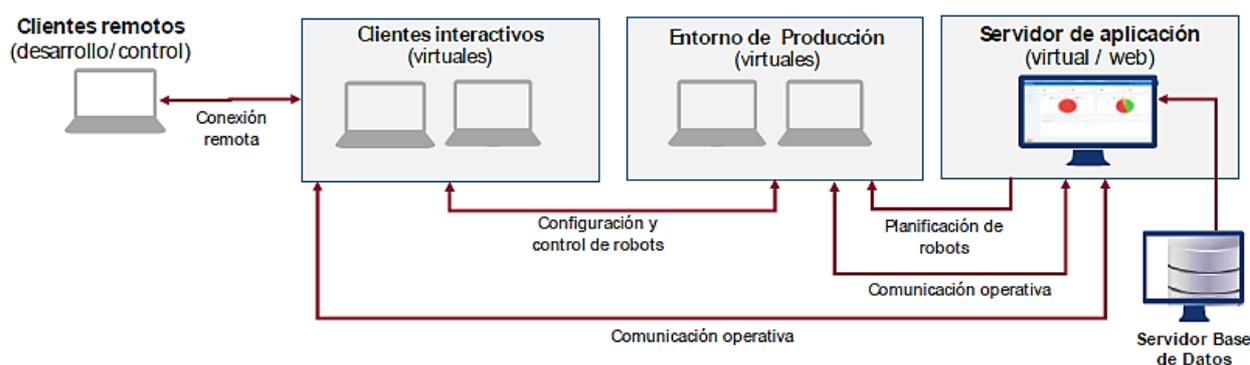


Ilustración 4-1. Esquema ilustrativo de la arquitectura de entorno de producción Blue Prism

En cuanto al funcionamiento, hay dos modalidades:

1. **Acceso directo:** todos los clientes de Blue Prism, tanto si ejecutan el software completo del cliente Blue Prism como si simplemente se ejecutan como un PC con recursos, tienen acceso directo a la base de datos que rige el entorno Blue Prism. Esto requiere que cada cliente almacene los detalles de autenticación para la base de datos y, dependiendo del modo de autenticación utilizado, puede dar al usuario acceso completo a la base de datos Blue Prism, lo cual no es deseable.
2. **Blue Prism Server:** los Clientes y Recursos de Blue Prism se conectan a través de TCP / IP al servicio del servidor BP que se ejecuta en una máquina central. Éste actúa como un proxy para la base de datos, y se convierte en el único lugar dentro del sistema que necesita los datos de autenticación

para acceder y modificar los datos.

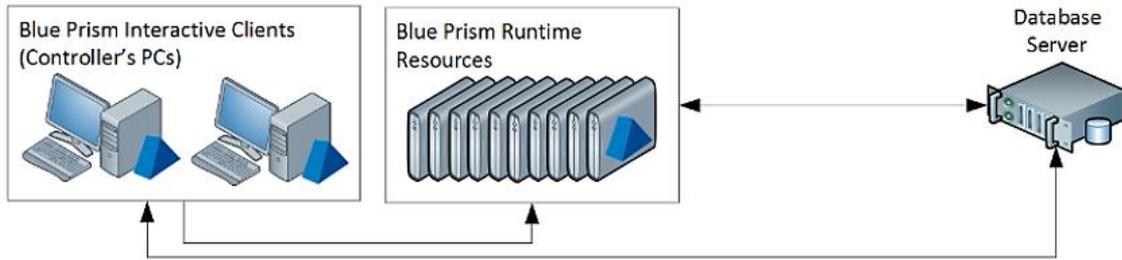


Ilustración 4-2. Infraestructura Blue Prism. Modalidad: acceso directo

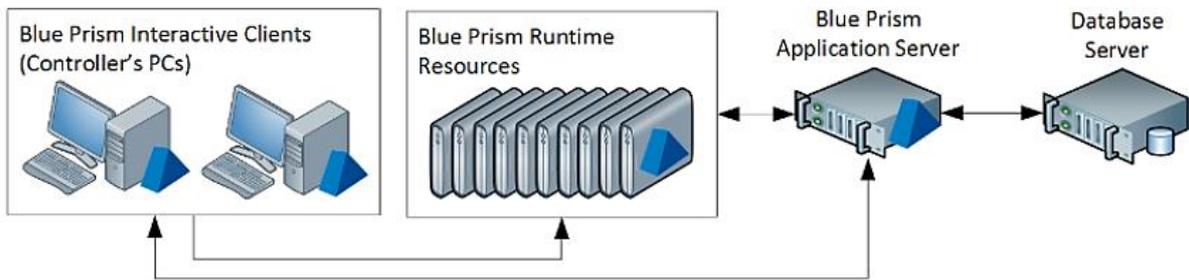


Ilustración 4-3. Infraestructura Blue Prism. Modalidad: Blue Prism Server

Es por ello que la modalidad propuesta para la implantación de este trabajo es con el Application Server, o BluePrism Server, y con entornos separados para la parte de producción y desarrollo.

Cuando se implementa una serie de entornos para propósitos de desarrollo y producción, cada entorno requerirá de una base de datos dedicada, no obstante, es posible compartir algunos componentes de la arquitectura que propone Blue Prism.

En la arquitectura propuesta se utiliza un solo servidor virtual para alojar el servicio del servidor de Blue Prism para los entornos de desarrollo y homologación. Del mismo modo un cliente interactivo único puede configurar el acceso a una serie de entornos.

Para los dos entornos de desarrollo y producción utilizamos un servidor de aplicaciones diferente en el que poder realizar las tareas previstas en cada uno de ellos.

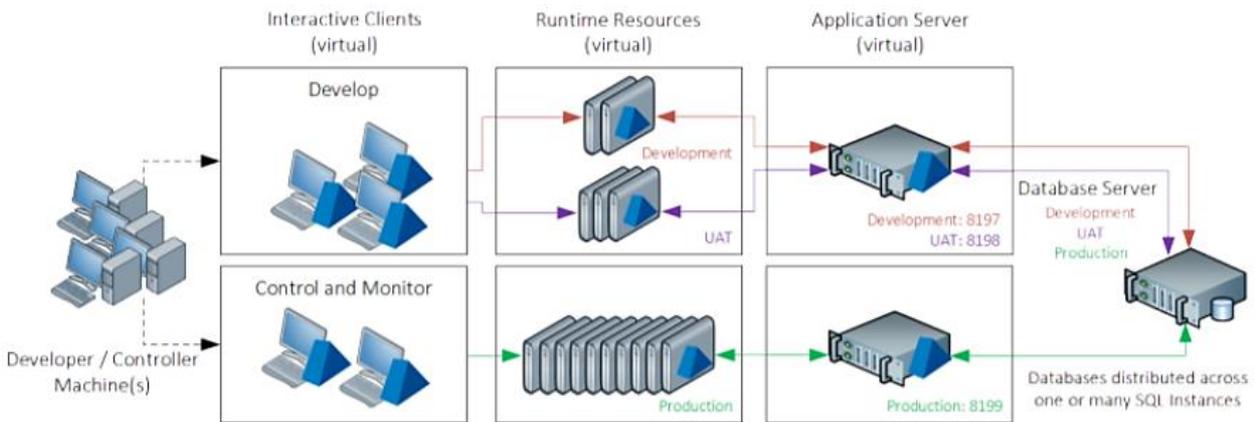


Ilustración 4-4. Infraestructura completa Blue Prism

4.1 Diagrama de red

En cuanto a la conectividad e interacción, Los servidores de Aplicación y Base de Datos, tanto en desarrollo como en producción, tienen una conexión TCP y UDP entre ellos.

Los servidores de Aplicación tendrán una conexión de envío de ficheros con los de Windows 7/10, en particular se aconseja el uso del protocolo SMB (*Server Message Block*).

Las máquinas de Windows 7/10 tendrán una conexión a exchange para el envío de emails.

Las máquinas de producción también tendrán conexión con la base de datos/AppServer de desarrollo, donde estará alojada la Base de Datos SQL de reporting.

Si el entorno es virtualizado, se podrá acceder a las máquinas virtuales a través de protocolos de conexión remota, RDP (*Remote Desktop Protocol*). También se puede acceder a través de clientes interactivos.

Esto se puede ver en la Ilustración 4-5, donde se especifican además qué puertos son necesarios.

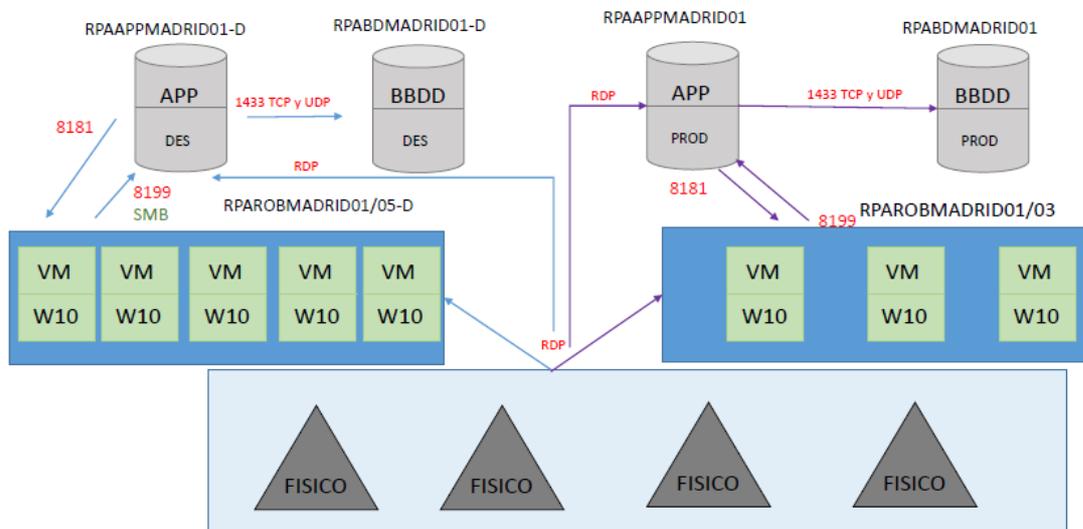


Ilustración 4-5. Diagrama de interconexión de red para proyectos RPA virtualizados

4.2 Dimensionamiento

A continuación se detallan los requisitos mínimos para cada componente, que pueden variar en función del entorno al que pertenecen.

4.2.1 Entorno de producción

Tipo	ROBOTS DE PRODUCCIÓN (x1)
Versión SO:	Windows 7 mínimo, recomendable 10
CPU:	Intel Dual Core Mínimo, recomendado Quad Core
RAM	8GB recomendados
Disco:	40GB libres recomendados después de instalar todas las aplicaciones

Configuraciones adicionales:	<ul style="list-style-type: none"> • Todos usuarios con acceso a todas las máquinas (usuarios sin caducidad de contraseña) • Acceso a las carpetas de entorno de red con permisos de edición • Usuarios habilitados para JDEdwards sin caducidad de contraseña • .NET Framework 4.7 instalado • MS Office 32 bits instalado • Instalación de EDITRAN y ejecutable de actualizaciones EDITRAN • Certificados digitales Hacienda instalados • Adobe Acrobat Reader instalado • Acceso a internet • Instalar Chrome e IE • Configuración de la cuenta de correo electrónico robot1@xxxx.com y de los buzones gestionduas@xxxx.com y editran@xxxx.es • Configuración del client Access • Permisos de acceso a las BBDD AS400 y configuración ODBC
-------------------------------------	--

Tabla 4-1. Configuración mínima Robots – Entorno producción

Tipo (Servidor/Cliente)	BASE DE DATOS DE PRODUCCIÓN
Versión SO:	Windows Server 2016 recomendable, mínimo 2012R2
CPU:	Intel Quad Core min
RAM	8GB
Disco:	300GB recomendable. Mínimo 150GB en total para almacenamiento de logs (se acordó 30+20GB, con ampliación según número robots)
Configuraciones adicionales:	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso usuario administrador de la máquina • .NET Framework 4.7 instalado • SQL Server 2016 (SQL Express tiene máximo de 10GB)

Tabla 4-2. Configuración mínima BBDD – Entorno de producción

Tipo (Servidor/Cliente)	APPSERVER PRODUCCIÓN
Versión SO:	Windows Server 2016 recomendable mínimo 2012R2
CPU:	Intel Dual Core
RAM	8GB
Disco:	5GB Después de instalación
Configuraciones adicionales:	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso usuario administrador de la máquina • .NET Framework 4.7

Tabla 4-3. Configuración mínima Servidor de Aplicaciones – Entorno de producción

4.2.2 Entorno de desarrollo

Tipo	ROBOTS DE DESARROLLO (x2)
Versión SO:	Windows 7 mínimo recomendable 10
CPU:	Intel Dual Core Mínimo, recomendado Quad Core
RAM	8GB recomendados,
Disco:	40GB libres recomendados después de instalar todas las aplicaciones
Configuraciones adicionales:	<ul style="list-style-type: none"> • Todos usuarios con acceso a todas las máquinas (usuarios sin caducidad de contraseña) • Acceso a las carpetas de entorno de red con permisos de edición • Usuarios habilitados para JDEdwards sin caducidad de contraseña • .NET Framework 4.7 instalado • MS Office 32 bits instalado • Instalación de EDITRAN y ejecutable de actualizaciones EDITRAN • Certificados digitales Hacienda instalados • Adobe Acrobat Reader instalado • Acceso a internet • Instalar Chrome e IE • Configuración de la cuenta de correo electrónico robot1@xxxx.com y de los buzones gestionduas@xxxx.com y editran@xxxx.es • Configuración del client Access • Permisos de acceso a las BBDD AS400 y configuración ODBC

Tabla 4-4. Configuración mínima Robots – Entorno de desarrollo

Tipo (Servidor/Cliente)	BASE DE DATOS DE DESARROLLO
Versión SO:	Windows Server 2016 recomendable mínimo 2012R2
CPU:	Intel Quad Core
RAM	8GB
Disco:	150GB en total para almacenamiento de logs (se acordó 30+20GB, con ampliación según número robots)
Configuraciones adicionales:	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso usuario administrador de la máquina • .NET Framework 4.7 instalado • SQL Express 2016

Tabla 4-5. Configuración mínima BBDD – Entorno de desarrollo

Tipo (Servidor/Cliente)	APPSERVER DE DESARROLLO
Versión SO:	Windows Server 2016 recomendable mínimo 2012R2
CPU:	Intel Quad Core
RAM	8GB
Disco:	150GB en total para almacenamiento de logs (se acordó 30+20GB, con ampliación según número robots)
Configuraciones adicionales:	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso usuario administrador de la máquina • .NET Framework 4.7 instalado • SQL Express 2016

Tabla 4-6. Configuración mínima Servidor de Aplicaciones – Entorno de desarrollo

4.2.3 Middleware necesario

Nombre	Tipo	Requerimientos	Justificación
SQL Server	Standard		Base de datos
Office	2013/2014		Manipulación de archivos
Blue Prism	V 6.4		Robots
.NET	4.7		
JRE	cualquiera		

Tabla 4-7. Middleware necesario para la infraestructura de robotización

4.2.4 Backup y Recovery

SERVIDOR	BACKUP	PLANIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN
BASE DE DATOS PRODUCCIÓN	SÍ	Diaria Incremental	Se encuentran los procesos, logs... .
APPSERVER PRODUCCIÓN	SÍ	Mensual	Claves de encriptación
BASE DE DATOS DESARROLLO	SÍ	Diaria Incremental	Se encuentran los procesos, logs... .
APP SERVER DESARROLLO	SÍ	Diaria Incremental	Se encuentran los procesos, logs... .

Tabla 4-8. Resumen backup para cada elemento

5 METODOLOGÍA

La metodología operativa que siguen los proyectos de RPA se basa en las recomendaciones de los principales proveedores de tecnologías de robotización. De esta forma se garantiza que se sigue una metodología replicable y estándar del mercado.

El objetivo de la presente propuesta es desarrollar una solución basada en la automatización robótica de procesos (RPA) cuyo resultado final es la automatización del proceso de Asignación de Tareas.

Lo primero es determinar el ciclo de vida del proyecto, que, a alto nivel, está representada en la Ilustración 5-1, e implica la ejecución de las distintas pasos que se describen a continuación.



Ilustración 5-1. Metodología de un proyecto de RPA

Como se puede observar está diferenciado en dos formas de trabajar:

- Una documental y de entrevistas con el cliente, correspondiente a una fase más de consultoría.
- Otra de desarrollo e implementación del Software.

En cuanto a los pasos que aparecen en la Ilustración 5-1, se describen a continuación brevemente, y en apartados posteriores se explica cómo se ha implementado en el presente trabajo.

- **Discovery:** en esta fase se determina el proceso o los procesos susceptibles de ser automatizados.
- **Caracterización y Priorización:** en esta fase se evalúa y determina la complejidad de la automatización. Si hay varios procesos esta evaluación se hará de manera independiente para cada uno, y se priorizará la automatización de cada uno de ellos.
- **Levantamiento:** en esta fase se recoge, diseña y detalla todo el flujo de trabajo del proceso, tratando de contemplar hasta el más mínimo detalle.
- **Desarrollo y Homologación:** esta es la fase de desarrollo del robot, en el que se desarrollan los objetos y las tareas necesarias para llevar a cabo la automatización del proceso, siguiendo el esquema diseñado en el Levantamiento. Además, se realizan las pruebas, sin impacto para el negocio, que garanticen el correcto funcionamiento del robot.

- **Pase a Producción (PaP)**: en esta fase se pasa el robot al entorno de producción, ya integrado con las diferentes plataformas y herramientas del cliente para dar la solución completa e integrada con datos reales.
- **Mantenimiento**: tras la puesta en marcha del robot se pasa a la fase de mantenimiento, en la que se da soporte ante incidencias y fallos.

La metodología propuesta proporciona un marco de automatización controlado y estructurado que permitirá:

- Proporcionar la técnica más adecuada para la automatización de procesos.
- Mitigar el riesgo al proporcionar visibilidad temprana de potenciales problemas.
- Asegurar que se mantiene un control integral a lo largo del proceso de automatización.
- Adelantar al máximo la consecución de los beneficios de la automatización.
- Facilitar el soporte del fabricante ante cualquier problema o incidente.

5.1 Discovery

Es importante entender que no todos los procesos son susceptibles de automatizar. Saber identificar y distinguir las oportunidades de automatización es de vital importancia. Esto ya se ha tratado en apartados anteriores, viendo la comparativa entre diferentes tecnologías similares a RPA (punto 3.1) y viendo qué características en concreto son las que deben tener los procesos. Como se ha visto, RPA funciona muy bien para procesos que cumplen tres características básicas: que estén basados en reglas, que sean estructurados y que sean repetitivos. El resto de características, como por ejemplo el tiempo empleado por las personas que realizan esas tareas o el número de recursos involucrados, ayudan a dar valor a la propuesta de RPA, pero si el proceso no dispone de esas tres características, directamente se considera un proceso No automatizable. Es por ello que debe haber una primera fase de Discovery mediante la cual poder detectar qué proceso o procesos son susceptibles de ser automatizados.

Lo primero es determinar a qué área de la compañía se le va a aplicar la automatización. Esto depende de las necesidades que tenga la empresa, por lo que tiene que ser algo que defina el propio cliente. El área identificada dentro de la compañía fue la Dirección de Ingeniería.

Esta fase se ha realizado a través de entrevistas y reuniones, en las cuales interviene el responsable del área en cuestión. En esas reuniones se estudió la viabilidad de la automatización del proceso en el cual se basa este trabajo. Las características que cubría el proceso se pueden encontrar en la Tabla 5-1.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN	CUMPLIMIENTO
Madurez	Estable y escalable. Los recursos dedicados al proceso lo conocen y controlan a la perfección	SÍ
Documentado	Tienen una descripción del proceso detallada	NO
Estandarizado	Su ejecución debe ser consistente y seguir un flujo bien definido, con pocas excepciones a manejar	SÍ
Basado en reglas	Basado en reglas claras. La lógica de decisión debe poder expresarse en estos términos de forma	SI

	inequívoca	
Entradas estructuradas y digitalizadas	Todas las entradas son digitales y en formato estructurado	SÍ
Volumen	Número de transacciones y de datos a procesar	Elevado
Dedicación	Número de personas involucradas en el proceso. Dedicación de los mismos	Gran número de personas dedicadas de forma independiente.
Repetitivo	Tarea rutinaria y repetitiva, de poco valor añadido para la empresa.	SÍ
Interactúa con SI	Número de sistemas o documentos de consulta o acceso	Bajo

Tabla 5-1. Resumen del Discovery del proceso de Asignación de Tareas

Dadas estas características, el proceso se considera viable para su automatización y se procede a la siguiente fase.

5.2 Caracterización y Priorización

Una vez determinados los procesos que se van a automatizar, se pasa a ver qué dificultad de implementación tienen. Se trata de profundizar más en la caracterización que se comenzó en el paso de Discovery, desgranando un poco más cada detalle. Para ello hay que evaluar cosas tales como: sencillez de las instrucciones, formato de los datos de entrada, estabilidad de los datos de salida, número y prioridad de las excepciones, SO, Lenguajes de programación involucrados, número de recursos dedicados al proceso, número de aplicaciones a las que acceder, complejidad de acceso, dependencias, etc.

A tal efecto se dispone de una plantilla de evaluación en formato Excel, donde se recogen todas estas características a las que hay que dar respuesta. Cada característica lleva asociada una Ponderación, la cual tiene relación directa con la complejidad que puede aportar al proceso. En función de la respuesta dada para cada característica, se asigna automáticamente una valoración que, en preguntas binarias de Sí/No son o bien 0, o bien el valor de la ponderación, y en preguntas que permiten más granularidad esa valoración va de 0 hasta el valor máximo, que corresponde a la Ponderación de esa pregunta. Esto se encuentra reflejado en la Tabla 5-2.

Como resultado de este proceso se obtiene la complejidad del proceso. Puede ser: baja, media o alta. Esta asignación se hace en base a la suma de la puntuación obtenida. La división entre las diferentes complejidades, así como la propia determinación de las diferentes características, se ha diseñado y determinado en base a la experiencia en proyectos de RPA.

Categoría	Concepto	Respuesta	Ponderación	Valoración
Madurez proceso	Proceso estructurado y definido y se puede reflejar en un flujo de trabajo.	Si	5	0
	Las instrucciones a dar a un nuevo usuario del proceso son sencillas.	Si	4	0

	Existe guía o manual de operación.	No	1	1
Tipología y volumen del proceso	Es un proceso crítico.	Alto	5	5
	Es un proceso rutinario y repetitivo	Si	4	0
	Periodicidad (varias veces al día, diaria, semanal, mensual, trimestral, anual, bajo demanda).	Varias veces al día	2	2
	Concurrencia: Cuántas veces se ejecuta a la vez.	6 o +	3	3
	Volumen de transacciones del proceso (alto, medio, bajo)	Alto	3	3
	El volumen de transacciones es consistente.	No	2	2
	Lógica de decisión	Lógica de decisión clara y consistente.	Si	5
Requiere de intervención humana en algún momento.		No	4	0
Datos en el proceso	Datos de entrada siempre los mismos.	No	3	3
	Los datos de entrada los genera el usuario.	Si	3	3
	El formato de los datos de entrada es estable.	Si	3	0
	Los datos manejados durante el proceso están en formato digital (office, bases de datos, PDFs) hay documentos escaneados que hay que interpretar en el proceso, por ejemplo un PDF adjunto como una imagen.	No	9	9
	Los datos que van a utilizarse en la ejecución se obtienen desde diferentes fuentes, por ejemplo de un excel y de una BBDD?	No	1	0
	Existen reglas fijas para combinar la información.	Si	3	0
	Los datos de salida siempre son del mismo tipo.	Si	2	0
	El formato de los datos de salida es siempre el mismo. Por ejemplo, siempre se genera un excel de reporte, se generan excels diferentes según el resultado de la ejecución, se combinan excels con envíos de emails, etc.	Si	3	0

	Si se produce un error al realizar el proceso es necesario realizar alguna acción inmediata para solventarlo o los errores que se cometen implican algún o cambio en el proceso de manera que haya que realizar un flujo diferente	No	4	4
Aplicaciones	Número de aplicaciones involucradas.	1	3	0,75
	Sistema Operativo.	Windows	2	0
	Lenguaje de programación de aplicaciones involucradas (JAVA, C++, ...).	Otros/No se sabe	3	1,5
	Acceso a la aplicación (web, app de Windows, ...).	Local	3	0
	Ubicación de la aplicación (cloud pública, PC, Servidor cliente, ...).	PC	2	0
	Existen dependencias o restricciones de acceso a la aplicación.	No	3	0
	Existen actualizaciones de la aplicación que puedan variar las características del proceso y no existe una notificación previa del proveedor para adaptar dichos cambios	No	5	0
	En el proceso se utilizan aplicaciones "legadas" (mainframe, AS400, ...).	No	2	0
Eficiencia del proceso	Complejidad para el acceso a la aplicación (permisos).	Bajo	4	0
	Cuántos FTEs hay dedicados al proceso.	Alto	4	4
	Es posible variar el orden en la ejecución del proceso o siempre debe realizarse con los pasos en el orden actual establecido.	Si	4	0

Tabla 5-2. Caracterización exhaustiva del proceso de Asignación de Tareas

Tras dar respuesta a las cuestiones planteadas en el documento Excel, el proceso que vamos a automatizar tiene una complejidad Media (Tabla 5-3).

VALORACIÓN COMPLEJIDAD	41,25
	MEDIA

Tabla 5-3. Complejidad evaluada prevista de la automatización

5.3 Levantamiento

El levantamiento inicial de un proceso conforma el paso previo al desarrollo de la solución automatizada. Consiste en identificar, con el mayor detalle posible, todos los pasos, tareas y acciones concretas que se deben

ejecutar para completar el proceso.

Como se aprecia en la Ilustración 5-1, esta fase es la única que está a caballo entre el mundo de la consultoría y el mundo del desarrollo software, ya que comparte características con ambos.

Por un lado, requiere la participación del cliente para definir y detallar lo máximo posible todos los pasos relativos al proceso a automatizar. Las actividades de Definición del proceso establecerán el marco en el que se analizará el proceso de cara al diseño de la mejor solución de automatización. Además de permitir identificar todos los riesgos, define el alcance del proceso objeto de la automatización. Una buena definición permitirá su automatización e implantación de manera más rápida y eficiente.

A su vez, si bien no llega a ser desarrollo a nivel de software, en este paso es donde se identifican, definen y diseñan todos los flujos de las diferentes tareas que componen el proceso.

En el flujo definido y establecido en esta fase, se ha diseñado con ayuda de los responsables que, a día de hoy, realizan esas tareas. Esta información permitirá programar la instrucción completa del robot.

El proceso que se va a automatizar es: Asignación de Tareas. Este se emplea, como ya se ha mencionado, en la Dirección de Ingeniería, cuya distribución y funcionamiento se explica a continuación.

Cada ingeniero de la dirección es identificado de forma unívoca dentro de la empresa por una matrícula, y está asignado a una jefatura de un total de 62 posibles. Cuando hay una tarea para alguna de estas 62 jefaturas que conforman la ingeniería, esta tarea es depositada en el buzón genérico de dicha jefatura (cada jefatura cuenta con uno). El jefe es el encargado de revisar el buzón de su jefatura y de asignar esa tarea a uno de los ingenieros bajo su mando. Esta asignación se lleva a cabo teniendo en cuenta las tareas que tiene asignadas en ese momento cada ingeniero y la capacidad de aceptación de tareas, que es una derivada del grado de *expertise* de cada uno: Junior, Semi-Senior, Senior y Experto.

A fin de poder clasificar a todos los ingenieros con su grado de *expertise*, se ha consultado a cada uno de los jefes, pidiéndoles que rellenen un Documento Excel con la relación ingeniero-*expertise* que el robot empleará para poder disponer de ese conocimiento, así como qué capacidad de aceptación de tareas consideran que corresponde a cada nivel de *expertise* anteriormente mencionado. El formato de ese documento es muy sencillo, ya que únicamente contiene tres campos:

Matrícula	Expertise	Ingeniero
T723190	Junior	Paloma Caramé Matres
...

Tabla 5-4. Formato fichero Excel de Expertise de los ingenieros

El documento principal, sobre el que trabajan y se apoyan los jefes para llevar a cabo, es un documento Excel muy completo. Lo llamaremos documento da Datos. Contiene toda la información de todas las tareas que están o han estado alguna vez en los buzones, tanto genéricos como de los ingenieros. Es por tanto un documento muy extenso, con gran volumen de datos. Contiene unas 100.000 líneas, correspondiente cada una de ellas a una tarea, y hasta 67 campos de información, como por ejemplo: nombre de la actividad, identificador asociado, fecha de apertura, buzón al que pertenece (sea genérico o de un ingeniero), CIF y nombre del cliente, nombre y matrícula del comercial, nombre y matrícula del Jefe, nombre y matrícula del gerente, importe aproximado, etc.

Este Excel es usado para otras cosas dentro de la compañía, por lo que no toda esa información es relevante para el proceso objeto de este trabajo. Se han detectado que los siguientes campos son de utilidad:

- **CO_Oferta_TELCO:** identificador de la tarea. Sirve para llevar un seguimiento e informar al ingeniero de qué tarea le ha sido asignada.
- **CIF:** identificador CIF del cliente. Sirve para llevar un seguimiento e informar al ingeniero de a qué

cliente pertenece la tarea. Además, el CIF le es necesario al ingeniero para realizar otro tipo de tareas internas.

- **Cliente:** nombre del cliente. Sirve para llevar un seguimiento e informar al ingeniero de a qué cliente está asociada la tarea.
- **FX_CIERRE:** fecha de cierre de la tarea. Si la tarea aún está abierta (es decir, es una tarea asignada a un ingeniero o pendiente de asignar, según el buzón al que pertenezca), este campo aparece vacío. Este es el campo que nos permitirá buscar tareas nuevas en los buzones y detectar la ocupación de cada ingeniero.
- **MTLA_Creador_Tarea:** matrícula del que ha creado la tarea. Sirve para informar al ingeniero de la persona con la que debe ponerse en contacto para pedir más información.
- **Mtla_TMAV:** buzón en el que está la tarea. Puede ser la matrícula identificadora de algún ingeniero, o el número identificador de uno de los buzones genéricos pertenecientes a las jefaturas. Este es el campo que nos permitirá ver en qué buzón están las tareas abiertas. Una vez asignadas las tareas, será modificado con la matrícula del ingeniero que corresponda.
- **Jefatura_Coor:** nombre de la jefatura a la que pertenece el ingeniero. Útil para elaborar un documento que guarde la relación de ingeniero-jefatura, de forma que se pueda detectar de forma sencilla qué ingenieros pertenecen a cada jefatura.
- **Mtla_Jefatura_Coor:** matrícula del jefe del ingeniero. Se usa para poder informar al jefe de las tareas que se van asignando a los diferentes ingenieros.
- **Descripción:** descripción de la tarea a realizar. Se da como información al ingeniero que realice la tarea.
- **Observaciones:** campo opcional que contiene observaciones acerca de la tarea. Se da como información al ingeniero que realice la tarea.
- **Producto:** Producto involucrado en la tarea. Se da como información al ingeniero que realice la tarea.
- **Probabilidad:** Probabilidad de consecución de la oportunidad. Se da como información al ingeniero que realice la tarea.

Se ha definido el flujo principal de trabajo de robot, lo que sería el “main”, tal y como se muestra en la Ilustración 5-2.

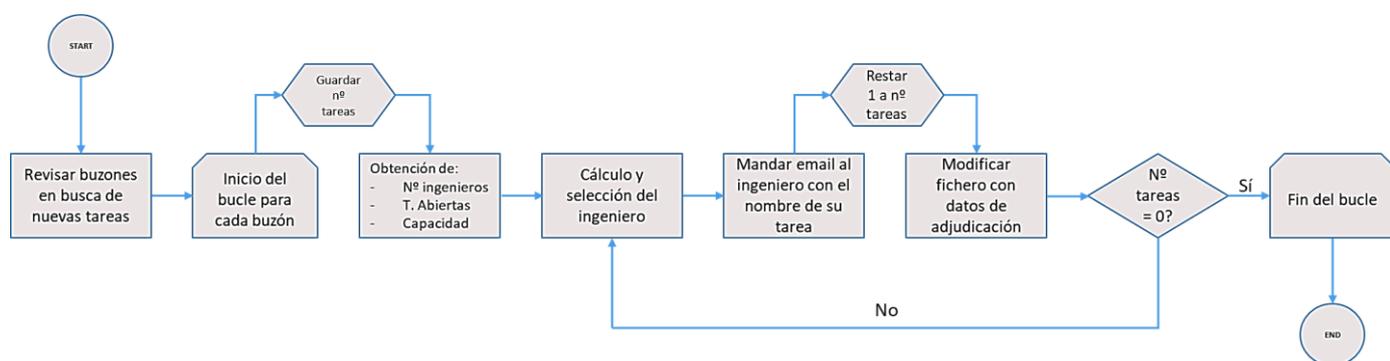


Ilustración 5-2. Diseño del flujo de trabajo principal del proceso

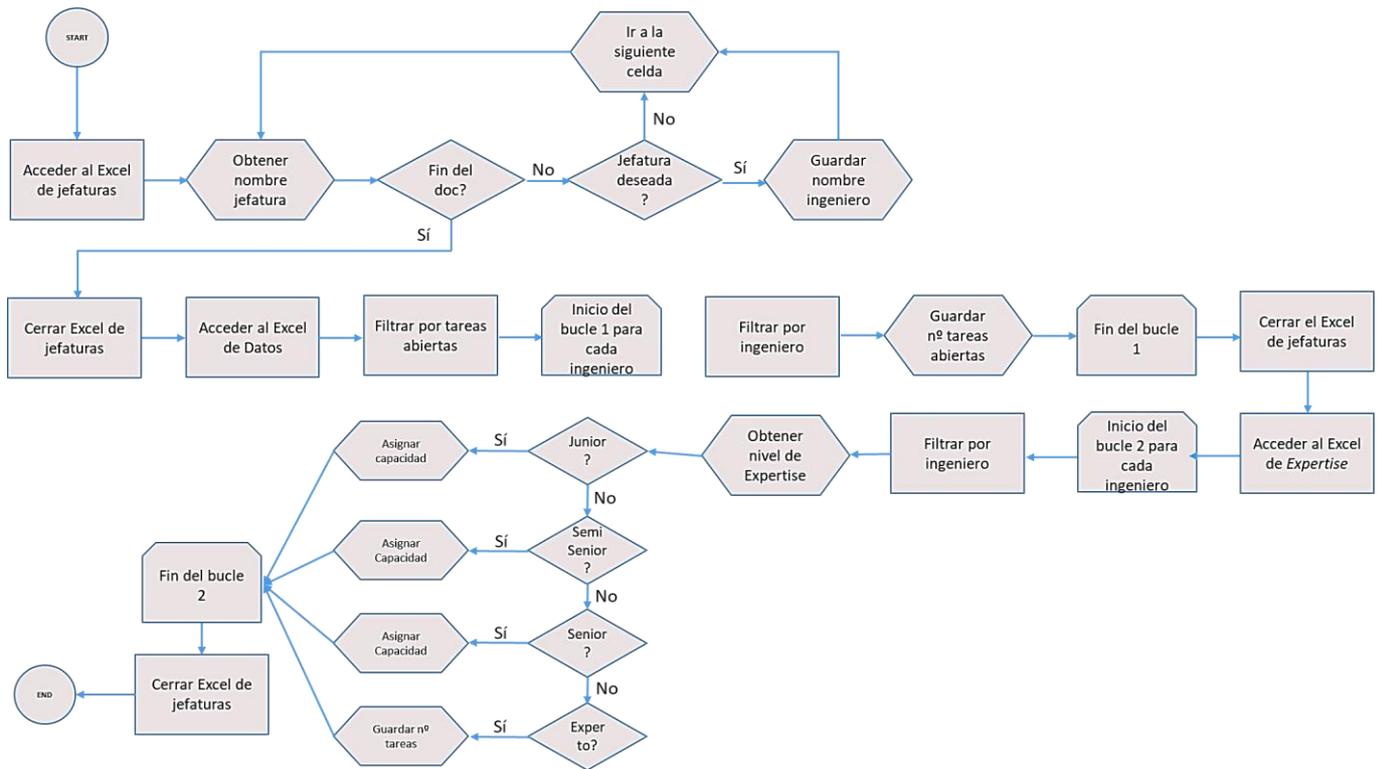


Ilustración 5-4. Diseño del flujo de trabajo para obtener los datos de los ingenieros de una jefatura

3. Con los datos calculados y recopilados de los ingenieros pertenecientes a la jefatura en cuestión, se pasa a determinar al ingeniero ideal al que asignarle la tarea, que será aquel que mayor “capacidad relativa” tenga. Es decir, aquel cuya diferencia entre capacidad absoluta y tareas abiertas sea mayor (Ilustración 5-5).

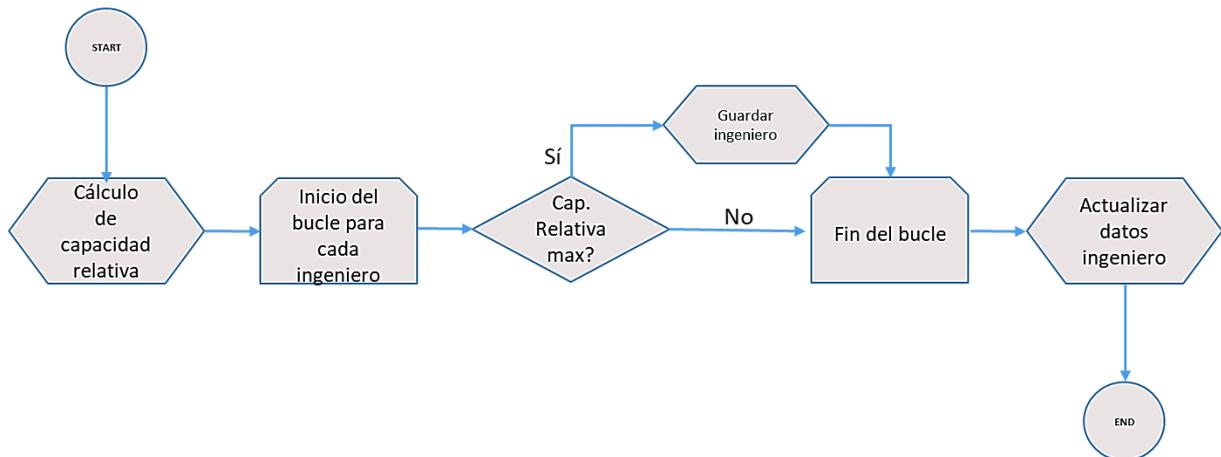


Ilustración 5-5. Diseño del flujo de trabajo para la obtención del ingeniero al que asignar la tarea

4. Una vez obtenido el identificador del ingeniero a realizar la tarea, el robot le manda una notificación vía correo electrónico que le indica que tiene una tarea nueva y añade:

- El identificador de la tarea.
- El CIF del cliente.

- El nombre del cliente.
- Descripción de la tarea.
- Observaciones.
- Producto involucrado.
- Probabilidad de conseguir la oportunidad.
- El identificador del ingeniero que ha solicitado la tarea.

Al jefe de dicho ingeniero también se le manda una notificación mediante correo electrónico para que tenga controlado y pueda llevar el seguimiento de forma más sencilla de qué tareas lleva cada ingeniero a su cargo.

Si quedan más tareas en el buzón de la jefatura se vuelve al paso 3. En caso contrario, se pasa a la siguiente jefatura con tareas pendientes de asignar.

5. Por último, se modifica el fichero original con los datos nuevos del ingeniero asignado. Para eso, previamente, se han debido almacenar las celdas de referencia de las tareas asignadas en esa jefatura.

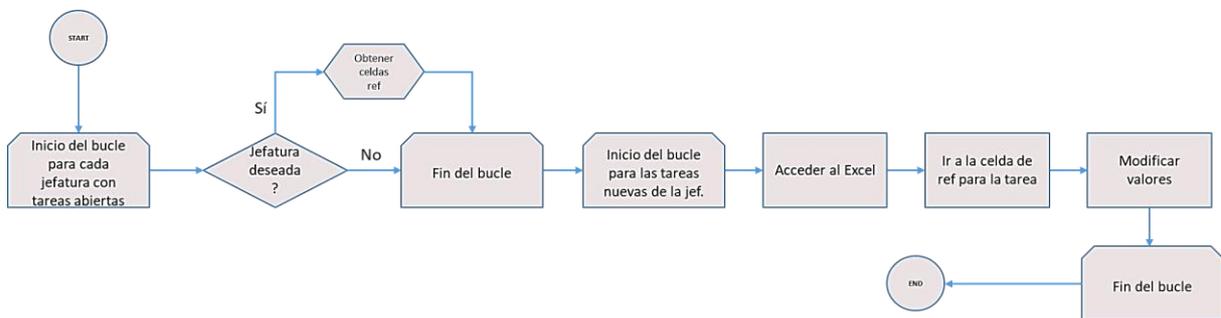


Ilustración 5-6. Diseño del flujo de trabajo para la modificación del fichero original

6. Si quedan tareas por asignar en esa jefatura, se vuelve al paso 2. Si, por el contrario, no quedan tareas pendientes por asignar en esa jefatura, se continúa con la siguiente iteración del bucle con la siguiente que tenga tareas pendientes de asignar.

5.4 Desarrollo y Test

Tras el levantamiento del proceso se lleva a cabo el diseño del robot mediante la herramienta de robotización elegida para este proyecto, Blue Prism.

Antes de comenzar el desarrollo, deberán aportarse datos e información con los que el desarrollador pueda realizar pruebas, sin que estas tengan ningún impacto sobre el negocio. A tal fin se ha creado un Excel que imita la estructura y contenido del fichero original de Datos.

5.4.1 Desarrollo

El desarrollo sigue las pautas establecidas en el punto anterior. Es importante conocer la distinción de dos conceptos dentro de Blue Prism:

- **Proceso:** es un diagrama, parecido al flujograma tradicional de un proceso estándar (componentes, entradas, salidas, credenciales y objetos que son necesarios para desarrollar la solución). Contiene toda la lógica del proceso. Se crean en el Process Studio.
- **Objeto:** los objetos se emplean, entre otras cosas, para interactuar con la interfaz de una aplicación.

No se crean ni configuran en el Process Studio, sino en un entorno paralelo denominado Object Studio.

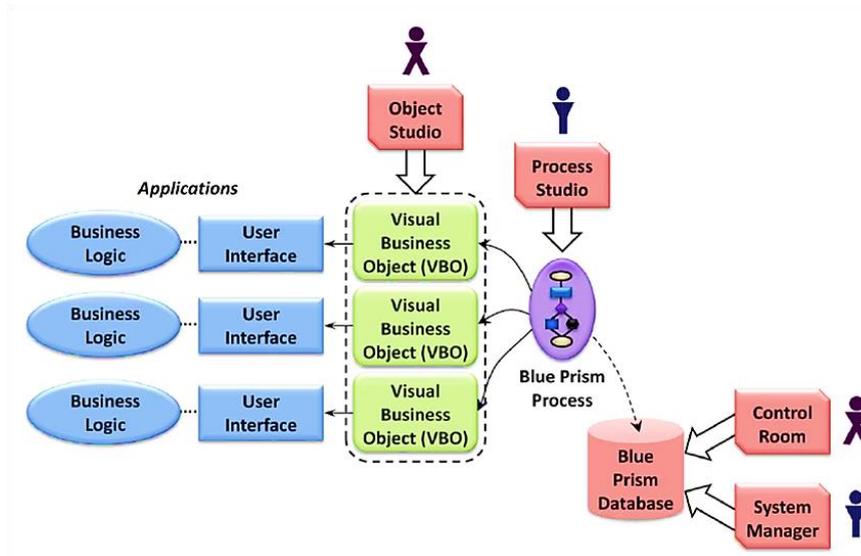


Ilustración 5-7. Modelo ilustrativo de conexión en desarrollo en Blue Prism

En primer lugar, se desarrollarán los Objetos necesarios y después los procesos donde éstos se integran. En estas tareas se tratará de simultanear al máximo el desarrollo de los objetos, siempre que sea posible (los procesos no pueden desarrollarse simultáneamente). Al final del desarrollo de cada objeto o proceso, se procederá a realizar las Pruebas de Verificación unitaria.

5.4.1.1 Objetos

Como se ha mencionado, el objetivo principal de los objetos es interactuar con la interfaz de los aplicativos que intervengan en el proceso. Pueden contener tantos elementos o páginas como acciones se puedan realizar sobre el aplicativo en cuestión (abrir la aplicación, cerrarla, escribir, pulsar, desplegar, guardar, copiar, etc). Una vez desarrollada la acción, puede ser usada por tantos procesos como sea necesario.

Estos objetos no se utilizan nunca por sí solos, sino que son integrados siempre en los procesos. Mientras que un proceso arranca desde un único punto de inicio en la "MainPage", puede pasar por cualquier elemento del "Business Object", independientemente de su orden.

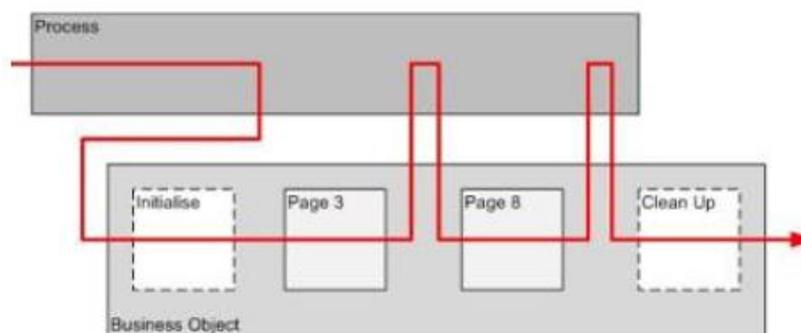


Ilustración 5-8. Integración de Objetos en Procesos

Para el proceso que se automatiza en este trabajo se usan dos objetos:

- MS Excel VBO: para tratar con los diferentes documentos Excel.

- Ms Outlook Email VBO: para tratar con el email.

Ha sido necesario desarrollar acciones en los objetos de forma que se simplificara lo máximo posible la lógica de actuación definida en el proceso, y se pareciera lo máximo posible a los flujos diseñados en el apartado de Levantamiento.

5.4.1.1.1 Excel

A continuación se verán los desarrollos de las acciones más importantes a llevar a cabo sobre los documentos Excel.

5.4.1.1.1.1 Crear instancia

Esta acción permite crear una instancia de Excel.

- **Entradas:** no necesita.
- **Salidas:** devuelve un identificador para esa instancia, gracias al cual se podrán realizar el resto de acciones necesarias sin lugar confusión y con el que controlar dicha instancia en caso de fallo.

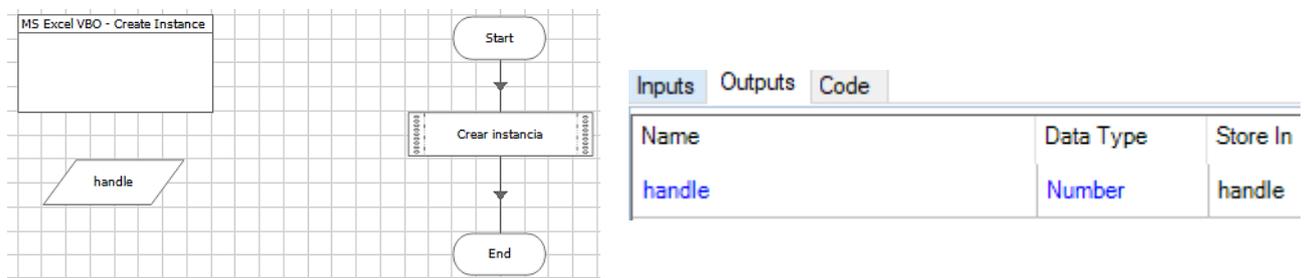


Ilustración 5-9. Desarrollo de la acción “Crear Instancia” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas (dcha)

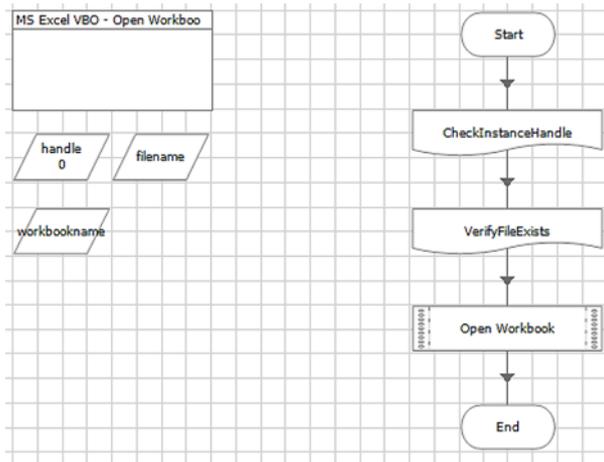
```
Dim excel as Object = CreateObject("Excel.Application")
' Crea un identificador (GUID) con el que poder "matar" la
' instancia ' si fuera necesario.
excel.Caption = System.Guid.NewGuid().ToString().ToUpper()
handle = GetHandle(excel)
```

Ilustración 5-10. Código para crear instancia – Objeto Excel

5.4.1.1.1.2 Abrir Libro Excel

Esta acción permite abrir un documento Excel, verificando previamente que la instancia está creada y que el archivo indicado existe.

- **Entradas:** es necesario especificar la ruta del archivo, y el identificador de la instancia.
- **Salidas:** devuelve el nombre con el que Excel identifica el fichero.



Inputs		
Name	Data Type	Value
filename	Text	[filename]
handle	Number	[handle]
timeout	Number	[Timeout]

Outputs		
Name	Data Type	Store In
name	Text	workbookname

Ilustración 5-11. Desarrollo de la acción “Abrir Libro Excel” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)

```

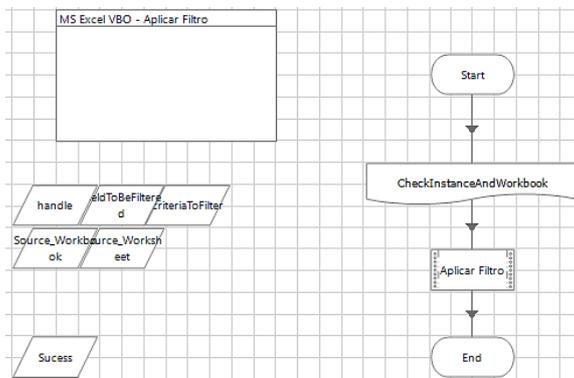
name = ExecWithTimeout(Timeout, "Open Workbook")
Function()
    Dim instance = GetInstance(handle)
    Dim workbooks As object = GetProperty(instance, "Workbooks")
    Dim wb As Object = Invoke(workbooks, "Open", filename)
    Invoke(wb, "Activate")
    Return wb.Name
End Function
    
```

Ilustración 5-12. Código para abrir libro excel – Objeto Excel

5.4.1.1.3 Aplicar filtro

Esta acción ha sido desarrollada para poder aplicar filtros en documentos Excel. Como se puede ver en los diagramas diseñados en el punto de Levantamiento, esta acción es crítica para el buen desarrollo del proceso ya que, sin ella se haría mucho más tedioso.

- **Entradas:** es necesario proporcionar el identificador de la instancia, el nombre del documento Excel, el nombre de la hoja dentro de ese documento Excel, la columna sobre la cual aplicar el filtro y el texto que queremos filtrar.
- **Salidas:** no tiene.



Inputs		
Name	Data Type	Value
Handle	Number	[handle]
Source_Workbook	Text	[Source_Workbook]
Source_Worksheet	Text	[Source_Worksheet]
FieldToBeFiltered	Number	[FieldToBeFiltered]
criteriaToFilter	Text	[criteriaToFilter]

Ilustración 5-13. Desarrollo de la acción “Aplicar Filtro” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas (dcha)

```

Dim sw, dw As Object
Dim ss, ds As Object
Dim excel, sheet, varUsedRange As Object

Try

sw = GetWorkbook(Handle, Source_Workbook)
ss = GetWorksheet(Handle, Source_Workbook, Source_Worksheet)

sw.Activate()
ss.Activate()
excel = ss.Application
sheet = excel.ActiveSheet

varUsedRange = sheet.UsedRange().address

sheet.range(varUsedRange).AutoFilter (Field:=FieldToBeFiltered, Criterial:=criteriaToFilter)

Success = True

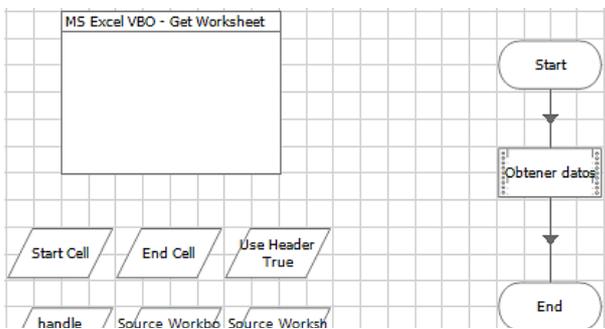
Catch e As Exception
    Success = False
Finally
    sw = Nothing
    ss = Nothing
    dw = Nothing
    ds = Nothing
    excel = Nothing
    sheet = Nothing
    varUsedRange = Nothing
End Try
    
```

Ilustración 5-14. Código para aplicar filtro – Objeto Excel

5.4.1.1.1.4 Guardar datos

Con esta acción se puede guardar en variables los datos del documento Excel. Hay dos variantes de esta acción:

1. Obtener un conjunto de datos, por ejemplo una columna o una fila completa.
 - **Entradas:** es necesario indicar el identificador de la instancia, así como el nombre del documento y de la hoja de la que se quieren guardar los datos. Además, se debe indicar la referencia de la celda inicial y la final. Todo lo que esté contenida entre ellas será guardado en la variable de salida. De forma adicional se puede indicar si el rango identificado contiene cabeceras. Por defecto, se considera que hay cabeceras.
 - **Salidas:** Colección con los datos deseados.



Inputs		
Name	Data Type	Value
handle	Number	[handle]
workbookname	Text	[Source_Workbook]
worksheetname	Text	[Source_Worksheet]
Start Cell	Text	[Start Cell]
End Cell	Text	[End Cell]
Use Header	Flag	[Use Header]

Inputs	Outputs	Code
Name	Data Type	Store In
worksheetcollection	Collection	Datos

Ilustración 5-15. Desarrollo acción “Guardar Colección” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)

```

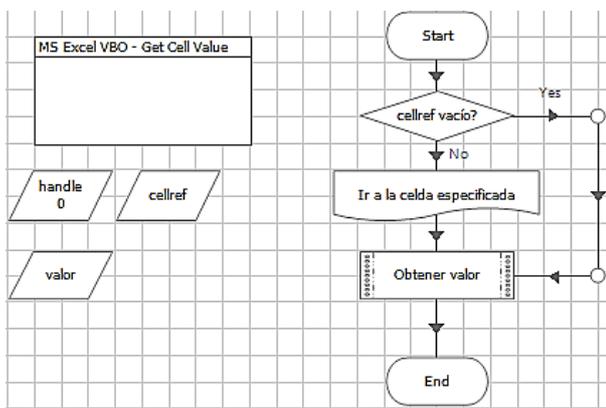
Dim ws as Object = GetWorksheet( _
    handle, workbookname, worksheetname)
Dim r as Object
r = ws.Range(Start_Cell & ":" & End_Cell)
r.Select()
r.Copy()

Dim data As String = GetClipboardText()

worksheetCollection = ParseDelimSeparatedVariables( _
    data, vbTab, Nothing, Use_Header)
    
```

Ilustración 5-16. Código para guardar colección – Objeto Excel

- Obtener el valor de una celda concreta. Si no se especifica ninguna celda, se devuelve el valor de la celda activa en ese momento.
 - Entradas:** solo necesita el identificador de la instancia y la referencia de la celda.
 - Salidas:** devuelve el valor de la celda en cuestión.



Inputs	Outputs	Code
Name	Data Type	Value
handle	Number	[handle]
cellref	Text	[cellref]

Inputs	Outputs	Code
Name	Data Type	Store In
value	Text	valor

Ilustración 5-17. Desarrollo de la acción “Guardar dato” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)

En este caso, basta con ejecutar la siguiente operación:

```

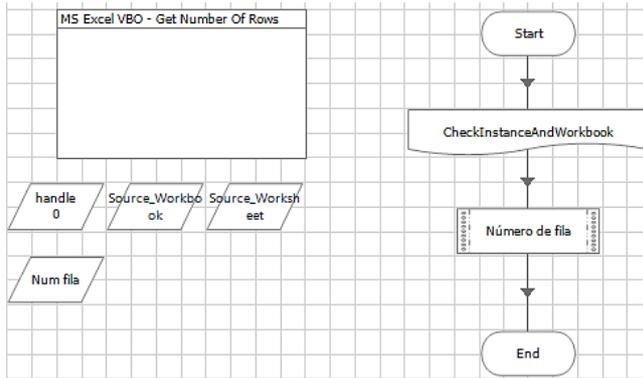
Dim cellVal as String = GetInstance(handle).ActiveCell.Value
value = IIf(cellVal Is Nothing, "", cellVal)
    
```

Ilustración 5-18. Código para guardar dato –Objeto Excel

5.4.1.1.1.5 Obtener número de filas

Esta acción en realidad son dos:

1. Obtener el número de la última fila de la tabla: esta acción devuelve como resultado el número de la última fila de la tabla. Si la tabla tiene 100 líneas, el último elemento estará en la línea 101 (la primera fila son los encabezados), por lo que al realizar esta acción sobre el documento Excel, devolverá 101. Si la tabla ha sido filtrada, devolverá el número de fila correspondiente al último elemento filtrado.
 - **Entradas:** es necesario indicar el identificador de la instancia, el nombre del libro y el nombre de la hoja en cuestión dentro del libro.
 - **Salidas:** devuelve el número de filas.



Inputs		
Name	Data Type	Value
handle	Number	[handle]
workbookname	Text	[Source_Workbook]
worksheetname	Text	[Source_Worksheet]

Outputs		
Name	Data Type	Store In
Num fila	Number	Num fila

Ilustración 5-19. Desarrollo de la acción “Obtener última fila” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)

```

Dim sw, dw As Object
Dim ss, ds As Object
Dim excel, sheet, varUsedRange As Object

Try

sw = GetWorkbook(Handle, Source_Workbook)
ss = GetWorksheet(Handle, Source_Workbook, Source_Worksheet)

sw.Activate()
ss.Activate()
excel = ss.Application
sheet = excel.ActiveSheet

varUsedRange = sheet.UsedRange().address

FilteredCount = sheet.AutoFilter.Range.Columns("A").SpecialCells(12).Cells.Count - 1 '12 es para xlCellTypeVisible

Success = True

Catch e As Exception
    Success = False

Finally
    sw = Nothing
    ss = Nothing
    dw = Nothing
    ds = Nothing
    excel = Nothing
    sheet = Nothing
    varUsedRange = Nothing
End Try
    
```

Ilustración 5-20. Código para obtener última fila – Objeto Excel

2. Obtener número de filas filtrado: esta acción devuelve el número total de filas que haya en la tabla, o lo que es lo mismo, el número de líneas coincidentes con el filtrado. Si al filtrar la tabla presenta 3 filas, este será el número devuelto, independientemente de en qué número de fila estén esos elementos.

Si no hay filtro activo no hay diferencia entre utilizar esta acción y la anterior.

- **Entradas:** es necesario indicar el identificador de la instancia, el nombre del libro y el nombre de la hoja en cuestión dentro del libro.
- **Salidas:** devuelve el número de filas y un *flag* que indica si el resultado ha sido exitoso o ha ocurrido algún incidente.

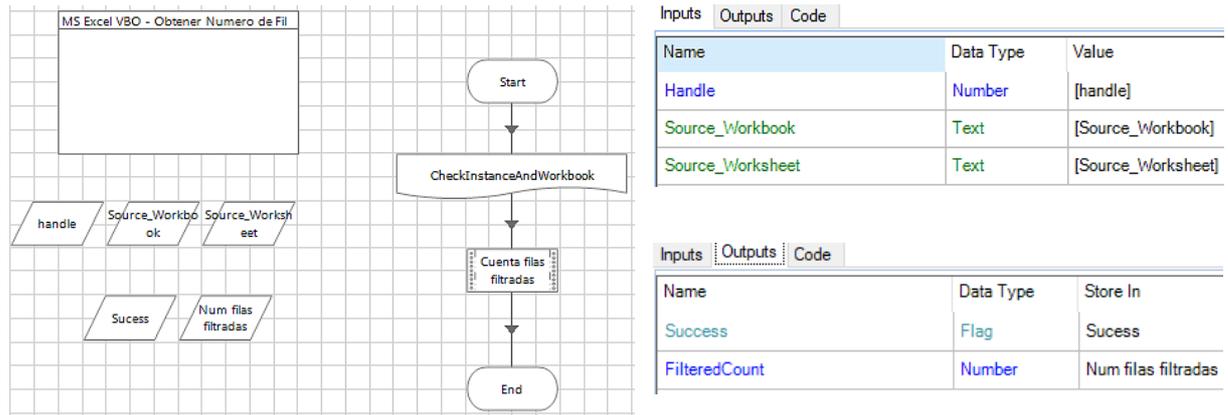


Ilustración 5-21. Desarrollo de la acción "Obtener número de filas" – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)

```

Dim sw, dw As Object
Dim ss, ds As Object
Dim excel, sheet, varUsedRange As Object

Try

sw = GetWorkbook(Handle, Source_Workbook)
ss = GetWorksheet(Handle, Source_Workbook, Source_Worksheet)

sw.Activate()
ss.Activate()
excel = ss.Application
sheet = excel.ActiveSheet

varUsedRange = sheet.UsedRange().address

FilteredCount = sheet.AutoFilter.Range.Columns("A").SpecialCells(12).Cells.Count - 1 '12 es para xlCellTypeVisible

Success = True

Catch e As Exception
    Success = False

Finally
    sw = Nothing
    ss = Nothing
    dw = Nothing
    ds = Nothing
    excel = Nothing
    sheet = Nothing
    varUsedRange = Nothing
End Try

```

Ilustración 5-22. Código para obtener número de filas – Objeto Excel

5.4.1.1.1.6 Ir a celda especificada

Esta acción permite al robot moverse por el documento hasta llegar a la celda objetivo. También tiene dos vertientes principales:

1. Ir a una celda especificando su referencia.

- **Entradas:** es necesario indicar el identificador de la instancia y la celda de referencia a la que ir.
- **Salidas:** No tiene.

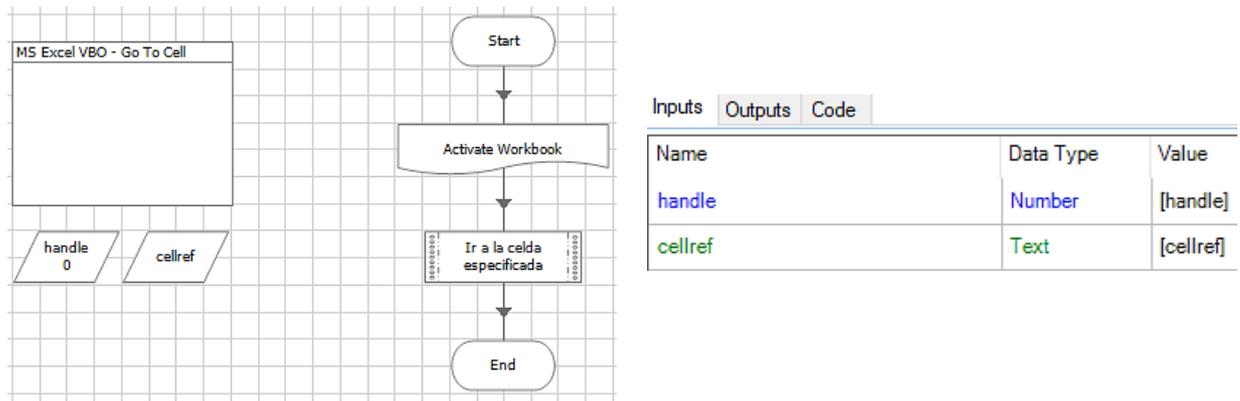


Ilustración 5-23. Desarrollo de acción “Ir a Referencia de Celda” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas (dcha)

Para relizar esta acción, basta con la siguiente línea de código:

```
GetWorkbook(handle, "").ActiveSheet.Range(cellref, cellref).Activate()
```

Ilustración 5-24. Código para ir a una referencia – Objeto Excel

2. Ir a una celda especificando un movimiento relativo a la celda activa. Es decir, se indica cuántas filas o columnas desplazarse respecto a la posición actual. Esta acción, a su vez, son dos debido a que, al filtrar en Excel, las filas de las celdas no coincidentes con el filtrado no desaparecen, sino que se ponen a “ancho 0”, lo que simplemente las hace no visibles al ojo. Las dos vertientes que se necesitan de esta acción son:
- Ir a la celda de forma absoluta. Es decir, desplazarse tantas filas y columnas como se indique de entrada, sin tener en cuenta si las celdas son visibles o no.
 - **Entradas:** es necesario indicar el identificador de la instancia, y el número de filas y columnas a desplazarse. Números positivos para desplazar a derecha y abajo, según sea columna o fila respectivamente, y negativos para desplazar a izquierda y arriba.
 - **Salidas:** Devuelve la referencia de la celda a la que se ha llegado.

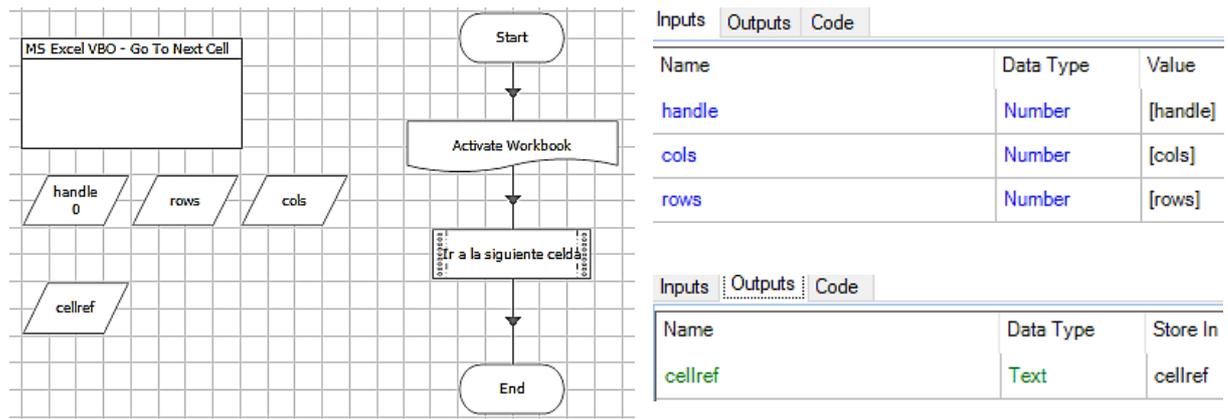


Ilustración 5-25. Desarrollo de la acción “Ir a siguiente celda” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)

```

Dim Instance As Object = GetInstance(handle)

If Instance.ActiveCell Is Nothing Then
    Dim wb As Object = Instance.ActiveWorkBook
    If wb IsNot Nothing Then
        Dim ws As Object = wb.ActiveSheet
        If ws IsNot Nothing Then
            ws.Range(1,1).Activate()
        Else
            Throw New Exception("There is no active worksheet")
        End If
    Else
        Throw New Exception("There is no active workbook")
    End If
Else
    Try
        Instance.ActiveCell.Offset(rows,cols).Activate()
    Catch ex As Exception
    End Try
End If
cellref = Instance.ActiveCell.Address(False,False)

```

Ilustración 5-26. Código para ir a siguiente celda – Objeto Excel

- ii. Ir a la siguiente celda de forma relativa. Es decir, se desplaza tantas filas y columnas como se indique de entrada, pero únicamente contabilizando aquellas que son visibles. Para ello se va comprobando si la altura de la celda es 0.
 - **Entradas:** es necesario proporcionar el identificador de la instancia, y el número de filas y columnas a desplazarse. Números positivos para desplazar a derecha y abajo, según sea columna o fila respectivamente, y negativos para desplazar a izquierda y arriba.
 - **Salidas:** Devuelve la referencia de la celda a la que se ha llegado.

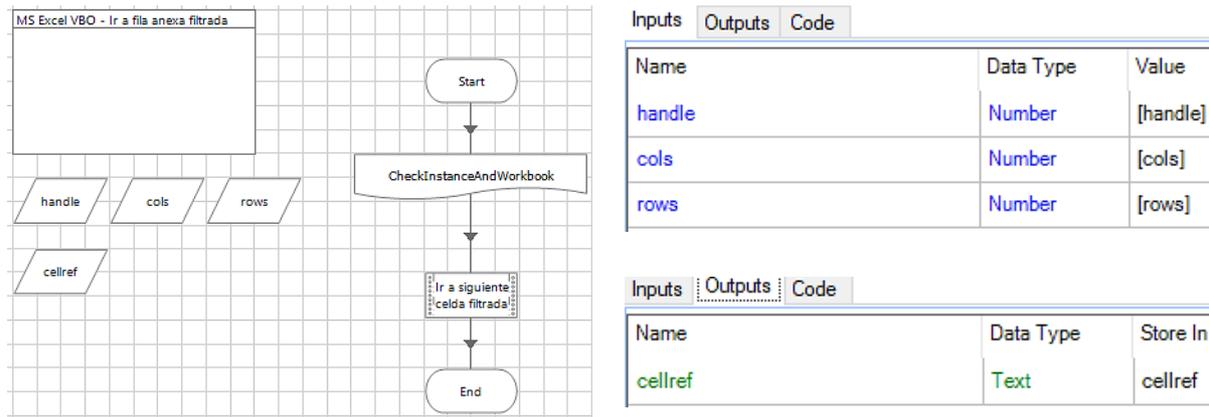


Ilustración 5-27. Desarrollo de acción “Ir a la siguiente celda visible” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)

```

Dim Instance As Object = GetInstance(handle)

If Instance.ActiveCell Is Nothing Then
    Dim wb As Object = Instance.ActiveWorkBook
    If wb IsNot Nothing Then
        Dim ws As Object = wb.ActiveSheet
        If ws IsNot Nothing Then
            ws.Range(1,1).Activate()
        Else
            Throw New Exception("There is no active worksheet")
        End If
    Else
        Throw New Exception("There is no active workbook")
    End If
Else
    Try
        Do
            Instance.ActiveCell.Offset(rows,cols).Select
            Loop Until Instance.ActiveCell.Height > 0
        Catch ex As Exception
        End Try
End If
cellref = Instance.ActiveCell.Address(False,False)

```

Ilustración 5-28. Código para ir a siguiente celda visible – Objeto Excel

5.4.1.1.7 Cerrar libro

Con esta acción se cierra el documento, guardando los cambios si así se indica. Es importante tener en cuenta que aunque se cierre el documento, la instancia seguirá activa. Si en 30 segundos no ha conseguido cerrarse, se genera una excepción.

- **Entradas:** es necesario proporcionar el identificador de la instancia y el nombre del documento. De forma opcional se puede indicar si se quieren guardar los cambios, que por defecto está deshabilitado.
- **Salidas:** no tiene.

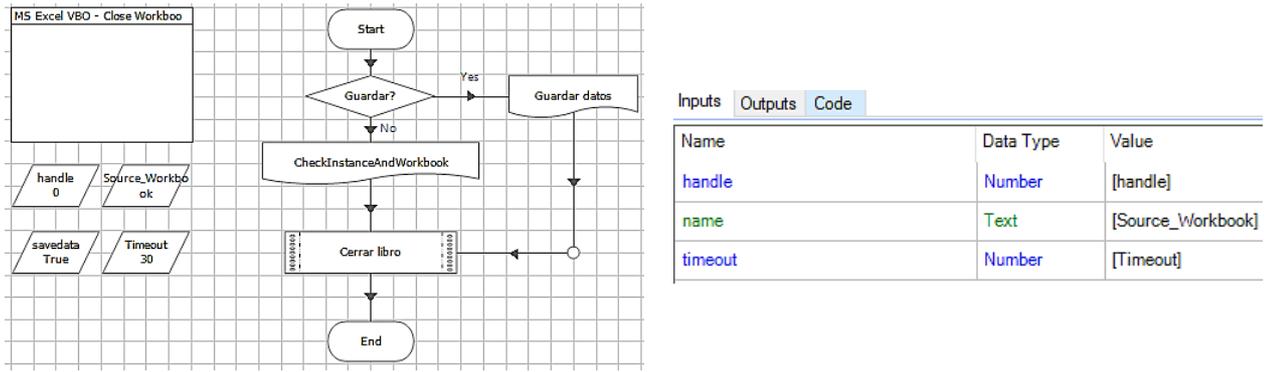


Ilustración 5-29. Desarrollo de acción “Cerrar Libro” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas (dcha)

```

ExecWithTimeout(Timeout, "Close Workbook",
Sub()
    Dim wb as Object = GetWorkbook(handle,name)
    Dim app as Object = wb.Application

    app.DisplayAlerts = False
    wb.Close(False)
    app.DisplayAlerts = True
End Sub)
    
```

Ilustración 5-30. Código para cerrar libro – Objeto Excel

5.4.1.1.8 Cerrar instancia

Esta acción permite cerrar una instancia que esté abierta. Si en 30 segundos no ha conseguido cerrarse, se genera una excepción.

- **Entradas:** únicamente necesita el identificador de la instancia en cuestión, y de forma opcional se puede indicar si se desean guardar o descartar los cambios. Por defecto los cambios no se guardarán.
- **Salidas:** no tiene.

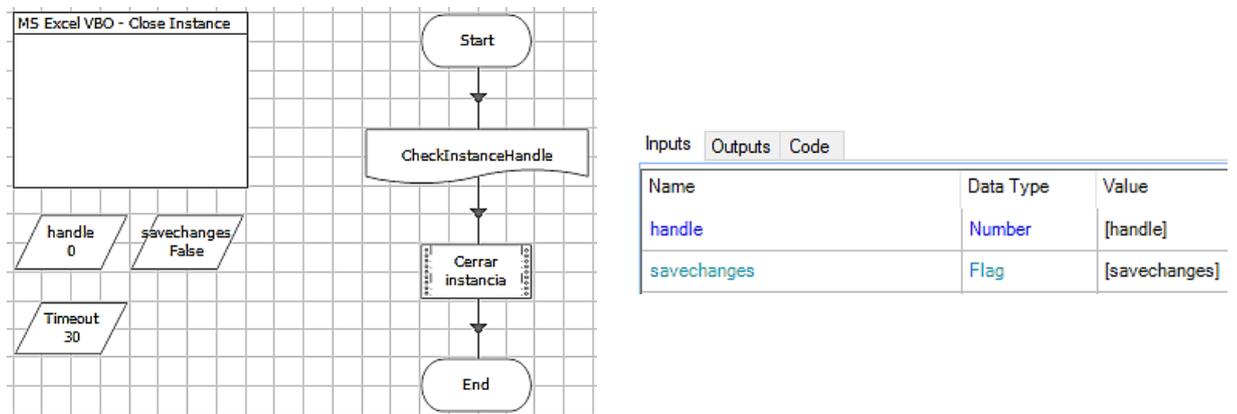


Ilustración 5-31. Desarrollo de la acción “Cerrar Instancia” – Objeto Excel. Workflow (izda) y entradas (dcha)

Se puede realizar con la siguiente orden:

```
ExecWithTimeout (Timeout, "Close Instance",
Sub () CloseInstance (handle, savechanges))
```

Ilustración 5-32. Código para cerrar instancia – Objeto Excel

5.4.1.1.2 Correo Electrónico

Únicamente se necesita poder enviar correos electrónicos, por lo que las acciones necesarias son:

5.4.1.1.2.1 Configurar

Esta acción permite configurar los ajustes de los protocolos POP3 y SMTP. Estos son protocolos de acceso y transferencia de correos electrónicos, respectivamente.

Simplemente se le proporcionan las entradas adecuadas y las hace visibles para el uso del resto de acciones.

- **Entradas:** es necesario proporcionar el nombre de usuario y contraseña del usuario de correo, así como la dirección y número de puerto activo del servidor de POP3 y SMTP.
- **Salidas:** no tiene.

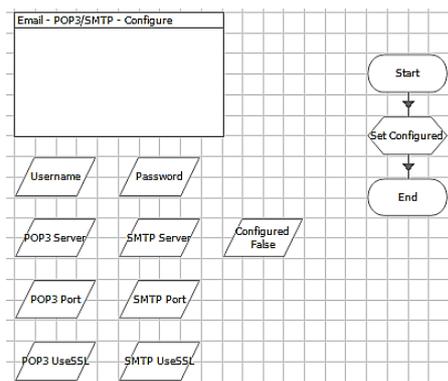


Ilustración 5-33. Desarrollo de la acción "Configuración" – Objeto Email. Workflow y parámetros

5.4.1.1.2.2 Enviar correo electrónico

Permite enviar un correo electrónico, mediante protocolo SMTP, desde la dirección configurada hacia la dirección que se indique como entrada.

Es necesario que la configuración esté hecha. En caso contrario deriva un error.

- **Entradas:** es necesario proporcionar la cuenta de correo desde la que enviar el mensaje, la cuenta a la que enviarlo, y definir los parámetros típicos de un mensaje, como son el asunto, el mensaje en sí, y los adjuntos si los hubiera. También emplea parámetros configurados en el paso 1, como la contraseña de acceso a la cuenta, dirección y puerto del servidor SMTP
- **Salidas:** no tiene.

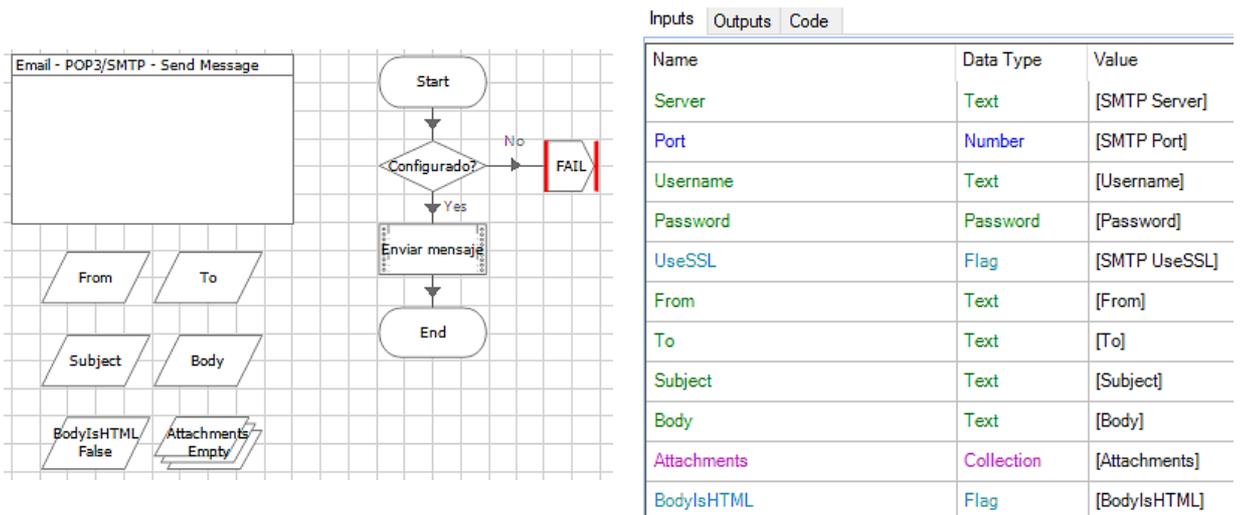


Ilustración 5-34. Desarrollo de la acción “Enviar mensaje” – Objeto Email. Workflow (izda) y entradas (dcha)

```

Smtplib client = new Smtplib();
try
{
    client.Host = Server;
    client.Port = (int)Port;
    if (Username != "")
        client.Credentials = new NetworkCredential(Username, Password);
    client.EnableSsl = UseSSL;

    using (MailMessage mail = new MailMessage())
    {
        mail.From = new MailAddress(From);
        mail.To.Add(To);
        mail.Subject = Subject;
        mail.IsBodyHtml = BodyIsHTML;
        mail.Body = Body;

        foreach (DataRow dr in Attachments.Rows)
        {
            string file = dr["Path"].ToString();
            Attachment data = new Attachment(file, MediaTypeNames.Application.Octet);
            ContentDisposition dis = data.ContentDisposition;
            dis.CreationDate = File.GetCreationTime(file);
            dis.ModificationDate = File.GetLastWriteTime(file);
            dis.ReadDate = File.GetLastAccessTime(file);
            mail.Attachments.Add(data);
        }

        client.Send(mail);
    }
}
catch (Exception ex)
{
    string msg = ex.Message;
    if (ex.InnerException != null) {
        msg += " - " + ex.InnerException.Message;
    }
    throw new Exception(msg);
}
finally
{
    IDisposable disposableClient = client as IDisposable;
    if (disposableClient != null)
        disposableClient.Dispose();
}
    
```

Ilustración 5-35. Código para mandar mensaje – Objeto Email

5.4.1.2 Procesos

Como se ha mencionado, los procesos son los flujogramas que sigue el robot durante la automatización. Al contrario que los objetos, describen y contienen toda la lógica del proyecto.

Constan de una página principal, el “main”, que suele emplearse para llamar al resto de páginas o tareas de forma lógica y ordenada. Cada una de estas tareas, a su vez, tiene su propio flujograma.

Es en los Process Studio donde se integra y se hace uso de las acciones propias de los objetos que han sido diseñadas y desarrolladas en el Object Studio.

El flujograma del proceso que ocupa a este trabajo, ha sido desarrollado en base a los flujos definidos en la fase de Levantamiento.

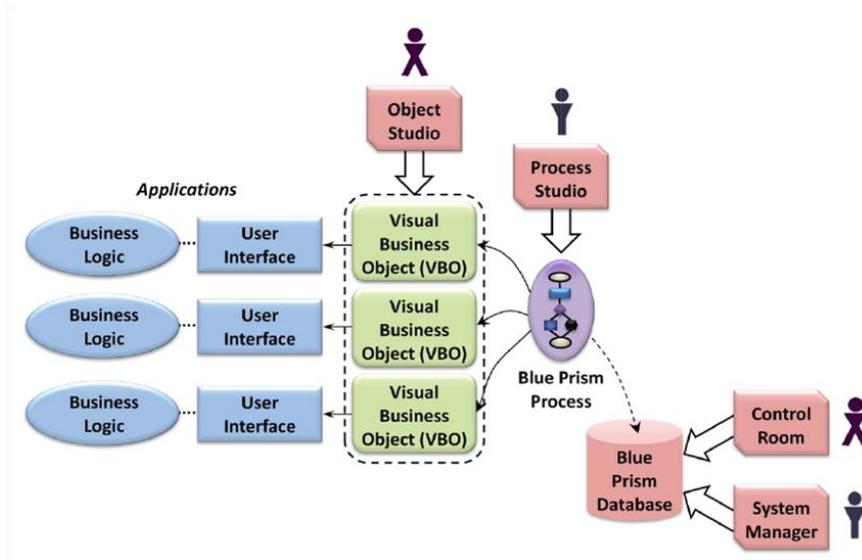


Ilustración 5-36. Modelo ilustrativo de conexión en desarrollo en Blue Prism

5.4.1.2.1 Main Page

Como se comentaba, la Main Page es la página principal del proceso, desde dónde se llama a las diferentes tareas que componen el flujo completo. Desarrollo apoyado sobre el diagrama de la Ilustración 5-2.

VARIABLES DE ESTA ETAPA:

- **Entradas:** es necesario proporcionar las rutas de los documentos Excel de Datos y de Expertise, así como el identificador de los buzones de cada una de las 62 jefaturas. Estos son datos que no puede obtener el robot por sí solo.
- **Variables auxiliares:** son variables intermedias que van devolviendo las diferentes tareas, y que a su vez sirven como entradas a otras tareas.

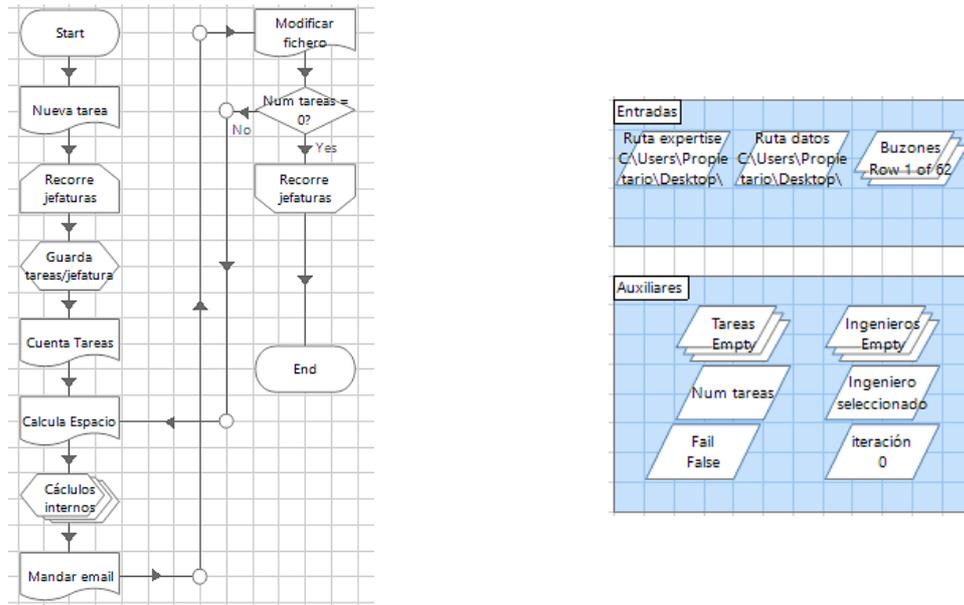


Ilustración 5-37. Desarrollo del Workflow principal del Robot (izda) y entradas y otras variables (dcha)

5.4.1.2.2 Nueva tarea

Esta tarea es la encargada de filtrar las tareas abiertas y averiguar en qué buzón están, cuántas hay en cada uno y obtener el resto de datos de interés (Referencia, identificador de tarea, CIF y nombre de cliente, matrícula del creador de tarea, matrícula del jefe, descripción, observaciones, producto y probabilidad).

Devuelve esta información en una colección. También devuelve celdas de referencia de las tareas abiertas, para poder modificar el libro cuando se seleccione el ingeniero que la realizará.

- **Entradas:** como entrada únicamente necesita el identificador de los buzones, y la ruta del fichero de datos.
- **Salidas:** como salida proporciona una colección, llamada Tareas, que contiene una fila por cada jefatura que tiene tareas pendientes de asignar, y paracada una indica:
 - Nombre.
 - Nº de tareas abiertas.
 - Datos extra: colección que contiene todos los campos de interés.

Name: Tareas

Description:

Fields	Initial Values	Current Values
Name	Type	Description
Jefatura	Text	Nombre de la jefatura
Abiertas	Text	Número de tareas abiertas en esa jefatura
Datos extra	Collection	(10 fields)

Tareas Datos extra

Fields	Initial Values	Current Values
Name	Type	Description
Cellref	Text	
Id tarea	Text	
CIF	Text	
Cliente	Text	
Mtla Creador	Text	
Descripción	Text	
Observaciones	Text	
Producto	Text	
Probabilidad	Text	
Mtla Jefe	Text	

Ilustración 5-38. Formato de la variable “Tareas”

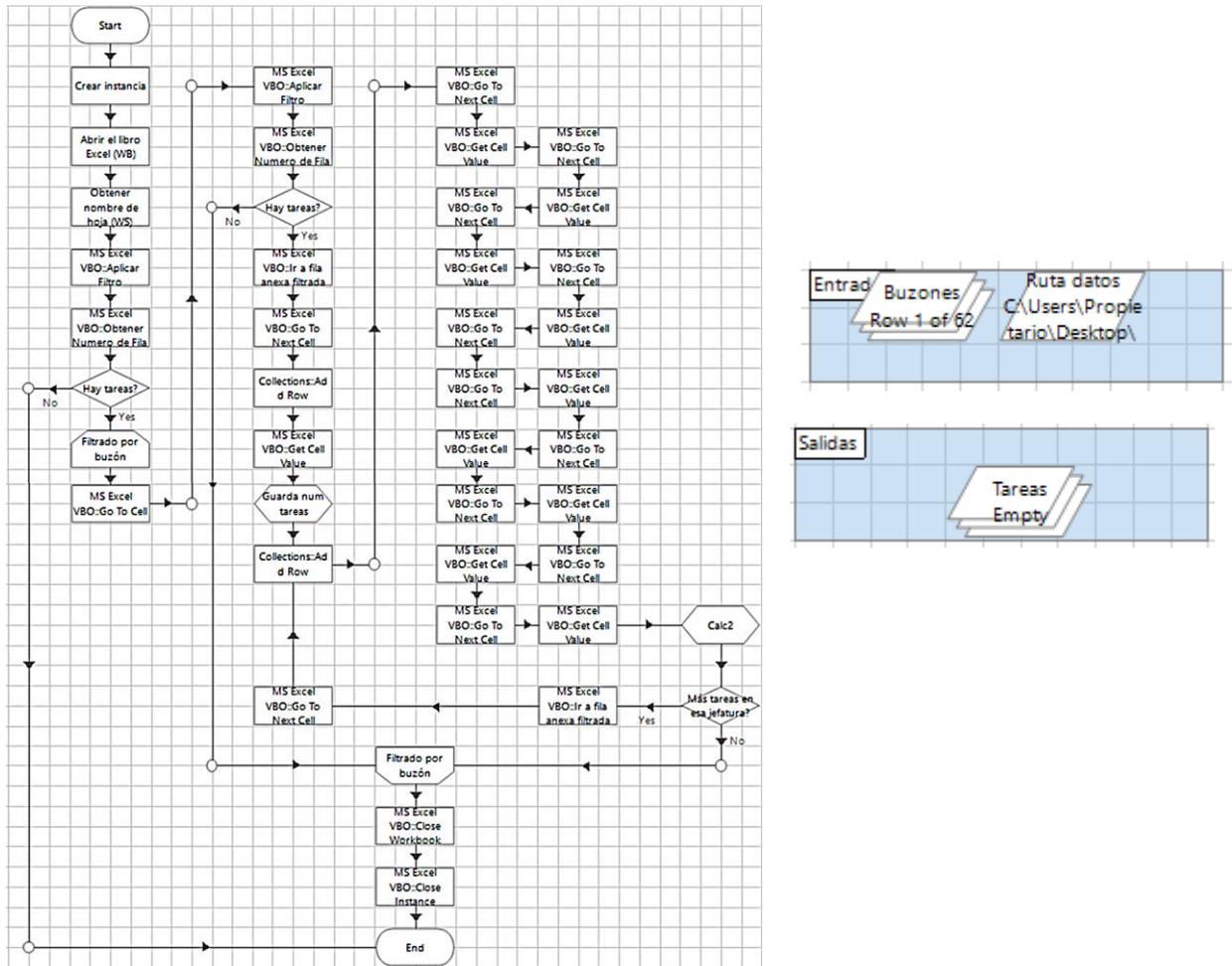


Ilustración 5-39. Nueva tarea - Desarrollo del Workflow (izda) y entradas y salidas (dcha)

5.4.1.2.3 Cuenta Tareas

Esta tarea tiene un triple objetivo: obtener todos los ingenieros que pertenecen a la jefatura que se proporciona de entrada, calcula el número de tareas que tienen abiertas cada uno de ellos y calcula la capacidad absoluta de cada ingeniero.

- **Entradas:** como entrada hay que proporcionarle la ruta a los diferentes ficheros involucrados: el de Datos, el que contiene el Expertise de cada ingeniero, y un documento (creado también de forma automática) que contiene la relación ingeniero-jefatura.
- **Salidas:** como salida se proporciona una colección con tres campos:
 - Nombre del ingeniero
 - Número de tareas abiertas
 - Capacidad

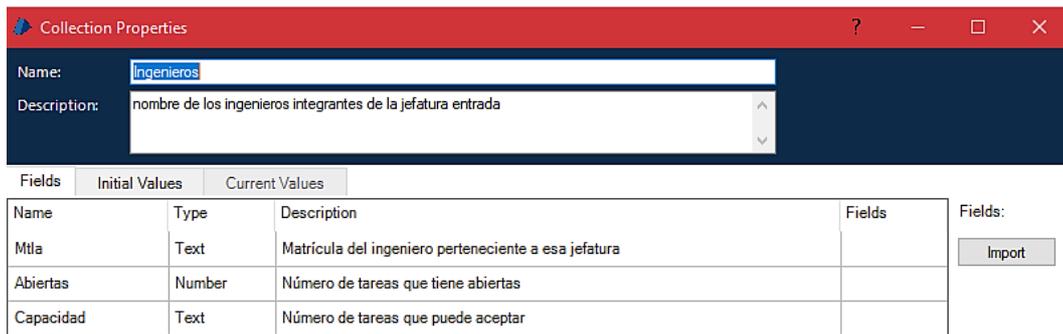


Ilustración 5-40. Formato de la variable “Ingenieros”

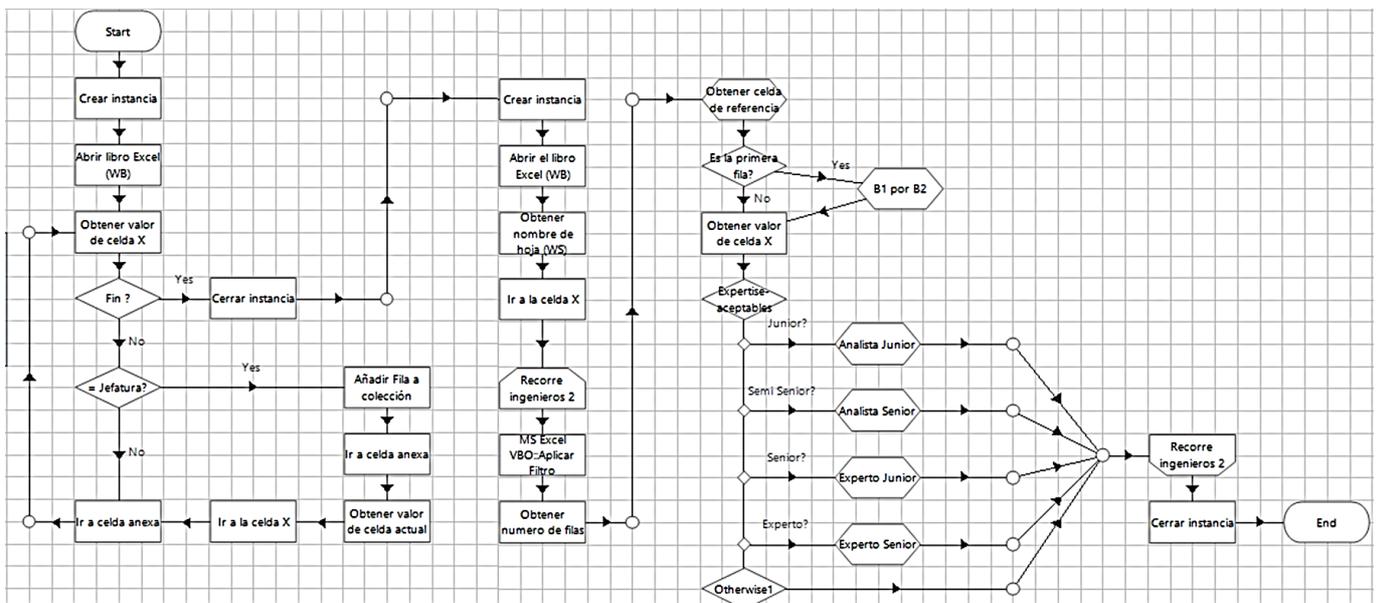


Ilustración 5-41. Cuenta tareas – Desarrollo del Workflow (inferior) y entradas y salidas (superior)

5.4.1.2.4 Calcula Espacio

Esta tarea es la encargada de identificar al ingeniero idóneo para realizar la tarea, en base, como se mencionó, a su capacidad relativa obtenida como la resta entre la capacidad absoluta y las tareas abiertas.

Se ha contemplado excepción que puede darse si todos los ingenieros de la jefatura están al máximo de su capacidad. En este caso se interrumpe el flujo, ya que es necesario el criterio del responsable, y que éste pueda tomar la decisión de qué hacer con la tarea entrante. Por ello se recogen los detalles de la excepción y se le envía un correo indicándole que su jefatura se encuentra saturada.

- **Entradas:** como entrada se proporciona la colección salida de la tarea “Cuenta Tareas”, que contiene la información de los ingenieros de la jefatura dada.
- **Salidas:** como salida se proporciona el identificador del ingeniero que realizará la tarea.

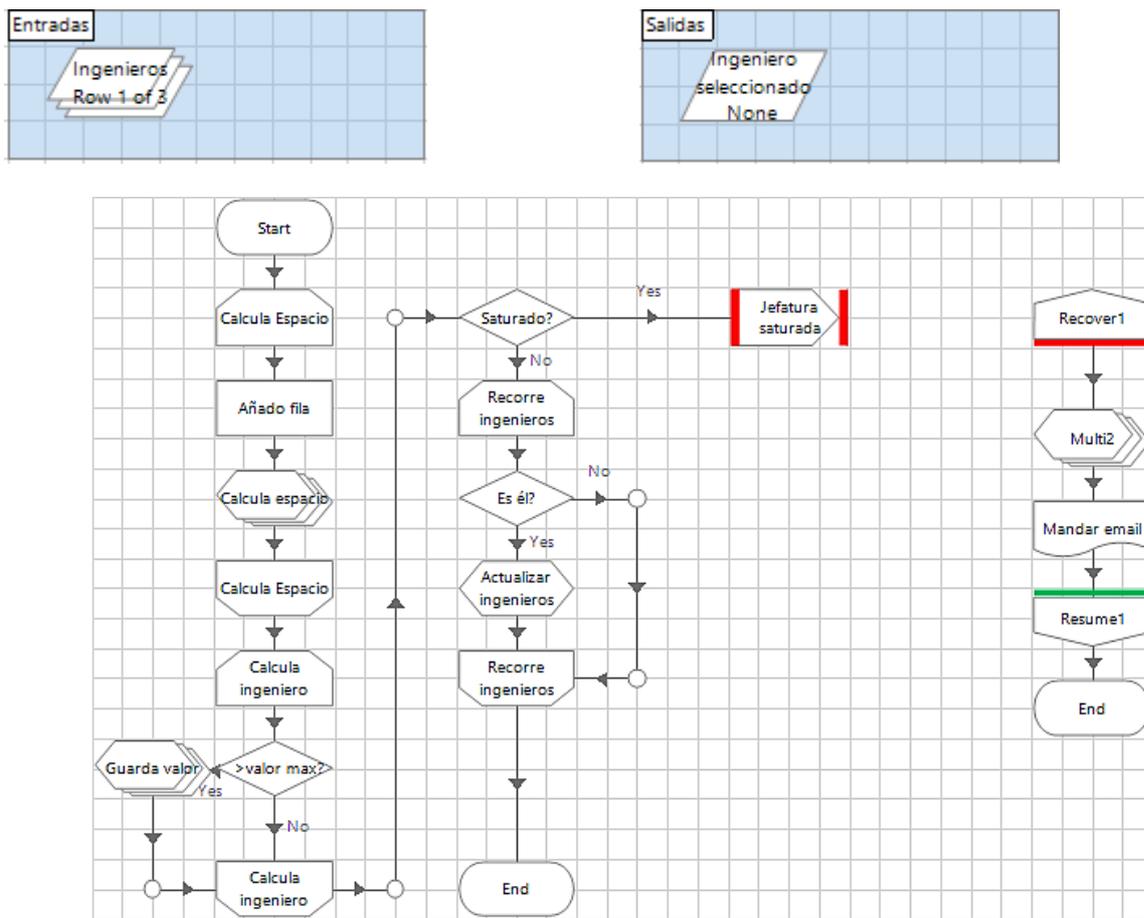


Ilustración 5-42. Calcula Espacio – Desarrollo del Workflow (inferior) y entradas y salidas (superior)

5.4.1.2.5 Mandar email

Esta tarea se encarga de mandar los correos electrónicos que informen a los ingenieros y jefes de las asignaciones de las tareas.

Lo primero que se hace es configurar el correo, a través de la acción de Configurar visto en el punto 5.4.1.1.2.1. A continuación, se comprueba a través de un flag, si ha ocurrido una excepción, en cuyo caso manda el correo correspondiente al responsable de la jefatura. En caso contrario, se envía el correo de asignación al ingeniero y al responsable.

- **Entrada:** como entrada hay que proporcionar la matrícula del ingeniero asignado, al que enviar la información de la tarea, así como los datos que queramos transmitirle. Dado que, para cada jefatura puede haber más de una tarea, es necesario indicar en qué iteración de la jefatura nos encontramos, de forma que se envíen los datos correctos.
- **Variables auxiliares:** como variables auxiliares es necesario tener el inicio del mensaje y asunto para ingenieros y jefes, además de parámetros de configuración del correo. Los empleados han sido los de *gmail* (Ilustración 5-43).
 - Servidor SMTP: smtp.gmail.com
 - Puerto SMTP: 587
 - Servidor POP3: pop.gmail.com

- Puerto POP3: 995
- **Salidas:** no tiene.

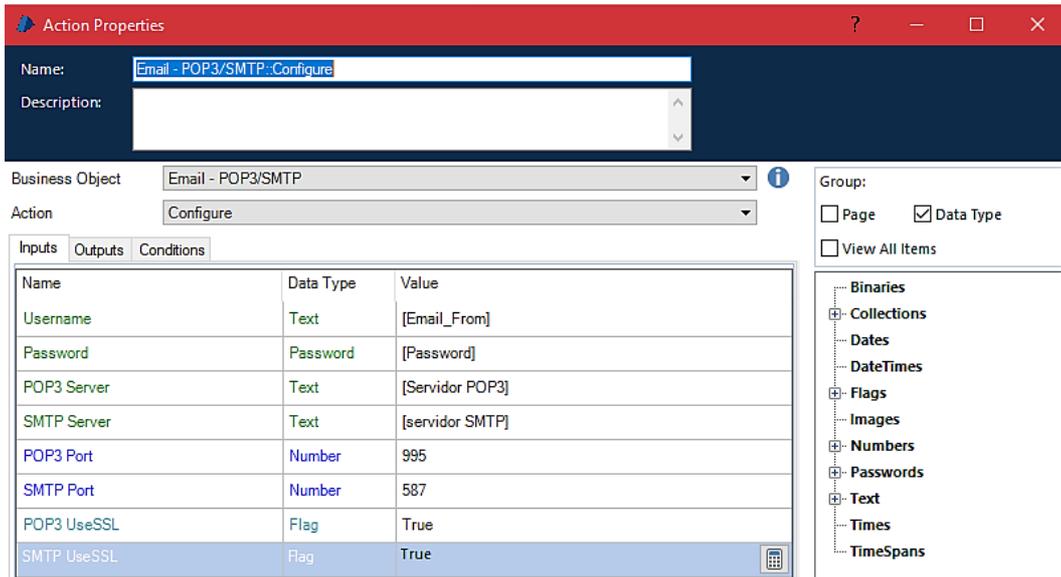


Ilustración 5-43. Madar Email - Configuración del correo electrónico

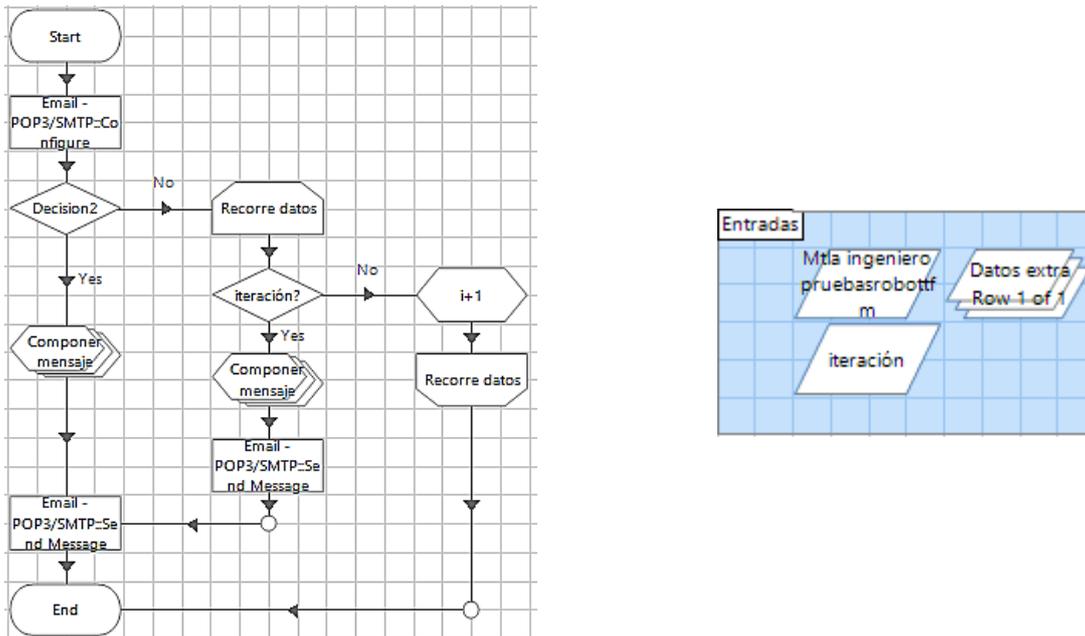


Ilustración 5-44. Mandar Email – Desarrollo del Workflow (izda) y entradas (dcha)

5.4.1.2.6 Modificar fichero

Esta tarea actualiza el fichero original de datos con los datos del ingeniero asociado, de forma que esté actualizado para la siguiente iteración.

- **Entradas:** se le proporciona como entrada la ruta del documento Excel de Datos, el identificador del ingeniero asociado y la colección de tareas, donde se encuentra la referencia de la celda que es

necesario modificar. También, al igual que en el caso de Mandar email, es necesario indicar en qué iteración (en qué tarea) dentro de la jefatura nos encontramos, dado que, para cada jefatura puede haber más de una tarea.

- **Salidas:** no tiene.

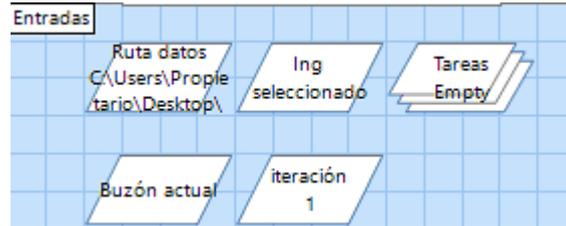
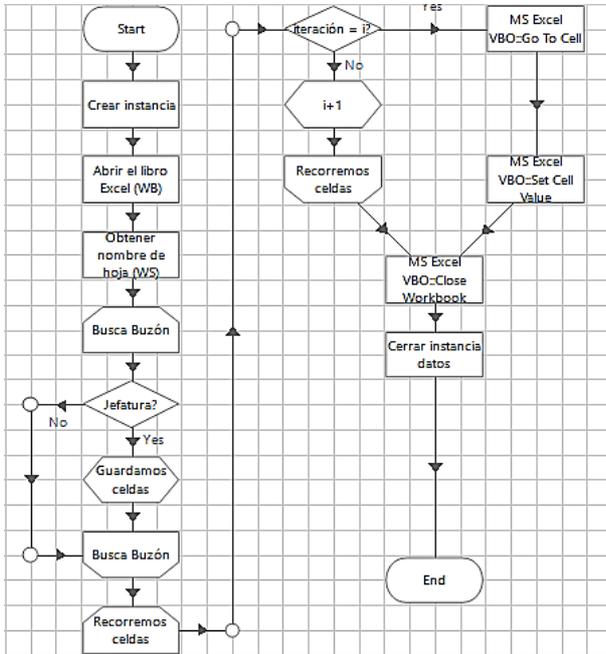


Ilustración 5-45. Modificar Fichero – Desarrollo del Workflow (izda) y entradas (dcha)

5.4.2 Homologación

En esta fase se realizan las pruebas, tanto unitarias, como pruebas globales con datos reales, pero sin impacto para el negocio. Se realizan sobre el propio entorno de desarrollo.

Durante esta fase se hacen los ajustes necesarios para poner a punto el proceso. Todos estos cambios ya están reflejados en los flujos presentados en el apartado de Desarrollo y Test.

Para estas pruebas se ha creado un documento Excel que replica el formato y contenido del fichero real de Datos, y un correo electrónico para el robot, desde el que poder enviar y recibir los correos electrónicos sin molestar a los ingenieros involucrados en las tareas.

5.4.2.1 Pruebas unitarias

Para la realización de estas pruebas, se han testeado las diferentes tareas, desde el propio entorno de desarrollo, proporcionando para ello valores iniciales a las variables de entrada de forma que puedan ejecutarse todas y cada una de estas tareas de forma independiente.

Con los resultados que se fueron obteniendo, se fueron puliendo los diferentes fallos y errores que surgían de la ejecución.

Tras la ejecución individual de cada una de las tareas, se pasa a ejecutar el proceso main de igual modo, de forma que se compruebe que la interconexión entre las diferentes tareas, el flujo principal y, en definitiva, el robot, funciona correctamente.

Estas ejecuciones, que se hacen de manera individual en las páginas, no se ven reflejadas en la monitorización del Robot de la Control Room.

Blue Prism proporciona una experiencia de depuración bastante completa y avanzada, ya que permite uso de

breakpoints y ejecuciones paso a paso, permitiendo ahondar o no en cada uno de esos pasos, bajando incluso a nivel de tarea para comprobar el funcionamiento de los subflujos de cada una de ellas. Esto se ha empleado para depurar todas las pruebas realizadas que no daban el resultado esperado.

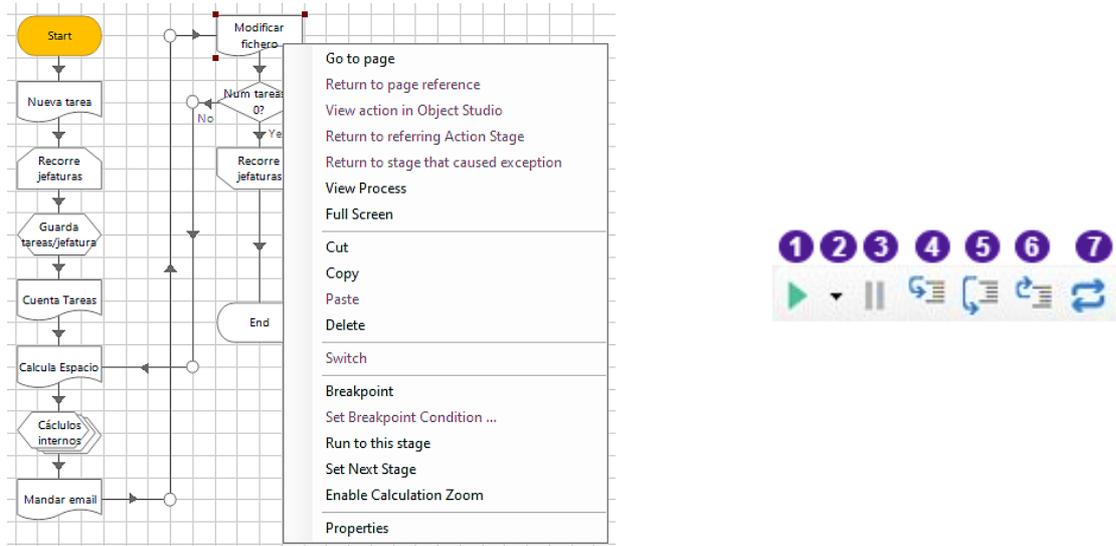


Ilustración 5-46. Opciones de depuración de Blue Prism

1. **Go**: arranque del proceso.
2. **Desplegable**: permite cambiar la velocidad de ejecución.
3. **Pause**: permite parar el proceso.
4. **Step**: ejecuta el proceso manualmente, paso a paso, bajando a nivel de tareas.
5. **Step over**: ejecuta el proceso manualmente, paso a paso, sin bajar a nivel de tareas.
6. **Step out**: va directamente al final del proceso.
7. **Reset**: reinicializa el proceso.

El uso de estos pasos permite encontrar de forma sencilla puntos de fallo del robot, de forma que se pueda identificar la causa.

5.4.3 Prueba demostrativa

Haciendo uso de esta herramienta, se propone a continuación un ejemplo de las pruebas que se han ido realizando.

En primer lugar, se ha creado un documento Excel de igual formato que el Excel de datos real, pero con una extensión reducida (aproximadamente 100 líneas y 4 buzones) y unos datos controlados, de forma que se conozca de antemano el resultado deseado. Todos son datos ficticios, pero que imitan la forma de los datos reales.

Se han introducido tan solo dos tareas pendientes de asignar en las filas 96 y 98 del documento, con los siguientes datos ficticios:

Dato	Tarea #1	Tarea #2
Jefatura	Puesto de Trabajo (PdT)	Puesto de Trabajo (PdT)
Id Tarea	319023	256632

Cliente	Universidad de Sevilla	Univerisdad de Sevilla
CIF	Q4118001I	Q4118001I
Mtla Creador	T00001	T00002
Descripción	Caudal VPN IP y 1 macrolan	Servicio de plataforma gestionada para el portal sevius.us.es
Observaciones	Hola. Estamos instalando un centrex Ip en: -sede central: admin 00001 -VPN IP 00000012, -VPN IP 00000011, Muchas gracias y saludos cordiales,	Servicio de plataforma gestionada para el portal sevius.us.es
Producto	MacroLan	
Probabilidad	Segura (100%)	Media (50%)

Tabla 5-5. Prueba demostrativa – Datos de las tareas

En esta jefatura se han contemplado 4 ingenieros:

Matrícula	Expertise	Tareas abiertas
T723190	Junior	1
DS01923	Senior	3
DS01959	Senior	2
T152495	Semi-Senior	2

Tabla 5-6. Prueba demostrativa – Datos de los ingenieros

Se puede comprobar en la Ilustración 5-47. Como se mencionó, las tareas abiertas se encuentran filtrando por fechas de cierre (FX_CIERRE) vacías, lo que quiere decir que aún no están cerradas.

FX_REGIS	FX_CIERRE	FX_GAI	Fx_Ult	MTLA_c	Territorio_Comercial	Mtla_T
07/03/2020				T593857		DS01959
03/03/2020				DS04587		DS01959
05/01/2020				DS09485		DS01923
06/02/2020				T783456		T152495
04/02/2020				T543245		T152495
18/01/2020				DS4576		DS01923
22/01/2020				T567384		DS01923
15/01/2020				T574896		T723190
16/03/2020				T00001		3
22/01/2020				T00002		3

Ilustración 5-47. Captura del documento Excel de Datos de Prueba

Según los datos introducidos, estas dos tareas deberían ser asignadas a los ingenieros: DS01923 y DS01959.

Los correos que se generan de las asignaciones son mandados a pruebasrobotfm@gmail.com.

Se fueron ejecutando las diferentes tareas y los resultados obtenidos se presentan a continuación:

- Tras ejecutar 5.4.1.2.2 Nueva tarea la variable de salida tiene una única jefatura con dos tareas pendientes de asignar. Se comprueba que todos los datos son correctos.

El diagrama de flujo muestra un proceso que comienza con 'Start', sigue con 'Nueva tarea', 'Recorre jefaturas', 'Guarda tareas/jefatura', 'Cuenta Tareas', 'Calcula Espacio', 'Cálculos internos' y 'Mandar email'. Un bucle 'Recorre jefaturas' se ejecuta si 'Num tareas = 0?' es 'No', y 'Modificar fichero' se ejecuta si es 'Yes'. El proceso termina en 'End'.

La captura de pantalla de 'Collection Properties' muestra la configuración para la variable 'Tareas'. El nombre es 'Tareas' y la descripción está vacía. El campo 'Current Values' muestra 'PdT' y '2'. El campo 'Datos extra (Collection)' muestra 'Row 2 of 2'.

Fields	Initial Values	Current Values
Jefatura (Text)	Abiertas (Text)	Datos extra (Collection)
PdT	2	Row 2 of 2

Fields	Initial Values	Current Values
Id tarea (Text)	CIF (Text)	Cliente (Text)
319023	Q41180011	UNIVERSIDAD DE SEVIL...
256632	Q41180011	UNIVERSIDAD DE SEVI...

Fields	Initial Values	Current Values
Descripción (Text)	Observaciones (Text)	Producto (Text)
Poner caudal VPN IP y 1...	Hola. Estamos instalando... -sede central: admin 00001	MacroLan
Servicio de plataforma ge...	Servicio de plataforma ge...	Media (50%)

Ilustración 5-48. Prueba demostrativa – Resultado de la variable “Tareas”

- Tras ejecutar Cuenta Tareas la variable de salida tiene los cuatro ingenieros que componen la jefatura, con sus correspondientes datos de tareas abiertas y capacidad, asignada en función del Expertise.

El diagrama de flujo muestra un proceso que comienza con 'Start', sigue con 'Nueva tarea', 'Recorre jefaturas', 'Guarda tareas/jefatura', 'Cuenta Tareas', 'Calcula Espacio', 'Cálculos internos' y 'Mandar email'. Un bucle 'Recorre jefaturas' se ejecuta si 'Num tareas = 0?' es 'No', y 'Modificar fichero' se ejecuta si es 'Yes'. El proceso termina en 'End'.

La captura de pantalla de 'Collection Properties' muestra la configuración para la variable 'Ingenieros'. El nombre es 'Ingenieros' y la descripción está vacía. El campo 'Current Values' muestra '1' y '7'. El campo 'Datos extra (Collection)' muestra 'Row 2 of 2'.

Fields	Initial Values	Current Values
Mta (Text)	Abiertas (Number)	Capacidad (Text)
T723190	1	7
DS01923	3	10
DS01959	2	10
T152495	2	8

Ilustración 5-49. Prueba demostrativa – Resultado de la variable “Ingenieros”

- A continuación se ejecuta Calcula Espacio, cuya salida debe ser el ingeniero seleccionado para la tarea. Se muestra el resultado para las dos iteraciones.

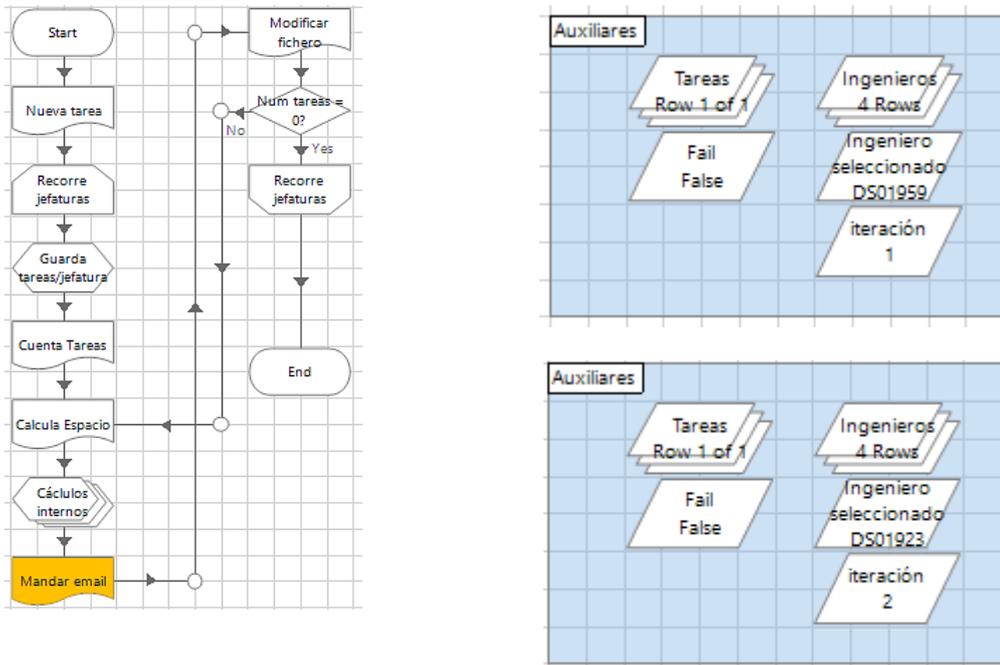


Ilustración 5-50. Prueba demostrativa – Resultado de la variable “Ingeniero seleccionado” para la primera (dcha superior) y segunda iteración (dcha inferior)

- Posteriormente se comprueba que el correo electrónica llega de forma conveniente y satisfactoria. En este caso, para poder enviar el correo

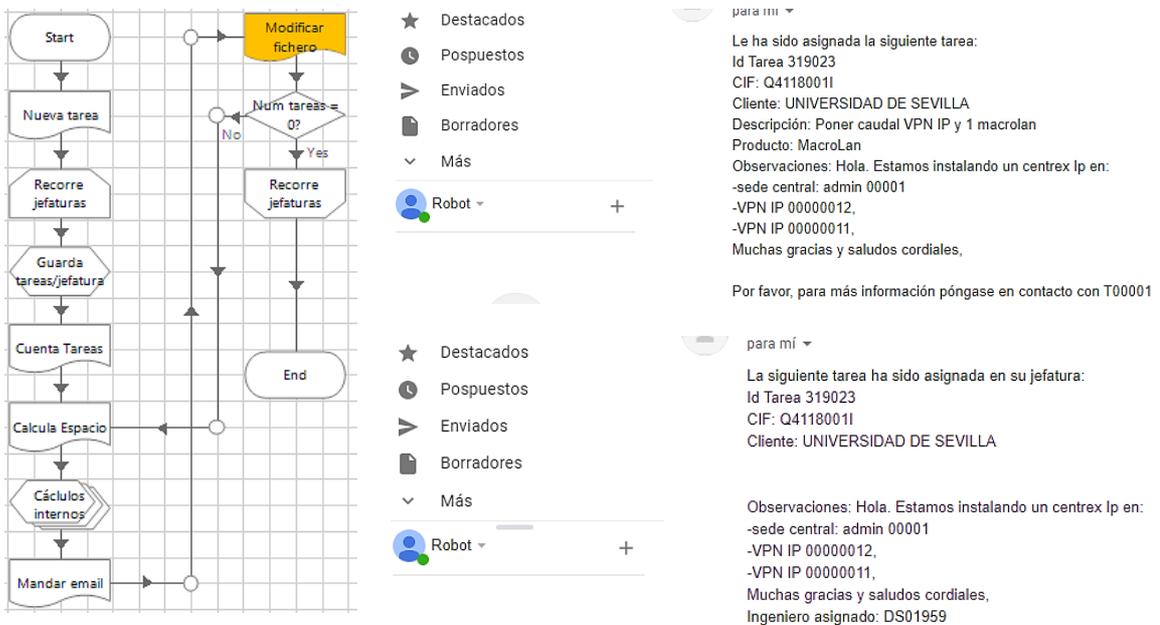


Ilustración 5-51. Prueba demostrativa – Resultado del envío de correo electrónico al ingeniero asignado (dcha superior) y jefe (dcha inferior) en la primera iteración.

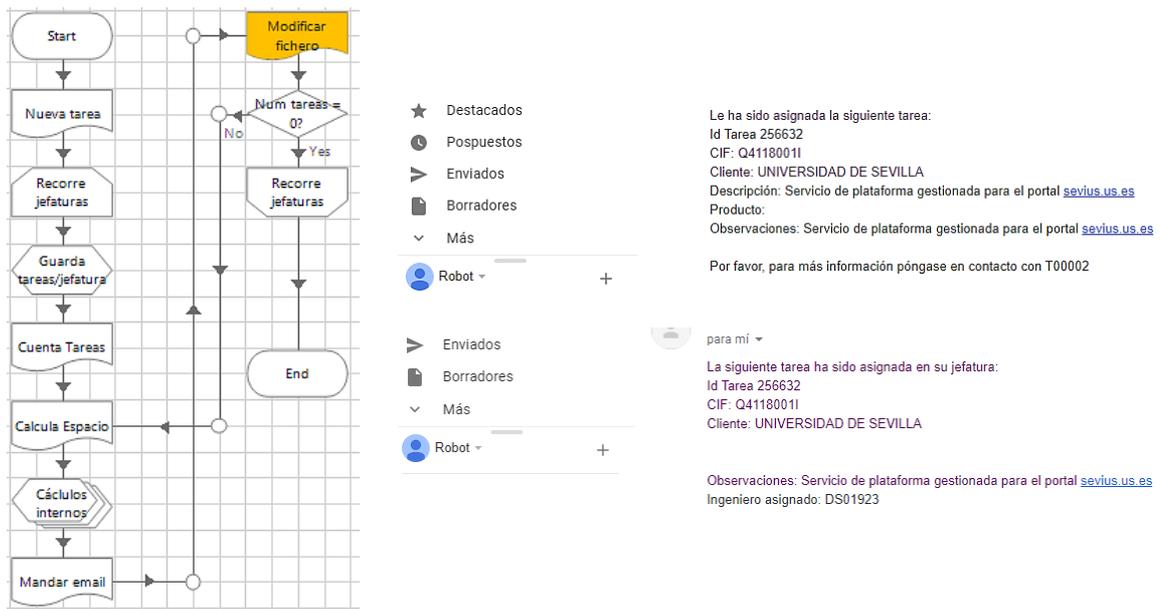


Ilustración 5-52. Prueba demostrativa – Resultado del envío de correo electrónico al ingeniero asignado (dcha superior) y jefe (dcha inferior) en la segunda iteración

- Se comprueba que, la primera vez que recorre el bucle, pasa a volver a calcular al ingeniero sin salir del bucle, y la segunda pasaría a la siguiente jefatura con tareas pendientes. Como solo había uno, finaliza el proceso.

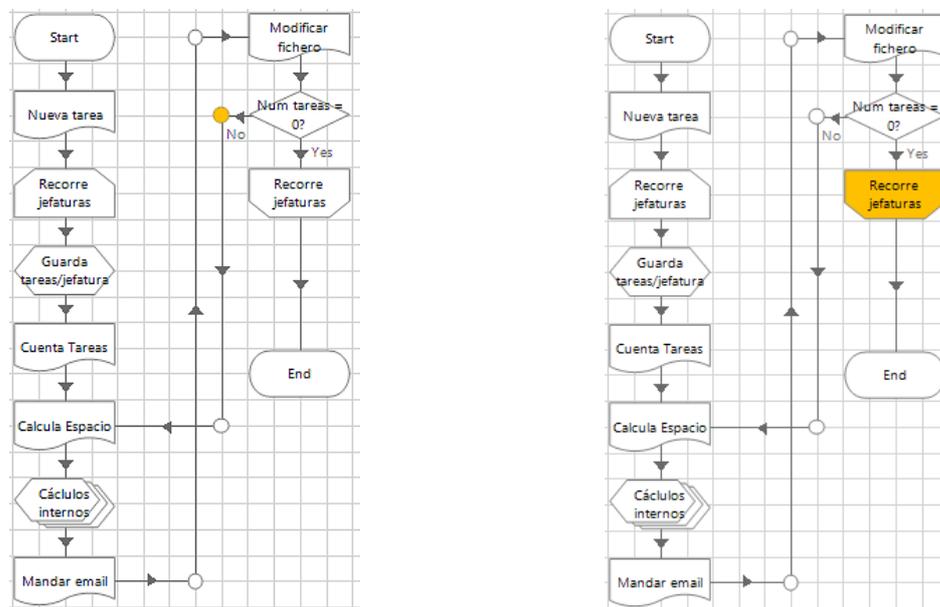


Ilustración 5-53. Prueba demostrativa – Resultado de la evaluación de tareas restantes. Iteración 1(izda) y 2(dcha)

Por último, el resultado en el fichero queda de la siguiente manera. Como se veía en la Ilustración 5-47, las dos últimas filas no pertenecían a ningún ingeniero (eran las tareas en el buzón de la jefatura). Ahora, ya aparecen asignadas (Ilustración 5-54):

FX_REGIS	FX_CIERR	FX_GAI	Fx_Ult	MTLA_C	Territorio_Comercial	Mtla_T
07/03/2020				T593857		DS01959
05/01/2020				DS09485		DS01923
06/02/2020				T783456		T152495
04/02/2020				T543245		T152495
18/01/2020				DS4576		DS01923
15/01/2020				T574896		T723190
16/03/2020				T00001		DS01959
22/01/2020				T00002		DS01923

Ilustración 5-54. Prueba demostrativa – Fichero Excel modificado con la matrícula del ingeniero

5.5 Pase a Producción

En esta fase del proyecto se realiza la subida del proceso a producción. Debido a los cambios que pueden producirse en las aplicaciones en dichos entornos, puede que haya que realizar los últimos ajustes antes de poder ejecutar los procesos en un entorno productivo.

Al igual que en las fases anteriores, es necesario adaptar un entorno de producción en el que ejecutar los procesos. Se realizarán los últimos ajustes de cada uno de los procesos para asegurar la correcta ejecución y se planificará el primer lanzamiento.

La monitorización será a través de la “Control Room” de la herramienta Blue Prism. Las configuraciones para la ejecución del proceso podrán realizarse desde la propia Control Room, eje y cerebro de la herramienta. Desde aquí se pueden controlar los procesos diseñados, probados y desplegados, permitiendo desde este punto centrar lanzar ejecuciones, pararlas, programarlas en horarios e intervalos de ejecución que se adecúen lo máximo posible a lo que se necesita. También permite monitorizar los robots, ver el estado en el que se encuentran y asignarle recursos y programar los procesos en intervalos horarios deseados. También permite las ejecuciones manuales de los robots.

En la Control Room se pueden distinguir los siguientes elementos:

ID	Process	Resource	User	Status	Start Time	End Time	Latest Stage	Stage Started
57	ASIGNACIÓN AUTOMÁTICA DE TAR...	DESKTOP-TB79D1L	admin	Pending	28/04/2020 15:42:43			
56	ASIGNACIÓN AUTOMÁTICA DE TAR...	DESKTOP-TB79D1L	admin	Completed	28/04/2020 15:25:48	28/04/2020 15:28:23		

Ilustración 5-55. Session Management de la Control Room de Blue Prism

- **Available Processes:** aparecen todos los procesos publicados y disponibles para ejecutar automáticamente.

- **Resources:** muestra una lista de todos los recursos o PCs disponibles como plataformas donde poder ejecutar los procesos.
- **Environment:** muestra todos los procesos, ejecutados o pendientes de ejecutar, así como las máquinas a las que están asociadas y otros datos de utilidad. Hay cinco estados posibles:
 - **Pending:** el proceso está pendiente de ser ejecutado.
 - **Running:** el proceso está ejecutándose y aún no ha terminado.
 - **Completed:** el proceso ha terminado de manera esperada y de forma controlada.
 - **Terminated:** el proceso ha terminado abruptamente.
 - **Stopped:** el proceso ha sido detenido manualmente.

En cuanto a la función de Scheduler, es la que permite programar la ejecución de los robots en base a una periodicidad y horario, con una precisión en los intervalos de incluso minutos.

Para el caso que nos ocupa, una buena periodicidad sería que el robot se ejecutara, en horario laboral (de 9:00 a 19:00) a intervalos de 3 horas.

Schedules - Configure schedules and associated tasks

Name: Asignación de Tareas

Description: Programación cada 3 horas en horario laboral

Initial Task: Programación - AdT

Schedule

Runs: Once Hourly / Minutely Daily
 Weekly Monthly Yearly

Starts On: 28/04/2020 Run At: 15:30:13

Expires: Never On 28/04/2020 00:00:00

Run hourly / minutely

Every 3 hour(s)
 Every 1 minute(s)

between 9:00:00 and 19:00:00

Only on days in calendar

Working Week / No Holidays

Ilustración 5-56. Schedules - Configuración de horarios de la Control Room de Blue Prism

Como se puede observar, BluePrism también dispone de un calendario donde poder ver las diferentes ejecuciones de procesos, ver posibles solapes entre ellas, etc.

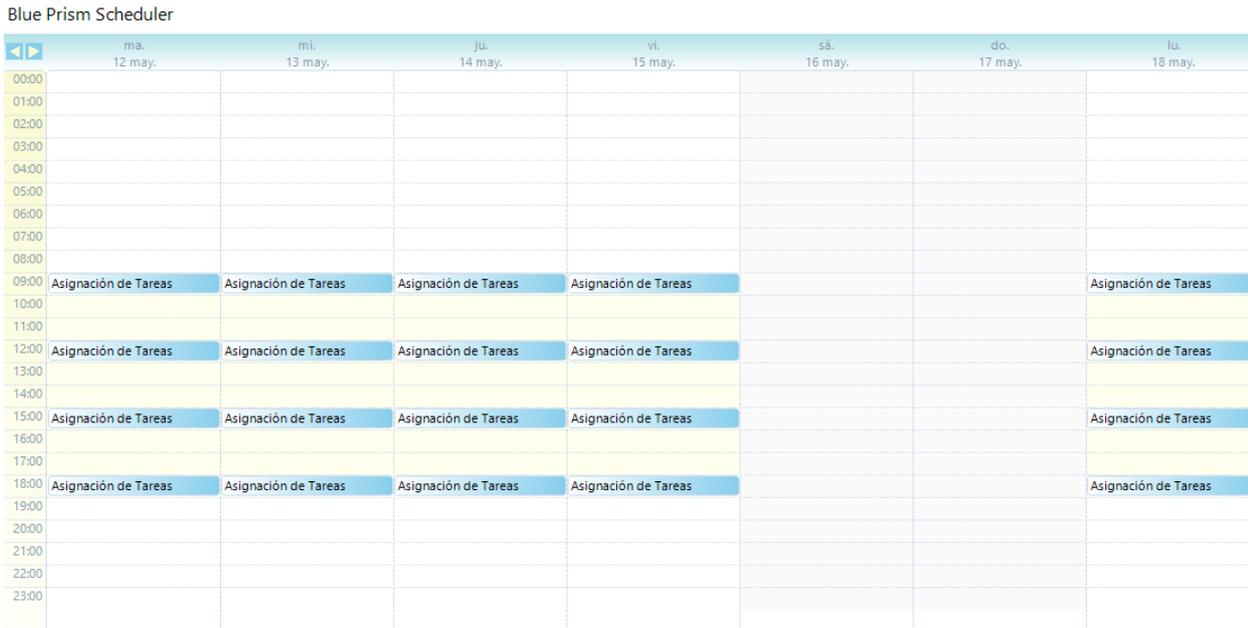


Ilustración 5-57. Scheduler – Calendario de la Control Room de Blue Prism

Como se mencionó en el capítulo de Comparativa entre Tecnologías, estas automatizaciones se ejecutarán incluso con la pantalla del equipo asociado apagada. Es posible comprobar si se ha realizado la ejecución desde la ventana que aparece en la Ilustración 5-58.

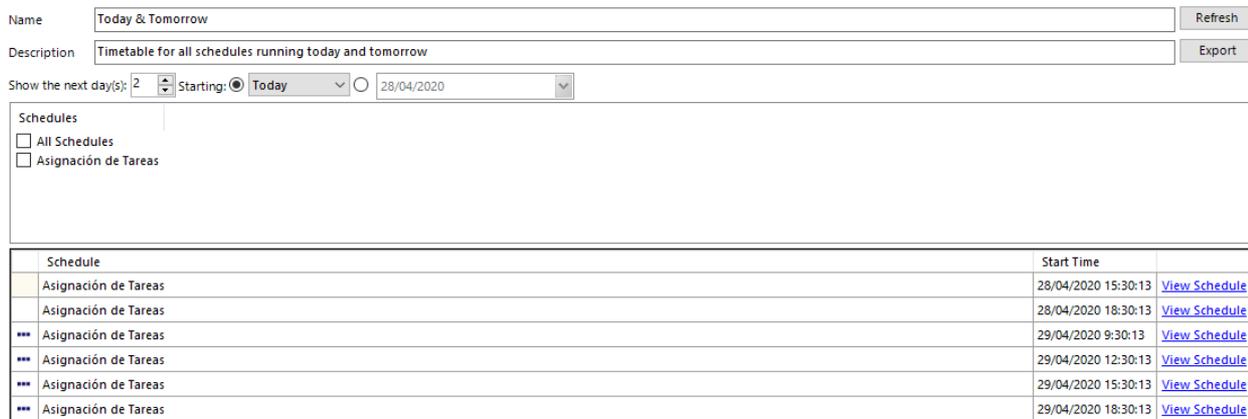


Ilustración 5-58. Scheduler – Visualizador de programaciones de la Control Room de Blue Prism

5.6 Soporte

Completamos la Metodología de Automatización RPA con un periodo de soporte parcial al entorno productivo de la automatización. El objetivo es ajustar la modelización para resolver situaciones que no pudieron ser observadas en los entornos de desarrollo y las incidencias que se identifiquen durante la ejecución del robot.

La Operación y Mantenimiento del Proceso Automatizado se realiza a través de la Control Room del robot, el cual incluye:

- Monitorización y Control de la ejecución del proceso por el Robot.
- Monitorización y Control de la infraestructura donde se alberga el Robot.
- Tareas de Soporte, resolución de incidencias y ajustes, tanto ajustes menores que no modifiquen el diseño como ajustes mayores que sí lo hagan debido a que la existencia de errores en su elaboración que debiera haberse tenido en cuenta.

6 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Ya se han visto los beneficios de incluir tecnologías y herramientas de RPA en las empresas como parte de su proceso de Transformación Digital. Esto se hace patente en la creciente popularidad que han adquirido, y siguen adquiriendo a día de hoy, las herramientas de robotización. Es un mercado que, en menos de cinco años, ha pasado de los 250 millones de dólares a situarse cerca de los 3 billones de dólares, y estudios recientes pronostican un crecimiento exponencial para los próximos cinco años.

Es importante recordar que no cualquier proceso vale para ser automatizado. Los procesos objetivo de esta tecnología son aquellos que cumplen una serie de requisitos, de los cuales hay tres que son imprescindibles: que sean repetitivos, estén basados en reglas y sean estructurados. Por ello, de las diferentes etapas existentes en un proyecto de RPA (Descubrimiento, Categorización, Levantamiento, Desarrollo, PaP y Soporte) algunas de ellas están enfocadas en procesos de consultoría, donde se identifiquen y cataloguen los procesos susceptibles de ser automatizados. En estas fases iniciales es un requisito *sine qua non* el acompañamiento y participación por parte del cliente, en concreto, el soporte y dedicación de las personas que se dedican a los procesos que serán automatizados, ya que son ellos los que conocen a la perfección el proceso con todas sus tareas. Sin ellos, no podría llevarse a cabo el levantamiento, donde se definen, detallan y diseñan los flujos de los procesos.

Además, RPA es una tecnología que, la mayoría de las veces, requiere enfrentarse a las barreras, muchas veces internas, de las propias organizaciones. Los proyectos de automatización suelen tener un gran impacto en las empresas, empezando por los propios trabajadores, los cuales, en un principio, pueden ver amenazado su puesto de trabajo lo que puede crear cierto rechazo a la inclusión de esta tecnología. Esto es muy usual, por lo que estos proyectos, al igual que la mayoría de proyectos de Transformación Digital, suelen ir acompañados en la mayoría de casos de Gestión del Cambio. Es importante acompañar a las empresas y empleados en este proceso, formarles e informarles acerca de las bondades de esta tecnología, cuyo fin no es eliminar puestos de trabajo, sino realzarlos permitiendo a las personas que dediquen su tiempo a tareas de valor añadido, evitándoles hacer las tareas más repetitivas y rutinarias, facilitándoles de esta manera su día a día. Con la Gestión del Cambio se consiguen los objetivos de productividad y, por consiguiente, el retorno de la inversión (que en la mayoría de empresas se sitúa en torno a los 12 meses) en un plazo menor de tiempo.

Para la selección de herramientas, como se ha visto hay multitud entre las que seleccionar. Como conclusión se podría decir que, de las tres tecnologías líderes del mercado, UiPath está más enfocada al usuario individual o pequeñas empresas, Automation Anywhere a empresas de mediana escala, y BluePrism es la herramienta ideal para grandes empresas y multinacionales.

La realización de la automatización del proceso presentado en este trabajo, se muestra que es real, asumible y factible. Las pruebas demuestran la funcionalidad del robot, que puede desempeñar la tarea asignada sin problema.

En cuanto a las líneas futuras, hay una clara tendencia a añadir inteligencia a estos robots. Un breve vistazo a la evolución de RPA revela la sed y capacidad de crecimiento e innovación que tiene esta tecnología. Los expertos predicen la siguiente serie de efectos en cuanto al futuro de RPA:

- **Mayor adopción de RPA:** cada vez más sectores y empresas son conscientes de los beneficios de implementar RPA en sus negocios. Se prevee que, antes de que finalice 2021, habrá más de 4 millones de robots realizando tareas administrativas, de ventas y actividades afines. Además, se prevee una adopción de más del 90% de las empresas para 2024 e incluso se estima que para 2025 el 45% de las compañías tendrán más robots que trabajadores (unos 100 millones de puestos serán robots).
- **RPA en procesos externos:** cada vez más empresas se animan a incorporar RPA a sus procesos internos y son testigos de sus beneficios. Como resultado, muchas de ellas experimentan con las propias capacidades de las herramientas software. Esto hace que el sector esté preparado para innovaciones. Dado que RPA actualmente se centra en procesos internos de las empresas, a medida que se produzca esa innovación, es muy posible que RPA traspase la frontera hacia los procesos

externos.

- **Integración con otras herramientas:** cada vez será más común usar RPA junto con otras herramientas de trabajo. A medida que las compañías aumenten la adopción de RPA en sus procesos, se hará patente que la tecnología trabaja mejor cuando se encuentra integrada con el resto de herramientas que los empleados usan en su día a día. Esto resultará en el uso de RPA en conjunto con otra serie de plataformas de gestión y de trabajo.
- **Hacia la inteligencia artificial:** como se ha visto, la inteligencia artificial y RPA se encuentran relacionadas entre sí, al ser parte de la misma cadena, la automatización inteligente (IA). Por tanto, el futuro de RPA se encuentra estrechamente unido a la inteligencia artificial. De hecho, este camino ya ha sido emprendido por algunas de las compañías más importantes, como es el caso de Automation Anywhere con el desarrollo de sus IQ Bots. De esta forma, RPA evolucionará hacia procesos que gestionen datos no estructurados, e incluso cuyas reglas o lógica de funcionamiento no estén tan claras y definidas como actualmente.
 - **Surgimiento de SPA:** en este sentido SPA, o Smart Process Automation, se espera como la próxima encarnación de RPA. Esta tecnología combina técnicas de machine learning, big data e inteligencia artificial para extraer datos desestructurados y poder procesarlos según el contexto de forma mucho más inteligente a como se viene haciendo hasta ahora.

Los expertos esperan que sea esta combinación de RPA con inteligencia la que tenga el potencial para una adopción generalizada en cualquier ámbito o negocio. El machine learning y la computación cognitiva son tecnologías que implican el aprendizaje por parte del equipo o del software más allá de su programación inicial, al igual que un humano respondería ante escenarios similares. Estas plataformas son capaces de manejar errores imprevistos, excepciones en procesos de negocio aprendiendo y adaptándose en base a acciones y experiencias previas. Al contrario que la automatización tradicional, son capaces de aplicar juicios a su trabajo. Esta capacidad permitirá a las empresas, en un futuro, automatizar una mayor añadiendo a su cadena de valor mayores capacidades de visión, transparencia, comunicación y colaboración.

Con la combinación de estas habilidades, muy pronto los robots serán capaces de mejorar su propio desempeño y tomar y participar en decisiones complejas con cada vez menor intervención humana o programación. Esto tiene el potencial de hacer que las empresas sean más ágiles y cooperativas, lo que es crucial en los mercados de hoy en día, cada vez más globales y complejos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Chas, «Aura Portal,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.auraportal.com/es/rpa-robotic-process-automation-que-es/>.
- [2] «IRPA AI Institute,» 2019. [En línea]. Available: <https://irpaai.com/>. [Último acceso: Abril 2020].
- [3] F. Casale, «Introduction to robotic process automation,» de *Proc. Inst. Robot. Process Automat.*, 2015, p. 35.
- [4] UiPath, [En línea]. Available: <https://www.uipath.com/es/rpa/automatizacion-robotica-de-procesos>. [Último acceso: Abril 2020].
- [5] Rehan Syed, Suriadi Suriadi, Michael Adams, Wasana Bandara, Sander J.J. Leemans, Chun Ouyang, Arthur H.M. ter Hofstede, Inge van de Weerd, Moe Thandar Wynn, Hajo A. Reijers, «Robotic Process Automation: Contemporary themes and challenges,» *Computers in Industry*, 19 Diciembre 2019.
- [6] Peter Hoffmann, Caroline Samp, Nils Urbach, «Robotic Process Automation,» *Electronic Markets*, nº 30, pp. 99-106, 2019.
- [7] Christian Kroll, Dr. Adam Bujak, Volker Dairus, Wolfgang Enders, Marcus Esser, *Robotic process automation - Robots conquer business processes in back offices*, Paris, Francia: Capgemini Consulting Capgemini Bus. Services, 2016, 2017.
- [8] M. Lacity, L. Willcocks, «What knowledge workers stand to gain from automation,» *Harvard Bus*, vol. 19, nº 6, pp. 1-7, 2015.
- [9] M. Giménez, «Hiberus Tecnología,» 05 Feberero 2020. [En línea]. Available: <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/que-es-rpa/>. [Último acceso: Abril 2020].
- [10] «España se sube a un sector de 54.000 millones con el primer centro de robótica,» *El Confidencial*, 30 05 2018.
- [11] «Historia de RPA,» JavaTPoint, 2018. [En línea]. Available: <https://www.javatpoint.com/history-of-rpa>. [Último acceso: Abril 2020].
- [12] «What The History Of RPA Technology Says About Its Future,» Global Payroll Association, 28 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://globalpayrollassociation.com/blogs/technology/what-the-history-of-rpa-technology-says-about-its-future>. [Último acceso: Abril 2020].
- [13] «The Evolution of Robotic Process Automation (RPA): Past, Present, and Future,» UiPath, 26 Julio 2016. [En línea]. Available: <https://www.uipath.com/blog/the-evolution-of-rpa-past-present-and-future>. [Último acceso: Abril 2020].
- [14] R. Berkley, «A Brief History of the Rapid Expansion of RPA,» Process Excellent Work, 27 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://www.processexcellencenetwork.com/business-process-management-bpm/articles/a-brief-history-of-the-rapid-expansion-of-rpa?ty-ur>. [Último acceso: Abril 2020].

- [15] J.G.Enríquez, A.Jiménez-Ramírez, F.J.Domínguez-Mayo, J.A.García-García, «Robotic Process Automation: A Scientific and Industrial Systematic Mapping Study,» *Access*, vol. 8, pp. 3913-3929, 18 Febrero 2020.
- [16] «Google Trends,» Google, 2019. [En línea]. Available: <https://trends.google.com/trends/explore?date=today%205-y&q=RPA>.
- [17] P. Necklen, «RPA: Qué esperar en 2020,» Help Systems, 10 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.helpsystems.com/es/blog/rpa-que-esperar-en-2020>. [Último acceso: Abril 2020].
- [18] G. Press, «AI And Automation 2019 Predictions From Forrester,» *Forbes*, 06 Noviembre 2018.
- [19] H. Lu, Y. Li, M. Chen, H. Kim, S. Serikawa, «Brain intelligence:,» *Mobile Netw. Appl.*, vol. 23, n° 2, pp. 368-375, 2017.
- [20] C. Lamberton, D. Brigo, D. Hoy, «Impact of Robotics, RPA and AI on the insurance industry: Challenges and opportunities,» *J. Financial Perspective, Insurance*, vol. 4, n° 1, pp. 8-20, 2017.
- [21] L. P. Lacity and M. Willcocks, «Robotic process automation at telefónica O2,» *MIS Quart. Executive*, vol. 15, n° 1, pp. 21-35, 2016.
- [22] L. Willcocks and A. Craig, «Robotic process automation at Xchanging,» *Proc. Outsourcing Unit Work. Res. Paper Ser.*, pp. 1-26, 2015.
- [23] L. Willcocks, M. Lacity, and A. Craig, «Robotic process automation: Strategic transformation lever for global business services?,» *J. Inf. Technol. Teaching Cases*, vol. 7, n° 1, pp. 17-28, 2017.
- [24] F.C.Varghese, «The impact of automation in IT industry: Evidences from India,» *Int. J. Eng. Sci.*, vol. 7, n° 3, pp. 5000-5004, 2017.
- [25] Deloitte, «The Robots are Ready. are You? Untapped Advantage in Your Digital Workforce,» 2017. [En línea]. Available: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/process-and-operations/us-cons-global-rpa-survey.pdf>. [Último acceso: Abril 2020].
- [26] A. Asatiani, E. Penttinen, «Turning robotic process automation into commercial success - case OpusCapita,» *J. Inf. Technol. Teach. Cases*, vol. 6, n° 2, pp. 67-74, 2016.
- [27] G. L. Evans, «Disruptive technology and the board: The tip of the iceberg 1,» *Econ. Bus. Rev.*, vol. 3, n° 17, pp. 205-223, 2017.
- [28] R. Saha, V. Kulahri, G. Kumar, M. Rai, S.-J. Lim, «Analyzing the tradeoff between planning and execution of robotics process automation implementation in it sector,» *Int. J. Control Autom.*, vol. 12, n° 1, pp. 1-10, 2019.
- [29] S. Shi, N. Walford, *IEEE J. Sel. Topics Appl. Earth Observ. Remote Sens.*, vol. 5, n° 6, pp. 1659-1664, 2012.
- [30] J. Mendling, G. Decker, R. Hull, H. A. Reijers, I. Weber, «How do machine learning, robotic process automation, and blockchains affect the human factor in business process management?,» *Commun. Assoc. Inf. Syst.*, pp. 297-320, 2018.
- [31] M. Naga Lakshmi, T. Vijayakumar, Y. Sai Sricharan., «Robotic process automation, an enabler for

- shared services transformation,» *Int. J. Innov. Technol. Exploring Eng.*, vol. 8, nº 6, pp. 1882-890, 2019.
- [32] V. Leno, M. Dumas, F. Maggi, M. La Rosa, «Multi-perspective process model discovery for robotic process automation,» *Proc. CEUR Workshop*, vol. 2114, pp. 37-45, 2018.
- [33] S. Madakam, R. M. Holmukhe, and D.Kumar Jaiswal, «The future digital work force: Robotic process automation (RPA),» *J. Inf. Syst. Technol. Manage.*, vol. 16, 2019.
- [34] J. Marek, K. Blümlein, J. Neubauer, and C. Wehking, «Ditching labor-intensive paper-based processes: process automation in a Czech insurance company,» de *Proc. Ind. Forum BPM co-Located 17th Int. Conf. Bus. Process Manage. (BPM) (CEUR)*, Viena, Austria, J. vom Brocke, J. Mendling, M. Rosemann, 2019, pp. 16-24.
- [35] T. Sibalija, P. Pejić, M. Bartula, A. Vasic-Nikcevic, and S. Smolcic, «Robotic process automation: Overview and opportunities,» *Facta Universitatis-Ser. Archit. Civil Eng.*, vol. 15, nº 3, pp. 507-526, 2017.
- [36] P. Z. Sli, «Robotization of business processes and the future of the labor market in poland - preliminary research,» *Organizacja i Kierowanie*, nº 2, 2019.
- [37] P. Mijovic, E. Giagloglou, P. Todorovic, I. Macu^oic, B. Jeremic, I. Gligorijevic, «Proc. Eur. Conf. Cognit. Ergonom. (ECCE),» 2014.
- [38] A.Rodriguez, S. Aguirre, «Automation of a business process using robotic process automation (RPA): A case study,» de *Proc. Appl. Comput. Sci. Eng., 4th Workshop Eng. Appl. (WEA)*, 2017.
- [39] P. Mijovic, E. Giagloglou, P. Todorovic, I. Macu^oic, B. Jeremic, I. Gligorijevic, «A tool for neuroergonomic study of repetitive operational tasks,» de *Proc. Eur. Conf. Cognit. Ergonom. (ECCE)*, 2014.
- [40] Nakladal, J. Geyer-klingeberg and J., «Process mining and robotic process automation: A perfect match,» de *Proc. 16th Int. Conf. Bus. Process. Manage., Ind. Track Session*, 2018.
- [41] E. Penttinen, H. Kasslin, and A. Asatiani, «How to choose between robotic process automation and back-end system automation?,» de *Proc. 26th Eur. Conf. Inf. Syst. (ECIS)*, 2018.
- [42] A. Jimenez-Ramirez, H. A. Reijers, I. Barba, C. Del Valle, «A method to improve the early stages of the robotic process automation lifecycle,» de *Proc. Int. Conf. Adv. Inf. Syst. Eng.*, Suiza, 2019.
- [43] V. Leno, A. Polyvyanyy, M. La Rosa, M. Dumas, F.M. Maggi, «Action logger: Enabling process mining for robotic process automation,» de *Proc. Dissertation Award, Doctoral Consortium, Demonstration Track 17th Int. Conf. Bus. Process Manage*, 2019.
- [44] T. Kobayashi, K. Arai, T. Imai, S. Tanimoto, H. Sato, A. Kanai, «Communication robot for elderly based on robotic process automation,» de *Proc. IEEE 43rd Annu. Comput. Softw. Appl. Conf. (COMPSAC)*, 2019.
- [45] R. Issac, R. Muni, K. Desai, «Delineated analysis of robotic process automation tools,» de *Proc. 2nd Int. Conf. Adv. Electron., Comput. Commun. (ICAECC)*, 2018.
- [46] A. Bosco, A. Augusto, M. Dumas, M. La Rosa, G. Fortino, «Discovering automatable routines from user interaction logs,» de *Proc. Int. Conf. Bus. Process Manage.*, Nueva York, USA, 2019.

- [47] H. Leopold, H. van der Aa, H. A. Reijers, «Identifying candidate tasks for robotic process automation in textual process descriptions,» de *Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling*, Suiza, 2018.
- [48] M. Dias, S. L. Pan, and Y. Tim, «Knowledge embodiment of human and machine interactions: Robotic-process-automation at the Finland government,» de *Proc. 27th Eur. Conf. Inf. Syst. Inf. Syst. Sharing Soc. (ECIS)*., Suecia, 2019.
- [49] C. Rutschi, J. Dibbern, «Mastering software robot development projects: Understanding the association between system attributes & design practices,» de *Proc. 52nd Hawaii Int. Conf. Syst. Sci.*, 2019.
- [50] N. Rizun, A. Revina, V. Meister, «Method of decision-making logic discovery in the business process textual data,» de *Proc. Int. Conf. Bus. Inf. Syst. Cham*, Suiza, 2019.
- [51] A. Leshob, A. Bourgooin, L. Renard, «Towards a process analysis approach to adopt robotic process automation,» de *Proc. IEEE 15th Int. Conf. e-Bus. Eng. (ICEBE)*, 2018.
- [52] C. Cewe, D. Koch, R. Mertens, «Minimal effort requirements engineering for robotic process automation with test driven development and screen recording,» de *Proc. Int. Conf. Bus. Process Manage.*, Nueva York, USA, 2017.
- [53] J. Geyer-Klingeberg, J. Nakladal, F. Baldauf, F. Veit, «Process mining and robotic process automation: A perfect match,» de *Ph.D. dissertation, BPM*, 2018.
- [54] M. Ratia, J. Myllärniemi, N. Helander, «Robotic process automation - creating value by digitalizing work in the private healthcare?,» de *Proc. 22nd Int. Academic Mindtrek Conf.-Mindtrek*, 2018.
- [55] C. Houy, M. Hamberg, P. Fettke, «Robotic process automation in public administrations,» de *Digitalisierung von Staat und Verwaltung, Gemeinsame Fachtagung Verwaltungsinformatik (FTVI) und Fachtagung Rechtsinformatik (FTRI) (LNI)*, Alemania, 2019.
- [56] M. Romao, J. Costa, C. J. Costa, «Robotic process automation: A case study in the banking industry,» de *Proc. 14th Iberian Conf. Inf. Syst. Technol.*, 2019.
- [57] R. Beetz, Y. Riedl, «Robotic process automation: Developing a multi-criteria evaluation model for the selection of automatable business processes?,» de *Proc. 25th Americas Conf. Inf. Syst. (AMCIS)*, Cancún, México, 2019.
- [58] S. Agostinelli, «Synthesis of strategies for robotic process automation,» de *Proc. 27th Italian Symp. Adv. Database Syst. (CEUR)*, Grosseto, Italia, 2019.
- [59] N. Zhang, B. Liu, «The key factors affecting RPA-business alignment,» de *Proc. 3rd Int. Conf. Crowd Sci. Eng. (ICCSE)*, 2018.
- [60] J. Chacon Montero, A. Jimenez Ramirez, J. Gonzalez Enriquez, «Towards a method for automated testing in robotic process automation projects,» de *Proc. IEEE/ACM 14th Int. Workshop Autom. Softw. Test (AST)*, 2019.
- [61] C. Flechsig, J. Lohmer, and R. Lasch, «Realizing the full potential of robotic process automation through a combination with BPM,» de *Logistics Management*, Cham, Suiza, 2019.
- [62] L. Ivancic, D. S. Vugec, V. B. Vuksic, «Robotic process automation: Systematic literature review,» de

- Proc. Int. Conf. Bus. Process Manage*, Cham, Suiza, 2019.
- [63] C. Le Clair, A. Cullen, M. King, «Digitization leaders share robotic process automation best practices,» *Enterprise Archit. Professionals, Forrester Res., Cambridge, MA, USA, Tech. Rep. E-RES13402*, pp. 1-12, 2016.
- [64] H. Kasslin, Heavyweight and lightweight process automation-how do companies select between RPA and back-end automation?, Espoo, Finlandia: Ph.D. dissertation Dept. Tieto- ja palvelutalouden laitos, Aalto Univ, 2017.
- [65] IEEE, IEEE Guide for Terms and Concepts in Intelligent Process Automation, IEEE Standard, 2017.
- [66] J. Hultin, C. Trudell, A. Vashistha, T. Glover, mplications of technology on the future workforce, Washington, USA: Defense Bus. Board Washington, 2017.
- [67] A. Lintukangas, Improving indirect procurement process by utilizing robotic process automation, Lappeenranta, Finlandia: M.S. thesis, School Bus. Manage., Lappeenranta Univ. Technol, 2017.
- [68] R. J. Hamilton, Robotic process automation (RPA) - Part 2, *Inf. Syst. Manag. Account.*
- [69] G. Barnett, Robotic process automation: Adding to the process transformation toolkit the role that RPA can play within service providers and enterprises, San Francisco, USA: OVUM, 2015.
- [70] M. W. L. Lacity, Robotic process automation: The next transformation lever for shared services, Londres, UK: School Econ. Political Sci., Outsourcing Unit Working Res. Paper Ser., 2012.
- [71] C. C. Hsu, Artificial intelligence in smart tourism: A conceptual framework,, Guilin, China: Proc. 18th Int. Conf. Electron. Bus. (ICEB), 2018.
- [72] Carrera, O. J. C., Modelo de RPAutilizandoWinium para la obtención de registros en medidores de energía, caso: Equipos ION y NEXUS, Perú: Ph.D thesis, Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica de Perú, 2019.
- [73] L. L. M. C. A. Willcocks, «The IT function and robotic process automation,» *The Outsourcing Unit Working Research Paper Series*, 2015.
- [74] Moffitt, K. C., Rozario, A. M., & Vasarhelyi, M. A., «Robotic process automation for auditing,» *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, vol. 15, n° 1, pp. 1-10, 2018.
- [75] H. Grung-Olsen, Strategic Look at Robotic Process Automation. BP Trends, 2017.
- [76] H. Jalonen, Assessing Robotic Process Automation Potential, Tampere University of Technology, 2017.
- [77] C. Bots, «The Difference between Robotic Process Automation and Artificial Intelligence,» Medium, 21 Abril 2018. [En línea]. Available: https://medium.com/@cfb_bots/the-difference-between-robotic-process-automation-and-artificial-intelligence-4a71b4834788. [Último acceso: Abril 2020].
- [78] K. Casey, «Robotic Process Automation (RPA) vs. AI, explained,» The Enterprises Project, 12 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://enterprisersproject.com/article/2019/8/rpa-robotic-process-automation-vs-ai-explained>. [Último acceso: Abril 2020].
- [79] Nice, «AI and RPA: What’s the Difference and which is Best for Your Organization?,» Nice, [En línea]. Available: <https://www.nice.com/rpa/rpa-guide/rpa-ai-and-rpa-whats-the-difference-and-which-is-best>

- for-your-organization/. [Último acceso: Abril 2020].
- [80] Help Systems, «¿Qué es la Automatización Robótica de Procesos? Una guía sobre RPA,» [En línea]. Available: <https://www.helpsystems.com/es/cta/guia-sobre-automatizacion-robotica-de-procesos-rpa>. [Último acceso: Abril 2020].
- [81] J. Hill, M. Cantara, E. Deitert, and M. Kerremans, «Magic quadrant for business process management suites,» Gartner, Stamford, USA, 2007.
- [82] C. Richardson and D. Miers, «The forrester wave, BPM suites, Q1 2013,» Forrester Res., Cambridge, USA, 2013.
- [83] Aguirre, S., Rodriguez, A., «Automation of a business process using robotic process automation (RPA): A case study,» de *Communications in computer and information science. Applied computer sciences in engineering*, Springer International Publishing, 2017, pp. 65-71.
- [84] H. P. Fung, «Criteria, use cases and effects of information technology process automation (ITPA),» *Advances in Robotics & Automation*, vol. 3, nº 3, 2013.
- [85] Gartner, «Magic Quadrant for Robotic Process Automation Software,» Gartner, 08 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-IDDIO7CR&ct=190710&st=sb>. [Último acceso: Abril 2020].
- [86] «¿Qué es el cuadrante Mágico de Gartner y para qué sirve en transformación digital?,» ISC - Ingeniería Servicios y Comunicaciones, 21 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.isc.cl/que-es-el-cuadrante-magico-de-gartner-transformacion-digital/>. [Último acceso: Abril 2020].
- [87] R. Juana, «El Cuadrante Mágico de Gartner: casi todo lo que tienes que saber,» McPro, 18 Febrero 2019. [En línea]. Available: <https://www.muycomputerpro.com/2019/02/18/el-cuadrado-magico-de-gartner-casi-todo-lo-que-tienes-que-saber>. [Último acceso: Abril 2020].
- [88] BluePrism, 10 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.blueprism.com/es/news/blue-prism-named-a-leader-in-the-2019-magic-quadrant-for-robotic-process-automation-software/>. [Último acceso: Abril 2020].
- [89] «Blue Prism vs Automation Anywhere vs UiPath,» RPA training, [En línea]. Available: <https://www.rpatraining.co.in/blue-prism-vs-automation-anywhere-vs-uipath/>. [Último acceso: Abril 2020].
- [90] «UiPath Vs Blue Prism,» Racksa, 27 Octubre 2018. [En línea]. Available: <https://racksa.com/uipath-vs-blueprism/>. [Último acceso: Abril 2020].
- [91] «Ui Path V/S Automation Anywhere V/S Blue Prism – Which One Is Right Platform for Your Business?,» Data Semantics Staff, 05 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://datasemantics.co/uipath-v-s-automation-anywhere-v-s-blue-prism/>. [Último acceso: Abril 2020].

