

**PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS CON LA
INTEGRACIÓN DE ANALÍTICA DE DATOS AUTOMATIZADA PARA LA
EMPRESA BPS CONSULTORES**

CRISTHIAN FELIPE GARCÍA RÍOS

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA
BOGOTÁ D.C.
2022**

**PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS CON LA
INTEGRACIÓN DE ANALÍTICA DE DATOS AUTOMATIZADA PARA LA
EMPRESA BPS CONSULTORES**

CRISTHIAN FELIPE GARCÍA RÍOS

MONOGRAFÍA OPCIÓN DE GRADO

ING. FERNANDO PRIETO BUSTAMANTE

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA
BOGOTÁ D.C.
2022**

CONTENIDO

1	CAPITULO I. MARCO GENERAL DEL PROYECTO	7
1.1	Introducción	7
1.2	Planteamiento del problema	9
1.3	Justificación	11
1.4	Objetivos	13
1.4.1	Objetivo general	13
1.4.2	Objetivos Específicos	13
1.5	Alcance	14
1.6	Estado del arte	15
2	CAPITULO II. Componentes DE LA propuesta	19
2.1	Estado actual del modelo de gestión de proyectos en la empresa	19
2.1.1	Panorama general	19
2.1.2	Estrategias de seguimiento actuales	20
2.1.3	Dificultades presentes para el seguimiento y la gestión	21
2.2	Iniciativa a la transición tecnológica	24
2.3	Herramienta para la gestión	24
2.3.1	Criterios de elección	25
2.3.2	Software de gestión de proyectos	27
2.3.3	Selección de la herramienta	34
3	CAPITULO III. modelo de integración de LA IMPLEMENTACION	37
3.1	Definiciones cruciales	37
3.1.1	¿A qué se quiere llegar?	37

3.1.2	¿Qué información se posee?	38
3.1.3	Herramienta de Machine Learning	40
3.2	Tipo de Aprendizaje automático	43
3.2.1	Aprendizaje automático supervisado	44
3.2.1.1	Clasificación	45
3.2.1.2	Regresión	45
3.3	Construir un modelo	47
3.3.1	Exploración de datos	47
3.3.2	Preprocesamiento de datos	47
3.3.3	División de datos para entrenamiento y pruebas	48
3.3.4	Preparación de un modelo de clasificación	49
3.3.5	Pipelines	51
3.3.6	Modelado	52
3.3.7	Ejecución de predicciones en el modelo	52
3.3.8	Evaluación y visualización del rendimiento del modelo	53
4	CAPITULO IV. BENEFICIOS y proyecciones de la implementación	54
8.	conclusiones	58
9.	ReferencAS	61

Lista de Tablas

Tabla 1 Comparativo de herramientas de gestión de proyectos	34
---	----

Lista de Figuras

Figura 1 Tecnologías de Impacto de IA	16
Figura 2 Interfaz de software OpenProject versión antigua en la empresa BPS	22
Figura 3 Vista del software OpenProject	28
Figura 4 Vista del software GranttProject	29
Figura 5 Vista del software Asana	30
Figura 6 Vista del software ClickUp	32
Figura 7 Vista del software Redmine	33
Figura 8 «Chuleta» de selección de algoritmo de Scikit-learn.	41
Figura 9 Cuadro mágico de gartner para machine learning (2021)	42
Figura 10 Pipeline	51
Figura 11 Pipeline representado en el modelado	52
Figura 12 Ejemplo de visualización de rendimiento de un modelo	53

1 CAPITULO I. MARCO GENERAL DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

La tecnología hoy en día es entendida como la digitalización de todo lo que existe, la percepción que se tiene de ella ha variado a lo largo de los años. Sin embargo, el concepto de tecnología va más allá de lo que rápidamente y con el pensamiento más simple se concibe ahora como lo ver la tecnología representada en un objeto que tenga una pantalla táctil. La definición propiamente dicha y etimológicamente hablando quiere describe a la tecnología como un arte, oficio o destreza. Por lo tanto, la tecnología no es sólo una cosa ya sea un computador, un smartphone o lo que se proyecta a futuro como un robot simplemente, sino que es un proceso; la capacidad de transformar algo o integrar dos o más elementos existentes para construir algo nuevo o bien darle otra función útil que facilite el desarrollo de una tarea. Es la tecnología que ha estado presente desde el pensamiento del hombre la que representa el avance de la humanidad a lo largo de su historia y nos trae hasta el mundo moderno en el que se vive actualmente y que continúa en exponencial desarrollo.

Las empresas de TI que prestan servicios tecnológicos deberían estar abanderadas y respaldadas por el uso de la tecnología en sus procesos, siendo así que reflejen exteriormente hacia sus clientes y colaboradores lo que representan a nivel interno, o sólo por las herramientas de última generación de las que puedan disponer o estén desarrollando sino a nivel de sus procesos, cultura de innovación y transformación digital.

El presente estudio presenta una propuesta de mejora de procesos aplicando nuevas herramientas para la gestión que pueden ser encontradas en el mercado de softwares de código abierto con amplias funcionalidades enfocado en la gestión de proyectos (abarcando sus características y funcionalidades que pueden ser escaladas con la integración de otras aplicaciones) y la incorporación de la tecnología de inteligencia artificial Machine Learning (que escale la información y los procesos del software de gestión de proyectos) como un potenciador aún vanguardista de las posibilidades a las que permitiría llegar esta solución en un primer momento.

La solución descrita tiene la intención de representar una transformación digital y el fomento de la utilización de la tecnología para su fin principal dentro de la industria de TI en el contexto de una empresa que presta servicios de este estilo, la empresa BPS Consultores.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

BPS Consultores es una empresa que entrega soluciones tecnológicas de alta rentabilidad y generación de valor a sus clientes por medio de la implementación de TI y el impulso de la transformación digital en otras empresas. Para esto se enfoca en ofrecer la consultoría y el desarrollo de proyectos informáticos y de telecomunicaciones como su modelo de negocio, además de aplicar en ellos estándares propicios en este ámbito para la gestión de procesos como lo son eTOM e ITIL.

Es por ello que, tomando en cuenta el contexto de la industria dentro de la que se mueve la empresa y lo que esta pretende representar en el mercado y a sus clientes, sus metodologías y procesos internos deberían hacer alusión al uso de la tecnología como medio e incluyéndose dentro del marco del tipo de servicios que ofrecen. De esta manera se ajusten a sí mismos con las buenas prácticas y las gestiones alineadas con sus necesidades organizacionales junto a la vanguardia tecnológica que promueven.

Se puede destacar que, junto a la intención clara de darle un adecuado manejo a los procesos de gestión para la ejecución de los proyectos, la labor que la empresa BPS ha venido realizando ha sido acertada y en favor de las necesidades tanto propias como de sus clientes, involucrando la organización de tareas, tiempo y recursos. Sin embargo, esto no implica que el modelo de gestión procedido hasta el momento no pueda mejorarse en concordancia con sus intereses, optimizarse y llevarse más allá.

Ahora bien, es válido indicar que varias de las soluciones que se realizan dentro de BPS integran distintas pero complementarias herramientas cuyas funcionalidades en conjunto van acordes con el objetivo de la implementación de la solución a la que pertenecen. Pero a esto hay que agregar que luego de suplir la primera necesidad, el resto de componentes de las herramientas pueden convertirse no en elementos sobrantes sino en valor añadido en la solución, de modo que en muchos

casos esta vinculación de herramientas resulta en más que la mera resolución de la problemática inicial. Como consecuencia se puede obtener un producto final más “completo” y que genera mayor valor al cliente.

De la misma manera, pensando en la mejora continua de los procesos, el beneficio que supone esta práctica y teniendo en cuenta lo anterior enunciado, se podría considerar la implementación de una solución empresarial a nivel interno que combine los instrumentos de gestión de proyectos y machine learning para su análisis automatizado. Así juntando las necesidades empresariales con el desarrollo tecnológico moderno que impulsa la misma organización como su ideología.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Una empresa dedicada a la puesta en marcha y ejecución de proyectos debe atender a que estos se lleven a cabo de principio a fin de la manera más eficiente y eficaz posible, así como tratar de aprovechar las distintas metodologías y herramientas disponibles de las que se pueda hacer uso para tal fin y que otorguen resultados satisfactorios. Estos aspectos no sólo han de ser tenidos en cuenta para la optimización de la gestión de tareas, procesos y esfuerzos a nivel interno sino en los efectivos resultados finales esperados y de los que se deban dar cuentas en el transcurso de un proyecto.

Sumado a esto y en términos del apoyo tecnológico empleado, una organización cuya actividad propicie la inclusión de herramientas tecnológicas demostrándolo no sólo en la labor realizada para sus clientes sino en el hecho de incorporar a nivel interno este tipo de soluciones, estaría en concordancia entre lo que vende y lo que representa. Esta congruencia termina siendo un elemento clave a la hora de potenciar la credibilidad de una entidad a la vista de sus consumidores e impulsaría en sí misma el valor de aquello que fomentan, fortaleciendo su visibilidad y el cómo quieren ser vistos en el mercado.

Por consiguiente, el considerar la adopción de herramientas tecnológicas que contribuyan con las labores de la empresa y sus objetivos se convierte en un detalle no menor que abre la posibilidad a más que simplemente progresar en la manera en que se realizan las cosas; equivale también a poder evaluar la capacidad de adaptación al cambio en el entorno tecnológico presente y a no desconocer los beneficios que traería la apropiación del uso de las herramientas que están disponibles.

Existen al día de hoy varios softwares dirigidos a la gestión óptima de proyectos a nivel empresarial que implementan metodologías de desarrollo ágiles y se integran con muchas otras herramientas de administración y desarrollo de tareas para

equipos de trabajo. Las organizaciones se están acoplando cada vez más a su uso ya que favorece el control general y específico de sus procesos. En estos términos, una empresa como *BPS Consultores* debería ser modelo del conocimiento y uso de estas herramientas más aun teniendo en cuenta su enfoque tecnológico y de transformación digital.

Así mismo, dentro de la mejora tecnológica de procesos empresariales se encuentra también la automatización de los mismos; permitiendo que sin necesidad de un operador humano se realicen ciertas tareas programadas. Si esto ya de por sí es favorable y es comúnmente implementado a modo de tecnología RPA en muchas empresas para, por ejemplo, automatizar las respuestas en los canales de atención al cliente para que el proceso sea más ágil, el poder involucrar una tecnología más encaminada a la IA como es el Machine Learning al análisis de los datos de proyectos y de negocio propulsaría ampliamente los beneficios.

El hacer uso del Machine Learning en la gestión de los proyectos de la empresa (y por ende en el núcleo de su negocio) traería ventajas específicas y generales progresivas al incorporar la analítica con la administración de recursos, tiempo y el diagnóstico financiero y de facturación; alineándose claro está con los objetivos planteados. Además, el nivel de mejora esperado en la ejecución de los procesos intervenidos por este mecanismo no sería estático sino escalable por el incremental “aprendizaje” del sistema y su adecuación al modelo de trabajo y de negocio indicado.

Integrar la gestión de los proyectos de la empresa con el Machine Learning proporcionaría un aumento en la eficiencia y la eficacia de los procesos internos de la empresa para los equipos de desarrollo y la empresa en general, aplicando y afianzando también desde dentro la utilización de estas tecnologías en el análisis de los datos y la información que estos nos pueden generar. También y como resultado, se podría redirigir el esfuerzo que se invierte en la revisión detallada de procesos repetitivos para otro tipo de análisis más concluyentes y valiosos enfocados en la mejora continua a la propuesta de negocio de *BPS*.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Definir una propuesta dirigida a enriquecer la gestión de los procesos de desarrollo e implementación de los proyectos de negocio de la empresa BPS Consultores con la integración de herramientas de gestión de proyectos y analítica automatizada.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Reconocer el estado actual del modelo de gestión de proyectos en la empresa, sus problemáticas y aspectos que se pueden mejorar.
- Precisar las herramientas tanto de gestión de proyectos como de analítica de datos cuyas características y funcionalidades se adecuen para ser integradas entre sí.
- Plantear una ruta para la integración de las herramientas precisadas, estableciendo directrices pertinentes y recomendaciones a las que haya lugar para una posterior implementación y uso práctico de la integración.
- Señalar los beneficios que traería la implementación de la solución y su importancia conforme a los objetivos empresariales de Bps Consultores.

1.5 ALCANCE

El presente documento expone el estudio realizado sobre la propuesta de integrar una herramienta de software de gestión de proyectos con algoritmos de inteligencia artificial haciendo uso de la tecnología Machine Learning para generar una solución de mejora en los procesos de gestión y seguimiento de los proyectos de negocio de la empresa BPS Consultores.

Dicha solución se presenta como una propuesta de implementación posterior que apoye a las labores que puedan ser automatizadas dentro de los ejercicios de gestión que se realizan más que nada en la dirección Operativa de proyectos de la compañía y que pretende impulsar la transformación digital de la misma de manera integral.

Dentro de la construcción y descripción de la propuesta se precisan las herramientas más adecuadas para ser usadas en la integración de acuerdo a unos criterios de selección particulares según las necesidades de la empresa y teniendo en cuenta las circunstancias y oportunidades que en el contexto presente contribuyen a que sea mejor la selección de un software sobre otro.

Así mismo, se plantea una ruta de ejecución de la implementación que, aunque ejemplifica la creación de un modelo no especifica la resolución de una tarea en concreto por parte de la solución. En su lugar se presentan las pautas clave para llegar a los objetivos que ya sea a nivel de prueba inicial o de estrategia de negocio se planteen posteriormente.

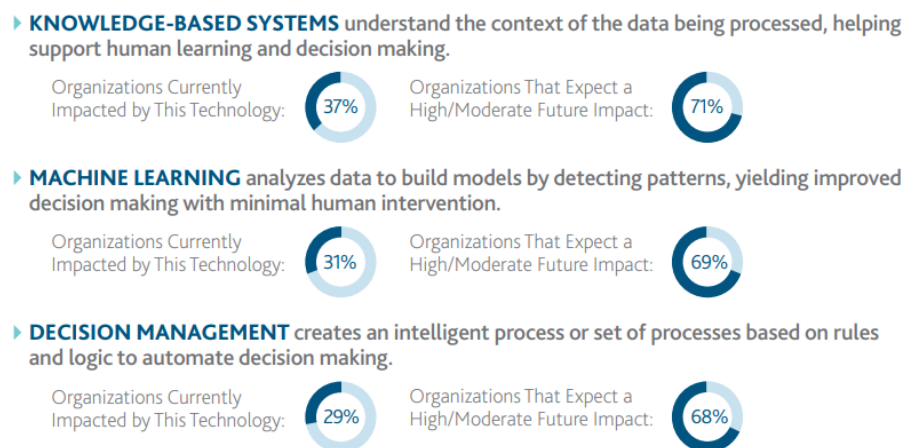
1.6 ESTADO DEL ARTE

En este apartado se han indagado estudios e informes realizados por entidades cuyo enfoque tiene directa relación con el tema aquí tratado. Explorando un presente panorama general y particular del aprovechamiento de los software de gestión unido con tecnologías de IA, el impacto que hoy tienen y el que proyectan para las empresas. De igual manera se ha ahondado sobre trabajos formales que sirvan como referencia que exponga la posibilidad de desarrollar un modelo de gestión automatizada a cierto nivel.

1. Según el Instituto de Gestión de Proyectos (PMI por sus siglas en inglés) y con base en su informe titulado “AI Innovators: Cracking the Code on Project Performance” (PMI,2019), la inteligencia artificial está impactando con cada vez más fuerza en casi todos los sectores profesionales. Claro está que esto afecta por sobre todo a la innovación desde el sector TI.

El informe indica que de las 6 tecnologías de IA, hay 3 principales que ya están generando un creciente impacto actualmente; entre las que se encuentra al Machine Learning en segundo lugar con una proyección muy favorable hacia el futuro cercano.

Figura 1 Tecnologías de Impacto de IA



Fuente: PMI. The AI Innovators: Cracking the Code on Project Performance [en línea]. [s.l.]: [s.n.], 2019. 4 p. Disponible en Internet: <https://www.pmi.org//media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/ai-innovators-cracking-the-code-project-performance.pdf?v=acf03326-778f-4e64-925e-0c1149f37ea&sc_lang=temp=en>

El gráfico representa los porcentajes de aplicación de la tecnología en organizaciones para ese momento y el porcentaje de impacto futuro esperado en un lapso de alrededor de los 3 años posteriores.

También subraya el hecho de que para hacer realmente provechoso y sacar el mayor valor del uso de la IA en los procesos empresariales se requiere del Cociente de Tecnología de Gestión de Proyectos (PMTQ), en función de las necesidades.

2. La tesis titulada “Desarrollo de un software para la gestión de proyectos de desarrollo PM4R que permita automatizar la etapa de planificación para estimar tiempos a través de algoritmos de aprendizaje automático” (Espinoza, 2019), para la Pontificia Universidad Católica del Perú; presenta el desarrollo de una herramienta de software de gestión que está definida bajo los lineamientos de la metodología de “Gestión de Proyectos para Resultados”. Haciendo una integración con algoritmos de machine learning

para que automáticamente y de acuerdo a la data se estimen los tiempos de un proyecto.

3. En cuanto a la utilidad y potencial de mejora que ofrece la implementación de softwares como herramientas de gestión apoyados de una metodología que determine los beneficios de su uso; el trabajo de grado “IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE BASADO EN HERRAMIENTAS DE SOFTWARE LIBRE PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LA UNIVERSIDAD LIBRE” (Blanco & Cabrera, 2018), se implementa y personaliza de un software de gestión de código abierto junto con el diseño de una metodología de administración de riesgo que le da visibilidad y aporta a la transformación digital de dicha institución.
4. La tesis de maestría que lleva por nombre “Application of Machine Learning Techniques in Project Management Tools” (de Sá Pedroso, 2017) del Instituto Superior Técnico de Lisboa; en ella se expone la creación de un sistema de gestión con manejo de datos y técnicas de machine learning integradas. Su objetivo principal es el de ayudar a los gestores de proyectos a predecir los riesgos de un proyecto con la menor información que posea el sistema.
5. En el libro “Artificial Intelligence for Business” (Akerkar, 2019) se ofrece una guía práctica de las técnicas de inteligencia artificial que se utilizan en los negocios. Ofrece una visión general de los modelos más populares y utilizados en los negocios. Esto permite explicar fácilmente los paradigmas y conceptos de la IA para los ejecutivos de las empresas.

6. El artículo titulado “Artificial intelligence and business models in the sustainable development goals perspective: A systematic literature review” (Di Vaio, A., Palladino, R., Hassan, R., & Escobar, O, 2020) investiga el papel de la Inteligencia Artificial (IA) en la construcción de modelos de negocio sostenibles (SBM). El artículo analiza las relaciones entre la IA y los rápidos avances en el aprendizaje automático y el desarrollo sostenible (DS). En concreto, se trata de entender si esta rama de la informática puede influir en los patrones de producción y consumo para lograr una gestión sostenible de los recursos de acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Además, el documento pretende destacar el papel de los sistemas de gestión del conocimiento (KMS) en la deriva cultural hacia la difusión de la IA para los ODS.

7. En el estudio denominado “Emerging Technology and Business Model Innovation: The Case of Artificial Intelligence” (Lee, J., Suh, T., Roy, D., & Baucus, M, 2019) el cual se centra en el lado dinámico del uso de la tecnología de inteligencia artificial (IA) para impulsar la innovación de los modelos de negocio se ofrece una breve visión general de la IA, los problemas actuales que se están abordando en el desarrollo de la IA y explica cómo transforma los modelos de negocio. También se analiza cómo los directivos pueden crear una cultura innovadora basada en la IA, lo que replantea el proceso de innovación del modelo de negocio basado en la IA. Las empresas que aprovechan con éxito la IA pueden crear una innovación disruptiva a través de sus nuevos modelos y procesos de negocio, lo que les permite transformar potencialmente el panorama competitivo mundial.

2 CAPITULO II. COMPONENTES DE LA PROPUESTA

2.1 Estado actual del modelo de gestión de proyectos en la empresa

2.1.1 Panorama general

Actualmente, desde la Dirección de Proyectos de *BPS* se realizan todos los esfuerzos referentes a la producción, ejecución y puesta en marcha de los proyectos y otras labores equivalentes que consolidan en sí mismas el oficio de la organización y que se traducen en su rentabilidad financiera. Desde el primer momento y sumado a la experiencia adquirida por sus ingenieros, desarrolladores y administradores, se les ha venido realizando un adecuado seguimiento y control a estos proyectos y demás tareas teniendo en cuenta varios factores para su exitosa culminación en la medida de las posibilidades.

Estos proyectos en los que se involucra la empresa y que se abordan desde su “Dirección de Proyectos” abarcan desde aquellos que son internos, es decir, desarrollados por y para la empresa, aquellos cuyo resultado o producto final sean para el cliente (que bien pueden dar cierre al concluir su ejecución o seguir siendo atendido como la prestación de un servicio), hasta otros de tipo colaborativo en el que se trabaja en conjunto con el cliente que solicita los servicios y recursos de la organización.

Dentro del seguimiento y gestión que va de la mano con cada uno de los proyectos se realiza una valoración inicial de costos y beneficios en relación al tiempo en que se establezca inicialmente que conlleve la culminación de todas y cada una de las tareas. Lo anterior teniendo en cuenta la ocupación y disponibilidad de recursos necesarios (de tipo tanto tecnológicos como humanos y su cantidad), así como los resultados esperados en dichos tiempos definidos. Estos entre otros aspectos

tenidos en cuenta de manera general y particular a la hora de elaborar el ciclo de vida de un determinado proyecto.

También cabe señalar que esta Dirección de Proyectos se compone además por la subdivisión del equipo de preventa en donde se involucran las actividades de planificación y prediseño de distintos proyectos para con sus respectivos clientes. Es este el punto a partir del cual se pone en marcha el seguimiento y gestión de los proyectos que se efectuarán posteriormente, desde un proceso que involucra la supervisión de recursos, presupuestos y cobros y que adicionalmente conlleva a su respectivo control de estado y de carga laboral de su fuerza de trabajo.

2.1.2 Estrategias de seguimiento actuales

Así pues, para hacer una respectiva gestión de todas las labores, proyectos y demás procesos que se lleven a cabo en la empresa, y teniendo como aspecto relevante el hecho de que actualmente en la compañía prima la modalidad de teletrabajo como consecuencia de las circunstancias a las que orilló a adaptarse la pandemia global del COVID-19, se ha optado por el uso de distintas herramientas virtuales donde se pueda esquematizar y modelar las planificaciones que se efectúen y que permitan el control y seguimiento de las tareas que se desglosen para el alcance de un objetivo.

Es por ello que se ha contemplado la utilización de softwares donde sea posible plasmar y dar a conocer la información necesaria para el desarrollo de una tarea y proyecto en general y que adicional permita la interacción de los miembros de un mismo equipo de trabajo, o sea, que sean orientadas a la aplicación de una labor conjunta. Este fue el caso de uso de herramientas de Microsoft que abarcando desde tablas compartidas de *Microsoft Excel*, tableros y complementos de Planning en *Microsoft Teams* para dar seguimiento a la realización de tareas, y otras

plataformas al margen pero que también pueden habilitarse para ser accedidas desde *Teams* como es el caso de la herramienta *Trello*.

En este orden de ideas se puede apreciar la labor que se ejerce en *BPS* y más específicamente desde la Dirección de Proyectos al momento de gestionar sus actividades y con ello llevar a cabo exitosamente un proyecto o tarea. Sin embargo, aunque cada uno de estos se haya culminado y dirigido siempre de la mejor manera posible por los medios adoptados hasta el momento y con ello se hayan obtenido satisfactorios resultados entorno a las metas propuestas, ha de ser conveniente tomar en consideración los inconvenientes u obstáculos que se han podido presentar al momento de efectuar una determinada acción de gestión y que hayan sido un bloqueo para la fluidez de la misma y hasta derivado en un bloqueo para el desarrollo eficaz de un proyecto.

2.1.3 Dificultades presentes para el seguimiento y la gestión

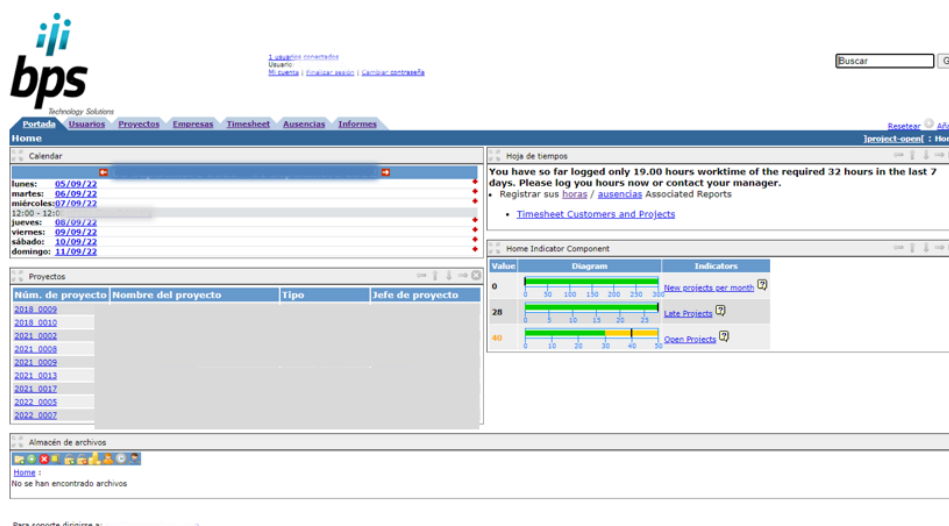
- **Idoneidad insuficiente de las herramientas**

Sucede pues que, adicional a que no se excluye el hecho de que en cualquier desarrollo de proyecto puedan aparecer diversos imprevistos que deriven en incidentes o bloqueos que no se proyectaban al momento de la planificación del mismo, las herramientas que se han venido utilizando hasta el momento no favorecen a la anticipación de posibles problemáticas y menos a su solución. Esto debido a que básicamente su concepto y uso están destinados a incluir y mostrar la información pertinente de manera idónea y agradable de acuerdo al esquema que se le vaya asociando más no a ser en sí mismas herramientas de gestión propiamente dichas.

- **Mantener software anticuado**

Si bien se habla de la falta aplicación de herramientas idóneas a la causa, no se puede decir que se no se hayan intentado recurrir al uso de softwares más precisamente dedicados a una función de gestión concretamente hablando. Tal es el caso, algo apartado de la gestión particular de los proyectos, del registro de horas que los colaboradores de la organización ocupan efectuando cada proyecto; el cuál se realiza haciendo uso de la plataforma de código abierto “OpenProject” en su versión V3.3 que puede considerarse antigua y de administración básica para el seguimiento de sus recursos humanos en la práctica general del trabajo. Dicha versión se aleja grandemente de las posibilidades que ofrecen las versiones más recientes del software que sólo en su producto gratuito de PaaS incorpora varios y muy útiles elementos de gestión que se aplican al día de hoy.

Figura 2 Interfaz de software OpenProject versión antigua en la empresa BPS



Fuente: BPS Consultores, Autor

- **Deficiencia en el departamento I+D+I**

En BPS actualmente existe una dirección de I+D+I que se encargaría de la investigación, desarrollo e innovación para la organización y desde donde teóricamente deberían de ser solucionados los problemas anteriormente expuestos. Sin embargo, esta dirección está unida a la dirección de soporte de la empresa siendo en sí misma un solo departamento que no posee una gran cantidad de miembros. Por lo tanto, aunque los integrantes de esta dirección deberían ocuparse de ambos temas, los requerimientos de soporte superan en urgencia y carga laboral a las demandas I+D y son atendidos de forma que se le otorga mayor importancia a los casos de soporte relegando el progreso I+D+I dentro de la institución.

En síntesis, dentro de la Dirección de Proyectos de *BPS* convergen el planteamiento, diseño, desarrollo, control e implementación de los proyectos de la compañía; aspectos que por sí solos y aún más en conjunto implican ejercer una adecuada gestión general y específica de cada parte en concreto.

Así mismo todo este proceso de gestión puede ser optimizado para obtener mayores beneficios en cuanto a esfuerzo y tiempo invertidos, más aún teniendo en cuenta que se va incrementando cada vez más la cantidad de proyectos en el haber de la empresa conforme a que esta va adquiriendo un ascenso gradual en el mercado. Por ende, se hace por lo menos conveniente efectuar cambios en los métodos empleados al día de hoy que traerían resultados provechosos y acorde al estado actual y la visión de la organización.

2.2 INICIATIVA A LA TRANSICIÓN TECNOLÓGICA

Es en relación a todo lo indicado anteriormente que se abre una oportunidad de mejora en la calidad de los procesos de gestión de los proyectos de la empresa con respecto a la manera en que se ha venido haciendo hasta ahora. Esto teniendo en cuenta las posibilidades que ahora existen para optimizar dichas actividades; más específicamente hablando como lo sería el uso de los actuales softwares destinados expresamente a la gestión de proyectos.

El paso de aplicar el uso de herramientas que apoyen a la gestión a utilizar herramientas de gestión propiamente dichas cuyo objetivo es la gestión en sí, podría impulsar la calidad de la administración de los proyectos y su desempeño. Ya que si bien se han venido llevando a cabo de forma acertada y soslayando los inconvenientes que hayan surgido, eso no descarta el hecho de que al día de hoy existan mecanismos más apropiados para realizar esa labor.

Dentro de este marco, hoy en día se pueden hallar herramientas propicias que agilizan, simplifican y dinamizan los procesos de gestión y que gozan de alta popularidad y buena ponderación entre sus consumidores finales. Unido a eso se puede acrecentar sus beneficios al permitirse ser integradas y escaladas en conjunto con otras herramientas, donde el envío de la información relevante pueda ser procesada y tratada de manera que se obtenga el máximo provecho al momento de ser visualizada y de acuerdo a ella determinar acciones posteriores, prever incidentes con mayor facilidad y en general gestionar más cómodamente un proyecto como lo permitiría la vinculación de una herramienta de gestión con el machine learning.

2.3 HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN

Para la elección de una herramienta específica dentro de un conjunto de opciones presentes que se dirigen a un mismo fin, se han de tener en cuenta ciertos criterios y apreciaciones que determinarán y justificarán la escogencia de una u otra. En este caso, y con un numeroso y variado mercado en soluciones de este tipo actualmente, para la elección de una herramienta de gestión adecuada se deben considerar tanto las necesidades de la empresa, las proyecciones a las que se aspira con su utilización e inclusive los limitantes que esta se permita para su adquisición.

2.3.1 Criterios de elección

Los softwares de gestión enlistados más adelante se postulan como las posibles elecciones que pueden darse con respecto a la herramienta de gestión de proyectos que vendría tomando lugar en la solución propuesta de este documento. Han sido parte de una preselección realizada en base a los siguientes criterios en concordancia con las expectativas de la dirección de proyectos de la organización.

- **Software de código abierto**

Un software que pueda ser descargado, implementado y utilizado de manera gratuita. Cuya versión en código abierto traiga consigo los beneficios suficientes que complementen una robusta herramienta de gestión.

- **PaaS**

Que sea de tipo *Plataforma como Servicio*. Que permita ser fácilmente implementado en un servidor ya sea físico o virtual que sea propiedad de la empresa y desde el cuál se le de uso y administración internamente.

- **Alta escalabilidad**

Que pueda trabajar con importantes cantidades de datos, contener varias estructuras de proyectos, y un adecuado rendimiento junto con los recursos de la máquina en la que esté instalado.

- **Interfaz de usuario intuitiva**

Que sea de fácil e intuitivo manejo dentro del contexto de cada rol y tipo de usuario y los permisos de actividad que posee cada uno.

- **Gestión de control de horas**

La plataforma cuente con un esquema de control de horas de esfuerzo ligado a los proyectos en curso al que puedan acceder cada usuario

- **Inserción de datos**

Que pueda ser trabajado inicialmente con datos existentes de proyectos anteriores siendo cargados a la plataforma

- **Óptimo uso de recursos**

Que el consumo de los recursos de hardware sea adecuado y congruente con su uso y disponibilidad

- **API REST**

Que permita la interacción con métodos REST

- **Posibilidad de integración con otras herramientas y servicios**

Que pueda ser incorporado con el uso de otros softwares (idealmente aplicaciones con las que ya trabaje la organización) especialmente herramientas de analítica de datos y machine learning para el propósito de este documento.

2.3.2 Software de gestión de proyectos

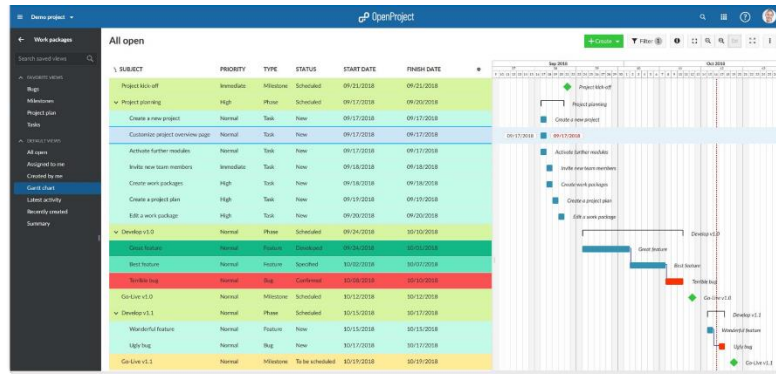
Los siguientes son softwares de gestión se presentan aquí como idóneos para su implementación y que convergen ampliamente con los criterios definidos previamente:

- **OpenProject**

Es un software orientado a la gestión de proyectos con un extenso conjunto de funcionalidades para este propósito. Su uso está dirigido a empresas y a la gestión de varios proyectos simultáneamente. Además, la herramienta precisa un enfoque en facilitar la colaboración, la comunicación de equipo y la seguridad de los datos que en ella se consignan.

Es ampliamente conocida en el mercado de los software para la gestión y posee una buena ponderación y gran popularidad dentro del conjunto de empresas cuyo tamaño en relación al número de trabajadores ronda alrededor de los 100 empleados (conjunto dentro del que se encuentra BPS actualmente).

Figura 3 Vista del software OpenProject



OpenProject Pricing. OpenProject.org [página web]. Disponible en Internet:
<https://www.openproject.org/pricing/?users=5¤cy=eur&mode=onpremises&period=12&support=basic&edition=classic#features>

Cabe señalar, como se mencionaba en apartados anteriores, que BPS ya ha tenido acercamiento a versiones antiguas de esta herramienta, trabajando sobre ella incluyendo información de proyectos en curso y la gestión del control de horas.

Algunas de las funciones más relevantes que OpenProject soporta actualmente son la gestión de tareas, el seguimiento de errores, gestión de requisitos, seguimiento de tiempo, generación de diagramas de Gantt, gestión de reuniones, metodología Scrum, creación de informes de costos y presupuestos, wiki y más dentro de su versión gratuita.

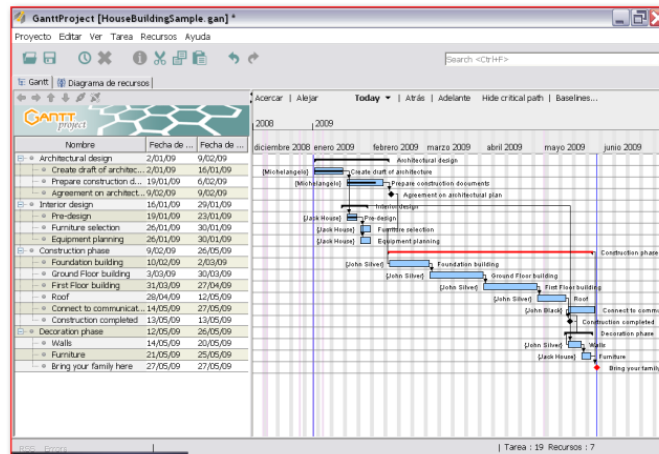
- **GanttProject**

Es una aplicación de código abierto para la gestión de proyectos que se centra en la estructurar el desglose de los proyectos por medio de la jerarquización de las tareas y su visualización a través de diagramas de Gantt. Está desarrollada en Java desde enero del 2003 y que se encuentra

disponible para ser utilizado en variedad de sistemas operativos como Windows, Linux y MacOS.

Este programa es adecuado para hacer seguimiento a tareas que recurran a dependencias entre sí y a gestionar proyectos de tamaño medio cuyas actividades estén medidas en días, por lo que califica bien especialmente para negocios pequeños o medianos.

Figura 4 Vista del software GranttProject



APPVIZER. Top 3 software de gestión de proyectos open source 2022. appvizer.es [página web]. (2021). Disponible en Internet: <<https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/gestion-proyectos/gestion-de-proyectos-open-source-2021>>

Entre las funciones de GranttProject destacan la jerarquización de actividades a partir de una secuencia ordenada de tareas en el tiempo, generación de diagramas de Gantt y de Pert, la visualización del camino crítico y la exportación de informes en diferentes formatos como CSV, HTML, PNG o JPEG2, PDF.

- **Asana**

Es una plataforma cuyo fin es apoyar la organización y control de las tareas optimizando la ejecución de las labores diarias o los proyectos a largo plazo, enfocada en organizar el trabajo de cada uno de sus usuarios y facilitar la colaboración de equipo. Uno de sus componentes más fuertes es que permite que las tareas creadas en la ventanilla de cada miembro o las compartidas desde la administración de un líder de equipo sean visualizadas y acomodadas de la forma más apropiada.

El uso de este software para la gestión del trabajo está extendido alrededor del mundo en 190 países gozando de buenas opiniones y ponderando positivamente la adquisición de sus versiones de pago destinadas a equipos de más de 15 integrantes. Además, estas cuentan con la posibilidad de crear flujos de trabajo automatizado y la integración con un gran número de otros softwares de trabajo conjunto o de reunión que ya esté utilizando una empresa como Microsoft Teams o Zoom.

Figura 5 Vista del software Asana

Task name	Assignee	Due date	Audience	Tags	Estimated hours	Channel	Effort
Recurrent pieces							
Press release on acquisition	Blake Pham	23 Apr	Premium	Low priority	2	Press	Low
Create new infographic	Blake Pham	30 Apr			5	Social	Low
Editorial calendar	Blake Pham	21 May	Premium		4	Social	Medium
Customer spotlight #1	Kat Mooney	19 Jun	Business	High priority	3	Blog	Medium
Customer spotlight #2 interview	Nikki Henderson	23 May	Premium	Low priority	3	Blog	Medium
New feature roundup	Kat Mooney	24 Apr	Premium	Mid priority	5	Blog	High
Christmas campaigns	Avery Lomax	28 Aug	Business	High priority	3	Social	High
Create campaign	Blake Pham	1 Oct	Premium	Low priority		Social	Medium
SUM					34		
New formats							
Work-life balance newsletter	Avery Lomax	20 Mar	Premium	High priority	4	Email	Low
Roadmap	Jennifer Lu	25 Mar	Business		3	Web	Medium
Apollo for nonprofits	Kat Mooney	19 Mar	Business	Low priority	9	Press	Medium
SUM					16		

CAPTERRA. Asana. Capterra [página web]. Disponible en Internet:
<<https://www.capterra.co/software/120550/asana>>

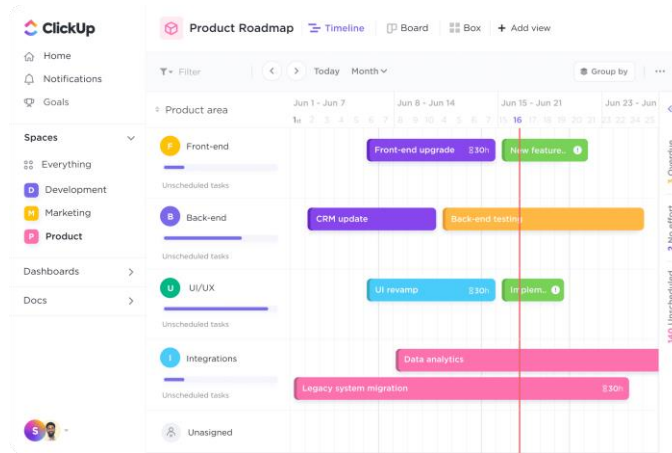
Por mencionar otras de las muchas funcionalidades de Asana que también se hallen en su versión gratuita están la seguridad escalable y por diseño, integraciones con hasta 100 herramientas de software, disponibilidad de acceso por medio de distintos dispositivos, combinación de vistas (lista, tablero, líneas de tiempo), generar alertas y notificaciones, control de versiones, entre otras.

- **ClickUp**

Es una herramienta de gestión de proyectos que dirige su enfoque a la gestión de tareas más propiamente dicha, con el propósito de optimizar los flujos de trabajo internos. Su plataforma es altamente intuitiva, ilustrativa y cómoda; características que convergen en uno de sus aspectos más llamativos que es su lista de tareas y tableros al estilo Kanban.

Está dirigida a empresas y a la personalización de la herramienta para cada usuario, permitiéndose configurar subtareas anidadas que pueden ser filtradas por estado, configurar dependencias de tareas y alertas de bloqueo, optar por distintas vistas para la lista de tareas, diseñar espacios para detalles particulares de proyectos y la función de arrastrar y soltar para trasladar cada componente a un nuevo espacio, entre otras prácticas funcionalidades.

Figura 6 Vista del software ClickUp



CAPTERRA. ClickUp. Capterra [página web]. Disponible en Internet:
<<https://www.capterra.co/software/158833/clickup>>

ClickUp puede ser fácilmente accedido desde múltiples plataformas y equipos, contiene útiles funciones para los administradores de proyectos que apoyan el equilibrio de cargas y la colaboración como por ejemplo los flujos de carga laboral de los miembros de un equipo que pueden ser editados tan fácilmente con un solo arrastre de una tarea.

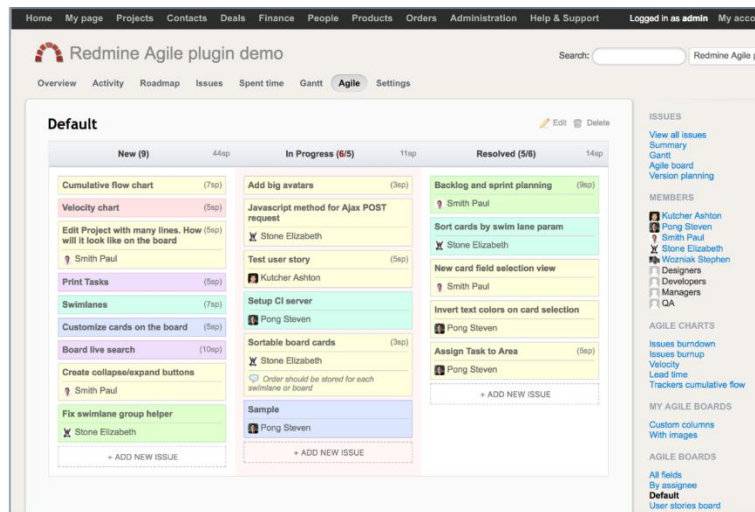
- **Redmine**

Este es un software para la gestión de proyectos de pequeña o mediana escala que son, en su mayoría, llevados a cabo por pymes respectivamente, por consiguiente va dirigida a este sector de empresas. Su finalidad es la de coordinar la ejecución de tareas, facilitar la colaboración dentro del equipo de trabajo y realizar el seguimiento durante todo el ciclo de vida de un proyecto.

Para cumplir con su objetivo gestionando múltiples proyectos, el programa cuenta con herramientas de seguimiento y visualización de actividades como planificador de agenda, líneas de tiempo, diagramas de Gantt y seguimiento

de solicitudes. También se integra con correo electrónico para el envío de notificaciones y un buscador para una navegación más precisa cuando se cuenta con elevado grado de adiciones.

Figura 7 Vista del software Redmine



APPVIZER. Top 3 software de gestión de proyectos open source 2022. appvizer.es [página web]. (2021). Disponible en Internet: <<https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/gestion-proyectos/gestion-de-proyectos-open-source-2021>>

Con Redmine es posible crear foros y wikis para, de manera colaborativa, resolver inquietudes, publicar informaciones relevantes y hacer gestión del conocimiento. Permite control de versiones, visualización del progreso de tareas y es accesible desde cualquier dispositivo.

2.3.3 Selección de la herramienta

Con base a la anterior preselección de herramientas de gestión de proyectos de código abierto y teniendo en cuenta los criterios de elección previamente mencionados, se consignan las características más relevantes y más significativas para la empresa por cada uno de estos softwares en el siguiente cuadro comparativo:

Tabla 1 Comparativo de herramientas de gestión de proyectos

Herramienta	Tipo de Empresa	Característica Principal	Ventajas	Desventajas
OpenProject	Todo Tipo de empresa	Ofrece varios modelos de gestión para aplicar a multiples proyectos	• Amplio numero de funcionalidades en versión gratuita • Previa incorporación en el entorno de la empresa	• Rendimiento de atributos disponibles a un nivel por debajo de sus versiones de pago u otros softwares
GanttProject	Pyme	Visualización de información generando diagramas de Gantt y otros recursos graficos	• Jerarquización de tareas • Exportación de informes en distintos formatos	• Escalamiento limitado • Inclinado a otro tipo de sectores
Asana	Todo Tipo de empresa	Múltiples formas de visualizar y organizar proyectos y tareas de manera personalizada	• Funcionalidades de organización y seguimiento de tareas • Gran número de Integraciones disponibles	• No posee herramientas de presupuesto o gestión de recursos • Reducido limite de usuarios para versión gratuita • Lenta adaptabilidad
ClickUp	Todo Tipo de empresa	Interfaz de lista de tareas interactiva con estilos personalizables	• Vistas Kanban • Adaptable y facil de utilizar	• Sin una guía, multiples diseños pueden confundir un administrador con poca experiencia • El plan gratuito tan sólo puede albergar 5 proyectos
Redmine	Pyme	Herramientas de seguimiento a proyectos	• Wikis y foros • Planificador de agenda	• Escalamiento limitado

Fuente: Autor

Ahora bien, gracias al contraste específico y más enfocado que puede realizarse desde el cuadro comparativo entre ventajas, desventajas y el enfoque de cada software. En donde si bien en primer lugar todos cumplen con los criterios de

elección para ser incluidos y sus características se consideran llamativas y funcionales para lo que se busca desde la empresa, se debe hacer una ponderación más puntual para identificar la herramienta más conveniente.

Es así que se tendrá en cuenta el tipo de empresa al que están dirigidas las herramientas como punto crucial; ya que, aunque BPS puede ser considerada una empresa de tipo Pyme por los límites financieros y ocupacionales que registra hasta el momento, se aspira y se prevé un crecimiento en ambos factores a corto y mediano plazo como evidencia el estado actual de la empresa apoyado por la demanda que está teniendo. Por lo que elegir una herramienta que prontamente generará limitantes al quedarse corta con el manejo del volumen de proyectos y usuarios no es apropiado ni coherente con las metas organizacionales.

Pasando del punto de la escalabilidad, otro elemento que se vuelve relevante dentro de las ventajas es la adaptabilidad que otorgue la herramienta a sus usuarios que derivará en un ahorro de tiempo y capacitación valioso para la empresa. Lo que lo convierte en una característica altamente ponderable que permitirá que la transición sea mucho más rápida y sus resultados se aprecien más pronto haciendo al software más rentable.

En este sentido y continuando con la adaptabilidad, se percibe claramente una inclinación de selección hacia el software OpenProject el cuál, como ya se ha resaltado y aunque haya sido sobre una permanente versión anticuada, ha venido siendo utilizado por los líderes y colaboradores de la empresa desde hace ya bastante tiempo. Aspecto que sirve de antecedente en cuanto a experiencia de uso de este tipo de herramientas (más aún de OpenProject propiamente hablando) y que pesa dentro de la percepción de familiaridad que se tiene al interior de la organización y en especial de sus colaboradores que permite proyectar una adaptación más fácil en lo posible respecto de la transición .

Desde este punto de vista si bien la versión de la herramienta OpenProject utilizada hasta el momento podría ser considerada una edición primitiva y que poco tiene que ver con el producto completo que es ahora, la posibilidad de poder actualizar el recurso acomodándose con los datos ya instaurados en vez de la noción de tener que mudar de ambiente y todo lo que implicaría significa una transición más fácil y cómoda que deriva en una apreciable y benéfica optimización de tiempo, entrenamiento y costes.

Por consiguiente y en suma de todos los criterios de selección anteriores, la herramienta que se adecúa más a las necesidades de la empresa BPS es el software de gestión de proyectos OpenProject, siendo que está destinado a todo tipo de empresas permitiendo que sea escalable de conformidad con el crecimiento propio de la organización. Sus múltiples funcionalidades en su versión gratuita aplicadas a múltiples proyectos en simultaneo y la familiaridad, rápida incorporación y adaptación al entorno empresarial hacen de esta herramienta la más idónea para la empresa y por ende para ser integrada en la presente propuesta de mejora.

3 CAPITULO III. MODELO DE INTEGRACIÓN DE LA IMPLEMENTACION

3.1 DEFINICIONES CRUCIALES

Para establecer una ruta de integración de la herramienta de gestión de proyectos ya seleccionada con la tecnología machine learning y sacar provecho de todas las ventajas posibles, se deben definir ciertos aspectos que darán forma al modelaje de una solución, permitirán encaminar los procesos y llegar a resultados medibles según lo que se espere. Entre estos elementos clave están el precisar la funcionalidad de la implementación y la herramienta que incorpore las piezas del machine learning y el algoritmo a utilizar.

3.1.1 ¿A qué se quiere llegar?

Para empezar a considerar la implementación de machine learning como solución a una problemática o transformación de un proceso se ha de definir un objetivo que permita determinar un resultado esperado, aquello con lo que se busca generar valor. De acuerdo a dicho objetivo es que se determina luego la tarea que se debe de realizar.

Para esta primera pauta, aunque pueda parecer más que obvia, es importante dejar en claro las especificaciones que van a determinar los pasos siguientes y la forma en que se llevará a cabo el modelo que permitirá resolver la tarea puesto que definirla concretamente con sus requerimientos y resultados fijados será el primer paso para precisar el algoritmo más adecuado con el que se va a trabajar.

En este contexto, si bien hasta el momento no se tendría definido un objetivo claro que represente un acercamiento inicial o de prueba de esta solución, las

posibilidades de uso son amplias dentro del contexto de las actividades de gestión que al día de hoy se realizan y podrían ser automatizadas, unido al desglose de funcionalidades de la herramienta OpenProject. Aquí cabrían, por ejemplo, desde la predicción de bloqueos dentro del calendario de un proyecto por actividades que requerirían un tiempo mayor de ocupación de acuerdo al análisis de estadísticas pasadas, como la selección del recurso humano más indicado para realizar una tarea teniendo en cuenta el grado de disponibilidad en el que se encuentre de acuerdo a la carga laboral que registre en ese momento.

Por lo anterior, se puede inferir que casi al mismo tiempo que se define la tarea que desarrollaría un modelo aprendizaje automatizado se debe concretar con qué información se va a trabajar para conseguir el objetivo propuesto. Desde este punto ya se habla del recurso primario del que dispondría el modelo y con el que se realizará el aprendizaje de máquina; la idoneidad de este determinará en gran parte la calidad de los resultados finales.

3.1.2 ¿Qué información se posee?

Independientemente de la tarea que se establezca, la información con la que se realizará es primordial. Representa los datos de entrada del modelo con los que este trabajará y empezará a aprender a trabajar, afianzando cada vez más la manera en la que llega a los resultados esperados.

La importancia de estos datos que se le incluyan al modelo radica en el grado de información que generan, es decir, cuando los datos que se poseen representan algo de valor con lo que se puede tomar decisiones o sacar alguna conclusión que sirva para un fin (en este caso el objetivo que se ha definido).

Así mismo, estos datos e información derivada van ligados de forma más precisa a la definición clara del objetivo de cara a los procesos siguientes que lo desarrollarán. Es así que, si por ejemplo se quiere conocer el recurso más idóneo para asignar a alguna tarea dentro de un proyecto, los datos con los que el algoritmo haya aprendido a identificarlo y los datos de los que pueda disponer en el momento en que realiza la selección deben de traer información que pueda ser detectada y agrupada como la carga laboral presente y programada de todos los recursos opcionales para arrojar una salida acertada.

Por consiguiente, un elemento sumamente importante respecto a los datos que sean tratados en un modelo de machine learning será la calidad de los mismos la cual debe ser la mayor posible ya sea como datos de prueba que funcionen como la base de su aprendizaje (y que determinarán en sí mismo la calidad de dicho aprendizaje en torno al objetivo) como para los datos que de los que se disponga en el momento.

Para este caso particular aquí expuesto, los datos que usarían los modelos serán extraídos desde las tablas de las bases de datos con la información de los proyectos presentes y pasados, así como los backups que se realicen para las pruebas a las que haya lugar en el proceso de aprendizaje y que usaría también el software OpenProject como intermediario, exportador e importador de data hacia y desde el algoritmo.

La información de la que se disponga también determinaría el tipo de aprendizaje automático del que se hará uso de acuerdo a la necesidades y la condición de los datos que haya que utilizar. Este tipo de machine learning, por el tipo de información manejada dentro de BPS sería de *supervisado* en pro de las características de esta clase de aprendizaje que serán detalladas en un siguiente apartado.

Es así como teniendo en cuenta y precisando las anteriores definiciones previas al modelaje de una solución, se pasa a identificar el algoritmo o familia de algoritmos con los que se trabajará y se estructurará el modelo.

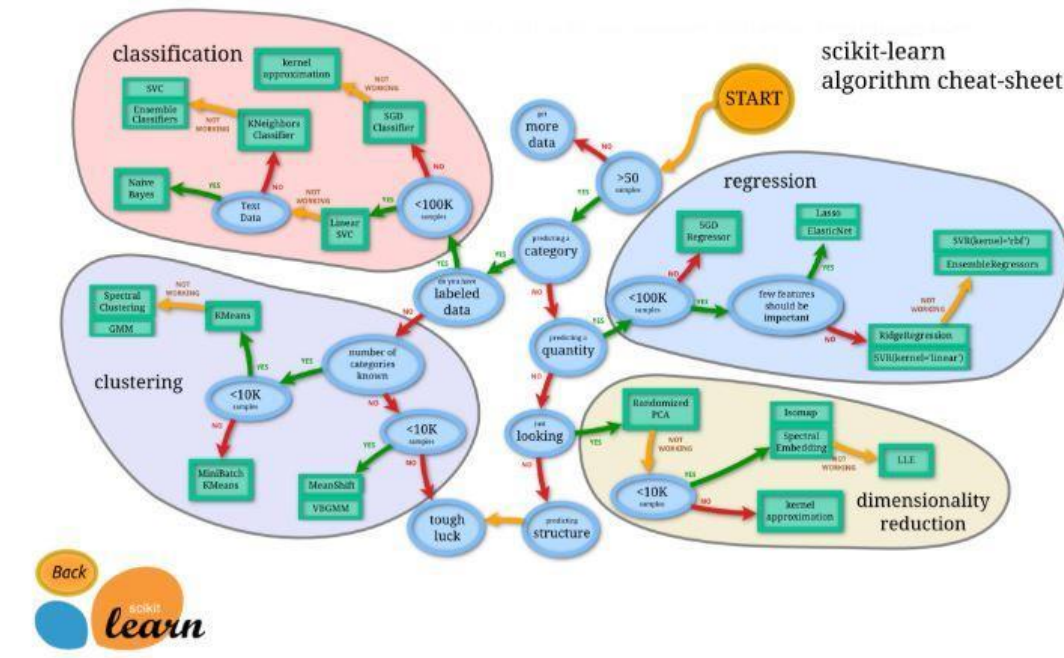
3.1.3 Herramienta de Machine Learning

Con un objetivo y recursos de datos definidos se procede a definir el algoritmo de aprendizaje que será el eje central del modelo de la solución planteada. Al día de hoy existen diversos algoritmos prefijados que pueden ser empleados en implementaciones y soluciones de baja a gran escala, dispuestos para ser instalados en los principales sistemas operativos y ser integrados con datos y entradas y salidas a otros softwares.

Por lo mismo e igualmente tomando como base los criterios de selección de la herramienta de gestión de proyectos para este caso, al indagar en una opción reconocida, bien ponderada, de amplias funcionalidades y que sea de código abierto se encuentra el muy rentable caso de los algoritmos del proyecto Scikit-Learn.

La biblioteca de algoritmos de aprendizaje automático Scikit-Learn desarrollada principalmente en *Python* equivale a tener a disposición un gran número de algoritmos y métodos para implementar en un modelo de integración como el que se describe aquí. Al mismo tiempo permite que para el desarrollo de una solución se tracen varias rutas de salida, así como procesos dinámicos de preprocesamiento de datos, tipos de aprendizaje y ejecución de clasificaciones como se alcanzará a describir posteriormente.

Figura 8 «Chuleta» de selección de algoritmo de Scikit-learn.



DE LOS SANTOS, Paloma Recuero. Tipos de aprendizaje en Machine Learning: supervisado y no supervisado. Think Big [página web]. (2, diciembre, 2021). Disponible en Internet: <<https://empresas.blogthinkbig.com/que-algoritmo-elegir-en-ml-aprendizaje/>>

En concordancia con lo anterior y con el objetivo de tener a disponibilidad una familia de algoritmos multifuncionales y compatibles se opta por utilizar scikit-learn como algoritmo en las soluciones que se realicen para la automatización de procesos en la empresa BPS y que bien se puede acomodar con el modelo de datos existentes y la herramienta de gestión seleccionada.

Ahora bien, teniendo ya considerados y definidos todos los elementos y herramientas descritos, queda plantear en la presente propuesta la adición de una herramienta que estructure, integre y facilite la implementación de todos ellos. Un sistema de infraestructura diseñado para el machine learning en el que se enmarque y desarrolle el modelo. Dicha herramienta será el software *Watson* de IBM que posee el conjunto de recursos de machine learning desarrollados por el gigante de

la tecnología de la que BPS es *partner* asociado; es por esta razón que para optar por una potente herramienta de pago que completa los requerimientos, esta es la mejor opción que tiene la empresa.

Adicional a los beneficios a los que puede aplicar la compañía con el uso de un producto de partner, cabe destacar la buena ponderación que tiene la herramienta Watson dentro de la clasificación de plataformas de ciencias de datos y Machine Learning por todas las funcionalidades que posee y por como lo corroboran entidades de gran reputación como Gartner en su último cuadrante mágico para este ámbito reportado en marzo del año 2021 que posiciona a IBM con esta herramienta en el cuadrante de líderes como se muestra a continuación:

Figura 9 Cuadro mágico de gartner para machine learning (2021)



Source: Gartner (March 2021)

MATHWORKS. MathWorks reconocida como líder, según Magic Quadrant de Gartner 2021. MathWorks - Creadores de MATLAB y Simulink - MATLAB y Simulink - MATLAB & Simulink [página web]. (2021). Disponible en Internet: <<https://la.mathworks.com/campaigns/offers/gartner-mq-2021-data-science-machine-learning-platforms.html>>

3.2 TIPO DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Sujeto a la claridad de los cuestionamientos de lo que se pretende hacer u obtener y el tipo de información del que se puede disponer desde la herramienta de gestión de proyectos, sigue el precisar el tipo de Machine Learning que se va a implementar, o sea, el tipo de algoritmo con el que un modelo aprenderá y dará sus resultados.

Y si bien este criterio viene estrechamente determinado por la respuesta a la pregunta de lo que se pretende obtener, es importante tener presente el tipo de aprendizaje automatizado en pro de entender y saber modelar el funcionamiento del algoritmo de acuerdo a las predicciones que se espere que este realice.

Los tipos de implementación de algoritmos Machine Learning pueden clasificarse en tres categorías diferentes:

- **Aprendizaje supervisado**

Entrenamiento con datos etiquetados con los que el algoritmo aprende a aginar dichas etiquetas posteriormente

- **Aprendizaje no supervisado**

De carácter exploratorio, ya que su entrada no dispone de etiquetas por lo que describe y compara la estructura de los datos para hallar algún tipo de ordenamiento

- **Aprendizaje de refuerzo**

Se basa en el aprendizaje por ensayo y error según la naturaleza de los datos que recibe y la retroalimentación de las acciones que toma con esos datos.

3.2.1 Aprendizaje automático supervisado

Este tipo de Machine Learning se refiere a los casos de uso en el que los algoritmos trabajan con datos cuyos registros están etiquetados o contienen una bandera. De esta forma el algoritmo deberá ser entrenado con histórico de datos base introducidos para de ellos “aprenda” a reproducir apropiadamente los resultados de asignación de etiquetas esperado.

En otras palabras, con esta modalidad de aprendizaje y el uso de un conjunto de datos base iniciales que representen el modelo de salida deseado, el algoritmo podrá predecir la etiqueta que va acorde con la salida de cada registro. Por lo mismo es útil cuando lleguen conjuntos de datos cuyos registros no estén etiquetados para que al ser procesados por el algoritmo este haga la predicción del valor de etiqueta adecuado y la asigne al registro que corresponda.

La intervención humana es necesaria durante el proceso de entrenamiento del algoritmo para generar la entrada de datos inicial indicándole la forma de modelar los registros de salida esperados. Para este contexto aplican los datos que primero

serían generados por los usuarios desde el software de gestión OpenProject que luego pasarán al modelo de aprendizaje automático.

Ahora bien, dentro del tipo de aprendizaje supervisado existen dos subtipos que son el de clasificación y el de regresión. Cada cuál definido por el tipo de datos entrante que determinan el tipo de variable objetivo que para el aprendizaje de clasificación es de tipo categórico y para el de regresión es numérico.

3.2.1.1 Clasificación

Este subtipo de aprendizaje supervisado aplica cuando la salida esperada de un conjunto de datos de entrada deba ser un valor discreto en lugar de un valor continuo u operativo. Esto quiere decir que el algoritmo no predice un valor que se encuentre dentro de un conjunto infinito de posibilidades como salida, sino una valor de clase, por lo que su variable objetivo es categórica.

El tipo de casos en el que aplica la clasificación pueden ser:

- Identificación de unidades
- Diagnósticos de enfermedad a pacientes
- Separar correos de spam
- Detección de fraude de identidad

Dentro del aprendizaje de clasificación, si sólo se tiene dos valores de clase como salida se denomina clasificación binaria. De otro modo si como salida se tienen más de dos valores de clase se le llama clasificación multiclase.

3.2.1.2 Regresión

Se denomina aprendizaje de regresión al definido para casos de uso en los que se debe predecir un valor continuo, es decir, un resultado numérico que puede encontrarse dentro del conjunto infinito de valores. Este sería el caso para problemáticas como:

- Predicción de costes dentro de una situación de riesgo
- La demanda de ocupación hotelera
- Predicciones meteorológicas
- Proyecciones de crecimiento empresarial

3.3 CONSTRUIR UN MODELO

3.3.1 Exploración de datos

Antes que nada, se debe realizar un análisis de la calidad de los datos que serán la entrada al algoritmo de aprendizaje. Realizar una exploración de los datos mitigará resultados erróneos y no deseados, ya que la entrada de datos sesgados producirá resultados igual de sesgados. Así mismo, la magnitud de esta exploración será determinada por el formato en que se encuentren los datos antes de ser procesados y el modelo de salida que se defina.

Es en la exploración de datos que se reconocen las características de los datos de entrada que pueden o no ser procesados por el algoritmo para que se acomoden de la manera adecuada para ser procesados. Características como la extensión del fichero en el que se encuentren los datos, el tipo de dato ingresado (int, string, float, etc), la agrupación correcta de los datos, la cantidad de los datos, entre otros elementos que correspondan al caso particular.

Dentro del contexto de esta integración se ha de explorar el formato en que los datos puedan ser extraídos del software de gestión, que bien pueden ser archivos .csv obtenidos de la generación de informes, por ejemplo. El algoritmo de Machine Learning los acomodará posteriormente según la configuración del modelo.

3.3.2 Preprocesamiento de datos

Este es uno de las etapas más importantes en el proceso de la creación de modelos de aprendizaje automático. Si la exploración fue el principio de la preparación de los datos, el preprocesamiento determinará los cimientos de la calidad de esos datos

de entrada en base a ese reconocimiento previo. Esto determinará si un modelo puede funcionar correctamente ya que sólo puede hacerlo de la forma esperada si los datos con los que se entrena son adecuados y están bien preparados. Es por ello que al construir modelos este paso puede consumir gran cantidad de tiempo.

Esta etapa se desglosa en varios otros pasos dependiendo del procesamiento que requiera. Para el caso particular del algoritmo de Machine Learning aquí precisado, scikit-learn proporciona una serie de funciones de preprocesamiento para la transformación y preparación de los datos a fin de hacerlos adecuados al modelo y las estimaciones posteriores.

Las técnicas de preprocesamiento que se utilicen pueden ser personalizadas para cada agrupación de datos o para un registro en particular. Por ejemplo, una de las más comunes para el caso de entradas tipo tabla en el que para algún registro falten valores en un campo, scikit-learn proporciona la librería *SimpleImputer* que completará esos campos con los valores más recurrentes (si así fuese requerido) para evitar inconvenientes posteriores.

3.3.3 División de datos para entrenamiento y pruebas

En esta fase se distribuyen los datos para que sean ajustados en el algoritmo, siendo repartidos para el entrenamiento y las posteriores pruebas de rendimiento donde se observarán los resultados de predicción y se evaluará el resultado del modelo.

La cantidad de los datos que aplique tanto al entrenamiento como a las pruebas del modelo deben de ser suficientes para cada uno de los casos. Habitualmente se utiliza un porcentaje mucho mayor del conjunto de datos para el entrenamiento que

para las pruebas ya que es necesario que el algoritmo “aprenda” lo mejor posible para que así mismo los resultados obtenidos sean lo más parecido a lo esperado.

3.3.4 Preparación de un modelo de clasificación

Como se precisó en apartados anteriores, una clasificación va a consistir en la predicción de una característica o la asignación de una etiqueta cuando esta se encuentra dentro de un conjunto de categorías de valores. Si bien esta no es la única modalidad de aprendizaje supervisado, es de las más utilizadas y además la que de manera especial acoge la librería scikit-learn dentro de su conjunto de algoritmos (que sirven como plantilla para la creación de un modelo) por lo que vale la pena hacer mención de manera particular.

Adicional a ello cabe apuntar el hecho de que debido a su concepción y al tipo de casos de uso a los que están dirigidos, generalmente un modelo de regresión propiamente dicho requiere de una configuración más precisa y específica al problema que está solucionando donde apliquen las variables y operaciones pertinentes.

Pasando a la siguiente etapa, es aquí donde se crean los modelos de aprendizaje automático propiamente dichos a base de los algoritmos de la librería scikit-learn para este contexto en concreto. Cada algoritmo está diseñado para un entorno de datos o caso de uso particular con el que puede generar mayor efectividad. Algunos de estos son los siguientes:

- **Bayesiana ingenua**

Basado en el teorema de Bayes para hacer el cálculo de probabilidad de que un punto de datos pertenezca a una categoría en particular; dada la probabilidad de ciertos valores relacionados en donde se pretende calcular la probabilidad de un evento B , dado que ocurra el evento A.

Se considera ingenua porque se asume que no hay dependencia entre ninguna de las características de entrada. Aún con esta desinformación, se han hecho demostraciones en las que este algoritmo funciona muy bien para ciertos casos de uso, como los filtros de spam.

- **Regresión logística**

Es una extensión del algoritmo de regresión lineal, por lo que no funciona tal cuál para la precisión de valores continuos o sus casos de uso específicos. En este se predice la probabilidad de un resultado por medio de una función logística al resultado de una regresión lineal.

- **K-vecinos más cercanos**

Se tiene en cuenta el número K de puntos más cercanos alrededor del punto de datos que se va a predecir, los cuales ya pertenecen a una categoría. Luego se entiende que el punto de datos en consideración pertenece a la misma categoría que la mayor cantidad de puntos de estos puntos K.

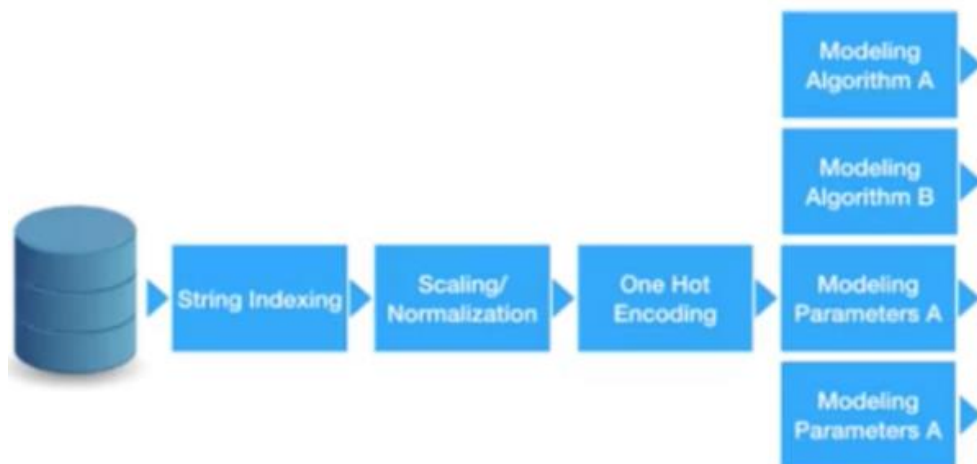
El rendimiento del algoritmo se ve afectado generalmente por el caso de uso aplicado y así mismo este rendimiento afecta el resultado del modelo. Aun así, varios parámetros de los algoritmos en scikit.learn pueden ser ajustados de diferentes maneras para lograr una mayor precisión.

3.3.5 Pipelines

Los pipelines son una forma conveniente de realizar el procesamiento de datos entre componentes dentro de un conjunto de herramientas, así como en un flujo de aprendizaje automático. No representan una etapa, (exceptuando cuando son el mecanismo de transformación de registros en la etapa de preprocesamiento de datos) sino que pueden contener dichas etapas siendo el flujo de aprendizaje automático en sí mismo o tan sólo hacer de empalme entre los pasos anteriormente descritos.

Con el uso de pipelines se puede mantener un único flujo de procesamiento que funcione para varios modelos o algoritmos. Así también se tendría únicamente que cambiar de algoritmo para obtener un flujo de aprendizaje distinto o únicamente los parámetros de un algoritmo específico.

Figura 10 Pipeline



IBM. Build and test your first machine learning model using Python and scikit-learn. IBM Developer [página web]. Disponible en Internet: <<https://developer.ibm.com/learningpaths/learning-path-machine-learning-for-developers/build-your-first-model/>>

Equiparando un pipeline con el flujo de aprendizaje automático, este posee métodos como `fit()` para lo que sería el inicio del entrenamiento y `score()` para devolver el resultado predicho.

Figura 11 Pipeline representado en el modelado



IBM. Build and test your first machine learning model using Python and scikit-learn. IBM Developer [página web]. Disponible en Internet: <<https://developer.ibm.com/learningpaths/learning-path-machine-learning-for-developers/build-your-first-model/>>

3.3.6 Modelado

Es el paso con el que finaliza el proceso de creación del modelo y con el que empieza el de la obtención de resultados, por lo que esta etapa hace referencia al entrenamiento del modelo. El algoritmo se entrena con un alto porcentaje del conjunto de datos preprocesados disponibles.

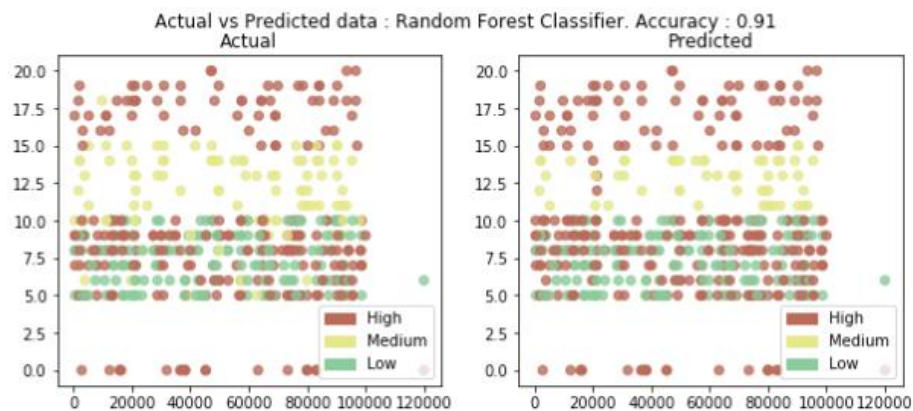
3.3.7 Ejecución de predicciones en el modelo

El proceso de prueba del flujo de aprendizaje. Una vez el modelo ha sido entrenado con el mayor porcentaje de datos procesados estaría listo para realizar algunos análisis. Es aquí donde actúa el menor porcentaje de los datos preprocesados que han sido reservados para obtener de ellos resultados prácticos del flujo de aprendizaje.

3.3.8 Evaluación y visualización del rendimiento del modelo

Ahora con los resultados de predicción adquiridos se pueden realizar comparaciones con otros resultados que representen la realidad o el ideal esperado. Con este ejercicio se pueden generar varias métricas de evaluación que sirvan para estimar finalmente el rendimiento del modelo.

Figura 12 Ejemplo de visualización de rendimiento de un modelo



IBM. Build and test your first machine learning model using Python and scikit-learn. IBM Developer [página web]. Disponible en Internet: <<https://developer.ibm.com/learningpaths/learning-path-machine-learning-for-developers/build-your-first-model/>>

4 CAPITULO IV. BENEFICIOS Y PROYECCIONES DE LA IMPLEMENTACIÓN

La transformación digital en sí misma trae consigo para las organizaciones muchos y variados beneficios a corto, mediano y largo plazo ya sea que se trate de una pyme o aún una empresa de gran escala que ya tenga aplicada la tecnología en sus procesos y siga progresando e innovándose así misma con su utilización. Es así como la presente propuesta de mejora de procesos en la empresa BPS, en el contexto aquí formulado y el enfoque dado a la solución de integración de gestión y aprendizaje de máquina equivale a una transformación digital de procesos y métodos desde el estado actual en el que se encuentra la compañía y que representan una evolución beneficiosa y remuneradora.

Desde una visión global, se pueden sintetizar los beneficios obtenidos con el desarrollo de esta implementación en servicio de los procesos de BPS Consultores así:

- **Automatización de Procesos**

El beneficio más explícito que ha se ha venido describiendo y que se deja en claro cuando se habla de las tareas que se le delegan a una máquina. Es una ventaja que se potencia exponencialmente cuando se habla de que además el sistema aprende a solventar dicha tarea con la información de la que dispone mejorando su ejecución cada vez más y pudiendo evolucionar si se diera un cambio en el estado de los datos detectando y reportando anomalías.

Además, se señala con alta relevancia la posibilidad de sacar conclusiones y tomar decisiones de un evento presente con los resultados que arroje el

sistema a una velocidad considerablemente mayor a un recurso humano y la posibilidad de que este aprenda de estas conclusiones finales recurrentes para compararlas con los resultados, sugerirlas o ejecutar las actividades correspondientes a estas complementando los procesos que realiza.

- **Re-focalización positiva de actividades**

De la mano con el beneficio anterior, la automatización de tareas simples, repetitivas y de análisis más complejo permite que los integrantes de un proyecto (el gestor del proyecto más precisamente para el enfoque de esta solución) puedan poner más atención a tareas más importantes, de nivel administrativo y de negocio aprovechando mejor el tiempo.

De esta forma se puede re enfocar el esfuerzo que se debía de dividir entre todas las tareas que tienen que ser ejecutadas para destinarlo aquellas que realmente lo requieran. Así mismo con las tareas que el sistema apoye hasta cierto punto para mejorar el rendimiento de las mismas y del proyecto en general, dejando más espacio para resolución de problemas, incidentes, y toma de decisiones efectivas.

- **Ascenso Industrial**

La aplicación de nuevas tecnologías, el acercamiento a nuevas herramientas, la implementación de IA dentro del contexto interno de la empresa y la integración de estos elementos en una solución funcional, productiva y altamente rentable, además de que permita que gran parte de las actividades se reenfoquen en buscar posibilidades de ascenso dentro del mercado, dará una nueva visión de la empresa BPS como una organización que lidera y se lidera así misma en cuanto a desarrollo y transformación digital.

En concordancia, la imagen que se tendría de la empresa a nivel externo entraría en coherencia con como quiere ser vista y lo que quiere promover de ella teniendo en cuenta los servicios de consultoría para el desarrollo tecnológico que ofrece. En sí misma la compañía exteriorizaría esa percepción desde dentro hacia sus clientes y potenciales clientes y llegarían más fácilmente a generar esa confianza de alto valor a nivel de negocio.

- **Conocimiento práctico**

A partir de esta investigación, una posterior desarrollo y puesta en marcha productiva de esta implementación, se creará nuevo conocimiento y experiencia práctica no sólo para aquellos implementadores que la realicen sino para las direcciones operativas de proyectos, soporte e I+D+I de la empresa que de por sí ya están altamente entrelazadas a nivel de miembros y transferencia de conocimiento.

La experiencia adquirida con la puesta en marcha de esta solución, acrecentada para distintas tareas de gestión, podrá ser utilizada en futuros proyectos que involucren otro tipo de herramientas y conjuntos de datos que puedan ser procesados con machine learning para lograr un objetivo particular de cliente o bien para vender en sí misma esta solución como producto y soporte del mismo. Esto va estrechamente ligado al ascenso industrial mencionado previamente.

- **Cultura de Innovación**

Como gran valor añadido vendría el fomento de una cultura de modernización contante e innovación a nivel interno al evidenciar la prueba y el potencial de

cada uno de estos beneficios, así como el valor que genera a nivel interno y externo, a corto, mediano y largo plazo.

Desde las direcciones gerenciales se pondría una atención mayor y enfocada a la dirección de I+D+I de la empresa y se crearían planes de desarrollo y capacitación para replicar las funcionalidades de este sistema para distintos objetivos impulsando también la investigación de otras herramientas y tecnologías que puedan replicar estos beneficios para otros fines y la integración de nuevas soluciones.

8. CONCLUSIONES

La empresa BPS Consultores actualmente se encuentra en una transición operacional a nivel general motivado en gran medida por las condiciones a las que orilló la pandemia del COVID-19 acelerando un proceso de transformación digital forzada dentro de la nueva modalidad del teletrabajo. Esto propició la inclusión de recursos tecnológicos como softwares para la colaboración de equipo a nivel corporativo y otras herramientas para consignar información y hacer gestión de los proyectos, pero con grandes limitaciones.

Si bien toda esta transición acelerada fue en gran parte improvisada y evaluada sobre la marcha, y que aun cuando la empresa lleve pocos años y apenas esté escalando de la categoría de una pyme, se queda corta en la aplicación del uso de los ambientes tecnológicos que promueven principalmente a nivel de gestión de proyectos y de desarrollo I+D+I sumado a la creciente demanda que van teniendo los servicios prestados por la compañía y que requieren de recursos y herramientas que estén a la altura de su administración y que hoy en día se pueden implementar como las aquí definidas en la integración de la presente solución de mejora.

Se determina que la mejor opción dentro de un conjunto de herramientas de software para la gestión de proyectos preseleccionados en cumplimiento con una serie de criterios de selección acordes a las necesidades particulares de la empresa es la plataforma OpenProject por las múltiples y flexibles funcionalidades que ofrece en su edición de código abierto, el enfoque empresarial que posee la herramienta y la rápida adaptación y transición de elementos que garantizaría al no tener que implementarse como un producto totalmente nuevo sino actualizarse dada la previa familiaridad de la organización con sus versiones anteriores.

Así mismo se hace notoria la ventaja adaptativa de una herramienta dentro de un contexto como es el de su uso previo dentro de una empresa o equipo de trabajo donde la sensación de familiaridad y comodidad del usuario final que estará haciendo uso de ella es factor determinante a la hora de ponderar un producto sobre otro como es el caso de la selección del software de gestión para esta integración; en el que sin desmeritar los demás criterios evaluados ni las funcionalidades que por sí mismas permiten escoger a dicho software sobre los demás, procedía con cierta ventaja sobre otras novedosas herramientas que implicaban en una mayor medida una forma diferente de hacer las cosas o un cambio de paradigma.

La integración de la herramienta de gestión con la tecnología de inteligencia artificial en auge Machine Learning para potenciar sus beneficios dentro de una solución de mejora de sus procesos es posible teniendo en cuenta ciertos planteamientos y definiciones respecto de los recursos con los que se cuenta en pro del objetivo o la tarea de gestión que se pretenda automatizar a un nivel exponencial. De esta manera, con ella se hace viable el planteamiento, ejecución y aprovechamiento de diversas utilidades y subdesarrollos para solventar necesidades más específicas dentro de un amplio conjunto de posibilidades.

En concordancia con los elementos dispuestos actualmente y preconcebidos para el desarrollo de un modelo para la empresa se concluye que el tipo de machine learning más adecuado en este contexto debe ser el aprendizaje supervisado, dado también la intención de conducir los resultados a su fin satisfactorio con la información existente más allá de ejercer una labor experimental. Lo anterior sin descartar posteriormente y con cierta experiencia adquirida, la implementación de un modelo que incluya el tipo de aprendizaje no supervisado o de refuerzo, o bien la combinación no excluyente de estos en un conjunto de modelos con un objetivo más extendido.

De lo anterior, y como apreciación decisiva para la elección, se define la biblioteca de algoritmos Scikit-Learn como mecanismo de aprendizaje para esta implementación y del mismo modo unido a una alta compatibilidad, el software que estructurará el modelo de machine learning Watson de IBM, teniendo en cuenta ciertas condiciones que favorecen su selección en el caso particular de BPS.

En síntesis, la presente propuesta trae consigo beneficios técnicos y estratégicos que no sólo se limitan a la automatización de la tareas para favorecer la ejecución de otras actividades, sino que proyecta ventajas a gran escala a nivel organizacional y de mercado por lo que va más allá de lo táctico respecto de lo que a labores internas se refiere y pasa a ser un factor de calidad competitiva y de oportunidades en el contexto de negocio.

La inteligencia artificial en sí misma promueve nuevas posibilidades de acción en niveles transversales dentro de una compañía; su consideración es el primer paso que abre las puertas al siguiente nivel dentro de la transformación digital y la vanguardia. Aplicarla ya sea desde una pequeña escala a una automatización en particular hasta la progresiva implementación en un gran proyecto que bien puede ser el desarrollo de una empresa, revela el grado de adaptabilidad al cambio, resiliencia, buena gestión, iniciativa y liderazgo como filosofía exitosa y progresista de una entidad.

En definitiva, este pretende ser un punto de partida que impulse la transformación digital de la empresa mejorando los procesos relacionados a los proyectos como su plan de negocio y el desarrollo de la compañía enfocados en el estímulo de I+D+I y el crecimiento integral toda la organización.

9. REFERENCAS

Akerkar, R. Artificial intelligence for business. Springer. [En línea]. (2019). Libro. Disponible en Internet: <<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-97436-1>>

APPVIZER. Top 3 software de gestión de proyectos open source 2022. appvizer.es [página web]. (2021). Disponible en Internet: <<https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/gestion-proyectos/gestion-de-proyectos-open-source-2021>>

ASANA. Precios de Asana | Planes de precios para Premium, Business y Enterprise • Asana. Asana [página web]. Disponible en Internet: <<https://asana.com/es/pricing>>

BISMART. Diferencias entre el Machine Learning supervisado y no supervisado. Blog de Bismart, Información sobre Big Data, Artificial Intelligence, BI [página web]. (2021). Disponible en Internet: <<https://blog.bismart.com/diferencias-machine-learning-supervisado-no-supervisado#:~:text=En%20esta%20modalidad%20de%20Machine,los%20datos%20en%20el%20algoritmo>>

CAPTERRA. Asana. Capterra [página web]. Disponible en Internet: <<https://www.capterra.co/software/120550/asana>>

CAPTERRA. ClickUp. Capterra [página web]. Disponible en Internet: <<https://www.capterra.co/software/158833/clickup>>

CAPTERRA. OPENPROJECT [Anónimo]. Capterra [página web]. Disponible en Internet: <<https://www.capterra.co/software/152761/openproject>>

DE LOS SANTOS, Paloma Recuero. Tipos de aprendizaje en Machine Learning: supervisado y no supervisado. Think Big [página web]. (2, diciembre, 2021).

Disponible en Internet: <<https://empresas.blogthinkbig.com/que-algoritmo-elegir-en-ml-aprendizaje/>>

Di Vaio, A., Palladino, R., Hassan, R., & Escobar, O. Artificial intelligence and business models in the sustainable development goals perspective: A systematic literature review. [Revista de investigación empresarial], (2020). Disponible en Internet:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296320305191>>

ESPINOZA MUÑOZ, Jorge Enrique. Desarrollo de un software para la gestión de proyectos de desarrollo PM4R que permita automatizar la etapa de planificación para estimar tiempos a través de algoritmos de aprendizaje automático [en línea]. Tesis de grado. Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, 2019. 95 p. Disponible en Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14431/ESPINOZA_MUÑOZ_JORGE_ENRIQUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IBM. Build and test your first machine learning model using Python and scikit-learn. IBM Developer [página web]. Disponible en Internet: <<https://developer.ibm.com/learningpaths/learning-path-machine-learning-for-developers/build-your-first-model/>>

IBM. Learn classification algorithms using Python and scikit-learn. IBM Developer [página web]. Disponible en Internet: <<https://developer.ibm.com/tutorials/learn-classification-algorithms-using-python-and-scikit-learn/>>

Lee, J., Suh, T., Roy, D., & Baucus, M. Emerging technology and business model innovation: The case of artificial intelligence. [Revista de innovación abierta: Tecnología, Mercado y Complejidad]. (2019). Disponible en Internet: <<https://www.mdpi.com/2199-8531/5/3/44>>

MATHWORKS. MathWorks reconocida como líder, según Magic Quadrant de Gartner 2021. MathWorks - Creadores de MATLAB y Simulink - MATLAB y Simulink - MATLAB & Simulink [página web]. (2021). Disponible en Internet: <<https://la.mathworks.com/campaigns/offers/gartner-mq-2021-data-science-machine-learning-platforms.html>>

OpenProject Pricing. OpenProject.org [página web]. Disponible en Internet: <<https://www.openproject.org/pricing/?users=5¤cy=eur&mode=onpremises&period=12&support=basic&edition=classic#features>>

PEREZ, Alejandro. 6 Técnicas de AI que ya están cambiando la Gestión de Proyectos. CEOLEVEL [página web]. (30, septiembre, 2019). Disponible en Internet: <<https://www.ceolevel.com/6-tecnicas-de-ia-que-ya-estan-cambiando-la-gestion-de-proyectos#:~:text=Machine%20learning:%20Analizan%20datos%20para,decisiones%20informadas%20de%20manera%20automática.>>>

PMI. The AI Innovators: Cracking the Code on Project Performance [en línea]. [s.l.]: [s.n.], 2019. 4 p. Disponible en Internet: <https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/ai-innovators-cracking-the-code-project-performance.pdf?v=acf03326-778f-4e64-925e-70c1149f37ea&sc_lang=temp=en>

SCIKIT-LEARN. 6.3. Preprocessing data. scikit-learn [página web]. Disponible en Internet: <<https://scikit-learn.org/stable/modules/preprocessing.html>>

TOP10.COM STAFF ClickUp. www.top10.com [página web]. (11, julio, 2022). Disponible en Internet: <<https://www.top10.com/project-management/reviews/clickup>>

TOP10.COM STAFF. Asana. www.top10.com [página web]. (6, junio, 2022).
Disponibile en Internet: <<https://www.top10.com/project-management/reviews/asana>>